

GESTIÓN DE MANTENIMIENTO A EQUIPOS DE MANUFACTURA POR
INYECCIÓN DE PLÁSTICOS

DIEGO ALEXANDER DAZA PORTILLA

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS DE AQUINO
DIVISIÓN DE INGENIERÍAS
FACULTAD DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA
BOGOTÁ - COLOMBIA
2012

GESTIÓN DE MANTENIMIENTO A EQUIPOS DE MANUFACTURA POR
INYECCIÓN DE PLÁSTICOS

DIEGO ALEXANDER DAZA PORTILLA

Monografía presentada como requisito parcial para optar al título de Ingeniero
Electrónico

Tutor
EDWIN FRANCISCO FORERO GARCÍA
Maestría en Ingeniería

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS DE AQUINO
DIVISIÓN DE INGENIERÍAS
FACULTAD DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA
BOGOTÁ - COLOMBIA
2012

Nota de aceptación:

EDGAR HUMBERTO BETANCOURT USCATEGUI
Presidente del jurado

GUILLERMO LEÓN OCAMPO CUBILLOS
Jurado

EDWIN FRANCISCO FORERO GARCÍA
Tutor Pasantía

Bogotá, 3 de Agosto de 2012

AGRADECIMIENTOS

Agradezco inicialmente a la organización CORONA S.A. por abrirme sus puertas y brindarme la oportunidad de iniciar mi vida laboral por medio de esta práctica profesional dentro de ella, donde encontré no solamente un excelente ambiente laboral sino también, una gran empresa con calidad humana.

De igual forma agradezco el amable y vital apoyo que recibí en todo momento por parte del ingeniero Jorge Enrique Morales Sáenz, jefe de ingeniería y mantenimiento tecnología e inyección plásticos, de quien recibí en todo momento la mejor disposición para guiarme en esta importante etapa.

También agradezco a la universidad Santo Tomas de Aquino por la excelente formación como profesional con calidad humana que me brindo, construyendo por medio de esta enseñanza una mejor sociedad y un mejor país para el futuro.

Por último agradezco al ingeniero Edwin Francisco Forero García profesor de la facultad de ingeniería electrónica por su enseñanza y especialmente por acompañar atentamente mi proceso durante la pasantía.

CONTENIDO

	pág.
0. INTRODUCCIÓN	15
1. JUSTIFICACIÓN	16
2. OBJETIVOS	17
2.1 OBJETIVO GENERAL	17
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	17
3. PRESENTACIÓN	18
3.1 RESEÑA DE LA EMPRESA	18
3.1.1 Grifería y Complementos CORONA	18
3.1.2 Propósito central	18
3.1.3 Historia	18
3.1.4 Localización	19
3.1.5 Valores	19
3.2 FUNCIONES	19
4. MARCO TEÓRICO	21
4.1 MOLDEO POR INYECCIÓN	21
4.1.1 Polímeros termoplásticos y termoestables	21
4.1.2 Antecedentes históricos	22
4.1.3 Procesos y equipo	23
4.1.4 Máquinas	25
4.1.5 Moldes	26
4.1.6 Variables	28
4.1.7 Ciclo de moldeo	31
4.1.8 Colada fría y caliente	32
4.1.9 Contracción	33
4.1.10 Coloración de la pieza	35
4.1.11 Defectos	36
4.2 MANTENIMIENTO	37

4.2.1 Definición	37
4.2.2 Gestión de mantenimiento	37
4.2.3 Tipos de mantenimiento	38
4.2.4 Aplicabilidad de los tipos de mantenimiento	39
4.2.5 Análisis de criticidad	40
4.2.6 Mantenimiento productivo total	42
5. PROYECTOS	45
5.1 ENSAMBLE DE VÁLVULAS ANTIRETORNO REFERENCIA FLAPPER	45
5.1.1 Planteamiento	45
5.1.2 Alcance	48
5.1.3 Equipos y piezas	48
5.1.4 Desarrollo propuesto	52
5.1.5 Alternativas	53
5.2 ROSCADOR DE VÁLVULAS REFERENCIAS ATLAS Y ATLANTIS	55
5.2.1 Planteamiento	55
5.2.2 Alcance	56
5.2.3 Equipos y piezas	56
5.2.4 Cronograma	59
5.2.5 Alternativas	60
6. MANTENIMIENTO	63
6.1 MANTENIMIENTO PREVENTIVO	63
6.1.1 Listas de pre-inspección	64
6.1.2 Historial de mantenimientos	64
6.1.3 Planeaciones mensuales	64
6.1.4 Listas de chequeo	66
6.2 MANTENIMIENTO BASADO EN CONDICIONES	68
6.2.1 Objetivos	68
6.2.2 Antecedentes mantenimiento preventivo	68
6.2.3 Priorización	68
6.2.4 Análisis de vibraciones	69
6.2.5 Normatividad	70
6.2.6 Mediciones	71
6.2.7 Implementación	72
7. SEGUIMIENTO Y ANÁLISIS DE AVERÍAS	73
7.1 EQUIPO DE TRABAJO	73

7.2 CASCADEO	74
7.2.1 Averías planta	74
7.2.2 Averías tecnología plástico	74
7.2.3 Averías minifábrica accesorios	74
7.2.4 Averías minifábrica asientos	76
7.3 INYECTORA CINCINNATI MILACRON 456-048	77
7.3.1 Reporte de averías	77
7.3.2 Análisis de averías	77
7.3.3 Despliegue acciones implementadas	78
7.4 INYECTORA ARBURG 456-027	78
7.4.1 Reporte de averías	78
7.4.2 Análisis de averías	79
7.4.3 Despliegue acciones implementadas	79
8. ELABORACIÓN Y ESTUDIO DE INDICADORES	80
8.1 INDICADOR DE GESTIÓN DEL MBT	80
8.2 INDICADOR DE GESTIÓN DE COSTOS	80
8.3 INDICADOR DE AVERÍAS	80
9. FUNDAMENTACIÓN HUMANÍSTICA	81
10. CONCLUSIONES	83
BIBLIOGRAFÍA	84
ANEXOS	85

LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Valores corporativos organización CORONA	19
Figura 2. Una máquina de moldeo por inyección capacidad de 200 ton	23
Figura 3. Diagrama de una máquina de moldeo por inyección	24
Figura 4. Ciclo típico de moldeo	24
Figura 5. Dos sistemas alternativos de inyección para el tornillo recíprocante	25
Figura 6. Dos diseños de sujeción	26
Figura 7. Molde de dos placas para moldeo por inyección	27
Figura 8. Molde de tres placas	28
Figura 9. Esquema de tarjetas TPM en blanco	44
Figura 10. Etapa inicial en el ensamble de la válvula flapper	46
Figura 11. Herramienta utilizada en ensamble de correa flapper	46
Figura 12. Etapa final en el ensamble de la válvula flapper	47
Figura 13. Unidades flapper ensambladas	47
Figura 14. Inyectora 17	48
Figura 15. Tornillo de inyección, inyectora 17	49
Figura 16. Tolva de material inyectora 17	49
Figura 17. Troqueladora válvula flapper	50
Figura 18. Válvula flapper antes de ensamblar	50
Figura 19. Seguro válvula flapper	51
Figura 20. Acople válvula flapper	51
Figura 21. Correa válvula flapper	52
Figura 22. Diagrama de etapas proceso válvula flapper	53
Figura 23. Vista isométrica ensamble válvula flapper	54
Figura 24. Acercamiento mesa para ensamblar válvula flapper	55
Figura 25. Acercamiento unidad para ensamblar acoples flapper	55
Figura 26. Equipo para roscar válvulas Atlas y Atlantis	57

Figura 27. Tornillo válvula Atlas	57
Figura 28. Tornillo válvula Atlantis	58
Figura 29. Acople a válvula de flotador	58
Figura 30. Flotador válvula Atlantis	58
Figura 31. Diagrama de etapas proceso válvulas Atlas y Atlantis	60
Figura 32. Alternativas para pinzas de sujeción	61
Figura 33. Vista isométrica roscador válvulas Atlas y Atlantis	62
Figura 34. Acercamiento mesa para ensamblar válvulas Atlas y Atlantis	62
Figura 35. Planeación de noviembre área de inyección	65
Figura 36. Planeación de noviembre área de galvánicos	66
Figura 37. Lista de chequeo mantenimiento autónomo inyectora 15	67
Figura 38. Modelamiento forma de onda de una vibración mecánica	69
Figura 39. Clasificación estado de equipos según norma ISO 10816	71
Figura 40. Boceto de conexión entre un soplador y un tanque galvánico	72
Figura 41. Equipo de trabajo análisis de averías	73
Figura 42. Averías planta 2011	75
Figura 43. Averías tecnología plástico 2011	75
Figura 44. Averías minifábrica accesorios	76
Figura 45. Averías minifábrica asientos	76
Figura 46. Análisis de averías inyectora 48	78
Figura 47. Análisis de averías inyectora 48	79

LISTA DE TABLAS

	pág.
Tabla 1. Valores típicos de contracción para moldeo de plásticos selectos	33
Tabla 2. Tabla de análisis de criticidad	42
Tabla 3. 5 S's como componente esencial del TPM	43
Tabla 4. Temperaturas de operación inyectora 17	49
Tabla 5. Dimensiones seguro válvula flapper	51
Tabla 6. Dimensiones acople válvula flapper	52
Tabla 7. Dimensiones correa válvula flapper	52
Tabla 8. Dimensiones roscador válvulas Atlas y Atlantis	56
Tabla 9. Cronograma de actividades proyecto válvulas "Atlas" y "Atlantis"	59
Tabla 10. Averías inyectora 48	77
Tabla 11. Averías inyectora 27	79

LISTA DE ANEXOS

	pag.
ANEXO A – COTIZACIÓN PROYECTO ROSCADOR	85
ANEXO B – LISTAS DE PRE INSPECCIÓN DE LOS EQUIPOS.....	88
ANEXO C – HISTORIAL MANTENIMIENTOS INYECCIÓN.....	89
ANEXO D – HISTORIAL MANTENIMIENTOS GALVÁNICOS	90
ANEXO E – HISTORIAL MANTENIMIENTOS PLANTA STREI	91
ANEXO F – HISTORIAL MANTENIMIENTOS INYECTORA 15	92
ANEXO G – HISTORIAL MANTENIMIENTOS CALENTADORES	93
ANEXO H – LISTA DE CHEQUEO OCTUBRE INYECTORA 15.....	94
ANEXO I – METODOLOGÍA ANÁLISIS DE CRITICIDAD	96
ANEXO J – APLICACIÓN ANÁLISIS DE CRITICIDAD	97
ANEXO K – INSTALACIÓN SENSORES ANÁLISIS DE VIBRACIONES.....	99
ANEXO L – ESPECTROS ANÁLISIS DE VIBRACIONES.....	100
ANEXO M – ANÁLISIS DE VIBRACIONES.....	101
ANEXO N – RESULTADOS RESPECTO 6 M's	102
ANEXO O – DETECCIÓN CAÍDA DE PIEZAS INYECTORA 48	103
ANEXO P – CONECTOR PRESIÓN SERVO VÁLVULA MOOG.....	104
ANEXO R – HISTÓRICO DE INDICADORES GESTIÓN DEL MBT.....	106
ANEXO S – HISTÓRICO DE INDICADORES DE COSTOS	107
ANEXO T – HISTÓRICO DE INDICADORES CERO AVERÍAS.....	108

GLOSARIO

ADAPTER: pieza metálica que sirve como tapa del barril de inyección permitiendo el alojamiento del porta boquilla y de la boquilla.

BALLSCREW: tornillo de bolas acoplado normalmente por medio de una polea o caja de transmisión a un servomotor para generar el desplazamiento de la prensa, el expulsor, el tornillo de inyección o la carga de material.

CAD / CAM: son las abreviaturas en ingles para las expresiones diseño asistido por ordenador y fabricación asistida por ordenador, son procesos en los cuales se utilizan las computadoras para mejorar la fabricación, desarrollo y diseño de los productos.

CAVITAR: efecto hidrodinámico que se produce cuando un fluido en estado líquido pasa por una arista afilada, produciendo una descompresión del fluido, puede ocurrir que se alcance la presión de vapor del líquido de tal forma que las moléculas que lo componen cambian a estado de vapor formando cavidades.

DRIVER: manejador o módulo de potencia a través del cual se controla la carga de alguno de los servomotores.

ENCODER: decodificador de pulsos acoplado directamente al eje del motor o servomotor, encargado de generar señales de retroalimentación para el control de la velocidad o de la posición.

ENLACE COVALENTE: se produce por el compartimiento de electrones entre dos o más átomos, debido a que la diferencia de electronegatividades entre los átomos no es suficientemente grande como para que se efectúe una transferencia de electrones, los dos átomos comparten uno o más pares electrónicos.

EXTRUDER: pieza mecánica que permite al tornillo de inyección realizar un movimiento de rotación, para que el material derretido viaje a través de los filetes del tornillo y se acumule en la parte delantera del tornillo antes de inyectarse en el molde.

GALVANIZADO: proceso electroquímico por el cual se puede cubrir un metal con otro (siempre depositando un metal de carga mayor sobre otro de carga menor). Se denomina galvanización pues este proceso se desarrolló a partir del trabajo de Luigi Galvani, quien descubrió este fenómeno y ordenó los metales según su carga.

MBC: estrategia de mantenimiento consistente en medir periódicamente variables como vibraciones, temperatura u otras en los equipos para determinar su condición, realizar un análisis de tendencia de los datos con el fin de identificar a tiempo las condiciones problemáticas y tomar las acciones necesarias para evitar averías que puedan provocar un tiempo de parada imprevisto y las correspondientes consecuencias.

MONÓMERO: es una molécula de pequeña masa molecular que unida a otros monómeros, a veces cientos o miles, por medio de enlaces químicos, generalmente covalentes, forman macromoléculas llamadas polímeros.

POLIEPÓXIDO: es un polímero termoestable que se endurece cuando se mezcla con un agente catalizador o endurecedor; se usan mucho en capas de impresión, tanto para proteger de la corrosión como para mejorar la adherencia de las posteriores capas de pintura.

POLIETILENO: es uno de los plásticos más comunes, debido a su alta producción mundial (aproximadamente 60 millones de toneladas anuales alrededor del mundo) y a su bajo precio, es químicamente inerte; se obtiene de la polimerización del etileno, del que deriva su nombre.

POLIMERIZACIÓN: es un proceso químico por el que los monómeros se agrupan químicamente entre sí, dando lugar a una molécula de gran peso, llamada polímero, o bien una cadena lineal o una macromolécula tridimensional. Las categorías principales de polimerización son: polimerización por adición o condensación, y polimerización de crecimiento en cadena y en etapas.

PVC: es una resina obtenida producto de la polimerización del monómero de cloruro de vinilo a policloruro de vinilo, es la más versátil de la familia de los plásticos pues además de ser termoplástica, a partir de ella se pueden obtener productos rígidos y flexibles; tiene muy buena resistencia eléctrica y a la llama.

RESOLVER: generador de señal constituido por tres bobinas las cuales retroalimentan el control para controlar la velocidad y el torque de servomotores.

TPM: es una filosofía originaria de Japón (Total Productive Maintenance), la cual se enfoca en la eliminación de pérdidas asociadas con paros, calidad y costos en los procesos de producción industrial. Las siglas TPM fueron registradas por el JIPM ("Instituto Japonés de Mantenimiento de Planta").

RESUMEN

El presente informe documenta el proceso de pasantía de ingeniería electrónica llevado a cabo en la planta de producción industrial “*Grifería & Complementos CORONA*” en el área de ingeniería y mantenimiento, siendo este proceso el primer encuentro con entornos laborales reales luego de la etapa de aprendizaje académico en el campus universitario.

Las actividades desarrolladas se dividen en tres focos de atención: el primero es el desarrollo de proyectos de automatización en líneas de ensamble para el mejoramiento en los procesos de manufactura, el segundo es la realización de actividades de gestión administrativa en el área de mantenimiento basadas en el modelo actual (preventivo) y la implementación del mantenimiento basado en condiciones, por último, el trabajo en grupos interdisciplinarios para el estudio y desarrollo de metodologías y soluciones en los casos de averías más sobresalientes con la finalidad de diagnosticar el origen de los problemas y así implementar nuevas tecnologías y mejoras que permitan soluciones definitivas eliminando soluciones temporales y repetitivas.

Todo lo anterior soportado y orientado bajo la estructura TPM (Mantenimiento Productivo Total) para la gestión empresarial, por medio de la cual se identifican y eliminan las pérdidas de los procesos, se maximiza la utilización de los activos y se garantiza la creación de productos y servicios de alta calidad y a costos competitivos.

ABSTRACT

This report documents the process of electronic engineering internship carried out in industrial production plant “*Grifería & Complementos CORONA*” in the engineering and maintenance area, being this process the first encounter with real working environments after the learning stage in academic campus.

The activities are divided into three foci: the first is the development of automation projects in assembly lines for the improvement in manufacturing processes, the second is the implementation of administrative management activities in the maintenance area based on the current model (preventive) and the implementation of condition-based maintenance, finally, work in interdisciplinary groups to study and development of methodologies and solutions in the most outstanding cases of failure in order to diagnose the source of problems and implement new technologies and enhancements that allow definitive solutions eliminating workarounds and repetitive.

All of the above supported and oriented under TPM structure (Total Productive Maintenance) for business management, through which identify and eliminate the loss of processes, maximizing asset utilization and ensuring the creation of products and high quality services at competitive costs.

0. INTRODUCCIÓN

Este informe presenta la documentación completa del proceso de pasantía desarrollado como proyecto de grado para optar al título de Ingeniero Electrónico en la universidad Santo Tomas, en la compañía *“Grifería & Complementos CORONA”* en el área de ingeniería y mantenimiento de tecnología plásticos desde julio a diciembre de 2011; más allá de ser un requisito de grado, esta es una etapa vital ante el inicio del ejercicio profesional y el desarrollo de un perfil laboral exitoso.

Los conocimientos y experiencias adquiridas durante este proceso formaran parte fundamental en el desarrollo de las actividades futuras en el desempeño como profesional debido a lo cual durante el tiempo de duración de la misma es importante el cumplimiento con los lineamientos y políticas de formación y trabajo establecidos por la universidad y la compañía, contando con el acompañamiento de un tutor empresarial y otro académico, ingenieros: Jorge Enrique Morales Sáenz y Edwin Francisco Forero García respectivamente.

Este documento está organizado en diez capítulos: introducción, justificación y objetivos de la práctica, presentación de la compañía y funciones a desarrollar dentro de la misma, marco teórico con conceptos esenciales sobre procesos de inyección y mantenimiento, desarrollo de dos proyectos de automatización, soporte de las actividades de mantenimiento, seguimiento y análisis de averías, elaboración y estudio de indicadores y finalmente se presentan las conclusiones; también se evidencian los recursos y las limitaciones que se tuvieron, se define como fue el ambiente de trabajo en la organización, el desempeño en la misma y la experiencia profesional adquirida, con la finalidad de generar un soporte escrito que sustente el proceso llevado a cabo y sirva como fuente de consulta.

1. JUSTIFICACIÓN

El presente trabajo documenta el proceso de pasantía realizado en la empresa *“Grifería & Complementos CORONA”* con el propósito de poner en práctica la teoría e instrucción recibida en el proceso de formación integral humanística en Ingeniería Electrónica para dar solución a problemáticas reales dentro del entorno laboral.

El proyecto de pasantía fortaleció el proceso cognoscitivo técnico como tal permitiendo a su vez evaluar desde la perspectiva tomista la influencia de las humanidades, específicamente la epistemología y la ética en los procesos industriales facilitando así la etapa de transición entre la academia y el ambiente laboral, contribuyendo a la definición de un perfil específico dentro del mercado laboral.

“Grifería & Complementos CORONA” es una empresa líder del sector industrial en Colombia, por lo cual su infraestructura organizacional y física permite el ambiente idóneo para un proyecto de pasantía; adicionalmente sus plantas de manufactura utilizan gran variedad de tecnologías y cuentan con gran diversidad de productos registrados en los renglones más importantes de la economía nacional, tras lo cual se evidencia que los conocimientos adquiridos serán versátiles y de alta probabilidad para su aplicación, incrementando así las posibilidades de éxito en el desarrollo personal y profesional.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

Aplicar los conocimientos adquiridos durante la etapa de formación académica como ingeniero electrónico en el desarrollo de problemáticas reales en procesos de manufactura dentro del ambiente industrial de la empresa “*Grifería & Complementos CORONA*” con el fin de conseguir experiencia para iniciar un perfil profesional exitoso.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Trabajar en grupos interdisciplinarios para dar solución a problemáticas repetitivas en los equipos industriales, partiendo del diagnóstico hasta la implementación de tecnologías y mejoras que eliminen las medidas temporales y brinden soluciones definitivas.
- Desarrollar proyectos de automatización industrial que permitan el mejoramiento de las condiciones laborales y de seguridad ocupacional de los trabajadores, optimizando el uso de los recursos para impactar la productividad.
- Ejecutar acciones para el desarrollo y aprendizaje de métodos de gestión de mantenimiento en plantas industriales usados en procesos de manufactura, específicamente el método japonés TPM (Mantenimiento Productivo Total).
- Identificar la aplicación directa que tiene la ingeniería electrónica en el entorno industrial colombiano, evaluando los problemas técnicos que se enfrentan y las soluciones desde la ingeniería que se pueden aportar a estos.
- Interactuar con estructuras administrativas y operativas dentro de la empresa para así establecer las primeras relaciones profesionales en ambientes laborales.

3. PRESENTACIÓN

3.1 RESEÑA DE LA EMPRESA

3.1.1 Grifería y Complementos CORONA

Grifería y Complementos CORONA es un negocio dedicado a la producción y comercialización de Grifería y Complementos metálicos y plásticos, enfocado en satisfacer las necesidades de los consumidores brindándoles diseño, calidad y un precio justo.

3.1.2 Propósito central

Grifería & Complementos CORONA es una empresa humana, consciente de que el bienestar de cada individuo se materializa en el buen funcionamiento de su hogar. Para ello desarrolla y comercializa productos para los espacios donde el agua está presente, propiciando vivencias gratificantes, facilitando su adecuado manejo y protegiendo el medio ambiente. Contribuye así al desarrollo y bienestar de la sociedad.

3.1.3 Historia

Con más de cien años en el mercado, la organización CORONA S.A. constituye parte esencial del patrimonio empresarial latinoamericano, ejemplo de búsqueda permanente de crecimiento, desarrollo y excelencia en la calidad. Sus orígenes se remontan a la fabricación de loza en Caldas, en una población cercana a Medellín, cuando Gabriel Echavarría Misas, hijo de un empresario antioqueño adquirió la compañía Cerámica Antioqueña. A partir de 1948, gracias a la dinámica impuesta por los accionistas, se inició una rápida etapa de expansión de los negocios con la creación de nuevas empresas, cuyo conjunto se convierte en lo que es hoy la organización CORONA.

El negocio de Grifería & Complementos nace a partir de la creación de la empresa Grifos y Válvulas S.A. en 1963, bajo la asistencia de la firma norteamericana American Standard como socia fundadora. Desde el año 2000 se crea la Unidad Estratégica de Negocio como parte de Corona, pero con autonomía administrativa y estratégica, contribuyendo así a un veloz crecimiento de la empresa, convirtiéndose en una compañía de categoría mundial. Al cumplir 125 años la Organización CORONA en el 2006, se introduce una nueva identidad de marca, transformándose en lo que hoy en día se denomina “*Grifería & Complementos CORONA*”. La calidad, tecnología y servicio le ha permitido al negocio contar con

elevados niveles de innovación y estar a la vanguardia con productos de la mejor calidad y a la altura de las exigencias del mercado mundial.

3.1.4 Localización

El Negocio de “Grifería & Complementos CORONA”, tiene su planta de producción en Funza, Cundinamarca, distante 18 kilómetros de la Capital de la República, teniendo representación en las principales ciudades capitales del País, a través de sus Puntos de Servicio Autorizado PSA.

Al estar en la punta norte de América del Sur, el negocio de Grifería & Complementos goza de una gran posición estratégica; por el sur limita con Ecuador, Perú y Brasil, por el Oriente con Venezuela, al Norte el océano Atlántico y al Occidente el Pacífico y Panamá, lo que le permite ingresar a Centroamérica de manera rápida y eficiente.

3.1.5 Valores



Figura 1. Valores corporativos organización CORONA
(Fuente: Cortesía de CORONA)

Seamos Ejemplo de Respeto por los Demás y Compromiso con su Desarrollo
Seamos Pasión por el Servicio a Nuestros Clientes
Seamos Responsables con Nuestra Sociedad
Seamos Austeros y Sencillos
Seamos Cada Vez Mejores
Seamos Personas Integrales
Seamos Innovadores

3.2 FUNCIONES

El objetivo principal de la práctica empresarial es liderar proyectos que mejoren procesos de ensamble por medio de la automatización de equipos productivos en el área de inyección de plásticos; estas mejoras deben optimizar los recursos e impactar en la productividad, para ello se deberán realizar análisis de los

procesos, diseños de sistemas, evaluación económica de los proyectos y presentación para aprobación de presupuesto.

Adicionalmente se realizarán actividades de gestión administrativa en el área de mantenimiento como son: programación de mantenimientos preventivos, apoyo en la implementación del mantenimiento basado en condiciones, manejo de proveedores para adquisición de repuestos necesarios, análisis y apoyo de reparaciones de emergencia, manejo de personal técnico y apoyo al pilar de mantenimiento planeado. Todas estas actividades se ejecutaran para garantizar la confiabilidad de los equipos de la tecnología inyección, galvánicos, planta de tratamiento de agua y laboratorio de productos.

Finalmente, trabajar en grupos interdisciplinarios en el estudio y desarrollo de metodologías y soluciones para los casos de las averías más sobresalientes logrando diagnosticar el origen de los problemas con la finalidad de implementar nuevas tecnologías y mejoras que permitan soluciones definitivas para eliminar las medidas temporales y repetitivas que se deben ejecutar en equipos particulares.

4. MARCO TEÓRICO

4.1 MOLDEO POR INYECCIÓN

El moldeo por inyección es un proceso en el que un polímero se calienta hasta un estado altamente líquido y se hace fluir bajo presión dentro de la cavidad de un molde donde se solidifica para luego ser expulsado. El proceso produce componentes separados que pueden ser formas netas o componentes a ser ensamblados en una parte total más grande. La duración del ciclo típico de producción es de 20 a 60 segundos, aunque se pueden presentar ciclos de un minuto o mayores. El molde también puede tener más de una cavidad, de manera que se pueden producir múltiples piezas moldeadas en cada ciclo. El moldeo por inyección puede producir formas intrincadas y complejas, la limitación es la capacidad de fabricar un molde cuya cavidad tenga la misma forma que la pieza; además, el molde debe facilitar la expulsión de la pieza.

4.1.1 Polímeros termoplásticos y termoestables

Una forma de clasificar los polímeros es según su respuesta mecánica frente a temperaturas elevadas. En esta clasificación existen dos subdivisiones: los polímeros termoplásticos y los polímeros termoestables. Los termoplásticos se ablandan al calentarse (a veces funden) y se endurecen al enfriarse (estos procesos son totalmente reversibles y pueden repetirse). Estos materiales normalmente se fabrican con aplicación simultánea de calor y de presión. A nivel molecular, a medida que la temperatura aumenta, la fuerza de los enlaces secundarios se debilita (porque la movilidad molecular aumenta) y esto facilita el movimiento relativo de las cadenas adyacentes al aplicar un esfuerzo. La degradación irreversible se produce cuando la temperatura de un termoplástico fundido se eleva hasta el punto que las vibraciones moleculares son tan violentas que pueden romper los enlaces covalentes. Los termoplásticos son relativamente blandos y dúctiles. La mayoría de los polímeros lineales y los que tienen estructuras ramificadas con cadenas flexibles son termoplásticos.

Los polímeros termoestables se endurecen al calentarse y no se ablandan al continuar calentando. Al indicar el tratamiento térmico se origina entrecruzamiento covalente entre cadenas moleculares contiguas. Estos enlaces dificultan los movimientos de vibración y de rotación de las cadenas a elevadas temperaturas. Generalmente el entrecruzamiento es extenso: del 10 al 50% de las unidades monoméricas de las cadenas están entrecruzadas. Solo el calentamiento a temperaturas excesivamente altas causa rotura de estos enlaces entrecruzados y degradación del polímero. Los polímeros termoestables generalmente son más

duros, más resistentes y más frágiles que los termoplásticos y tienen mejor estabilidad dimensional. La mayoría de los polímeros entrecruzados y reticulados, como el caucho vulcanizado, los epoxi y las resinas fenólicas y de poliéster, son termoestables [1].

4.1.2 Antecedentes históricos

El diseño actual de la máquina de moldeo por inyección ha sido influido por la demanda de productos con diferentes características geométricas, con diferentes polímeros involucrados y colores. Además, su diseño se ha modificado de manera que las piezas moldeadas tengan un menor costo de producción, lo cual exige rapidez de inyección, bajas temperaturas, y un ciclo de moldeo corto y preciso.

John Hyatt registró en 1872 la primera patente de una máquina de inyección, la cual consistía en un pistón que contenía en la cámara derivados celulósicos fundidos. Sin embargo, se atribuye a la compañía alemana Cellon-Werkw el haber sido pionera de la máquina de inyección moderna. Esta firma presentó, en 1928, una patente incluyendo la descripción de nitrocelulosa (celuloide). Los británicos John Beard y Peter Delafield, debido a ciertas diferencias en la traducción de la patente alemana, desarrollaron paralelamente la misma técnica en Inglaterra, con los derechos de patente inglesa para la compañía F.A. Hughes Ltda.

El primer artículo de producción masiva en Inglaterra fue la pluma fuente, producida durante los años treinta por la compañía Mentmore Manufacturing. La misma utilizaba máquinas de moldeo por inyección de Eckert & Ziegler (Alemania). Estas máquinas funcionaban originalmente con aire comprimido (aproximadamente 31 kg/cm^2); el sistema de apertura de molde y la extracción de la pieza eran realizados manualmente, y los controles incluían válvulas manuales, sin control automático ni pantallas digitales; además, carecían de sistemas de seguridad.

En 1932 apareció la primera máquina para inyección operada con sistemas eléctricos, desarrollada por la compañía Eckert & Ziegler. Al mismo tiempo, otros países como Suiza e Italia empezaban a conseguir importantes avances en maquinaria. Ya a finales de los años treinta, el polietileno y el PVC —ambos, de alta producción y bajo costo— provocaron una revolución en el desarrollo de la maquinaria, teniendo el PVC mayor éxito como material para extrusión.

En 1951 se desarrolló en Estados Unidos la primera máquina de inyección con un tornillo recíprocante (o, simplemente, husillo), aunque no fue patentada hasta 1956. Este cambio ha sido la aportación más importante en la historia de las máquinas inyectoras. Al finalizar la segunda guerra mundial, la industria de la inyección de plástico experimentó un crecimiento comercial sostenido. Sin

embargo, a partir de la década de los ochenta, las mejoras se han enfocado a la eficiencia del diseño, del flujo del polímero, el uso de sistemas de software CAD, inclusión de robots más rápidos para extracción de piezas, inyección asistida por computadora, eficacia en el control de calentamiento y mejoras en el control de la calidad del producto [4].

4.1.3 Procesos y equipo

En la figura 2 se muestra una máquina grande (capacidad de cierre de prensa: 200 ton) de moldeo por inyección. Una máquina de moldeo por inyección, como se ilustra en la figura 3, consiste en dos componentes principales: 1) la unidad de inyección del plástico y 2) la unidad sujetadora del molde. La unidad de inyección se parece mucho a un extrusor. El sistema está formado por un cilindro conectado, en uno de sus extremos, a una tolva de alimentación que contiene una provisión de pelets de plástico. Dentro del cilindro hay un tornillo cuya operación supera a la del tornillo de extrusión en el sentido de que además de girar para mezclar y calentar el polímero, también actúa como un embolo que mueve rápidamente el plástico fundido hacia adelante para inyectarlo en el molde. Una válvula de no retorno, montada cerca de la punta del tornillo, previene que la fusión fluya hacia atrás a lo largo de la rosca del tornillo. Al final del ciclo de moldeo el embolo vuelve a su posición original. Debido a esta acción dual se le llama tornillo reciprocante, cuyo nombre identifica al tipo de máquina. Básicamente, las funciones de la unidad de inyección son 1) fundir y homogenizar el polímero y 2) inyectar la fusión en la cavidad del molde [3].



Figura 2. Una máquina de moldeo por inyección capacidad de 200 ton
(Fuente: Cortesía de Cincinnatti Milacron)

La unidad de sujeción tiene que ver con la operación del molde. Sus funciones son: 1) mantener las dos mitades del molde alineadas correctamente entre si, 2) mantener cerrado el molde durante la inyección aplicando una fuerza de sujeción suficiente para resistir la fuerza de inyección y 3) abrir y cerrar el molde en los momentos apropiados dentro del ciclo de moldeo. La unidad de sujeción consiste

en dos placas, una fija y otra móvil, y un mecanismo para accionar la placa móvil. El mecanismo es básicamente una prensa de potencia operada por un pistón hidráulico o por dispositivos mecánicos articulados de varios tipos. Las máquinas grandes pueden generar fuerzas de sujeción de varios miles de toneladas [3].

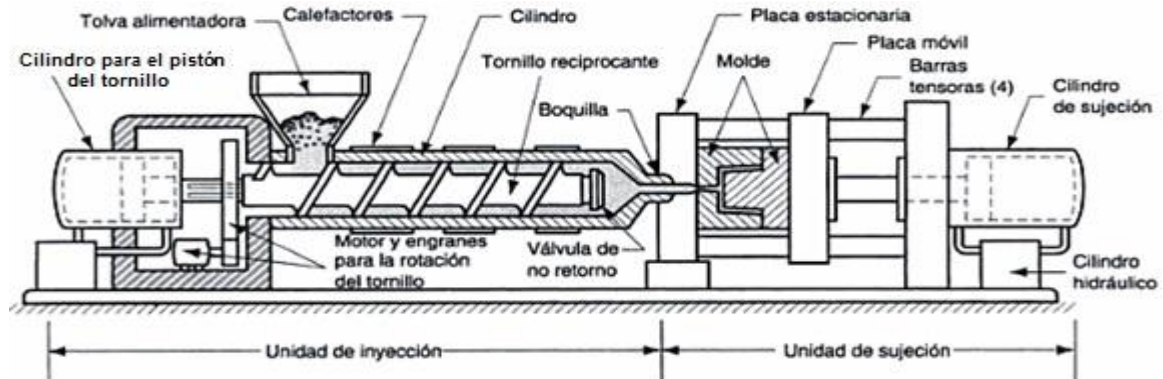


Figura 3. Diagrama de una máquina de moldeo por inyección
(Fuente: Fundamentos de la manufactura moderna, Mikell Groover)

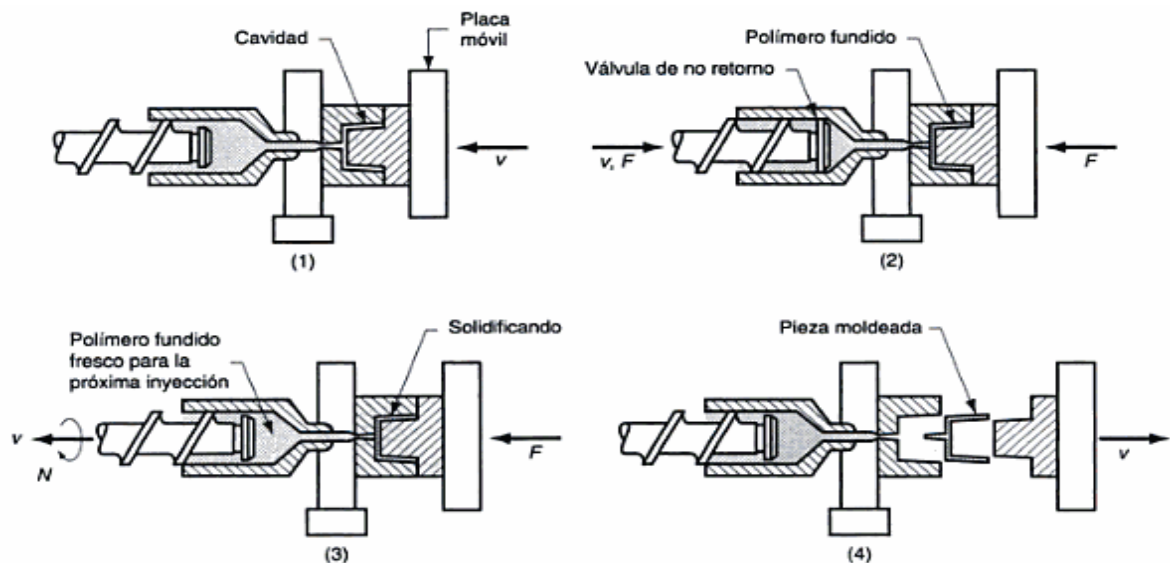


Figura 4. Ciclo típico de moldeo

- (1) molde cerrado, (2) la fusión se inyecta en la cavidad, (3) el tornillo se retrae y
(4) el molde se abre y se retira la pieza

(Fuente: Fundamentos de la manufactura moderna, Mikell Groover)

El ciclo de inyección por moldeo de polímeros termoplásticos procede según la secuencia de la figura 4. La acción empieza con el molde abierto y la maquina lista para iniciar un nuevo ciclo de moldeo. (1) Se coloca el molde y se ajusta. (2) Una porción de la fusión a temperatura y viscosidad correctas, obtenida por

calentamiento y trabajo mecánico en el tornillo, se inyecta a alta presión en la cavidad del molde. El plástico se enfría al contacto con la superficie fría del molde y empieza a solidificar. La presión del embolo se mantiene para compactar la fundición adicional en la cavidad y compensar así la contracción durante el enfriado. (3) El tornillo gira y se retrae con la válvula de no retorno abierta, para permitir que fluya el polímero fresco a la siguiente porción del cilindro, mientras tanto, el polímero en el molde se ha solidificado completamente. (4) El molde se abre y expulsa la parte moldeada [3].

4.1.4 Máquinas

Se usan ampliamente dos tipos de unidades de inyección. La máquina de tornillo recíprocante (figuras 3 y 4) es la más común. El diseño usa el mismo cilindro para la fusión y para la inyección de plástico. La unidad alternativa incluye el uso de cilindros separados para plastificar e inyectar el polímero, como se muestra en la figura 5(a). Este tipo se llama máquina de tornillo preplastificador o máquina de dos etapas. La tolva alimenta los pelets de plástico en la primera etapa y utiliza un tornillo para mover el polímero hacia adelante y fundirlo. Este cilindro alimenta a un segundo cilindro, que usa un embolo para inyectar la fusión en el molde. Estas máquinas son llamadas de moldeo por inyección tipo embolo, figura 5 (b) [3].

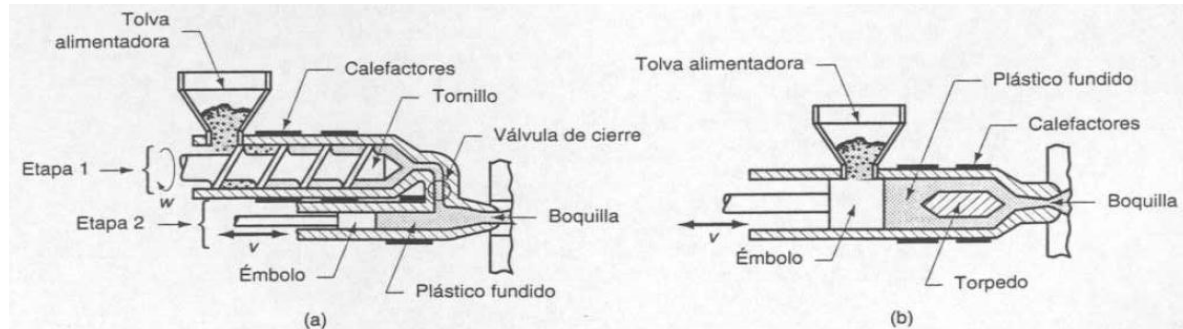


Figura 5. Dos sistemas alternativos de inyección para el tornillo recíprocante
(a) tornillo pre plastificador y (b) tipo embolo

(Fuente: Fundamentos de la manufactura moderna, Mikell Groover)

Por otro lado, los diseños de la sujeción o de prensa son de tres tipos: articulados, hidráulicos e hidromecánicos. La sujeción articulada incluye varios diseños, uno de estos se ilustra en la figura 6(a). Un accionador mueve los cabezales transversales hacia adelante, extendiendo los eslabones articulados para empujar la placa móvil hacia la posición de cerrado. Al principio del movimiento la potencia mecánica es baja y la velocidad es alta, pero cerca del final de la corrida la situación se invierte. Los sujetadores articulados proporcionan así, alta velocidad y alta fuerza en puntos diferentes del ciclo cuando dichos parámetros son necesarios. Los sujetadores articulados se accionan ya sea por cilindros hidráulicos o tornillos

movidos por motores eléctricos. La unidad de sujeción articulada parece más adecuada para máquinas de tonelaje relativamente bajo. La sujeción hidráulica, que se muestra en la figura 6(b), se usa en máquinas de moldeo por inyección de alto tonelaje, típicamente de 150 a 1000 tons (1300 a 8900 kN). Estas unidades son más flexibles que la de sujeción articulada, ya que hacen posible fijar el tonelaje en determinadas posiciones durante la corrida. Las sujeciones hidromecánicas se diseñan para grandes tonelajes, usualmente más de 1000 tons (8900 kN), operan mediante: 1) uso de cilindros hidráulicos para mover rápidamente el molde hacia la posición de cerrado, 2) cierre en posición por medios mecánicos y 3) uso de cilindros hidráulicos de alta presión para cierre final y acumulación de tonelaje [3].

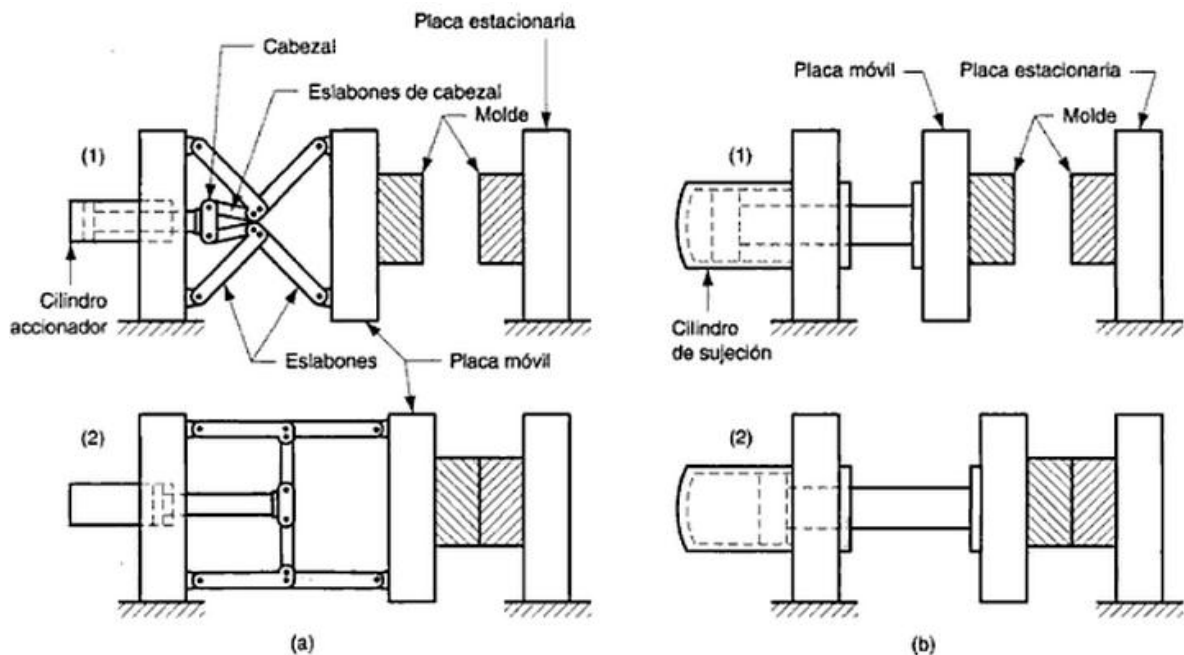


Figura 6. Dos diseños de sujeción
(a) sujeción articulada, (1) abierta y (2) cerrada; y (b) sujeción hidráulica, (1) abierta y (2) cerrada
(Fuente: Fundamentos de la manufactura moderna, Mikell Groover)

4.1.5 Moldes

Molde de dos placas: el molde de dos placas convencional se ilustra en la figura 7, consiste en dos mitades sujetas a dos placas en la unidad de sujeción de la máquina. Cuando la unidad de sujeción se abre, las dos mitades del molde también se abren como se muestra en (b). La característica más obvia del molde es la cavidad, a la cual se le da forma generalmente por remoción del metal del par de superficies. Los moldes pueden contener una sola cavidad o múltiples

cavidades para producir más de una pieza en cada ciclo. La figura muestra un molde con dos cavidades [3].

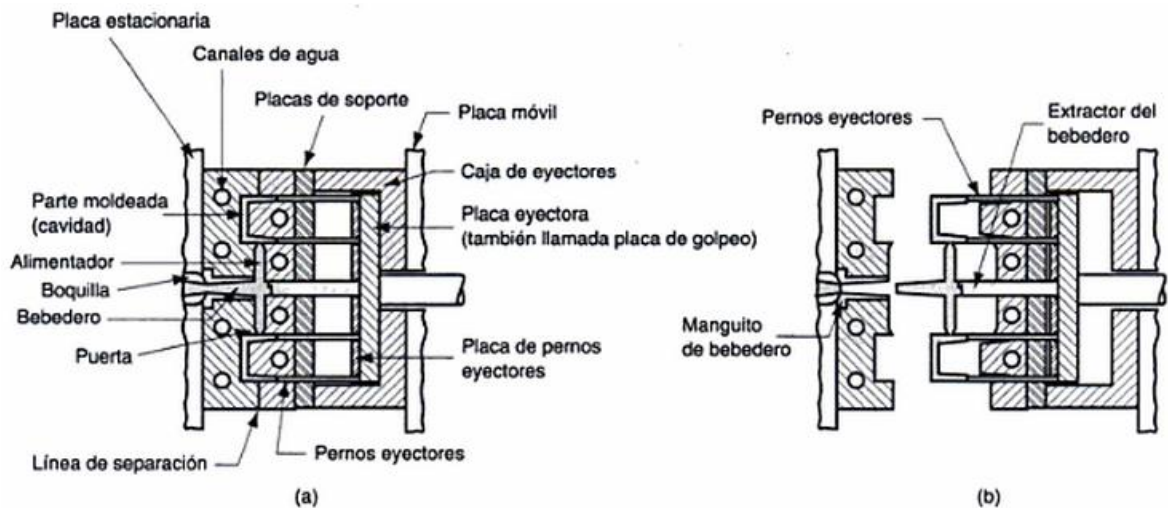


Figura 7. Molde de dos placas para moldeo por inyección
(a) cerrado y (b) abierto. El molde tiene dos cavidades para producir dos partes en forma de copa (se muestra la sección transversal)
(Fuente: Fundamentos de la manufactura moderna, Mikell Groover)

Además de la cavidad, otras características del molde tienen funciones indispensables durante el ciclo de moldeo. El molde debe tener un canal distribuidor por donde fluye el polímero fundido, de la boquilla del cilindro a la cavidad del molde. El canal distribuidor consiste en (1) un surtidor o bebedero que conduce el plástico de la boquilla al molde; (2) canales de alimentación, los cuales conducen del surtidor a la cavidad (o cavidades) y (3) puertas que restringen el flujo del plástico a la cavidad. Se necesita un sistema de eyección para expulsar de la cavidad las partes moldeadas al final del ciclo. Los pernos eyectores o de expulsión, contruidos generalmente en la parte móvil del molde, cumplen con esta función. La cavidad se divide entre las dos mitades del molde, de manera que la contracción natural del molde haga que la parte se pegue a la mitad móvil. Cuando se abre el molde, los pernos eyectores empujan la parte fuera de la cavidad [3].

Adicionalmente, se requiere un sistema de enfriado para el molde, este consiste en una bomba externa conectada a los pasajes de circulación de agua a través del molde para remover el calor del plástico caliente. También se debe evacuar el aire de la cavidad del molde al entrar el polímero. A través de los claros de los pequeños pernos eyectores del molde pasa una gran cantidad de aire. Con frecuencia se maquinan delgadas ventilas de aire en la superficie de separación del molde, de solamente 0.001 pulg (0.03 mm) de profundidad y de 0.5 a 1.0 pulg

(12 a 25 mm) de ancho, estos canales permiten que escape el aire al exterior, pero son demasiado pequeños para que la fusión viscosa del polímero fluya a través de ellos [3].

Aunque los moldes de dos placas son los más usados en el moldeo por inyección, una alternativa a estos es el molde de tres placas, mostrado en la figura 8 para la misma parte del molde anterior. Este diseño de molde posee algunas ventajas, por ejemplo, el flujo del plástico fundido pasa a través de una puerta localizada en la base de la parte en forma de copa, y no a un lado. Esto permite una distribución más homogénea de la fusión en los lados de la copa. En el diseño de puerta lateral en el molde de dos placas de la figura 7, el plástico fluye alrededor del corazón y se junta en el lado opuesto, creando posiblemente una debilidad en la línea de soldado [3].

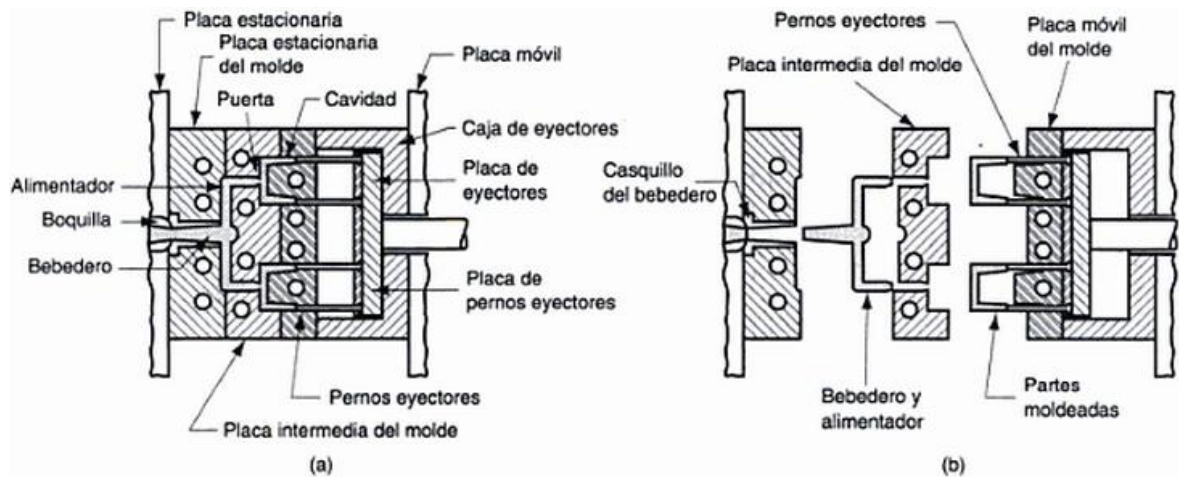


Figura 8. Molde de tres placas
(a) cerrado (b) abierto

(Fuente: Fundamentos de la manufactura moderna, Mikell Groover)

4.1.6 Variables

Los parámetros a controlar en el proceso de inyección dependen del material a trabajar, del diseño del molde y la pieza, las variables a controlar son: temperaturas; velocidades, presiones; distancias y tiempos.

Temperaturas: las temperaturas pueden ser del cilindro de plastificación, de la boquilla y del molde. La temperatura del cilindro de plastificación y de la boquilla, esta dada por el tipo de material a trabajar, estas temperaturas se ajustan de acuerdo a la temperatura de la masa fundida; la temperatura de la masa fundida determina las propiedades estructurales de una pieza moldeada, por lo que debe ser constante y uniforme ya que controla la densidad y contracción; de igual

manera la temperatura del molde esta en función o es determinada por el material plástico a trabajar y el acabado de la pieza [4].

Velocidad de cierre de molde: es la distancia que recorre la platina móvil hasta hacer contacto con la platina fija del molde en un tiempo determinado, la velocidad de cierre del molde se realiza en varias etapas: alta velocidad, media velocidad y baja velocidad, esto con el fin de evitar aceleraciones y frenados bruscos durante la fase de cerrado del plato móvil, aunque también depende de la pieza a moldear [4].

Velocidad de apertura de molde: es la distancia que recorre la platina móvil del molde hasta separarse de la platina fija y dejar el espacio suficiente para la expulsión de las piezas en un tiempo determinado. La velocidad de apertura del molde se realiza al contrario de la fase de cierre de molde: baja velocidad, media velocidad y alta velocidad, también esto dependerá de la pieza a moldear [4].

Velocidad de plastificación: la velocidad de plastificación se controla por las revoluciones por minuto o giros por minuto del husillo o tornillo en el momento de la plastificación.

Velocidad de expulsión: Es la distancia que recorren los expulsores en un tiempo determinado para expulsar la pieza moldeada.

Velocidad de inyección: La velocidad de inyección depende de los siguientes factores:

- La viscosidad del polímero.
- Condiciones del molde.
- Tamaño y número de puntos de entrada de material.
- Tamaño de los canales o venas de alimentación del material.
- Salidas de aire en el molde.
- Temperatura de la masa fundida
- Temperatura del molde.
- Acabado de la pieza.

Cuando se moldean piezas de secciones delgadas se requieren generalmente velocidades de inyección altas con objeto de llenar la pieza antes de que se solidifique. El uso de una velocidad de inyección alta mejorara el aspecto y brillo superficial de la pieza, ya que la cavidad del molde se llena completamente antes de que la resina comience su solidificación; variando la velocidad de inyección adecuadamente se pueden reducir los defectos superficiales en la pieza, tales como las ráfagas y manchas en la zona del punto de inyección [4].

Primera presión de inyección: es la presión requerida para vencer las resistencias que el material fundido produce a lo largo de su trayectoria, desde el cilindro de plastificación hasta el molde, esta presión corresponde a la fase de llenado del molde, con esta pretendemos llenar la cavidad en un 90 ó 95%, para después terminar de llenar la pieza con la segunda presión y velocidades [4].

Segunda presión de inyección: también es conocida como de sostenimiento o recalque, tiene como objeto el mantener bajo presión el material fundido que se solidifica y se contrae en la cavidad del molde, la función de esta segunda presión, es la de completar el llenado y así compensar la contracción, introduciendo un poco más de material fundido en el molde. Es importante mencionar que si se excede en aplicar esta presión puede producir rebaba o una compactación tal que originara que las piezas se peguen en el lado fijo [4].

Contrapresión: en el momento de la plastificación el material es llevado hacia delante en tanto que el husillo va girando hacia atrás, la contrapresión se aplica sobre el husillo que gira y tiene como función el impedir el retorno de éste, mejorando la acción de la mezcla del material. Dicho en otras palabras, esto ayuda a que se logre una buena homogenización del plástico [4].

Presión de expulsión: una vez terminada la apertura del molde, la pieza se debe separar del molde, y esto se logra a través de un mecanismo de expulsión, que requiere de una presión de botado que esta activada durante toda la fase de expulsión [4].

Distancia de inyección: son los milímetros de material inyectado necesarios para llenar todas las cavidades del molde.

Distancia de conmutación a segunda presión: son los milímetros necesarios para hacer el cambio por distancia, de primera presión de inyección a segunda presión de inyección.

Distancia de apertura de molde: es la distancia que se desea que abra la parte móvil del molde para que pueda expulsarse la pieza.

Distancia de expulsión: son los milímetros recorridos por el sistema de expulsión de la pieza inyectada para que pueda desmoldar del molde.

Tiempo de inyección: es el tiempo en el que se lleva a cabo el llenado de las cavidades del molde.

Tiempo de postpresión: es el tiempo en que permanece activa la postpresión, o segunda presión.

Tiempo de plastificación: es el tiempo requerido para llevarse a cabo la fusión del material, hasta llevarlo a un estado líquido viscoso.

Tiempo de enfriamiento: es el tiempo para acabar de solidificar la pieza, y este empieza después de que termina el tiempo de postpresión y acaba cuando el molde se abre para expulsar la pieza [4].

Tiempo de ciclo: es el tiempo en el que se llevan a cabo las etapas del proceso de inyección: tiempo de cierre más tiempo de inyección más tiempo de postpresión mas tiempo de enfriamiento que incluye el tiempo de plastificación más el tiempo de apertura y expulsión [4].

4.1.7 Ciclo de moldeo

En el ciclo de moldeo se distinguen 6 pasos principales:

1. Molde cerrado y vacío. La unidad de inyección carga material y se llena de polímero fundido.
2. Se inyecta el polímero abriéndose la válvula y, con el husillo que actúa como un pistón, se hace pasar el material a través de la boquilla hacia las cavidades del molde.
3. La presión se mantiene constante para lograr que la pieza tenga las dimensiones adecuadas, pues al enfriarse tiende a contraerse.
4. La presión se elimina. La válvula se cierra y el husillo gira para cargar material; al girar también retrocede.
5. La pieza en el molde termina de enfriarse (este tiempo es el más caro pues es largo e interrumpe el proceso continuo), la prensa libera la presión y el molde se abre; las barras expulsan la parte moldeada fuera de la cavidad.
6. La unidad de cierre vuelve a cerrar el molde y el ciclo puede reiniciarse.

En cualquier polímero, las relaciones entre presión, volumen y temperatura son muy importantes para obtener un proceso de inyección eficiente, ya que el volumen de un polímero aumenta al ascender la temperatura del mismo. El comportamiento de los polímeros amorfos y semicristalinos en el paso de enfriamiento es muy diferente, lo que debe ser tenido en cuenta si se quiere obtener una pieza de alta calidad [4].

Para el diseño de un equipo de proceso es necesario conocer las relaciones de Presión Vs. Temperatura de los polímeros que se utilizarán, en su forma final, es decir, aditivados [4].

4.1.8 Colada fría y caliente

La colada fría es el remanente de polímero solidificado que queda en los canales, y que es necesario cortar de la pieza final. La colada caliente mantiene al polímero en estado fundido para continuar con la inyección. Con esta técnica se ahorra una considerable cantidad de plástico, aunque presenta algunos inconvenientes: los pigmentos deben tener mayor resistencia a la temperatura, el polímero aumenta su historia térmica, el molde debe ser diseñado especialmente para esto [3].

La colada caliente es un componente de la pieza inyectada, generalmente casi inexistente y permite inyectar el plástico en el molde en ciclos más cortos. Este proceso es adecuado para la inyección de piezas grandes. Los canales calientes contienen la colada caliente y cuentan con sistemas de control de temperatura (termopares) [3].

Principales características de los moldes de inyección de plástico de colada y canal calientes.

Características operativas

- Los sistemas de colada caliente, aplicados correctamente, ofrecen un menor consumo de materias primas y una menor pérdida de presión en comparación con los sistemas de canales que se solidifican en cada ciclo (colada fría), por lo tanto, son apropiados para inyectar productos grandes.
- Estos sistemas permiten la operación de los moldes de pisos.
- Ofrecen un ahorro de tiempo de llenado y espacio en las máquinas de inyección, debido a que los sistemas de colada caliente son más cortos que los de colada fría. Se minimizan los posibles efectos adversos a las propiedades del material.
- Existen sistemas de colada caliente integrados y listos para ser montados en el molde. Estos sistemas se utilizan especialmente en moldes de cavidades múltiples.
- Los moldes de inyección de plástico de colada caliente permiten producir simultáneamente partes de diferentes tamaños y formas en un mismo ciclo.
- Es importante mantener el control óptimo del proceso de inyección de plástico de colada caliente para moldes de cavidades múltiples por medio de un balance del llenado de todas las cavidades.

Características de diseño

- Flexibilidad de distribución y uniformidad de llenado: Los sistemas de colada caliente proporcionan una gran flexibilidad en la distribución de las cavidades en un molde.

- Expulsor (Botado) simplificado: Una distancia reducida de apertura ayuda a disminuir el tiempo del ciclo de moldeo y a simplificar los moldes de múltiples cavidades con colada caliente.
- Líneas de refrigeración adecuadas: El diseño optimizado de las líneas de refrigeración es muy importante en el balance térmico en las placas del molde para obtener una disminución del tiempo de ciclo, pues en los sistemas de colada caliente no existen las grandes coladas para ser enfriadas.
- Variedad de opciones de puntas de inyección: El diseño de la punta de inyección influye de manera importante en la calidad de la pieza y en el buen desempeño del sistema, ya que una vez que la pieza es enfriada, es la sección de transferencia entre el material solidificado y fundido.
- Mantenimiento fácil en producción: Los sistemas de colada caliente de múltiples cavidades se fabrican pensando en facilitar el mantenimiento correctivo o preventivo directamente sobre la máquina de inyección. La placa “Porta cavidades” puede desprenderse del lado fijo fácilmente. Una vez removida esta placa se tiene acceso a las puntas de inyección, resistencias y termopares para dar el mantenimiento necesario.

4.1.9 Contracción

Los polímeros tienen altos coeficientes de expansión térmica, y durante el enfriado ocurre una contracción significativa del plástico en el molde. Después de la inyección en el molde, algunos termoplásticos experimentan contracciones cercanas al 10% en volumen. La contracción de los plásticos cristalinos tiende a ser mayor que la de los polímeros amorfos. La contracción se expresa como la reducción de las dimensiones lineales ocurrida durante el enfriamiento, desde la temperatura de moldeo hasta la temperatura ambiente para cada polímero dado. Las unidades apropiadas son pulg/pulg (mm/mm) para la dimensión que se considere. En la tabla 1 se dan los valores típicos para los polímeros seleccionados [3].

Tabla 1. Valores típicos de contracción para moldeo de plásticos selectos

Plásticos	Contracción, mm/mm
Termoplásticos	
ABS	0,006
Nylon-6,6	0,020
Policarbonato	0,007
Polietileno	0,025
Poliestireno	0,004
Cloruro de polivinilo	0,005
Termofijos	
Fenólicos	0,010

(Fuente: Fundamentos de la manufactura moderna, Mikell Groover)

Los rellenos o rellenos presentes en los plásticos tienden a reducir la contracción. En la práctica del moldeo comercial, es necesario obtener del proveedor los valores de contracción para los compuestos específicos de moldeo antes de hacer el molde. Las dimensiones de la cavidad del molde deben ser mayores a las que se especifican en parte, a fin de compensar la contracción. Se puede usar la siguiente fórmula:

$$D_c = D_p + D_p S + D_p S^2 \quad (1)$$

Donde D_c = dimensión de la cavidad en pulg (mm); D_p = dimensión de la parte moldeada, pulg (mm) y S = valores de contracción obtenidos de la tabla 1. El tercer término del lado derecho corrige la contracción que ocurre durante el proceso [3].

Es claro que deben determinarse las dimensiones del molde para el polímero particular que se va a moldear. El mismo molde producirá diferentes tamaños de parte para diferentes tipos de polímeros. Los valores en la tabla X representan una simplificación en bruto de la contracción. En realidad, la contracción es afectada por muchos factores y cualquiera de ellos puede alterar la magnitud de la contracción experimentada por un polímero dado. Los factores más importantes son la presión de inyección, el tiempo de compactación, la temperatura de moldeo y el espesor de la pieza. Al aumentar la presión de inyección, se fuerza más material dentro de la cavidad del molde y la contracción se reduce. El incremento del tiempo de compactación tiene un efecto similar, asumiendo que el polímero no se solidifica y sella la cavidad; el mantenimiento de la presión fuerza más material dentro de la cavidad mientras que tiene lugar la contracción. Por tanto, la contracción neta es reducida [3].

La temperatura de moldeo se refiere a la temperatura del polímero en el cilindro inmediatamente antes de la inyección. Se podría esperar que una temperatura de polímero más alta incrementara la contracción, ya que la diferencia entre dicha temperatura y la ambiente es mayor. Sin embargo, la contracción es realmente más baja a temperaturas de moldeo más altas. La explicación es que las altas temperaturas disminuyen significativamente la viscosidad del polímero fundido, permitiendo que se compacte más material dentro del molde; el efecto es el mismo que la inyección a altas presiones. Entonces, el efecto sobre la viscosidad compensa una mayor diferencia de temperaturas [3].

Finalmente, las partes más gruesas exhiben mayor contracción. La pieza solidifica del exterior al interior, el polímero en contacto con la superficie del molde forma una cascara que crece hacia el centro de la parte. En algún punto durante la solidificación, la puerta se solidifica, aislando el material en la cavidad del sistema de alimentación y de la presión de compactación. Cuando esto sucede, el

polímero fundido dentro de la cascara representa la mayoría de la contracción remanente. Una sección más gruesa experimenta una contracción más grande, ya que contiene una alta proporción de material fundido [3].

4.1.10 Coloración de la pieza

La coloración de las piezas a moldear es un paso crítico, puesto que la belleza de la pieza, la identificación y las funciones ópticas dependen de este proceso. Básicamente existen tres formas de colorear una pieza en los procesos de inyección:

1. Utilizar plástico del color que se necesita (pre colorados).
2. Utilizar un plástico de color natural y mezclarlo con pigmento en polvo o colorante líquido.
3. Utilizar un plástico de color natural y mezclarlo con concentrado de color.

La elección cómoda y limpia es el uso del concentrado de color (en inglés Masterbatch), el cual se diseña con características de índice de fluidez y viscosidad acordes al polímero que se desea procesar. Con los concentrados de color se puede cambiar de un color a otro de manera rápida, sencilla y limpia. Los pigmentos en polvo presentan mayores problemas de coloración que los concentrados de color y estos más que los pre colorados; sin embargo, los pre colorados son los más caros y presentan una historia térmica mayor. Los problemas de procesamiento más comunes con relación al color de una pieza son: líneas de color más o menos intenso, puntos negros, ráfagas, y piel de naranja [3].

Los colores pueden ser opacos y, si el polímero es transparente, colores translúcidos. Es importante que el proveedor de los concentrados de color sea consciente de la aplicación final de la pieza, para utilizar pigmentos o colorantes que no migren a la superficie. En poliolefinas no deben utilizarse colorantes porque migran, un error muy común en la industria ya que son baratos, si bien este ahorro merma la calidad de la pieza y puede resultar en una reclamación por parte del cliente. Los colores finales en la pieza pueden ser translúcidos, sólidos, pasteles, metálicos, perlados, fosforescentes, fluorescentes, etc. Algunos polímeros como el ABS son más difíciles de colorear que otros como el polietileno, por su alta temperatura de proceso y su color amarillento [3].

Un experto en diseño de un color ha de poseer una habilidad visual impresionante, puesto que sus ojos están entrenados para reconocer colores con diferencias mínimas, lo cual requiere una habilidad natural y amplia experiencia. Debe tomarse en cuenta también la teoría del color, ya que los pigmentos son substractivos y la luz es aditiva; además, si como color objetivo se tiene una pieza de metal, vidrio, líquido, papel o polímero diferente al polímero final, es posible que

bajo diferente luz sea igual o distinto el color final del objetivo. Por ello debe decidirse cuál será la luz bajo la cual los colores deben ser observados. Para personas que no son expertas en identificación de color, son muy útiles los colorímetros, aunque su grado de confianza no llega al 100%. Una persona no entrenada puede ver dos colores diferentes como iguales y dos iguales como diferentes, debido a errores en el ángulo con respecto a la incidencia de la luz, distancia entre uno y otro objetivo, luz ambiental, etcétera [3].

4.1.11 Defectos

El moldeo por inyección es un proceso complicado y pueden fallar muchas cosas. Algunos defectos comunes en las partes moldeadas por inyección son los siguientes:

- Llenado deficiente. Igual que en fundición, este se produce en una pieza que ha solidificado antes de llenar completamente la cavidad. El defecto puede corregirse incrementando la temperatura o la presión. El efecto también puede originarse por el uso de una máquina con capacidad de dosificación insuficiente, en cuyo caso se necesita una máquina más grande.
- Rebaba. Esto ocurre cuando la fusión de polímero se mete en la superficie de separación entre las partes del molde; también puede ocurrir alrededor de los pernos de eyección. El defecto es causado generalmente por 1) ventilas y claros muy grandes en el molde, 2) presiones de inyección demasiado altas comparadas con la fuerza de sujeción, 3) temperatura de fusión demasiado alta o 4) tamaño excesivo de la dosis.
- Marcas hundidas y huecos. Estos son defectos relacionados generalmente con secciones gruesas de la pieza. Una marca hundida ocurre cuando la superficie exterior del molde solidifica, pero la contracción del material interno causa que la costra se deprima por debajo de la superficie nominal. Un hueco se causa por el mismo fenómeno básico; sin embargo, el material de la superficie retiene su forma y la contracción se manifiesta como un hueco interno debido al alto esfuerzo a la tensión en el polímero aun fundido. Estos defectos pueden tener su origen en un incremento de la presión de compactación que sigue a la inyección. Una mejor solución es diseñar la parte para tener secciones con espesor uniforme y usando secciones delgadas.
- Líneas soldadas. Las líneas soldadas ocurren cuando la fusión del polímero fluye alrededor de un corazón u otros detalles convexos en la cavidad del molde y se encuentran en la dirección opuesta; los límites así formados se llaman líneas soldadas y pueden tener propiedades mecánicas que son inferiores a las del resto del parte. Las temperaturas altas de fusión, las

presiones altas de inyección, las localizaciones alternas de las puertas en la pieza y una mejor ventilación son formas de evitar este defecto.

4.2 MANTENIMIENTO

4.2.1 Definición

Habitualmente se define mantenimiento como el conjunto de técnicas destinado a conservar equipos e instalaciones en servicio durante el mayor tiempo posible (buscando la más alta disponibilidad) y con el máximo rendimiento [2].

A lo largo del proceso industrial vivido desde finales del siglo XIX, la función de mantenimiento ha pasado diferentes etapas. En los inicios de la revolución industrial, los propios operarios se encargaban de las reparaciones de los equipos. Cuando las máquinas se fueron haciendo más complejas y la dedicación a tareas de reparación aumentaba, empezaron a crearse los primeros departamentos de mantenimiento, con una actividad diferenciada de los operarios de producción. Las tareas en estas dos épocas eran básicamente correctivas, dedicando todo su esfuerzo a solucionar las fallas que se producían en los equipos [2].

A partir de la primera guerra mundial, y sobre todo, de la segunda, aparece el concepto de fiabilidad, y los departamentos de mantenimiento buscan no solo solucionar las fallas que se producen en los equipos, sino, sobre todo, prevenirlas, actuar para que no se produzcan. Esto supone crear una nueva figura en los departamentos de mantenimiento: personal cuya función es estudiar qué tareas de mantenimiento deben realizarse para evitar las fallas. El personal que no está involucrado directamente con la producción aumenta, y con él los costes de mantenimiento. Pero se busca aumentar y viabilizar la producción, evitar las pérdidas por averías y sus costes asociados; aparece el mantenimiento preventivo, el mantenimiento predictivo, la gestión de mantenimiento asistido por ordenador, y el mantenimiento basado en la fiabilidad (RCM) [2].

4.2.2 Gestión de mantenimiento

¿Por qué se debe gestionar la función de mantenimiento? ¿No es más fácil y más barato acudir a reparar un equipo cuando se averíe y olvidarse de planes de mantenimiento, estudio de fallas, sistemas de organización, que incrementan notablemente la mano de obra indirecta? Se puede ver por qué es necesario gestionar el mantenimiento a continuación:

1. Porque la competencia obliga a rebajar costes, por tanto, es necesario optimizar el consumo de materiales y el empleo de mano de obra. Para ello es indispensable estudiar el modelo de organización que mejor se adapta a las características de cada planta; es necesario también analizar la influencia que tiene cada uno de los equipos en los resultados de la empresa, de manera que dediquemos la mayor parte de los recursos a aquellos equipos que tienen una influencia mayor; es necesario, igualmente, estudiar el consumo y el stock de materiales que se emplean en mantenimiento; y es necesario aumentar la disponibilidad de los equipos, no hasta el máximo posible, sino hasta el punto en que la indisponibilidad no interfiera en el plan de producción.
2. Porque han aparecido multitud de técnicas que es necesario analizar, para estudiar si su implantación supondría una mejora en los resultados de la empresa, y para estudiar también como desarrollarlas, en el caso de que pudieran ser de aplicación. Algunos de estas técnicas son: TPM (Mantenimiento productivo total), RCM (Mantenimiento centrado en fiabilidad), sistemas GMAO (Gestión de mantenimiento asistido por ordenador), diversas técnicas de mantenimiento productivo (análisis vibracional, termografías, detección de fugas por ultrasonidos, análisis amperímetricos, etcétera).
3. Porque los departamentos necesitan estrategias, directrices a aplicar, que sean acordes con los objetivos planteados por la dirección.

Por todas estas razones, es necesario definir políticas, formas de actuación, es necesario definir objetivos y valorar su cumplimiento, e identificar oportunidades de mejora, lo que conduce a que en definitiva, es necesario gestionar el mantenimiento [2].

4.2.3 Tipos de mantenimiento

Uno de los requisitos fundamentales para realizar gestiones de mantenimiento es tener listados de los equipos con que se cuenta en el área y que estos estén desglosados en los elementos que los componen, incluso que cada ítem este identificado con un código único que permita referenciarlo, tras esto se puede abordar la tarea de decidir cómo mantener cada uno de esos equipos [2].

Tradicionalmente, se han distinguido 5 tipos de mantenimiento, que se diferencian entre sí por el carácter de las tareas que incluyen:

Mantenimiento correctivo: Es el conjunto de tareas destinadas a corregir los defectos que se van presentando en los distintos equipos y que son comunicados al departamento de mantenimiento por los usuarios de los mismos [2].

Mantenimiento preventivo: Es el mantenimiento que tiene por misión mantener un nivel de servicio determinado en los equipos, programando las correcciones de sus puntos vulnerables en el momento más oportuno [2].

Mantenimiento predictivo: Es el que persigue conocer e informar permanentemente el estado y operatividad de las instalaciones mediante el conocimiento de los valores de determinadas variables, representativas de tal estado y operatividad. Para aplicar este mantenimiento es necesario identificar variables físicas (temperatura, vibración, consumo de energía, etc.) cuya variación sea indicativa de problemas que puedan estar apareciendo en el equipo. Es el tipo de mantenimiento más tecnológico, pues requiere de medios técnicos avanzados, y de fuertes conocimientos matemáticos, físicos y técnicos [2].

Mantenimiento cero horas: Es el conjunto de tareas cuyo objetivo es revisar los equipos a intervalos programados bien antes de que aparezca algún fallo, bien cuando la fiabilidad del equipo ha disminuido apreciablemente, de manera que resulta arriesgado hacer previsiones sobre su capacidad productiva. Dicha revisión consiste en dejar el equipo a cero horas de funcionamiento, es decir, como si el equipo fuera nuevo. En estas revisiones se sustituyen o se reparan todos los elementos sometidos a desgaste. Se pretende asegurar, con gran probabilidad, un tiempo de buen funcionamiento fijado de antemano [2].

Mantenimiento en uso: es el mantenimiento básico de un equipo realizado por los usuarios del mismo. Consiste en una serie de tareas elementales (tomas de datos, inspecciones visuales, limpieza, lubricación, reapriete de tornillos) para las que no es necesario una gran formación, sino tan solo un entrenamiento breve. Este tipo de mantenimiento es la base del TPM (Mantenimiento productivo total) [2].

4.2.4 Aplicabilidad de los tipos de mantenimiento

La anterior división de tipos de mantenimiento presenta el inconveniente de que cada equipo necesita una mezcla de cada uno de esos tipos, de manera que no se puede pensar en aplicar uno solo de ellos a un equipo en particular [2].

Así, en un motor determinado se debe ocupar de su lubricación (mantenimiento preventivo periódico), si lo requiere, medir sus vibraciones o sus temperaturas (mantenimiento predictivo), quizás hacer una puesta a punto anual (puesta a cero) y reparar las averías que vayan surgiendo (mantenimiento correctivo). La mezcla más idónea de todos estos tipos de mantenimiento la dictaran estrictas razones ligadas al costo de las pérdidas de producción en una parada de ese equipo, el costo de reparación, el impacto ambiental, la seguridad y la calidad del producto o servicio, entre otras [2].

Para dar respuesta a la pregunta ¿Cuál es el mantenimiento que se debe aplicar a cada uno de los equipos que componen una planta concreta? es conveniente definir el concepto de modelo de mantenimiento. Un modelo de mantenimiento es una mezcla de los anteriores tipos de mantenimiento en unas proporciones determinadas, y que responde adecuadamente a las necesidades de un equipo concreto. Podemos pensar que cada equipo necesitara una mezcla distinta de los diferentes tipos de mantenimiento, una mezcla determinada de tareas, de manera que los modelos de mantenimiento posibles serán tantos como equipos puedan existir. Pero esto no es del todo correcto. Pueden identificarse claramente 4 de estas mezclas, complementadas con otros dos tipos de tareas adicionales [2].

- Modelo correctivo
- Modelo condicional
- Modelo sistemático
- Modelo de alta disponibilidad

4.2.5 Análisis de criticidad

No todos los equipos tienen la misma importancia en una planta industrial. Es un hecho que unos equipos son más importantes que otros. Como los recursos de una empresa para mantener una planta son limitados, debemos destinar la mayor parte de los recursos a los equipos que más pueden influir en los resultados de la empresa [2].

Pero, ¿Cómo se diferencian los equipos que tienen una gran influencia en los resultados de los que no la tienen? Cuando se trata de hacer esta diferenciación, se está realizando el análisis de criticidad de los equipos de la planta. Se comienza distinguiendo una serie de niveles de importancia o criticidad:

- A. Equipos críticos: Son aquellos equipos cuya parada o mal funcionamiento afecta significativamente a los resultados de la empresa.
- B. Equipos importantes: Son aquellos equipos cuya parada, avería o mal funcionamiento afecta a la empresa, pero las consecuencias son asumibles.
- C. Equipos prescindibles: Son aquellos con una incidencia escasa en los resultados. Como mucho, supondrían una pequeña incomodidad, algún pequeño cambio de escasa trascendencia, o un pequeño costo adicional.

En segundo lugar se observa qué criterios se pueden utilizar para clasificar cada uno de los equipos en alguna de las categorías anteriores. Se debe considerar la influencia que una anomalía tiene en cuatro aspectos: producción, calidad, mantenimiento y seguridad [2].

- **Producción:** Cuando se valora la influencia que un equipo tiene en producción, se pregunta cómo afecta a esta un posible fallo. Dependiendo de que suponga una parada total de la instalación, una parada de una zona de producción preferente, paralice equipos productivos pero con pérdidas de producción asumible o no tenga influencia en producción, se clasifica el equipo como A, B o C.
- **Calidad:** El equipo puede tener una influencia decisiva en la calidad del producto o servicio final, una influencia relativa que no acostumbre a ser problemática o una influencia nula.
- **Mantenimiento:** El equipo puede ser muy problemático, con averías caras frecuentes; o bien un equipo con un costo medio en mantenimiento; o, por último, un equipo con muy bajo costo, que normalmente no de problemas.
- **Seguridad y medio ambiente:** Un fallo del equipo puede suponer un accidente muy grave, bien para el medio o para las personas, y que además tenga cierta probabilidad de fallo; es posible también que un fallo del equipo pueda ocasionar un accidente, pero la probabilidad de que eso ocurra puede ser baja; o, por último, puede ser un equipo que no tenga ninguna influencia en seguridad.

Por medio de la tabla 2 se puede valorar la criticidad de un equipo, teniendo en cuenta que la categoría que se da a determinado equipo debe corresponder al promedio tras valorar los 4 aspectos [2].

Tabla 2. Tabla de análisis de criticidad

Tipo de equipo	Seguridad y medio ambiente	Producción	Calidad	Mantenimiento
A CRITICO	Puede originar accidente muy grave	Su parada afecta al Plan de Producción.	Es clave para la calidad del producto.	Alto coste de reparación en caso de avería.
	Necesita revisiones periódicas frecuentes (mensuales).		Es el causante de un alto porcentaje de rechazos.	Averías muy frecuentes.
	Ha producido accidentes en el pasado			Consume una parte importante de los recursos de mantenimiento (mano de obra y/o materiales).
B IMPORTANTE	Necesita revisiones periódicas (anuales).	Afecta a la producción, pero es recuperable (no llega a afectar a clientes o al Plan de Producción).	Afecta a la calidad, pero habitualmente no es problemático.	Coste Medio en Mantenimiento.
	Puede ocasionar un accidente grave, pero las posibilidades son remotas			
C PRESCINDIBLE	Poca influencia en seguridad.	Poca influencia en producción.	No afecta a la calidad.	Bajo coste de Mantenimiento.

(Fuente: Organización y gestión integral de mantenimiento, Santiago García)

4.2.6 Mantenimiento productivo total

Dentro del programa para el mantenimiento productivo total (TPM) se establece el uso de tarjetas amarillas, rojas y azules por medio de las cuales se busca cumplir la meta de obtener cero paradas, cero averías, cero defectos y cero accidentes; estas tarjetas son el primer contacto que hay entre las personas que reportan (mantenimiento autónomo) y quienes ejecutan las actividades de cierre

(mantenimiento planeado), las tarjetas rojas se usan para reportar daños potenciales en los equipos, las tarjetas amarillas se usan para reportar riesgos de seguridad, ambientales o ergonómicos, las tarjetas azules en cambio se usan para comunicar acciones que se tomaron para evitar daños o accidentes por las mismas personas de mantenimiento autónomo, en la figura 9 se muestra la estructura de cada una de estas tarjetas, dentro de las actividades fundamentales para el mantenimiento productivo total se identifican [6]:

- **Mantenimiento Autónomo.** Comprende la participación activa por parte de los operarios en el proceso de prevención a los efectos de evitar averías y deterioros en las máquinas y equipos. Tiene especial trascendencia la aplicación práctica de las cinco “S” (tabla 3). Una característica básica del TPM es que son los propios operarios de producción quienes llevan a término el mantenimiento autónomo, también denominado mantenimiento de primer nivel. Algunas de las tareas fundamentales son: limpieza, inspección, lubricación, aprietes y ajustes.
- **Mantenimiento Planificado.** Implica generar un programa de mantenimiento por parte del departamento de mantenimiento. Constituye el conjunto sistemático de actividades programadas a los efectos de acercar progresivamente la planta productiva a los objetivos de: cero averías, cero defectos, cero despilfarros, cero accidentes y cero contaminaciones.

Tabla 3. 5 S’s como componente esencial del TPM

Denominación		Concepto	Objetivo particular
Español	Japonés		
Clasificación	整理, Seiri	Separar innecesarios	Eliminar del espacio de trabajo lo que sea inútil
Orden	整頓, Seiton	Situar necesarios	Organizar el espacio de trabajo de forma eficaz
Limpieza	清掃, Seiso	Suprimir suciedad	Mejorar el nivel de limpieza de los lugares
Normalización	清潔, Seiketsu	Señalizar anomalías	Prevenir la aparición de la suciedad y el desorden
Mantener la disciplina	躰, Shitsuke	Seguir mejorando	Fomentar los esfuerzos en este sentido

(Fuente: Organización y gestión integral de mantenimiento, Santiago García)

Colcerámica S.A.
Negocio de Grifería

TPM

Numero: _____

PASO 1 2 3 4 5 6 7

MANTENIMIENTO PRIORIDAD A B C

MÁQUINA: _____

PARTES DE LA MÁQUINA: _____

DETECTADO POR: _____

FECHA: _____

DESCRIPCIÓN DE PROBLEMA

USE ESTA HOJA COMO COPIA

(a)

Colcerámica S.A.
Negocio de Grifería

TPM

Numero: _____

PASO 1 2 3 4 5 6 7

SEGURIDAD Y MEDIO AMBIENTE PRIORIDAD A B C

Riesgo de seguridad: _____

Riesgo de expansión: _____

Riesgo ambiental: _____

Solución: _____

Mantenimiento: _____

Operación: _____

MÁQUINA: _____

PARTES DE LA MÁQUINA: _____

DETECTADO POR: _____

FECHA: _____

DESCRIPCIÓN DE PROBLEMA

USE ESTA HOJA COMO COPIA

(b)

Colcerámica S.A.
Negocio de Grifería

TPM

Numero: _____

PASO 1 2 3 4 5 6 7

OPERADOR PRIORIDAD A B C

MÁQUINA: _____

PARTES DE LA MÁQUINA: _____

DETECTADO POR: _____

FECHA: _____

DESCRIPCIÓN DE PROBLEMA

USE ESTA HOJA COMO COPIA

(c)

Figura 9. Esquema de tarjetas TPM en blanco
(a) rojas, (b) amarillas y (c) azules
(Fuente: Autor)

5. PROYECTOS

Se trabajó en la identificación, diseño, programación, cuantificación, evaluación y gestión de dos proyectos de automatización buscando que estos logran un impacto en la productividad y el mejoramiento tanto de las condiciones operacionales de los equipos como laborales de los trabajadores, analizando la viabilidad económica que justificara el retorno de la inversión; los proyectos identificados fueron:

- Ensamble de válvulas antiretorno referencia Flapper.
- Roscador de válvulas referencias Atlas y Atlantis.

Se identificó la posibilidad de automatizar estos procesos buscando mejorar la eficiencia y las condiciones laborales y de seguridad en los equipos; tras esto se plantearon varias posibles soluciones que posteriormente se desarrollaron con mayor profundidad, logrando descartar algunas y el mejoramiento de otras, teniendo en cuenta dos factores principales: el diseño mecánico por medio del software de simulación Solid Edge y la posibilidad de conseguir dispositivos eléctricos y neumáticos que cumplieran los requerimientos dados.

Paralelamente se estableció contacto con empresas proveedoras de servicios de automatización, para contar con diferentes propuestas que aseguraran la implementación de la mejor propuesta de ingeniería; estas empresas fueron:

- Automatización Avanzada S.A.
- Infrahs LTDA
- 3 D.I.T LTDA
- Delta LTDA

5.1 ENSAMBLE DE VÁLVULAS ANTIRETORNO REFERENCIA FLAPPER

5.1.1 Planteamiento

La función esencial de una válvula flapper es impedir el paso de un fluido en una dirección determinada (denominada también válvula antiretorno). Mientras el sentido del fluido es el correcto, la válvula se mantiene abierta, cuando el fluido pierde velocidad o presión, la válvula flapper se cierra, evitando así el retroceso del fluido, la diferencia de presiones entre la entrada y la salida hace que la válvula esté abierta o cerrada.

El proceso para ensamblar válvulas flapper funciona de manera manual requiriendo de tres operarios constantemente en la máquina y ocasionándoles un desgaste físico muy considerable, adicionalmente esto plantea el inconveniente de que no es un proceso rápido, eficiente ni controlado. Se pretende que con la implementación de un sistema automatizado en el ensamble de válvulas flapper la productividad y la seguridad para los operarios en el proceso se aumenten considerablemente. El primer operario toma cada válvula flapper al salir de la inyectora y les ajusta un seguro a cada una, ubicándolas en canastillas con capacidad para 10 unidades, estas canastillas las posiciona una encima de otra.



Figura 10. Etapa inicial en el ensamble de la válvula flapper
(Fuente: Autor)

El segundo operario retira cada vez una canastilla de la torre generada por el primer operario, toma una de las unidades dentro de esta para retirar el seguro de cada válvula e insertarla en la máquina troqueladora, la cual perfora la pieza con un agujero redondo de 0.5 cm de diámetro en la parte superior, finalmente inserta de nuevo el disco y vuelve a configurar la canastilla con 10 unidades que nuevamente agrupa una encima de otra.



Figura 11. Herramienta utilizada en ensamble de correa flapper
(Fuente: Autor)

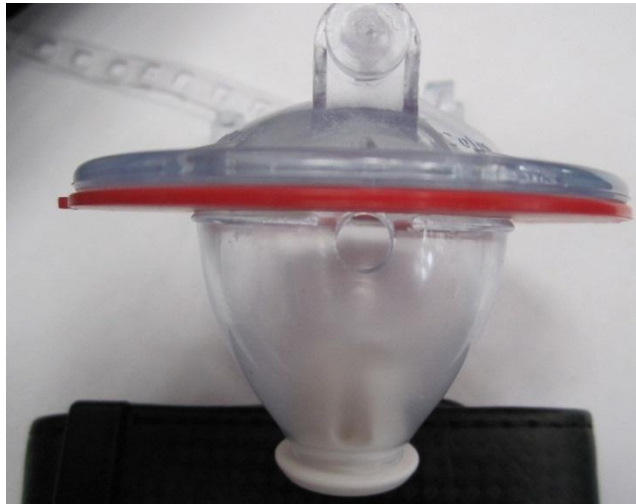


Figura 12. Etapa final en el ensamble de la válvula flapper
(Fuente: Autor)

El tercer operario retira una canastilla con válvulas flapper troqueladas, toma cada una de las unidades dentro de esta y ubica el acople en el agujero inferior de esta unidad; para hacerlo la metodología acostumbrada por el operario consiste en apoyar sin hacer presión todo el acople dentro del agujero de la pieza, para luego con un leve golpe introducirlo profundamente, adicionalmente debe introducir la correa por el orificio superior de la válvula para lo cual se acostumbra por el operador el uso de un punzón. Estas dos últimas piezas usualmente se mantienen lubricadas por parte de los operarios para reducir la fricción con la válvula; finalmente las unidades ensambladas se agrupan de a 10 en las canastillas.



Figura 13. Unidades flapper ensambladas
(Fuente: Autor)

5.1.2 Alcance

Los sistemas usados tras la automatización del proceso deben poder trabajar con las piezas actuales y reducir los tiempos totales de ensamble de la válvula. Los costos del desarrollo del proyecto deben tener capacidad de retorno en el tiempo, permitiendo evaluar este como una inversión.

La forma de la correa flapper y la disposición física del orificio por la que se debe insertar, presentan un reto para los movimientos con que debe contar el sistema; adicionalmente se sabe que el sistema debe operar con dos correas de diferentes dimensiones. El modo en que son arrojadas las piezas de la máquina inyectora no resulta cómodo tanto por su nivel con respecto al suelo con tan solo 30 cm de separación como por la característica de ser arrojadas a presión. El orificio por el que debe ser insertado el acople en la válvula tiene un diámetro ligeramente inferior a la separación que presentan las bases del mismo. La apertura de un orificio en la pieza principal debe realizarse con exactitud de posición.

5.1.3 Equipos y piezas

- Inyectora Hidráulica Cincinnati Milacron 150 toneladas.



Figura 14. Inyectora 17
(Fuente: Autor)

- Placa móvil, operación: 40° C.
- Placa fija, operación: 32° C.
- Temperatura del calentador: 32-37° C
- Pistón de inyección, longitud: 120 cm.
- Retroceso del pistón en la carga de material: 12 cm.

- Capacidad máxima de la tolva: 70 kg.
- Presión en la tolva: 80-90 psi.
- Temperaturas de operación durante el proceso de inyectado:

Tabla 4. Temperaturas de operación inyectora 17

	Etapa 4	Etapa 3	Etapa 2	Etapa 1
Máxima	168° C	168° C	165° C	162° C
Mínima	165° C	165° C	165° C	165° C

(Fuente: Autor)



Figura 15. Tornillo de inyección, inyectora 17
(Fuente: Autor)



Figura 16. Tolva de material inyectora 17
(Fuente: Autor)

- Material:
PVC Dureza: 60
Material Puro: 70%
Material Recirculante: 30%
- Material muy corrosivo
- Molde:
Molde para válvula flapper con 6 cavidades.
- Troqueladora:
Máquina nacional fabricada por Diem LTDA.



Figura 17. Troqueladora válvula flapper
(Fuente: Autor)

- Pieza 1



Figura 18. Válvula flapper antes de ensamblar
(Fuente: Autor)

- Pieza 2

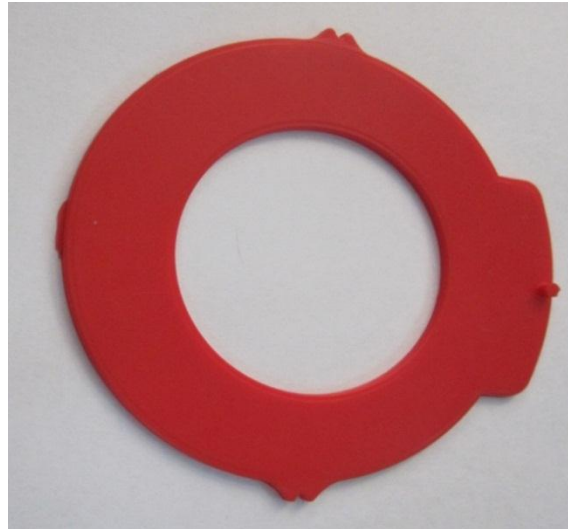


Figura 19. Seguro válvula flapper
(Fuente: Autor)

Tabla 5. Dimensiones seguro válvula flapper

Característica	Dimensión (cm)
Diámetro exterior	7,3
Diámetro interior	4,3
Longitud pestaña	0,9

(Fuente: Autor)

- Pieza 3: Acople de polímero para válvula flapper



Figura 20. Acople válvula flapper
(Fuente: Autor)

Tabla 6. Dimensiones acople válvula flapper

Característica	Dimensión (mm)
Diámetro exterior	20
Diámetro orificio interior	2,8
	4
	4,6
	5,2
	6,2
	8,2
	10,5
Altura	18

(Fuente: Autor)

- Pieza 4: Correa de pvc para válvula flapper



Figura 21. Correa válvula flapper
(Fuente: Autor)

Tabla 7. Dimensiones correa válvula flapper

Característica	Dimensión (cm)
Longitud	23
	30
Ancho	1
Diámetro tope	0,9
Separación orificios	0,5

(Fuente: Autor)

5.1.4 Desarrollo propuesto

Se quiere encontrar la manera de desarrollar un proceso en el que no se presenten redundancias y cada tarea sea llevada a cabo una sola vez; en busca de esto se propone que el proceso del sistema cuente con cinco etapas propuestas en la figura 22. De acuerdo a la disposición física que tenga la maquina la posición entre las etapas cuatro y cinco podría variar.



Figura 22. Diagrama de etapas proceso válvula flapper
(Fuente: Autor)

5.1.5 Alternativas

Organización de las piezas por parte de un operario humano en las canastillas actualmente utilizadas y ubicación en una banda transportadora, adicionalmente se propone adquirir e instalar un riel mecánico elevado con forma ovalada que permita el desplazamiento de cuatro brazos que por medio de tecnologías de vacío (efecto Venturi) puedan sujetar dos flapper. Fabricación o compra de una máquina troqueladora con capacidad para dos unidades a la vez, en la cual serán encajadas las piezas por el brazo mecánico.

La parte inferior de cada brazo (donde se encuentran las ventosas) debe girar radialmente para asegurar el adecuado alineamiento de la pieza con el eje de la máquina troqueladora, bien sea por medio de quías mecánicas, por el uso de sensores ópticos o por una combinación de los dos; cuando se obtenga la señal digital el sistema activara la máquina troqueladora perforando la piezas, las válvulas serán elevadas nuevamente por el brazo mecánico para ubicarlas en la unidad de ensamble. Construir dos silos para los seguros con la superficie inferior interna inclinada permitiendo la caída de dos de estos cada vez que los anteriores son retirados por un brazo corto ubicado sobre un motor que le permita girar 90° para ser dejados sobre la unidad de ensamble.

Cuando los seguros son ubicados en posición, las dos válvulas ya perforadas descienden sobre estos; primero dos pistones ubicados por debajo de las válvulas son accionados haciendo ascender los dos acoples en la punta de dos rampas en las que el operario al inicio del proceso ubica los acoples. Cuando esta función se completa el brazo se eleva pero no se retira; segundo, dos correas son sujetadas por un brazo que gira 180° para colocarlas frente a los pistones modificados con una “uña” en la punta que se encargan de retroceder con la correa hasta que esta queda ensamblada.

Cada uno de los cuatro brazos debe poder descender y elevarse de 8 a 10 centímetros con la válvula sujeta, esto debido a la necesidad de introducir la parte inferior del flapper en los orificios de la troqueladora y de la unidad de ensamble; adicionalmente para evitar que la parte baja del flapper llegue a golpear con alguno de los elementos como podrían ser los cilindros de los pistones para ensamblar las correas.

Sin embargo, sobre la superficie de la mesa se sugiere un segmento vacío, permitiendo un centímetro de profundidad adicional en el área donde serán instalados los pistones para ensamblar la correa, requiriendo menos elevación de los brazos pero principalmente debido a la posición del agujero por el cual se debe introducir el vástago.

En la posición inicial, el primer brazo está en posición para tomar dos válvulas flapper sin ensamblar de la banda transportadora (colocados por el operario), el segundo está ubicado en la unidad de ensamble, el tercero está en la posición para colocar las unidades ensambladas dentro de una canastilla y el cuarto está en el aire, esta distancia se mantiene constante todo el tiempo haciendo que cada vez que el riel avanza, cada brazo cumpla una tarea, obteniendo mayor rendimiento que si un solo brazo girara en el riel. Al observar repetidamente a los operarios realizar la labor de forma manual se observa que resulta de gran ayuda el mantener lubricadas con aceite de silicona las correas y los acoples para que estos se inserten en la válvula; por este motivo se propone colocar un dosificador eléctrico de este aceite que mantenga humectadas las piezas de manera constante.

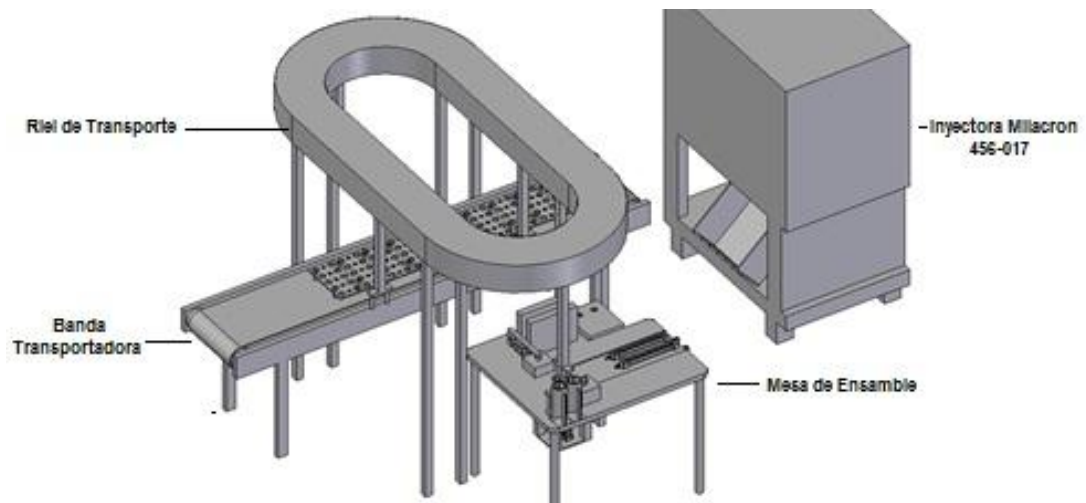


Figura 23. Vista isométrica ensamble válvula flapper
(Fuente: Autor)

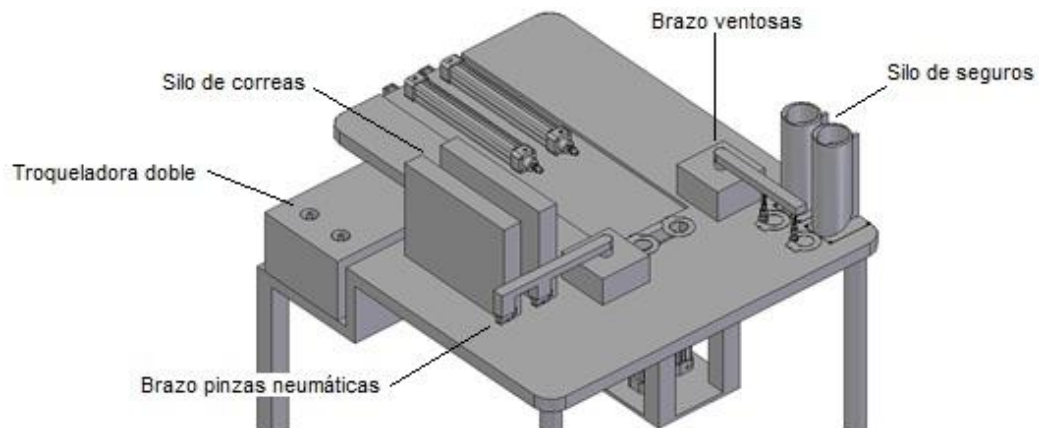


Figura 24. Acercamiento mesa para ensamblar válvula flapper
(Fuente: Autor)

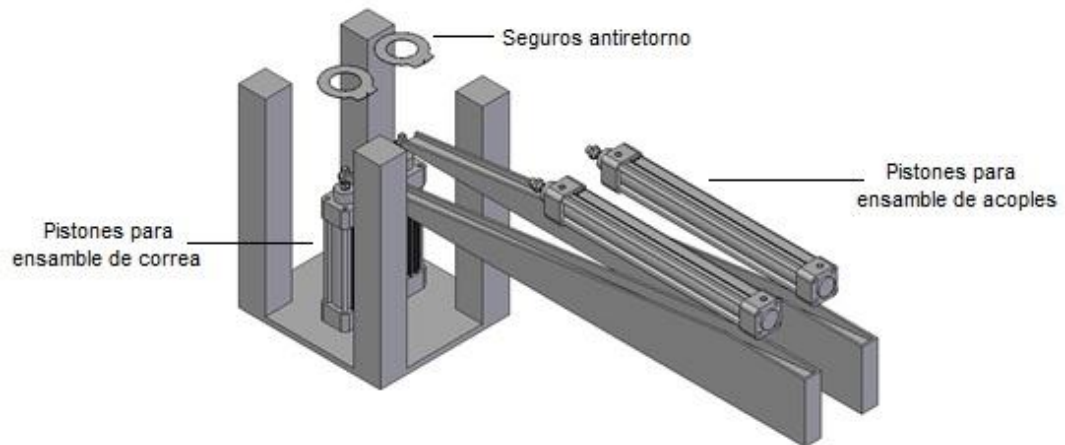


Figura 25. Acercamiento unidad para ensamblar acoples flapper
(Fuente: Autor)

5.2 ROSCADOR DE VÁLVULAS REFERENCIAS ATLAS Y ATLANTIS

5.2.1 Planteamiento

Se lleva a cabo el proceso de ensamblar las referencias de válvulas de agua para sanitarios “Atlas” y “Atlantis”; en el caso de la primera referencia el tornillo es plástico con rosca de 5/16 pulg (figura 27) y en la parte posterior se acopla directamente a la válvula. En la segunda referencia el tornillo es metálico con rosca de ¼ pulg (figura 28) y para acoplar a la válvula en la parte posterior debe roscar en una pieza adicional (figura 29); se utiliza el mismo flotador para las dos referencias (figura 30).

El equipo con que se cuenta (figura 10) es operado por una persona que se encarga de realizar la alineación de las piezas frente al dispositivo y posteriormente el esfuerzo físico necesario para activar el motor de enrosque. Actualmente por medio del proceso manual se está en capacidad de ensamblar 2100 unidades de tornillo plástico o 1200 unidades de tornillo metálico en un periodo de 8 horas que corresponde a un turno laboral en la planta.

5.2.2 Alcance

Se espera lograr un proceso semi-automatizado donde intervenga un operario encargado de alimentar las piezas en la máquina y empacar las unidades ensambladas para su distribución; el equipo debe estar en capacidad de trabajar con las dos referencias de válvulas por medio de piezas intercambiables, debe ser electro-neumático debido a condiciones del entorno y facilidad de suministro en la red de aire de la planta, mejorar la productividad por medio de la reducción de tiempos de ensamble y eliminar el esfuerzo de los operarios que produce lesiones físicas de corto y largo plazo, debe justificarse el retorno de la inversión económica.

5.2.3 Equipos y piezas

- Equipo diseñado para girar el flotador de la válvula tras el accionamiento del motor, cuenta con un motor eléctrico SIEMENS de medio caballo de fuerza, las dimensiones de este se presentan en la tabla 8.

Tabla 8. Dimensiones roscador válvulas Atlas y Atlantis

Caja con motor para enroscar	Longitud (cm)
Ancho	53,4
Alto	31
Largo	60



Figura 26. Equipo para roscar válvulas Atlas y Atlantis
(Fuente: Autor)

- Tornillo plástico para válvula referencia “Atlas”, rosca de 5/16” longitud 20 centímetros, acople directo a la válvula.



Figura 27. Tornillo válvula Atlas
(Fuente: Autor)

- Tornillo metálico para válvula referencia “Atlantis”, rosca de 1/4” longitud 15 centímetros, acople a la válvula con codo (figura 28).



Figura 28. Tornillo válvula Atlantis
(Fuente: Autor)

- Acople del tornillo a la válvula “Atlantis”.

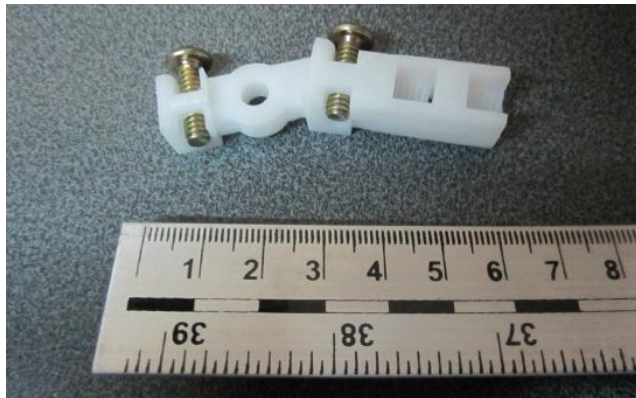


Figura 29. Acople a válvula de flotador
(Fuente: Autor)

- Flotador plástico, diámetro 10,5 centímetros.



Figura 30. Flotador válvula Atlantis
(Fuente: Autor)

5.2.4 Cronograma

Tras el primer mes de prácticas se identificó la necesidad de mejorar este procedimiento y se planteó el cronograma de actividades de la tabla 5, con la finalidad de brindar un mejor control de tiempo en los procedimientos.

Tabla 9. Cronograma de actividades proyecto válvulas “Atlas” y “Atlantis”

ACTIVIDAD	PERIODO
ETAPA DE IDENTIFICACIÓN: Etapa de identificación de las oportunidades para el desarrollo de nuevos proyectos, con base en las necesidades actuales.	15/Agosto/2011 a 31/Agosto/2011
ETAPA DE PRE-DISEÑOS: Etapa de generación y selección de alternativas de proyectos por varios proveedores e internas, diseños aproximados con nivel de exactitud medio.	3/Octubre/2011 a 31/Octubre/2011
ETAPA DE DISEÑOS: Etapa de desarrollo solamente de las alternativas mejor evaluadas de acuerdo a su viabilidad, nivel alto de exactitud en los diseños.	1/Noviembre/2011 a 26/Noviembre/2011
ETAPA DE ELECCIÓN: Etapa en que se selecciona la propuesta que presente la mejor relación costo-beneficio, cumpliendo con todos los requerimientos del proyecto y teniendo en cuenta la afectación que tendrá sobre la producción, los factores medio ambientales y de las condiciones laborales.	28/Noviembre/2011 a 3/Diciembre/2011
ETAPA DE INVERSIÓN Etapa de pago (total o parcial) del monto del proyecto, depende de condiciones de pago establecidas directamente con el proveedor.	5/Diciembre/2011 a 10/Diciembre/2011
ETAPA DE EJECUCIÓN: Etapa de construcción, montaje, pruebas piloto y puesta en marcha del proyecto, se busca cumplir de la mejor manera con los términos de plazo, costo, calidad y sustentabilidad de la oferta.	12/Diciembre/2011 a 31/Diciembre/2011
ETAPA DE OPERACIÓN: El dispositivo entra a hacer parte del proceso productivo.	2/Enero/2012 en adelante
ETAPA DE EVALUACIÓN: Durante la operación cotidiana del equipo se realizan evaluaciones de su funcionamiento y del cumplimiento con las expectativas de manera conjunta entre todos los involucrados con el proyecto.	2/Enero/2012 a 13/Enero/2012

5.2.5 Alternativas

Se propone que el proceso del sistema cuente con seis etapas de acuerdo al diagrama de la figura 31.

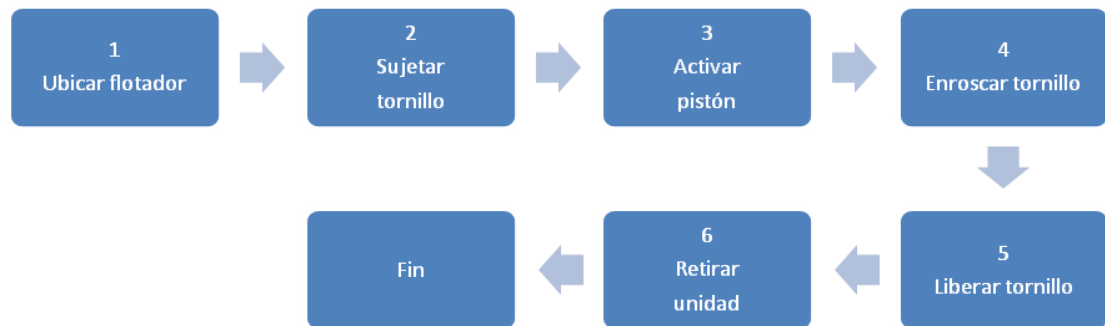


Figura 31. Diagrama de etapas proceso válvulas Atlas y Atlantis
(Fuente: Autor)

Para sustituir el esfuerzo físico que el operador debe hacer en el equipo de enrosque se propone usar un pistón neumático ubicado sobre una plataforma con la altura necesaria usando unas pinzas eléctricas de manipulación en la punta de este para sostener los tornillos frente al roscador.

Adicionalmente, la propuesta incluye la fabricación e instalación de un conjunto de piezas y sistemas para asegurar la integridad física del operario durante el proceso, en la parte frontal del roscador una bandeja para colocar el flotador y retirar las manos, dos guías cruzadas separadas 10 centímetros que eviten desviaciones en el movimiento del tornillo y en último lugar dos pulsadores para la activación de la electroválvula que controla el pistón, asegurando que el operario retira sus manos para activar los pulsadores.

Durante la búsqueda para la elección de la pinza eléctrica se encontró que existe una inmensa cantidad de dispositivos en el mercado diseñados para las tareas más específicas; por ejemplo para esta aplicación se puede encontrar en un solo dispositivo pinzas de 2 o 3 dedos acopladas a pistones con carreras de 5 centímetros y sistema anti-giro, lo que podría simplificar considerablemente la construcción del dispositivo.

Se tienen dos tipos principales para elegir las pinzas ya que estas pueden denominarse angulares o radiales: en el caso de las primeras los dedos tienen un movimiento circular y se abren un determinado ángulo, las segundas en cambio permiten a los dedos apartarse completamente del plano de trabajo, evitando así un movimiento adicional de aproximación (figura 32).



Figura 32. Alternativas para pinzas de sujeción
a) Pinzas angulares de la serie PN b) Pinzas radiales de la serie PA
(Fuente: cortesía Gimatic – Micro Ltda)

El proceso por parte del operario se reduce a colocar el flotador en la plataforma, ubicar un tornillo dentro de la pinza y realizar la activación del sistema por medio de un pulsador, tras lo cual la pinza ejecuta el cierre, avanza con el tornillo, este ejerce presión sobre el flotador y este a su vez sobre el motor provocando su activación, termina la temporización y la pinza retrocede con la unidad ensamblada, cuando el dispositivo recorre la carrera completa se realiza la apertura liberando la unidad ensamblada y la máquina queda lista para repetir el procedimiento.

El diseño actual se ha hecho con un pistón de la serie CN10 del fabricante Micro, diámetro y carrera de vástago igual a 5 centímetros y pinza eléctrica marca Gimatic de la serie PA, la racoreia, válvulas y componentes eléctricos o neumáticos adicionales son elegidos de los elementos disponibles en el almacén del área.

Las imágenes del diseño general simulado en el software Solid Edge se presenta en las figuras 33 y 34.

Adicionalmente por medio del trabajo constante con proveedores se logro establecer la propuesta que se presenta en el anexo A.

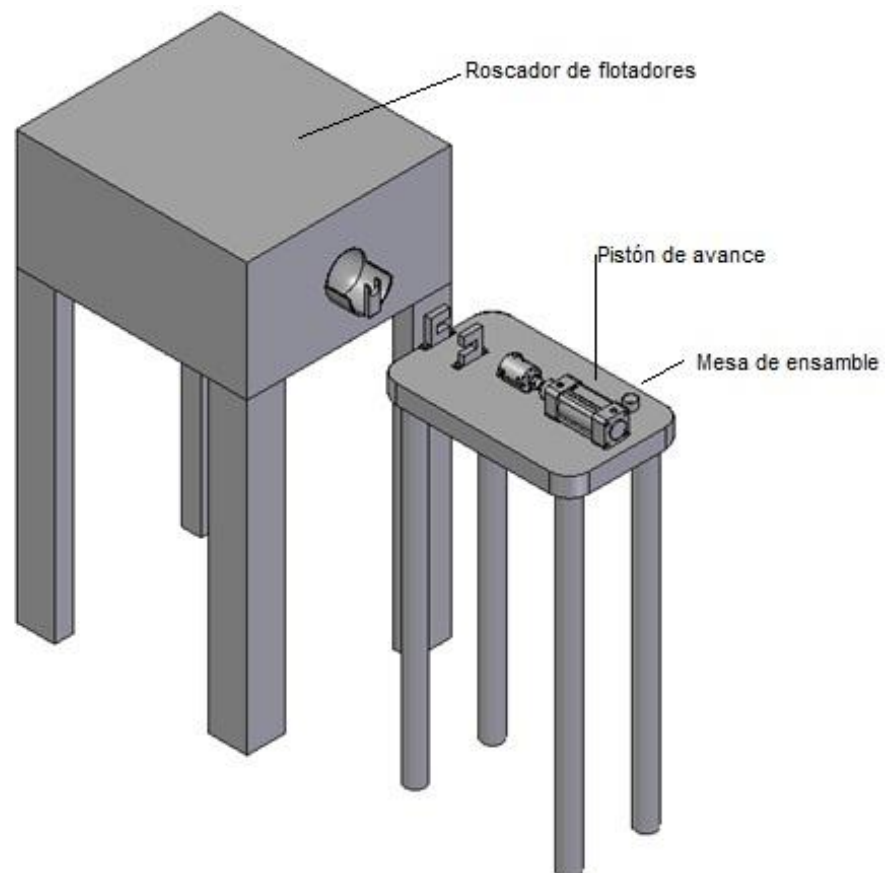


Figura 33. Vista isométrica roscador válvulas Atlas y Atlantis
(Fuente: Autor)

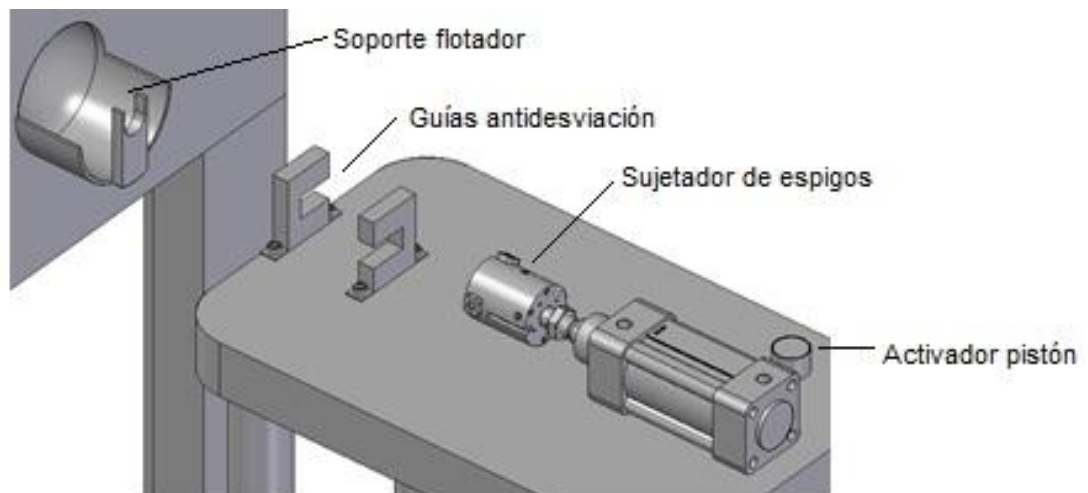


Figura 34. Acercamiento mesa para ensamblar válvulas Atlas y Atlantis
(Fuente: Autor)

6. MANTENIMIENTO

A través de la evolución del TPM en la planta “*Grifería & Complementos CORONA*” se han establecido parámetros y estándares para la gestión del mantenimiento teniendo como actor principal el mantenimiento preventivo, por medio del cual se trabaja en la planeación y ejecución periódica de actividades para asegurar la confiabilidad, identificar y eliminar fallos repetitivos, mejorar y mantener en la mejor condición los puntos de trabajo, reducir los tiempos de paro por mantenimientos correctivos y de igual forma los costos por mantenimientos de este tipo. Dentro de los recursos que se usan para establecer dichos parámetros y estándares se encuentran las recomendaciones de fabricantes y expertos, las acciones llevadas a cabo en equipos con características similares y la experiencia adquirida. Durante este proceso de evolución y estandarización se han evidenciado debilidades que han sido corregidas por diferentes métodos como la inclusión o eliminación de actividades específicas en los equipos, cambio y homologación de lubricantes, desengrasantes y otros productos químicos, acompañamiento al personal técnico y preparación en equipo de las programaciones para los mantenimientos.

Adicionalmente, se está trabajando como un nuevo proyecto la implementación a mediano plazo del mantenimiento basado en condiciones (MBC) como complemento al mantenimiento preventivo. Con el desarrollo de este proyecto se busca principalmente aumentar la eficiencia y optimizar el consumo de los recursos tiempo y dinero en la gestión de mantenimiento, orientándolo esencialmente al diagnóstico temprano y “en tiempo” o “en línea” del estado de los equipos por medio de metrologías de tornillos y barriles en las inyectoras y análisis de vibraciones en varios equipos del área logrando evitar paradas innecesarias para mantenimientos preventivos, priorizar y programar la parada de equipos mal alineados o con vibraciones por fuera de rango, obtener un mejor consumo energético, reducir el desgaste de los equipos y diagnosticar si los equipos trabajan en sus condiciones ideales.

6.1 MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Para el desarrollo de los mantenimientos preventivos en los equipos de inyección, tratamiento de agua, galvánicos y laboratorio se cuenta con las siguientes herramientas:

6.1.1 Listas de pre-inspección

Las listas de pre-inspección son una metodología diseñada para brindar constancia y compromiso por parte de los técnicos de mantenimiento hacia el buen estado de los equipos que tienen asignados de los cuales diariamente están pendientes de su desempeño. Mensualmente se destina un día para que todos los técnicos realicen las listas de pre-inspección de sus equipos en las cuales básicamente se documentan las necesidades y requerimientos de actividades y repuestos para el próximo mantenimiento, el estado de tarjetas amarillas, rojas y azules abiertas, los riesgos de seguridad o ambientales existentes y las iniciativas para realizar mejoramientos; en el anexo A se muestra el esquema de una lista de pre-inspección como es entregada a cada técnico.

6.1.2 Historial de mantenimientos

Los datos históricos sobre mantenimientos realizados a los equipos se consolidan en una base de datos en el software Excel en la cual se pueden revisar las fechas de los mantenimientos realizados, las actividades que se ejecutaron, los repuestos que se usaron, la periodicidad con que se debe atender cada equipo, técnico que realizó las actividades y anotaciones particulares que se lleguen a considerar para cada máquina. En los anexos B, C, D y E se presentan los historiales de mantenimiento de los equipos de inyección, galvánicos, laboratorio y planta de tratamiento de agua respectivamente.

También se llevan historiales particulares de cada inyectora, componentes, actividades y unidades especiales por su alta relevancia en el funcionamiento de los equipos como calentadores, metrología y calibración de termopares, rutas de lubricación, bomba hidráulica, motor principal, intercambiador de calor, batería de la memoria y paralelismo de placas; en los anexos F y G se muestran las tablas con los historiales de mantenimiento de la inyectora 15 y de calentadores.

6.1.3 Planeaciones mensuales

Tras la revisión del historial de mantenimientos y las listas de pre-inspección se procede a diseñar un cronograma con la programación de mantenimientos a los equipos en el próximo mes teniendo en cuenta factores como duración (tiempo empleado), criticidad, fechas y recursos de personal técnico, estas planeaciones de acuerdo a la estructura administrativa interna de la compañía se deben publicar a las demás áreas especialmente el área de producción con 15 días de anterioridad con la finalidad de obtener una sincronización exitosa entre los procesos de mantenimiento y cumplimiento con la demanda que exige el mercado; en las figuras 35 y 36 se observan las planeaciones mensuales diseñadas para el mes de noviembre en las áreas de inyección y galvánicos respectivamente.

PROGRAMACION MANTENIMIENTOS NOVIEMBRE DE 2011						
FECHA	TURNO	EQUIPO	MINIFABRICA	DURACION MANTENIMIENTO (Horas)	METROLOGIA BARRIL Y TORNILLO	CRITICIDAD
01/11/2011	2	456-043	ASIENTOS	12		
02/11/2011	2	456-010	HERRAJES	12		
03/11/2011	2	456-020	DUCHAS	8		
04/11/2011	2	456-051	LAVAPLATOS	12		
05/11/2011	2	456-046	ASIENTOS	8		
06/11/2011						
07/11/2011						
08/11/2011	2	456-041	ASIENTOS	16	Programado	
09/11/2011	2	456-024	LAVAPLATOS	8		
		456-041	ASIENTOS	16		
10/11/2011	2	456-031	LAVAMANOS	8		
		456-041	ASIENTOS	16		
11/11/2011	2	456-028	DUCHAS	8		
		456-041	ASIENTOS	16		
12/11/2011	2	456-041	ASIENTOS	8		
13/11/2011						
14/11/2011						
15/11/2011	2	ACOMPAÑAMIENTOS EQUIPOS DE INYECCION / ACTUALIZACION GESTION				
16/11/2011	2	456-008	HERRAJES	8		
17/11/2011	2	456-016	LAVAMANOS	8	Programado	
18/11/2011	2	456-042	ASIENTOS	12		
19/11/2011						
20/11/2011						
21/11/2011	2	456-045	ASIENTOS	12		
22/11/2011	2	456-034	ACC. BAÑOS	8	Programado	
23/11/2011	2	456-050	HERRAJES	8		
24/11/2011	2	456-017	HERRAJES	16	Programado	
25/11/2011	2	456-019	HERRAJES	8		
26/11/2011						
27/11/2011						
28/11/2011	2	456-027	ASIENTOS	8		
	2	456-005	ASIENTOS	8	Programado	
29/11/2011	2	456-049	HERRAJES	8		
30/11/2011	2	456-047	HERRAJES	8		
27/10/2011	2	456-014	LAVAMANOS	8		

CRITICIDAD	
	Actividades Criticas.
	Estado componentes desconocido
	Actividades Pendientes, Estado componentes conocido
	Actividades Rutinarias, Cumplimiento frecuencia

Figura 35. Planeación de noviembre área de inyección
(Fuente: Autor)

PROGRAMACION MANTENIMIENTOS GALVANICOS NOVIEMBRE 2011						
FECHA	TURNO	MINIFABRICA	CODIGO	EQUIPO	DURACION MANTENIMIENTO (Horas)	CRITICIDAD
01/11/2011	2	Cromado Metal	399-101	Filtro 2200 Niquel Brillante	8	
02/11/2011	2	Cromado Metal	399-104	Filtro 0620 Cobre alcalino	8	
03/11/2011	2					
04/11/2011	2					
05/11/2011	2					
06/11/2011	2	Cromado Metal	609-105	Rectificador Niquel Grande 1 y 3	4	
	2	Cromado Plastico	609-007	Rectificador Desplaque Soda	4	
	2	Cromado Metal	609-101	Rectificador Desengrase	4	
	2	Cromado Plastico	609-011	Rectificar Cromo 4	4	
07/11/2011						
08/11/2011	2	Laboratorio Quimico	222-001	Nevera Scntemp	8	
09/11/2011	2	Cromado Metal	609-105	Rectificador Niquel Grande 1 y 3	8	
10/11/2011	2	Cromado Metal	609-108	Rectificador Satín - Dorado	8	
11/11/2011	2	Cromado Plastico	399-001	Filtro 2200 Niquel brillante No. 2	8	
12/11/2011	2					
13/11/2011						
14/11/2011						
15/11/2011	2	Laboratorio Quimico	183-001	Centrifuga Hermle	8	
16/11/2011	2	Cromado Plastico	399-002	Filtro 2500 Cobre acido No. 3	8	
17/11/2011	2	Cromado Plastico	399-005	Filtro 2500 Niquel brillante No. 1	8	
18/11/2011	2	Cromado Plastico	399-008	Filtro 0620 Acelerador	8	
19/11/2011	2					
20/11/2011						
21/11/2011	2	Cromado Plastico	399-009	Filtro 2500 Cobre acido No. 1	8	
22/11/2011	2	Laboratorio Quimico	183-002	Balanza Kern	8	
23/11/2011	2	Cromado Plastico	399-012	Filtro 2200 Niquel Brillante No. 3	8	
24/11/2011	2	Cromado Plastico	533-001	Motorreductor Catalizador	8	
25/11/2011	2	Cromado Plastico	609-006	Rectificador Niquel 1	8	
26/11/2011	2					
27/11/2011						
28/11/2011	2	Cromado Metal	609-102	Rectificador Cobre Alcalino	8	
29/11/2011	2	Cromado Plastico	609-010	Rectificador Niquel 2	8	
30/11/2011	2	Cromado Plastico	705-101	Equipo Soplador 10HP No. 1	8	

CRITICIDAD	
	Actividades Críticas.
	Estado componentes desconocido
	Actividades Pendientes, Estado componentes conocido
	Actividades Rutinarias, Cumplimiento frecuencia mantenimiento

Figura 36. Planeación de noviembre área de galvanicos
(Fuente: Autor)

6.1.4 Listas de chequeo

De acuerdo a criterios de estado, trabajo, desgaste, frecuencia y ultima reparación de los componentes eléctricos, mecánicos, hidráulicos o neumáticos de los equipos, se programan en una lista actividades de inspección, limpieza, ajuste,

alineación, lubricación o cambio de piezas en cada zona de las inyectoras y sus equipos auxiliares; también se tienen en cuenta actividades pendientes como cambio de repuestos o cierre de tarjetas de acuerdo a los reportes que se llevan de cada equipo, se establece quien lleva a cabo cada actividad de acuerdo a su especialidad y se asigna un técnico líder que suele ser el técnico asignado a la máquina, se tiene en cuenta en su elaboración el tiempo aproximado de duración de las actividades; estas listas se conocen como listas de chequeo, en el anexo H se observa la lista de chequeo de octubre de la inyectora 15. Adicionalmente se entrega una lista de chequeo al operario asignado por parte de mantenimiento autónomo en la cual se asignan tareas de limpieza y lubricación de componentes específicos del sistema; esta se observa en la figura 37.

		LISTA DE CHEQUEO-MANTENIMIENTO AUTONOMO																	
LIMPIEZA, LUBRICACIÓN E INSPECCIÓN-INYECTORA T150 / 456-015																			
Firma LUIS OVALLE _____ LUIS EDUARDO FERNANDEZ _____ CRISTIAN GRANADOS _____		Multiplicador: _____ Fecha de realización: _____ Técnico de mantenimiento: _____ Turno: _____																	
P: Acción Programada E: Acción Ejecutada		 Mensual  Bimensual  Trimestral  Semestral																	
DESCRIPCIÓN	ACTIVIDAD						PLANEACION ANUAL												OPERARIO
	Limpieza		Lubricación		Inspección		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
Zona de prensa																			
Sistema altura de molde				X		X													
Barras/Columnas de deslizamiento	X					X													
Placas fija y móvil	X																		
Flautas de agua mangueras y conexiones	X					X													
Flautas Core-Pull						X													
Patines de desplazamiento			X			X													
Bandeja recolectora	X																		
Estructura o Chasis	X																		
Rodilleras y Bujes	X					X													
Zona de Inyección																			
Guías lineales			X																
Barril	X																		
Desfogue boquilla	X																		
Boquilla	X					X													
Base de deslizamiento	X																		
Resistencias o bandas calefactoras						X													
Zona de Mandos																			
Tablero de mandos	X																		
Equipos Auxiliares																			
Compuertas de seguridad	X																		
Tolva	X																		
OBSERVACIONES: _____																			
PENDIENTES Y REPUESTOS PROXIMO MANTENIMIENTO: _____																			

Figura 37. Lista de chequeo mantenimiento autónomo inyectora 15
(Fuente: Autor)

6.2 MANTENIMIENTO BASADO EN CONDICIONES

Tras la evolución del mantenimiento productivo total en la planta de “*Grifería & Complementos CORONA*” y la asesoría de empresas especializadas en mantenimiento, se tomó la determinación de implementar el mantenimiento basado en condiciones, se trabajo de manera conjunta con el área de mantenimiento tecnología metal para la estructuración de un plan para esta implementación que permitiera la exposición de este proyecto a los directivos de la empresa, obteniendo una respuesta positiva.

6.2.1 Objetivos

1. Aumentar el tiempo de disponibilidad de los equipos.
2. Reducir los costos de mantenimiento.
3. Garantizar y controlar por medio de análisis de vibraciones y metrologías la parada de equipos para mantenimiento en el momento óptimo.

6.2.2 Antecedentes mantenimiento preventivo

El desarrollo establecido que se evidenció para el programa de mantenimiento preventivo en el capítulo 6.1 presenta algunas desventajas como por ejemplo el alto gasto en mano de obra, la posibilidad de sobrecargar el costo de mantenimiento sin mejorar sustancialmente la disponibilidad de no hacerse un análisis muy acertado del desarrollo de los mantenimientos, no permite determinar con exactitud el estado o desgaste de componentes en los equipos; adicionalmente, los trabajos de mantenimiento preventivo pueden tornarse rutinarios y producir desmotivación en los técnicos por lo cual se debe generar compromiso como componente esencial para cumplir los objetivos del área y la desventaja principal es que el mantenimiento preventivo no es suficiente para prevenir el daños de los equipos y asegurar su máxima disponibilidad.

6.2.3 Priorización

El primer paso que se realiza en el proceso de implementación de mantenimiento basado en condiciones es conocer la metodología para determinar la criticidad de un equipo para poder priorizar equipos y áreas de la planta en función del impacto global que estos tienen y con base en esto poder tomar decisiones; el procedimiento que se sigue para lograrlo se evidencia en los anexos I y J.

6.2.4 Análisis de vibraciones

De acuerdo con los resultados de la priorización de equipos y áreas en la planta se debe enfocar el análisis en equipos rotativos, de acuerdo a indicaciones del proveedor contratado como apoyo para la implementación del MBC para este tipo de equipos el método de análisis de vibraciones representa la mayor ventaja en gran parte gracias a que la evaluación se realiza con la máquina funcionando, evitando con ello la pérdida de producción que genera una detención.

Toda vibración mecánica simple tiene un comportamiento periódico repetitivo en el tiempo, por lo que se puede decir que una vibración mecánica sigue la tendencia de una función senoidal. Las variables utilizadas para definir la señal de vibración en un dominio de tiempo son las siguientes y se presentan en la figura 38.

- Pico (Cero-Pico): Es el valor máximo de la amplitud en dirección positiva.
- Pico-Pico: Es la distancia que hay entre un pico positivo y un pico negativo. Su equivalente es 2 veces la amplitud.
- RMS: Es el valor efectivo de una señal de vibración, se toma como la medida de la potencia de la vibración.
- Tiempo de Observación: Tiempo de duración de la medición de una señal es el número de muestras, multiplicado por el periodo de una señal muestreada.
- Amplitud de la vibración: Es el desplazamiento que tiene un punto o un cuerpo desde su posición de equilibrio.
- Frecuencia de vibración: Es el número de vueltas que realiza un elemento rotatorio por unidad de tiempo.
- Período: Es el tiempo que tarda un elemento en dar una vuelta (ciclo).

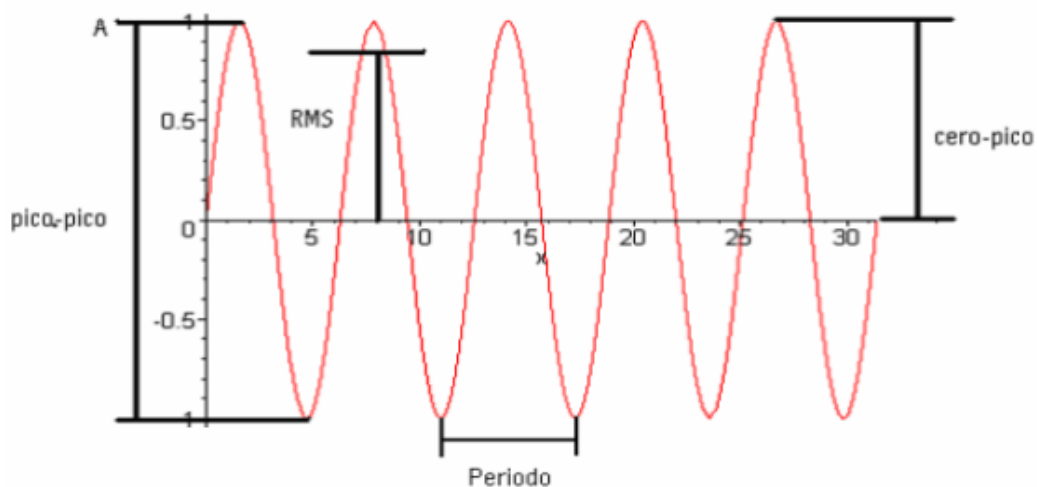


Figura 38. Modelamiento forma de onda de una vibración mecánica
(Fuente: Autor)

Por medio de estas mediciones se pueden distinguir errores como desalineación, desequilibrio, problemas eléctricos, cavitación o daño en los rodamientos o engranajes, logrando así pronosticar el futuro fallo del elemento de la máquina, programando el cambio y evitando los tiempos muertos del equipo, aumentando la vida útil de dicho elemento y disponibilidad de la máquina para producción.

6.2.5 Normatividad

A través de los años, se han ido actualizando las diferentes normas internacionales que controlan los criterios de severidad en las vibraciones de un elemento. Una de las instituciones internacionales encargada de estandarizar los límites es la ISO (Organización Internacional de Estandarización) en la norma de aplicación para vibraciones mecánicas ISO10816.

La Norma ISO 10816 ha remplazado a la Norma ISO 2372 como guía general para mediciones fuera de límite y para la evaluación de vibraciones mecánicas en máquinas industriales típicas. En la figura 39 se presenta el esquema establecido el cual tiene en cuenta las siguientes características.

División en 4 clases de equipos:

- CLASE I. La máquina puede ser separada en conductor y el conducido, o unidades conjuntas que abarcan maquinaria de movimiento de hasta 15 kW (20 HP aproximada).
- CLASE II. Maquinaria (motores eléctricos 15 kW (20 HP) hasta 75 kW (100 HP)) sin cimentación especial, o motores montados rígidamente o máquinas con 300 kW (400 HP) montados con fundación especiales.
- CLASE III. Las máquinas grandes con conductores primarios (turbinas, motores eléctricos, etc.) y otras maquinarias con ensambles rotatorios grandes y montadas en fundaciones rígidas y pesadas que son razonablemente derechas en la dirección de vibración.
- CLASE IV. Incluye grandes conductores primarios y otras grandes maquinarias con grandes ensambles rotatorios montados en fundaciones, las cuales son relativamente suaves en la dirección medida de la vibración, (turbogeneradores y turbinas mayores que 10 MW (13500 HP)).

División en 4 categorías de estado:

- Bueno: máquina nueva o reacondicionada, la magnitud de la vibración es baja y el peligro de falla es mínimo.

- Satisfactorio: la magnitud de la vibración es satisfactoria, la máquina se encuentra en los límites normales puede continuar operando indefinidamente hasta la próxima medición.
- Alerta: la magnitud de la vibración está en alerta, la máquina no debe operar por periodos de tiempos prolongados.
- Alarma: la magnitud de la vibración es intolerable, la posibilidad de falla es alta y debe someterse a revisión la máquina de inmediato porque se están provocando daños.

ISO 10816		Máquina			
Velocidad Vibración		Clase 1	Clase 2	Clase 3	Clase 4
in/s	mm/s				
0,01	0,28	Bueno			
0,02	0,45				
0,03	0,71				
0,04	1,12				
0,04	1,80	Satisfactorio			
0,11	2,80				
0,18	4,50	Alerta			
0,28	7,10				
0,44	11,20	Alarma			
0,70	18,00				
1,10	28,00				
1,77	45,90				

Figura 39. Clasificación estado de equipos según norma ISO 10816
(Fuente: Norma ISO 10816)

6.2.6 Mediciones

El análisis de vibraciones se realiza por medio de equipos especializados, los cuales realizan la toma de los datos, los procesan y entregan informes precisos del estado del equipo especificando cual es el daño y tiempo a la reparación en los casos que aplica; cuentan con sensores que transforman las vibraciones en una señal eléctrica, estos sensores pueden ser de desplazamiento relativo sin contacto, desplazamiento relativo con contacto, de velocidad (velocímetro) o de aceleración (acelerómetro), en la mayoría de ocasiones se acoplan magnéticamente al equipo; el procedimiento para realizar la toma de datos para el análisis de vibraciones se evidencia en el anexo K.

La respuesta entregada en las pantallas de los equipos están dadas en espectros donde cada una de las frecuencias representa un problema particular del equipo; los estándares que envía el proveedor como soporte de los resultados entregados se observan en el anexo L.

6.2.7 Implementación

Las primeras pruebas realizadas se ejecutaron sobre uno de los equipos más prioritarios en la planta según el análisis anterior como es el soplador 1 del área de galvánicos; este es un equipo rotativo el cual consta de un motor eléctrico y un impulsor encargado de generar un caudal de aire mayor para homogenizar la mezcla de los químicos dentro de los tanques para el proceso de cromado de las piezas; en la figura 40 se presenta un boceto de la conexión de un soplador a un tanque de cromado, el procedimiento de esta medición se evidencia en el anexo M.

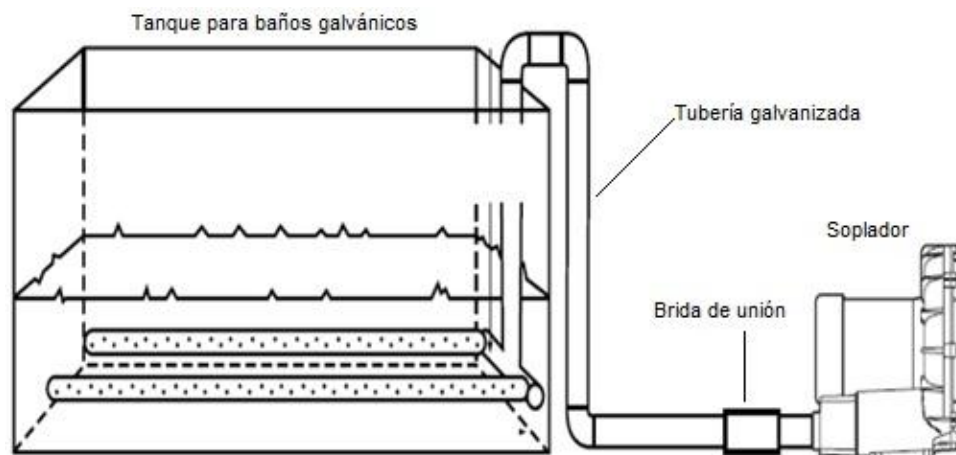


Figura 40. Boceto de conexión entre un soplador y un tanque galvánico
(Fuente: Autor)

En el anexo N se presenta el análisis de factibilidad económica y resultados respecto de las 6 M's de ingeniería (mano de obra, método, máquina, medio ambiente, medición, material).

7. SEGUIMIENTO Y ANÁLISIS DE AVERÍAS

Estudio y análisis de bases de datos que contienen información de las averías que se presentaron en los equipos de inyección durante enero y noviembre del año 2011, para la obtención de información que genere valor y sirva de soporte para la implementación de metodologías y acciones que mejoren el rendimiento de los equipos y de manera global la gestión del equipo de mantenimiento.

7.1 EQUIPO DE TRABAJO

Se integró un equipo de trabajo como se establece en la figura 41 contando con el liderazgo del ingeniero Jorge Morales facilitador de mantenimiento, el equipo de técnicos mecánicos, hidráulicos y eléctricos, el practicante de ingeniería electrónica Diego Daza y como soporte de toda la estructura, el apoyo de proveedores externos de diferentes empresas proveedoras de servicios o productos industriales, el pilar de mantenimiento autónomo y la coordinación interna de TPM de la compañía.



Figura 41. Equipo de trabajo análisis de averías
(Fuente: Autor)

7.2 CASCADEO

Para realizar el cascadeo de averías y llegar a la información relevante respecto de las máquinas con casos de estudio sobresalientes se cuenta con una base de datos con el reporte histórico de fallos de todas las inyectoras, esto gracias a la metodología de reporte de averías usada, según la cual se establece que cada servicio (reparación de emergencia) que sea reportado debe posteriormente ser consignado en un archivo con información referente a fecha, máquina, hora de reporte y finalización, descripción del problema, operario que reportó, parte de la máquina donde ocurre el fallo, técnico que repara, acción ejecutada, causa y sistema que falla; en el caso de los dos últimos la información que se registra es de tipo respuesta única y se selecciona dentro de cinco opciones, en el caso de la causa estas son: debilidad de diseño, desgaste natural, desgaste forzado, error humano y sobrecarga; para el campo sistema las opciones son: sujeción, lubricación, hidráulico o neumático, sensores y eléctrico o transmisión de potencia, con base en todo lo anterior se desarrolló el análisis que se presenta:

7.2.1 Averías planta

Indicador global generado por el pilar de mantenimiento autónomo respecto de la tendencia de las averías en la planta *“Grifería & Complementos CORONA”*; reporta la cantidad promedio de averías mensuales desde el año 2006 hasta el 2010, a partir de cuándo reporta la cantidad de eventos mensuales observados, incluye el objetivo de averías propuesto para el mes de diciembre de 2011. En la figura 41 se presenta gráficamente observando que se ha cumplido con el objetivo de obtener una reducción en la cantidad de averías presentadas.

7.2.2 Averías tecnología plástico

En la figura 42 se muestra el tiempo de averías presentado en cada una de las minifabricas en que está dividida la tecnología plásticos, evidenciando que han sido las minifabricas de accesorios, asientos y herrajes con 2932, 1481 y 1043 horas de paro respectivamente las que reportan mayor cantidad de horas de paro.

7.2.3 Averías minifábrica accesorios

En la figura 43 se muestra el tiempo de averías presentado por cada una de las inyectoras que hacen parte de la minifabrica accesorios, evidenciando que ha sido la inyectora 48 con 1490 horas de paro la de mayor cantidad, se desarrolla un análisis particular para esta por medio del cual se espera diseñar una propuesta para contra atacar el origen de la alta cantidad de horas de paro.

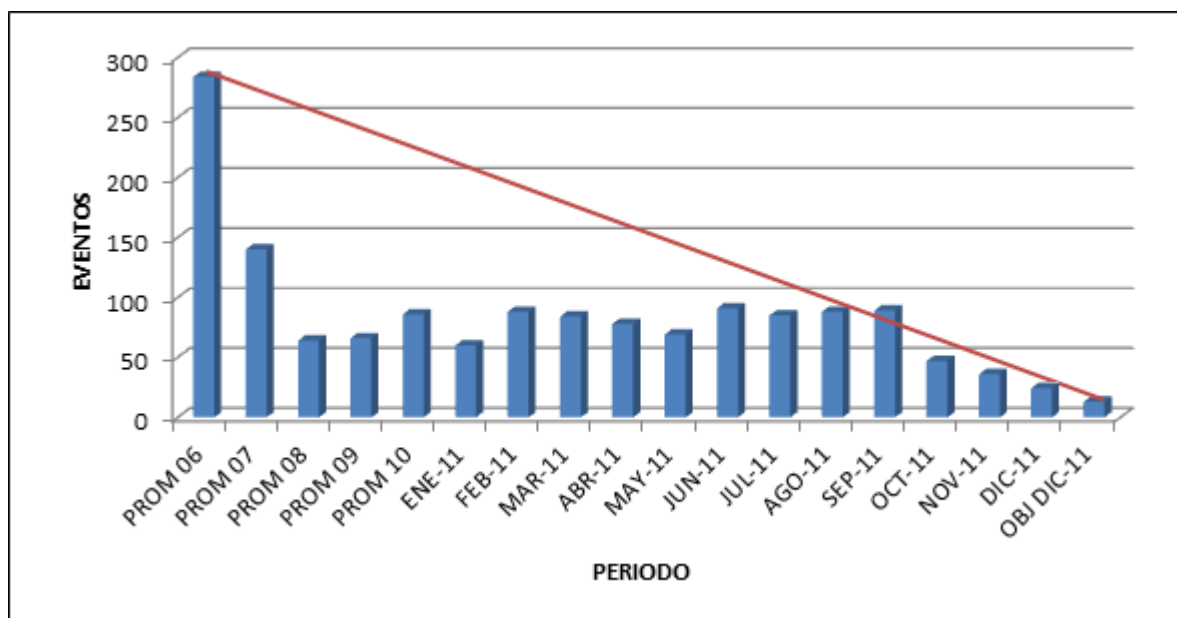


Figura 42. Averías planta 2011
(Fuente: Autor)

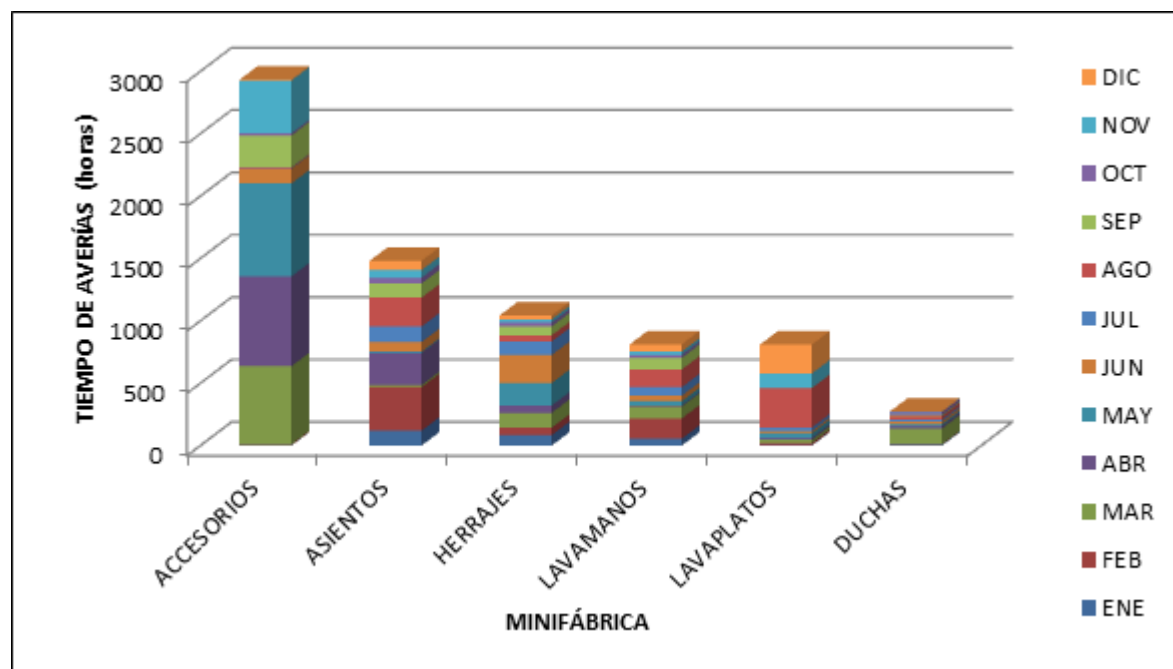


Figura 43. Averías tecnología plástico 2011
(Fuente: Autor)

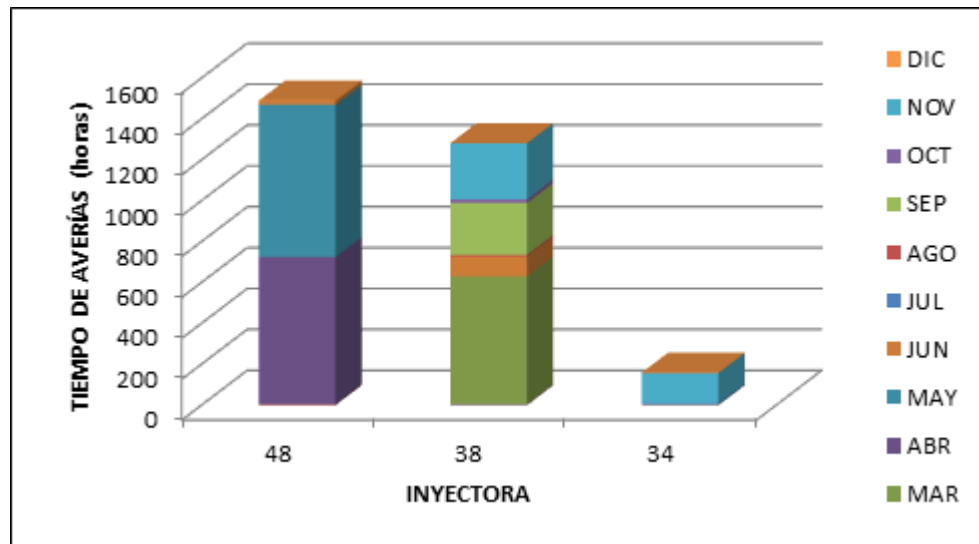


Figura 44. Averías minifábrica accesorios
(Fuente: Autor)

7.2.4 Averías minifábrica asientos

En la figura 43 se muestra el tiempo de averías presentado por cada una de las inyectoras que hacen parte de la minifabrica asientos, evidenciando que ha sido la inyectora 27 con 430 horas de paro la de mayor cantidad; se desarrolla un análisis particular para está por medio del cual se espera diseñar una propuesta para contraatacar el origen de la alta cantidad de horas de paro.

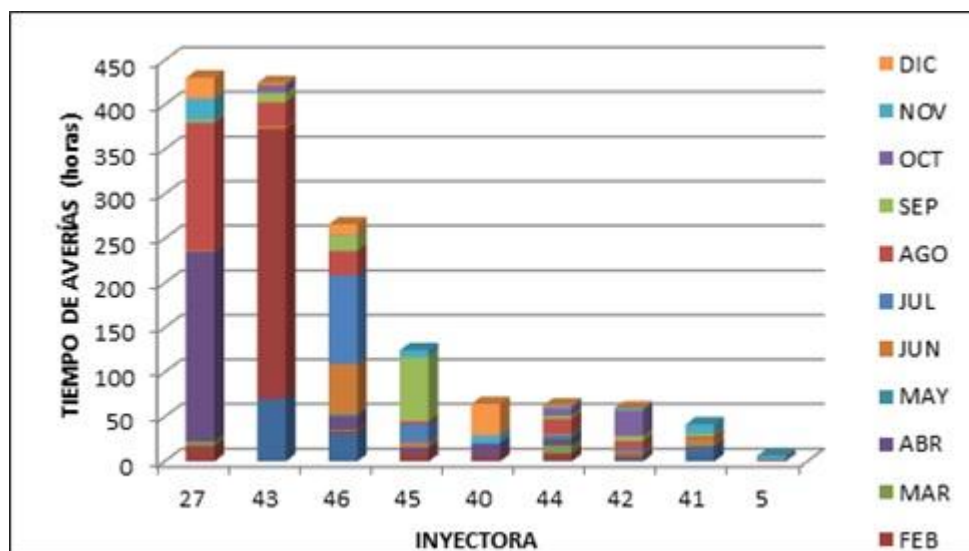


Figura 45. Averías minifábrica asientos
(Fuente: Autor)

7.3 INYECTORA CINCINNATI MILACRON 456-048

inyectora eléctrica “ROBOSHOT” de 250 toneladas, fabricante CINCINNATI MILACRON.

7.3.1 Reporte de averías

El reporte detallado de averías en la inyectora 48 se observa en la tabla 10.

Tabla 10. Averías inyectora 48

D/M/A	EN HORAS	DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	DONDE OCURRIÓ EL DAÑO	CAUSA Y/O SOLUCIÓN	DF SC DN DD EH	1.Suj 2.Lub 3.HoN 4.Tra 5.SyE
16/02/11	3.25	ALTIBAJOS EN TEMPERATURA	TEMPERATURA DE ACEITE	TORRES	DN	SYE
17/02/11	0.40	ALARMA EXPULSION	ALARMA CONTROL	RESET	DN	SYE
09/03/11	1.00	ALARMA TEMPERATURA	BOQUILLA	AJUSTE TERMOPAR	DN	SYE
01/04/11	720.00	NO REALIZO EXPULSION	UNIDAD DE PRENSA	REPARACION PLACA MOVIL	SC	SYE
01/05/11	744.00	ESTRELLLO PLACA MOVIL	UNIDAD DE PRENSA	REPARACION PLACA MOVIL	SC	SYE
15/06/11	8.20	ALARMA	CONTROL	RESET ALARMA	DN	SYE
17/06/11	9.00	TEMPERATURAS BAJAS	UNIDAD DE INYECCION	CAMBIAR RESISTENCIA y TERMOPAR	DN	SYE
18/06/11	1.30	ALARMA BOQUILLA	BOQUILLA	CAMBIO RESISTENCIA	DN	SYE
22/09/11	1.00	MICRO COMPUERTA SUELTO	AJUSTAR MICRO	SOLDAR LAMINA PUERTA	DN	SUJ
08/12/11	1.30	ALARMA SISTEMA ERROR	SERVO APLICADOR EJE Y	PUNTO 0 PRENSA	DN	SYE
22/12/11	0.45	ALARMA PUERTA PRINCIPAL	UNIDAD PRENSA	AJUSTE SENSOR	DN	SYE

(Fuente: Autor)

7.3.2 Análisis de averías

Con base en el reporte anterior se construye el diagrama de barras de la figura 45, como se puede notar en este, el 99 por ciento de las averías se presentaron en el sistema de sensoria y eléctrica, también se obtiene que el 98 por ciento fueron originadas por sobrecarga de los sistemas.

Como se observa en la tabla 10, las averías por sobrecarga están relacionadas las dos con la unidad de prensa y para la reparación de estas averías se siguió el mismo procedimiento equivalente a reparar la placa móvil, en cuanto a las descripciones se tiene en primer lugar “no realizo expulsión” y segundo “estrello placa móvil” obteniendo la siguiente relación:

Cuando se termina el proceso de inyección y enfriamiento de las piezas el motor de prensa ejecuta la separación de las placas fija y móvil, las piezas inyectadas se mantienen en la placa móvil, cuando la apertura llega al punto deseado, el motor de expulsión mueve la placa de expulsión la cual empuja por medio de las barras

expulsoras la pieza y así esta debe caer al tobogán de la máquina y ser tomada por el operario.

Si por error la pieza no es expulsada y se inicia otro ciclo de inyección tras el cierre de la prensa las placas fija y móvil se chocan presentándose la avería por sobrecarga; con el fin de evitar esta posibilidad la solución diseñada fue implementar algún tipo de sensor y obtener una señal para verificar que la expulsión (caída) de la pieza es exitosa.

7.3.3 Despliegue acciones implementadas

De acuerdo a la metodología de mantenimiento productivo total establecida en la empresa las acciones de mejora ejecutadas deben ser desplegadas de acuerdo a una estructura específica; el material de soporte (OPL) por sus siglas lección de un punto se presenta en el anexo L.

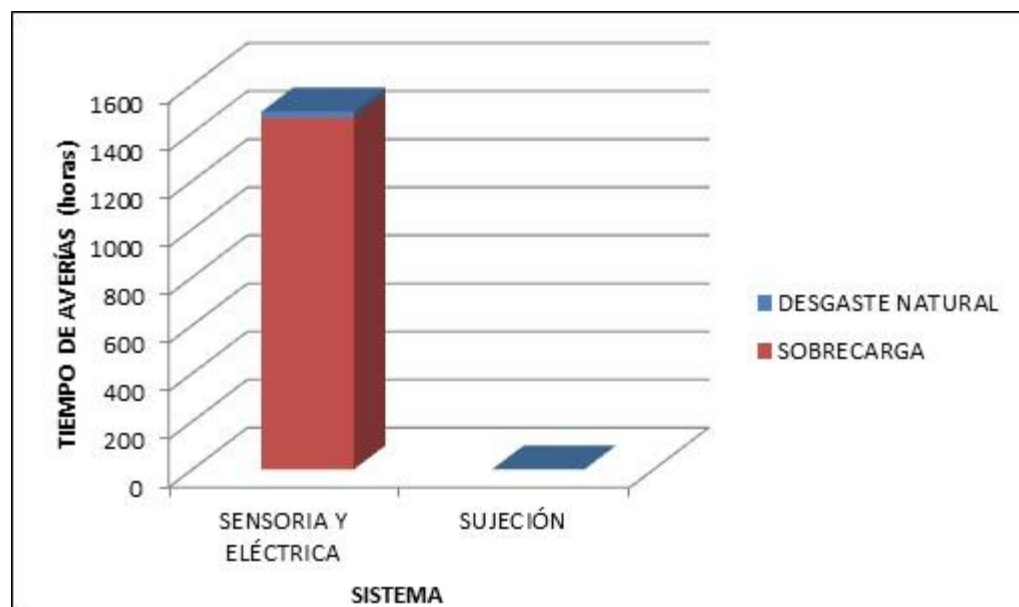


Figura 46. Análisis de averías inyectora 48
(Fuente: Autor)

7.4 INYECTORA ARBURG 456-027

7.4.1 Reporte de averías

El reporte detallado de averías en la inyectora 27 se observa en la tabla 11.

7.4.2 Análisis de averías

Con base en el reporte anterior se construye el diagrama de barras de la figura 46, como se puede notar en este, el 63 por ciento de las averías se presentaron en el sistema de sensoria y eléctrica y 37 por ciento son atribuidas al sistema hidráulico o neumático, también se obtiene que el 92 por ciento fueron originadas por el desgaste natural de los componentes.

Tabla 11. Averías inyectora 27

D/M/A	EN HORAS	DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	DONDE OCURRIÓ EL DAÑO	CAUSA Y/O SOLUCIÓN	DF SC DN DD EH	1.Suj 2.Lub 3.HoN 4.Tra 5.SyE
16/02/11	9,10	NIVEL ACEITE BAJO	UNIDAD HIDRAULICA	NIVELACION DEL NIVEL DE ACEITE	EH	HON
16/02/11	8,05	FUGA DE ACEITE	SERVOVALVULA	CAMBIO DE SERVO, PTE O'RINGS	DN	HON
03/03/11	5,40	FALLA PUERTA	SEÑAL MICRO	AJUSTE LINEA	DN	SYE
01/04/11	58,00	DAÑO HIDRONICA	SERVOVALVULA	REPARACION SERVOVALVULA	DN	SYE
05/04/11	154,40	NO FUNCIONA	SERVOVALVULA	REPARACION SERVOVALVULA	DN	SYE
20/06/11	1,00	MOTOR NO CARGA	TERMICO MOTOR	RESET TERMICO	SC	SYE
17/08/11	144,00	NO PRENDE	SERVOVALVULA	AJUSTE DE SERVOVALVULA	DN	HON
29/09/11	3,00	LA UNIDAD DE INYECCION NO FUNCIONA	SENSOR DE CARGA EN LA UNIDAD DE INYECCION	CAMBIO SENSOR	DN	SYE
24/10/11	0,01	DAÑO ELECTRICO	RESISTENCIA BOQUILLA	AISLAR LINEA	DN	SYE
29/11/11	24,20	PRENSA NO ABRE	PRENSA	AJUSTE PRENSA	DN	SYE
18/12/11	23,20	DAÑO GABINETE	DAÑO BREAKER	CAMBIO BREAKER	SC	SYE

(Fuente: Autor)

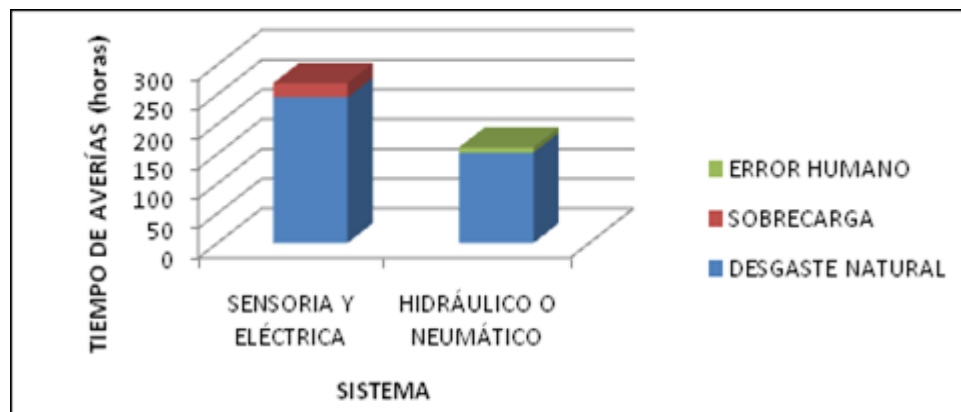


Figura 47. Análisis de averías inyectora 48

(Fuente: Autor)

7.4.3 Despliegue acciones implementadas

De acuerdo a la metodología de mantenimiento productivo total establecida en la empresa las acciones de mejora ejecutadas deben ser desplegadas de acuerdo a una estructura específica, el material de soporte (OPL) por sus siglas lección de un punto se presenta en el anexo L.

8. ELABORACIÓN Y ESTUDIO DE INDICADORES

Se maneja un tablero para el despliegue de la información de los diferentes indicadores que es actualizado con periodicidad mensual, este tablero contiene información respecto de los siguientes indicadores.

8.1 INDICADOR DE GESTIÓN DEL MBT

Con la finalidad de evaluar la gestión de los mantenimientos se relacionan la cantidad tanto de actividades como de horas programadas respecto a las ejecutadas, teniendo siempre como meta cumplir con todas las actividades en el tiempo programado. Si un mantenimiento programado se ejecuta en la totalidad del periodo planeado se está usando el 100% del tiempo, si se toman más horas de las planeadas se está excediendo el tiempo planeado lo cual coloca el indicador por encima del 100%, de manera contraria ocurre con las actividades donde el indicador se coloca por debajo del 100% en los casos en que se logran ejecutar más actividades de las planeadas (actividades de pendientes y de tarjetas rojas y amarillas), indicando que se logró una mejor gestión de mantenimiento; en el anexo P se presenta el cálculo de este indicador. El porcentaje encontrado es anexado en el mes correspondiente para constituir el historial del anexo R.

8.2 INDICADOR DE GESTIÓN DE COSTOS

Se relacionan los costos de mantenimiento respecto del presupuesto planeado, es un indicador a la baja lo que quiere decir que entre menor sea la cifra de porcentaje mejor calificación se tendrá para la gestión del área, incluye los costos de productos y servicios, se presenta en el anexo S.

8.3 INDICADOR DE AVERÍAS

Se relacionan las averías del año en curso para los equipos pareto (con mayores paradas) del área del año anterior, se identifica la eficiencia de las acciones implementadas, también se incluyen los equipos críticos para la producción, es un indicador a la baja, lo que quiere decir que entre menor sea la cifra de porcentaje mejor calificación se tendrá para la gestión del área; se presenta en el anexo T.

9. FUNDAMENTACIÓN HUMANÍSTICA

El mayor aporte que se puede encontrar desde la formación humanística de la universidad Santo Tomas para este proyecto se asocia principalmente con las áreas de epistemología y ética en su relación con las labores desempeñadas, teniendo en cuenta que el campo de acción son los sistemas electrónicos y su desarrollo de acuerdo a las necesidades de la sociedad moderna, por medio de la aplicación práctica de la teoría provista por la física, la matemática y otras ciencias; se enfrentan problemáticas de diversa índole, lo cual se logra tras el desarrollo de modelos de ingeniería integrados con métodos de ensayo y error para implementar paso a paso las soluciones que mejor se adapten al entorno. Se tiene entonces que la ingeniería permite el desarrollo de estrategias para conseguir un objetivo determinado, logradas por medio del análisis de situaciones dadas y la toma de decisiones racionales que conciernen a los medios a seleccionar para utilizarlos de la mejor manera.

El desempeño de las funciones diarias genera dudas sobre la relación entre ciencia e ingeniería, la primera aproximación a la epistemología permite observar la ingeniería electrónica como una ciencia ya que sigue los pasos rigurosos del método científico así:

- Observación: Procesos en los que intervienen variables, para su optimización o la solución de un problema.
- Inducción: Extracción de estas variables u otros factores implicados en el proceso.
- Hipótesis: Planteamiento de una solución al problema, bien sea de software o hardware.
- Por medio de experimentación con prototipos se prueban las hipótesis (soluciones propuestas).
- Finalmente a modo de tesis o teoría científica se ejecuta una estandarización en los procesos en los que se adapta la hipótesis satisfecha.

Aunque se evidencia cómo la ingeniería cumple el método científico se debe tener en cuenta que también tiene aspectos diferenciadores con la ciencia como son sus métodos y sus objetivos, respecto de los métodos porque uno de ellos dentro de la electrónica es el de prueba y error, por sus objetivos porque la ingeniería no se propone alcanzar leyes explicativas y predictivas sino la solución de problemas

concretos, así pues, el sentido de la ingeniería es utilitario mientras que el de la ciencia es cognitivo.

Por ejemplo, la ingeniería se caracteriza por el uso de una metodología heurística centrada en procesos o diseños tecnológicos que permiten la transformación de una situación A en otra B para suplir una necesidad concreta, la ciencia en cambio utiliza el método explicitado por Hempel – Oppenheimer (1997) que se caracteriza por su estructura nomológico-deductiva [5].

En ambientes industriales tecnológicamente avanzados y altamente competitivos resultado de la globalización, permitida por una red mundial de comunicaciones que elimina las barreras de espacio y tiempo entre los habitantes del planeta y por la internacionalización del capital financiero que busca la máxima rentabilidad es importante aprovechar las virtudes que se tienen como ingeniero electrónico.

Desde comienzos de la historia el hombre siempre se ha visto frente a la necesidad de crear nuevas cosas para suplir diferentes necesidades que evolucionan con el tiempo, lo que ha hecho que el ingenio del hombre se vuelva más representativo haciendo que cada idea que tiene sea un proyecto por cumplir, actualmente se busca la manera de hacer que los productos salgan de mejor calidad debido a lo cual el reto constante es proporcionar soluciones a los problemas dentro del menor tiempo y con el mayor rendimiento económico.

Teniendo presente que la primera responsabilidad del ingeniero es salvaguardar la dignidad de las personas, y la seguridad de quienes operan diversos equipos, lo cual incluye la capacitación de las personas de forma tal que se aporte a su crecimiento personal, se propicie el entendimiento técnico de los equipos que operan para lograr mejoras en los mismos evitándoles realizar siempre labores repetitivas, obteniendo para toda la comunidad industrial procesos ágiles y eficientes, innovación, conocimiento, desarrollo y comodidad.

Se debe tener conciencia en todo momento durante las actividades cotidianas sobre cómo las ideas que se proponen, las acciones que se realizan y las decisiones que se toman tienen impacto a corto y largo plazo en la sociedad y que parte del rol como ingeniero íntegro y con fundamentación humanística es buscar la equidad y justicia para las personas y la menor afectación del entorno ambiental.

Lo más importante es lograr un balance adecuado entre el desarrollo como profesional, el desarrollo de automatizaciones y tecnologías y la calidad de vida de las personas afectadas en el entorno, teniendo en cuenta que como ingeniero electrónico en una planta se tiene afectación sobre diversos factores; es importante no olvidar la proyección social que ofrece este perfil.

10. CONCLUSIONES

El proyecto de pasantía profesional fue una experiencia muy provechosa para mi vida, brindando la mejor oportunidad de poner en práctica muchos de los conocimientos adquiridos a lo largo del estudio de la carrera, del mismo modo para la compañía gracias a la estructuración de mejoras técnicas en los procesos reflejadas en reducción de averías y costos de mantenimiento.

Se evidenció que el desarrollo de metodologías para el diagnóstico temprano de averías y corrección anticipada de estas es la mejor alternativa para la optimización de recursos que se pueda implementar sobre equipos de manufactura, teniendo en cuenta la importancia de no realizar implementaciones aceleradas sin el concepto de varios especialistas interdisciplinarios.

Los requerimientos de la industria moderna van enfocados hacia procesos con interfaces humanas intuitivas donde los operarios obtengan información fácil del estado de sus equipos, brindando estadísticas sobre sus niveles de producción pasados y futuros y control en tiempo real de todo el proceso, teniendo en cuenta que cualquier automatización debe ser bien estructurada y planeada ya que no siempre los equipos más modernos resultan ser la mejor solución comparados con implementaciones sencillas o capacitación del recurso humano.

La ejecución de actividades para el cierre de tarjetas rojas y amarillas, la elaboración y análisis de los indicadores de gestión de mantenimiento y la vivencia diaria y permanente del TPM aportaron el aprendizaje más valioso respecto de su gran aplicabilidad en otras plantas de producción con variados equipos de la industria.

El análisis de vibraciones para la monitorización de la condición de la maquinaria es el hecho de tomar lecturas de vibración y compararlas con un nivel de alarmas prefijado. La parte más esencial y dificultosa de la implantación de un programa de mantenimiento predictivo es recopilar la información técnica referente a las máquinas, definir las condiciones de medida, recoger buenos datos de vibración que sean repetibles en el tiempo y establecer los puntos de partida. Luego, deberemos gestionar toda esta información en una base de datos e incluir históricos de reparaciones y sustituciones.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] CALLISTER, William D. Jr. Introducción a la ciencia e ingeniería de los materiales 2. España, 2007. 788 p.
- [2] GARCÍA GARRIDO, Santiago. Organización y gestión integral de mantenimiento. España, 2003. 307 p.
- [3] GROOVER, Mikell P. Fundamentos de manufactura moderna. México, 1997. 1062 p.
- [4] KALPAKJIAN, Serope y SCHMID, Steven R. Manufactura, ingeniería y tecnología. México, 2002. 1155 p.
- [5] PRINCE CRUZAT, Sergio. El estatus epistemológico de la ingeniería. Argentina, 2005. 6 p.
- [6] REY SACRISTÁN, Francisco. Mantenimiento total de la producción (TPM): Proceso de implantación y desarrollo. España, 2001. 355 p.

ANEXOS

ANEXO A – COTIZACIÓN PROYECTO ROSCADOR



NIT: 830089839-6

Señores
GRIFERIA Y COMPLEMENTOS CORONA
Diego Alexander Daza Portilla
dadaza@corona.com.co
Funza/Cund.

Oferta **1843**
Fecha 04 Ago 2011

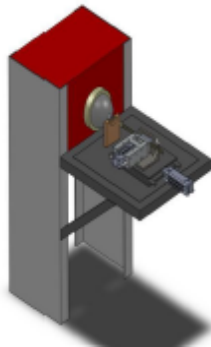
Diseño de equipo ensamblador semiautomático de flotador sanitario.

Muchas gracias por su consulta, Por favor observe los precios de nuestros productos y servicios. En caso de tener alguna pregunta o desea mayor información sobre esta oferta no dude en contactarnos.
Su persona de contacto en **INFRASH LTDA** es el Ingeniero Edgar Navarrete o Miguel Torrado

Cordial saludo,

Descripción del sistema.

Utilizando el sistema actual se coloca un sistema neumático que se encargue de la posición de la barra y accione por medio de sensores la pera para que rosque la parte correspondiente, para este sistema se utilizan un sistema anti giro para la sujeción de la barra y un tobogán que sirve de alimentación de los espigos o barra, la alimentación de la pera será manual en este caso.



Calle 35 Sur N° 70 – 24 Teléfonos: 494 0070 – 563 8941 Bogotá, D. C.



Descripción de los elementos

CANT.	DESCRIPCION	
1	ESTRUCTURA MESA	TUBO CR CAL 12.
		LÁMINA CAL 12.
1	SISTEMA MECÁNICO PARA MESA MOVIL Y FIJA.	A-36, SAE 1020.
1	RODAMIENTOS Y EJES LINEALES	Ø16, ROD. KH1623
1	ELEMENTOS NEUMÁTICOS.	
1	COFRE PARA ELEMENTOS NEUMÁTICOS	
1	ENSAMBLE Y PUESTA A PUNTO	
1	VARIOS	
1	DISEÑO	

Valor del Sistema _____ \$7.000.000.00

COMPROMISOS DEL CLIENTE

Permitir el ingreso del personal de INFRAHS LTDA para parametrización del sistema.

IMPUESTOS Se incrementa el valor del IVA. Vigente al valor total del sistema en el momento de facturación.

EXCLUSIONES En los costos que se hace referencia en el capítulo VALOR TOTAL DEL SISTEMA, no están incluidos los conceptos siguientes

Obras civiles en general

Elementos no definidos,.

Adaptaciones mecánicas no establecidas Fijación del sistema a la maquina.

Acometida de energía eléctrica, red hidráulica y neumática

Equipos de instrumentación no especificados (sistemas de pesaje no definidos, sistemas contra incendios, señales análogas, etc.)

Elementos neumáticos no definidos

Elementos Mecánicos no definidos.

Celdas de Carga no definidas

Impresora.

Suministro y montaje de celdas de carga.

Y en general, cualquier otro concepto que no esté debidamente especificado.



Plazo de entrega: En el conjunto total de la obra, el plazo de entrega para las actividades que corresponden a INFRAHS LTDA. Será de 30 días hábiles

Estos plazos se entienden a partir de la entrada en vigor de la orden de compra y anticipo correspondiente.

Garantías: INFRAHS LTDA presentará una garantía de los equipos para elementos mecánicos de seis meses a partir de la fecha de entrega de los elementos fabricados o cambiados según esta oferta, siempre y cuando no sea por mala operación del sistema, de igual forma del uso indebido o modificación del sistema sin autorización de Infrahs Ltda. La determinación de la garantía se efectuará bajo el diagnóstico del equipo por los ingenieros de la empresa INFRHAS Ltda. Los sistemas eléctricos y de control mantienen la garantía del fabricante.

Forma de pago: Nuestra propuesta para el pago de los distintos conceptos y presentaciones que comprende la presente oferta, es 50% anticipo y saldo a contra entrega.

Validez de la oferta: La presente oferta es válida durante 30 días a partir de la fecha de ejecución. Cualquier información adicional con gusto la atenderemos.

Detalles de ingeniería: Infrahs Ltda estará atenta a dar detalles de ingeniería una vez sea otorgado el proyecto para su manejo.

Cordialmente,

Ing. Edgar Hernando Navarrete C.
Gerente General

ANEXO B – LISTAS DE PRE INSPECCIÓN DE LOS EQUIPOS

Día	Fecha	Turno	Minifabrica	Código	Maquina	Número	RESPONSABLE																								
		2	DUCHAS	456-052	INYECTORA ROBOSHOT	52	HENRY LOPEZ																								
OBSERVACIONES INSPECCIÓN PRELIMINAR																															
ZONA DE INYECCIÓN																															
ZONA DE PRENSA																															
SISTEMA DE LUBRICACIÓN																															
SISTEMA HIDRÁULICO																															
ZONA ELÉCTRICA																															
EQUIPOS AUXILIARES																															
REPUESTOS REQUERIDOS																															
¿Existe algún riesgo de seguridad en la maquina, equipos auxiliares o alrededores que pueda afectar la integridad del operador, personas alrededor o a usted mismo?																															
<table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 50%;"> Temas a tratar: 1. Averías Si ☐ No ☐ 2. Tarjetas Rojas Si ☐ No ☐ 3. Tarjetas Azules Si ☐ No ☐ 4. Preventivos Si ☐ No ☐ 5. Paros Mayores Si ☐ No ☐ 6. Paros Menores Si ☐ No ☐ 7. Tarjetas Amarillas Si ☐ No ☐ </td> <td style="width: 50%;"> 8. Rotura Si ☐ No ☐ 9. Mejoramientos Si ☐ No ☐ 10. Seguridad Si ☐ No ☐ 11. Areas de difícil acceso Si ☐ No ☐ 12. Fuentes de contaminación Si ☐ No ☐ 13. Otros Si ☐ No ☐ Cual? _____ </td> </tr> </table>								Temas a tratar: 1. Averías Si ☐ No ☐ 2. Tarjetas Rojas Si ☐ No ☐ 3. Tarjetas Azules Si ☐ No ☐ 4. Preventivos Si ☐ No ☐ 5. Paros Mayores Si ☐ No ☐ 6. Paros Menores Si ☐ No ☐ 7. Tarjetas Amarillas Si ☐ No ☐	8. Rotura Si ☐ No ☐ 9. Mejoramientos Si ☐ No ☐ 10. Seguridad Si ☐ No ☐ 11. Areas de difícil acceso Si ☐ No ☐ 12. Fuentes de contaminación Si ☐ No ☐ 13. Otros Si ☐ No ☐ Cual? _____																						
Temas a tratar: 1. Averías Si ☐ No ☐ 2. Tarjetas Rojas Si ☐ No ☐ 3. Tarjetas Azules Si ☐ No ☐ 4. Preventivos Si ☐ No ☐ 5. Paros Mayores Si ☐ No ☐ 6. Paros Menores Si ☐ No ☐ 7. Tarjetas Amarillas Si ☐ No ☐	8. Rotura Si ☐ No ☐ 9. Mejoramientos Si ☐ No ☐ 10. Seguridad Si ☐ No ☐ 11. Areas de difícil acceso Si ☐ No ☐ 12. Fuentes de contaminación Si ☐ No ☐ 13. Otros Si ☐ No ☐ Cual? _____																														
Compromisos: <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">No.</th> <th style="width: 20%;">Nombre</th> <th style="width: 50%;">Compromiso</th> <th style="width: 20%;">Fecha de Cierre</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> </tbody> </table>								No.	Nombre	Compromiso	Fecha de Cierre																				
No.	Nombre	Compromiso	Fecha de Cierre																												
Tarjetas Fuguais		ROJAS (A CERRAR)	TOTAL ACUMULADAS	AMARILLAS (A CERRAR)	TOTAL ACUMULADAS																										
Firma Técnico			Firma Operario		Fecha																										

ANEXO C – HISTORIAL MANTENIMIENTOS INYECCIÓN

		2011												2012						
	Iny.	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL
Hidraulica	4	14	23		1		9		9		21		28							
Hidraulica	5			1	29			2		4		28								
Hidraulica	8			2		10		9		9		16		23						
Hidraulica	9	17	24			31		29		29			1							
Hidraulica	10	19		720	11		21			6		2		20						
Hidraulica	11	3	22	31		17		25			10	21								
Hidraulica	13	12		26		4			2		11		9							
Hidraulica	14		8		5		13		19		27		21							
Hidraulica	15		10			6		8			4	5								
Hidraulica	16		16		20		29			9		17		24						
Unidad Aux. Hidraulica	17		1	630	28	30			1		6	24		30						
Unidad Aux. Hidraulica	18	15		14		21		27			12		22							
Electrica	19	11		15		23		28		20		25		31						
Unidad Aux. Hidraulica	20	19		17		25			2			3		12						
Electrica	21	26		22		26			6		5		9							
Unidad Aux. Hidraulica	22	13		9		11		13		21			2							
Hidraulica	23	24		23		29			3		28		9							
Hidraulica	24		11			7		11		15		9								
Hidraulica	25		9			14		14		22										
Hidraulica	26		3			3		11		0	12									
Hidraulica	27	5		19			11		18	22										
Hidraulica	28		9		8		18			3		11								
Hidraulica	29		18		12		15		24		20		27							
Hidraulica	30	7		10		13		19		23			6							
Hidraulica	31		4		4		10		30			10		18						
Hidraulica	32	24		16		18		26		28			5							
Hidraulica	33	28		26		27			5		7			11						
Hidraulica	34	8			8		27			12		22		26						
Unidad Aux. Hidraulica	35	27			10		17	25	25		26			10						
Unidad Aux. Hidraulica	36		17		10		20		29				2							
Unidad Aux. Hidraulica	37	25		24		24	4		10		14		12							
Unidad Aux. Hidraulica	38	6					4		11		25	26	30							
Unidad Aux. Hidraulica	39	18		18		20		21		26				7						
Hidraulica	40		2		19		22				3-7			6						
Hidraulica	41		7		6		7							16						
Hidraulica	42		15		14	9		12	9	11		18		25						
Hidraulica	43		12			6	5		6			1								
Hidraulica	44			6	7		1		8		24									
Unidad Aux. Hidraulica	45	17		20		2	3	5	17	5	14	21								
Unidad Aux. Hidraulica	46	31		28			2	16	12	19		5	19							
Unidad Aux. Hidraulica	47	4		7	18			9		30			5	14						
Unidad Aux. Hidraulica	48		25		26		30			7	31			4						
Unidad Aux. Hidraulica	49			3		12		15		27			2							
Unidad Aux. Hidraulica	50			3	23			9		14		23		27						
Unidad Aux. Hidraulica	51				23		14			13		4		13						
Unidad Aux. Hidraulica	52										28		5							
TOTAL		23	19	24	20	24	21	21	19	25	19	20	16	24	0	0	0	0	0	0

Con soporte lista de chequeo
Sin soporte LC pero se realizo preventivo
NO se realizo preventivo

Parada desde el "28/11/11" Por la tarjeta de velocidades del drive prensa-espulsion = se le hizo mtto general

Cambio de expulsiones. Se montaron nuevas SI SOPORTE

ANEXO D – HISTORIAL MANTENIMIENTOS GALVÁNICOS

GALVANICOS	EQUIPO	Fre.	2011												2012				
			ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY
Tablero Control Temperatura	12					10													
Dosificador Abrillantador Metal	12													9					
Equipo Ultrasonido	5																		
Equipo Ultrasonido	5																		
Extractor Centrífugo 3	3			14			3			20				26					
Extractor Centrífugo 4	3			15			23			21				23					
Filtro 2200 Niquel Brillante	3		24				29						21						
Filtro 0620 Cobre acido	2		23							5		3		21					
Filtro 0620 Cobre alcalino	3		10						19					27					
Motorreductor Satin	12							5											
Rectificador Desengrase	2		23				6						6						
Rectificador Cobre Alcalino	4						4								0				
Rectificador Niquel STAND-BY	3									24					0				
Rectificador Cromo	2		23				5					2			0				
Rectificador Niquel	2		23												0				
Rectificador de Corriente (Stand by)	6									24									
Rectificador Desplaque	2		23				16				13			15					
Rectificador Satin - Dorado	4		28						28				8						
Rectificador Cobre - Acido	4		23								20				0				
Bomba de Doble Diafragma	12									9									
Tablero Control Temperatura	12			8						10		21							
Tablero Eléctrico	12									validar									
Dosificador Abrillantador Cobre-Acido No. 4	6		8							4									
Dosificador Niquel Brillante No. 2 y 3	6			9						3					0				
Dosificador Niquel Brillante No. 1	6		4							3					0				
Dosificador Cobre-Acido No. 3	6		7								10								
Dosificador Cobre-Acido No. 1	6								7					16					
Dosificador Cobre-Acido No. 2	6		7							10									
Extractor Axial 1	6																		
Extractor Axial 2	6							16											
Extractor Centrífugo N-1	4		13		12					8			v	20					
Extractor Centrífugo Rama 3	4							1					20	12					
Extractor Centrífugo N-2	4						31						v	14					
Extractor Centrífugo Rama 4	3		21					24				20	v	v					
Filtro 2200 Niquel brillante No. 2	3			16			9			2				7					
Filtro 2500 Cobre acido No. 3	2		20		11		10		14		15		18	0					
Filtro Niquel Brillante N-2	3			4				2				5							
Filtro 2500 Niquel brillante No. 1	3		21				11			16			17						
Filtro Niquel Químico	3							4				6	9						
Filtro 0620 Niquel Satin	3											4							
Filtro 0620 Acelerador	3		3				25			1				0					
Filtro 2500 Cobre acido No. 1	2		14		5				22				16	0					
Filtro 2500 Cobre acido No. 2	2		19		8		19		21		8		28						
Filtro 2200 Niquel Brillante No. 3	2												25						
Filtro 2500 Cobre acido No. 4	2		8				6			17		11		0					
Filtro Recupero (Torre de carbon activado)	12				25			7											
Horno de Presecado	6		27							19				0					
Horno Gancheras	6																		
Motorreductor Catalizador	7			3									29						
Motorreductor Niquel Químico	7			7								3							
Rectificador Cromo 1	3		9						1			25		0					
Rectificador Cromo 2	3		1									26		0					
Rectificador Niquel 3	2		11		10				12		19			0					
Rectificador Niquel 1	2		12				4			12			15	0					
Rectificador Desplaque Soda	4												6						
Rectificador Vasos Porosos	4		20				13				14			0					
Rectificador Cromo 3	3		2									18		0					
Rectificador Niquel 2	2		28				14		27		7		23	0					
Rectificar Cromo 4	3												6						
Rectificador Cobre 3 - 4	3							12				2		0					
Rectificador Cobre 1 - 2	3		8					26				17		0					
Equipo Soplador 10HP No. 1	3		26					20					20	v					
Equipo Soplador 15HP	3		25					14				14							
Equipo Soplador 10HP No. 2	3			11				17			26			4					

Analisis de vibraciones
27/12/11

ANEXO E – HISTORIAL MANTENIMIENTOS PLANTA STREI

ZONA	EQUIPO	2011					
		JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
HOMOGENIZACION (Deposito Aguas Residuales)	BOMBA DE EFLUENTES CRÓMICOS . GOULDS PUMPS			20		3	
	BOMBA DOSIFICADORA SULFITO DE SODIO. MILTON ROY						14
	BOMBA DOSIFICADORA ÁCIDO SULFÚRICO. MILTON ROY						
	AGITADOR TANQUE REDUCCIÓN CROMO SIEMENS			4			
	BOMBA TRANSFERENCIA SERFILCO No. 1					4	
	BOMBA TRANSFERENCIA BALDOR No. 2					8	
FILTRO PRENSA	MOTOR FILTRO PRENSA						
	BOMBA M8 WILDEN						
	EQUIPO SOPLADOR		3				
	BOMBA SUMERGIBLE No. 1				20		
	BOMBA SUMERGIBLE No. 2						
	BOMBA 350 MICRO SIMENS GOULDS PUMPS				25		
	BOMBA R 02 GOULDS PUMPS			28			
	BOMBA				27		
FILTRO PRENSA (Agua Clorificadora)	BOMBA STAND BYE GOULDS PUMPS				31		
	BOMBA DE ALCANTARILLADO PATOS No. 1 I H M						
REACCION TANQUE CAL PRETRATAMIENTO	BOMBA DE ALCANTARILLADO PATOS No. 2 HIDRAL						
	AGITADOR TANQUE PRETRAT. BRAWN / BALDOR	6					
	BOMBA PRETRATAMIENTO GOULDS PUMPS No. 1						
	AGITADOR T. CAL BRAWN / BALDOR						14
	BOMBA wilden cal			19			
	BOMBA MILTON ROY ANTIESCALANTE				6		
	BOMBA MILTON ROY SULFATO FERROSO	8					
	AGITADOR T. REACCIÓN No. 1 BRAWN / BALDOR		19				
	AGITADOR T. REACCIÓN No. 2BRAWN / BALDOR			5			
	BOMBA MILTON ROY SODA CAUSTICA					29	
MEMTEK	AGITADOR TANQUE CARBONATO DE SODIO SIEMENS						
	BOMBA NEUMÁTICA GRACO T. CARBONATO DE SODIO						
OSMO	BOMBA GOULDS PUMPS					V	v
	BOMBA ARO CONCENTRACIÓN DE LODOS						
TORRES DE ENFRIAMIENTO	EQUIPO DE LAVADO PARA MEMBRANAS DE OSMOSIS			24			
	BOMBA ALTA PRESIÓN 1ra ETAPA					V	v
	BOMBA ALTA PRESIÓN 2da ETAPA						v
	BOMBA LÍNEA CINCINNATI No. 1					V	v
	BOMBA LÍNEA CINCINNATI No. 2	15		22			v
	BOMBA LÍNEA REED PRENTICE / CINCINNATI No. 3	16				V	v
	BOMBA LÍNEA JON WAI INY 45-46 No. 6		24			V	4
	BOMBA LÍNEA CINCINNATI No. 7		9			V	v
	BOMBA LÍNEA JON WAI INY 45-46 No. 8		23			V	v
	MOTOR VENTILADOR TORRE No. 1 MUEBLE PLÁSTICO						v
	BOMBA DOSIFICADORA			15			
	BOMBA ENFRIAMIENTO LÍNEA COMERCIAL No. 1						
	MOTOR VENTILADOR TORRE No. 3 LÍNEA COMERCIAL						6
	MOTOR VENTILADOR TORRE No. 4 LÍNEA COMERCIAL						
AGUA INDUSTRIAL	BOMBA FILTRACIÓN No.1				13		7
	BOMBA SERVICIOS GENERALES. No.1				25		
	BOMBA SERVICIOS GENERALES. No.2	13			26		
	BOMBA HIDRONEUMÁTICA No.1	13					
	BOMBA HIDRONEUMÁTICA No.2			12			
SISTEMA CONTRA INCENDIO	Bomba No. 1					11	
	Bomba No. 2					11	
	Bomba No. 3					29	
CASINO	Bomba Casino No. 1		25				
	Bomba Casino No. 2						

FRECUENCIA
3
4
5
6
8
9
10
12
validar frecuencia
programado no se hizo

7 Jul 7 Ago 9 Sep 10 Oct 7 Nov 5 Dic

ANEXO F – HISTORIAL MANTENIMIENTOS INYECTORA 15

				PROGRAMACION ANUAL DE MANTENIMIENTO											
INYECTORA CINCINNATI MILACRON T150 / 456-015															
SEGMENTACIÓN	COMPONENTE	FREC	TIEMPO ESTIMADO	2011											
				MES	HORAS	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	
					DIA	10			6		8			4	
ZONA DE INYECCIÓN	Resistencias	6	2							X					
	Termocuplas-Calibración	6	3	X						X					
	Termocuplas	3	2	X						X					
	Guías de deslizamiento lineal	6	2				X								
	Cuello del barril	3	4				X		X						
	Tornillo	6	4												
	Boquilla			X							10				
ZONA DE PRENSA	Placas fija y móvil	12	2	X			X			X					
	Patines y columnas de desplazamiento	6	2	X			X			X					
	Rodilleras	6	1	X			X			X					
	Sistema de altura de molde	6	1	X			X								
	Flautas de agua de refrigeracion	6	2				X								
	Flautas de Core-Pull	6	2				X								
	Pistón de expulsion	6	2	X						X					
	Pistón de prensa	6	2							X					
	Nivelación Máquina	12	1	X											
SISTEMA HIDRAULICO	Nivel y estado del aceite hidráulico	6	2				X			X					
	Intercambiador de calor	6	4	X						X					
	Tanque de aceite	6	6				X			X					
	Servovalvula	3	1				X								
	Bloque de válvulas Distribución Principal	12	4												
	Bloque de válvulas Motor Hidraulico	12	4												
	Bloque de válvulas Piston Hidraulico	12	4												
	Bloque de válvulas Inyección	12	4	X											
	Bloque de válvulas Altura Molde	12	4												
	Bloque de válvulas Expulsión	12	4				X								
	Bloque de válvulas Core-Pull	12	4												
	Bloque de válvulas Prensa	12	4												
	Calibración de presiones	12	4							X					
ZONA ELÉCTRICA	Potenciómetros (Prensa-Inyección-Expulsión)	6	3	X			X			X					
	Zona de control-Tarjetas	2	3	X			X			X					
	Zona de control-Tablero eléctrico	1	2	X			X			X					
	Micros Switch-Sensores	4	3	X			X			X					
EQUIPOS AUXILIARES	Elevador de material	6	2	X											
	Calibracion Manómetros Calentador	6	3	X						X					
	Calentador	4	3	X						X					

ANEXO G – HISTORIAL MANTENIMIENTOS CALENTADORES

CODIGO CALENTADOR	Iny.	2011			2012			
		OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	
126-039	4	9						126-004 Duchas Iny. 28
126-005	5	11						126-005 Asientos Iny. 5
	8				16			126-034 Lavamanos Iny. 35
	9		29					126-038 Asientos Iny. 41
126-015	10		6		2			126-040 Stand-by Taller
126-043	11			10				126-041 Duchas Iny. 20
126-053	13	2		11				126-043 Herrajes Iny. 10
126-009	14	19		27				126-044 Lavaplatos Iny. 39
	15			4				126-045 Accesorios Iny. 38
	16							126-046 Lavamanos Iny. 36
126-035	17	1		6				126-047 Herrajes Iny. 9
	18			12				126-048 Accesorios Iny. 48
126-036	19		20					126-050 Herrajes Iny. 50
126-041	20	2						126-051 Herrajes Iny. 49
126-042	21	6		5				
126-016	22		22					
126-020	23	3		28				126-052 Lavaplatos Iny. 51
126-025	24		15					126-053 Lavamanos Iny. 13
	25							126-054 Lavamanos Iny. 30
126-012	26	9						126-055 Asientos Iny. 42
	27							126-056 Asientos Iny. 43
126-040	28	23						126-057 Herrajes Iny. 47
126-026	29	24						126-058 Lavamanos Iny. 32
	30		23					126-059 Lavamanos Iny. 31
126-059	31	30						126-060 Lavamanos Iny. 13
	32		29					126-061 Lavamanos Iny. 34
126-007	33	5		7				126-062 Asientos Iny. 5
126-061	34		12					
126-032	35	25		26				
126-046	36	29						
126-011	37	10	8	13				
126-045	38	11		25				
	39		26					
	40							
	41							
126-055	42	23						FM mtto, inspeccion, limpieza cambio de valvula de descarga
126-056	43				1			
126-014	44	8		24				
126-028	45	17		14				
126-062	46	11						
126-057	47	31						
126-048	48		7	31				
126-051	49			27				
	50			14				
126-052	51		13		4			
126-001	SB1	29						
126-004	SB2	23						
126-034	SB3		1					
TOTAL		24	13	17	4	0	0	

inscrito en EAM
Cambio en preventivo
Cambio en servicios

ANEXO H – LISTA DE CHEQUEO OCTUBRE INYECTORA 15

		LISTA DE CHEQUEO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO													
		INYECTORA CINCINNATI MILACRON T 150 / 456-015													
Responsable O.T.: JORGE LOPEZ		IDADEO DE LA MAQU:		TECNICO LIDER: JORGE LOPEZ											
Técnico de mtto: JORGE LOPEZ		SI NO		WILSON CAMPOS / JeM											
Fecha de realización: 04 DE OCTUBRE DE 2011		Turno: 2		P: Planeada FABIO MARTINEZ											
Fecha ultimo mtto: 08 DE JULIO DE 2011				E: Ejecutada CARLOS RAMOS											
SEGMENTACIÓN	COMPONENTE	FREC MES	TIEMPO ESTIMADO HORAS	TIEMPO REAL HORAS	OCT	ACTIVIDAD								RESPONSABLES	
						Inspección		Limpieza		Ajuste		Cambio			
ZONA DE INYECCIÓN	Resistencias	6	1												
	Termocuplas-Calibración	6	3												
	Termocuplas	3	1		X	X								Jorge Lopez	
	Guías de deslizamiento lineal	6	1												
	Cuello del barril	3	2		X	X		X		X				Carlos Ramos	
	Tornillo	12	5												
	Boquilla	12	2												
	Manómetros-Calibración	6	1												
ZONA DE PRENSA	Placas fija y móvil	12	4		X	X		X		X				Jeisson Morales	
	Patines y columnas de desplazamiento	4	2		X	X		X		X				Wilson Campos	
	Rodilleras	4	3		X	X		X		X				Jeisson Morales / Wilson Campos	
	Sistema de Altura de molde	6	2		X	X		X		X				Jeisson Morales / Wilson Campos	
	Flautas de agua de refrigeracion	6	2		X	X		X						Carlos Ramos	
	Flautas de Core-Pull	6	2												
	Pistón de expulsión	6	1												
	Pistón de prensa	6	2												
SISTEMA LUBRICACIÓN ZONA PRENSA	Nivelación de la máquina	12	4												
	Racores, mangueras, acoples	6	2		X	X		X		X		X		Jeisson Morales / Wilson Campos	
SISTEMA HIDRAULICO	Biyur	6	4		X							X		Jorge Lopez	
	Nivel y estado del aceite hidráulico	6	1		X	X								Jeisson Morales	
	Intercambiador de calor	6	2		X	X		X		X				Carlos Ramos	
	Tanque de aceite	6	6												
	Bomba Hidraulica	12	4		X	X		X						Carlos Ramos	
	Servovalvula	3	1		X	X		X		X				Jeisson Morales / Wilson Campos	
	Bloque de valvulas Distribución Principal	12	4												
	Bloque de valvulas Motor Hidraulico	12	4												
	Bloque de valvulas Piston Hidraulico	12	4												
	Bloque de válvulas Inyección	12	4												
	Bloque de válvulas Altura Molde	12	4												
	Bloque de válvulas Expulsión	12	4												
	Bloque de válvulas Core-Pull	12	4												
	Bloque de válvulas Prensa	12	4												
	Calibración de presiones	3	1												
ZONA ELÉCTRICA	Potenciómetros (Prensa-Inyección-Expulsión)	6	2		X	X		X		X				Jorge Lopez	
	Zona de control (Tarjetas)	3	2		X	X		X		X				Jorge Lopez	
	Zona de control (Tablero eléctrico)	1	2		X	X		X		X				Jorge Lopez	
	Micros Swich-Sensores	3	2		X	X		X		X				Jorge Lopez	
	Motor de la bomba hidráulica	12	8												
EQUIPOS AUXILIARES	Elevador de material	6	2		X	X		X		X				Fabio Martinez	
	Calentador	4	6		X	X		X		X				Fabio Martinez	
		TAREAS PROGRAMADAS				TAREAS EJECUTADAS									
		TIEMPO TOTAL				TIEMPO REAL TOTAL									

OBSERVACIONES DEL MANTENIMIENTO			
Pendiente	Descripción		Tec.
1	Revision estado de la cadena de altura de molde		FM
2	Revision y cambio (dependiendo del estado) del potenciómetro de prensa. (ED-Simet)		JL
3	Cambio del ventilador de refrigeración del gabinete eléctrico de 8" a 6" a 110V		JL
4	Cambiar biyur del sistema		JL
5	Cambiar pulsador del start del elevador		FM
6	Cambiar bolsa de lona del elevador		FM
ACTIVIDADES PENDIENTES PARA EL PROXIMO MANTENIMIENTO (Tambien observaciones de metrologia)			
1			
2			
3			
REPUESTOS REQUERIDOS PARA EL PROXIMO MANTENIMIENTO			
ZONA	Componente	Referencia del repuesto	Cantidad
GESTIÓN DE TARJETAS ROJAS			
No. Tarjeta	Descripción		Tec.
2	soporte de lubricación de las mangueras suelto		WC / JeM
9	no lubrica zona de prensa		WC / JeM
11	Manguera protectora de cables de la unid. hidraulica rota posible corto o choque eléctrico		JL
12	cables sueltos de la unidad hidraulica posible choque eléctrico		JL
13	fuga de agua en las flautas		CR
16	cable enroscado atravesado entre las dos maquinas posible caída		JL
17	ruido insoportable de enroscador posible daño auditivo		JL
19	sensor dañado desconectado por fibra optica rebentada		JL
20	tapa de controles de mando desajustada		JL
POR FAVOR RESPONDA ESTAS PREGUNTAS CON EL PERSONAL DE AUTÓNOMO			
Se realizo cerramiento del area de trabajo? Se realizo candado?	SI	NO	
Se realizaron todas las actividades asignadas en la lista de chequeo?	SI	NO	
Se hizo entrega oficial del equipo, este quedo en condiciones operativas?	SI	NO	
Quedaron Instalados los elementos de seguridad o medidas de proteccion? (Micros, Guardas, Paros de Emergencia, Chapas, Acrilicos, etc?)	SI	NO	
Existe algun riesgo o anomalia que sea necesario corregir en el equipo o alrededor?	SI	NO	
Se detectaron actividades nuevas que se deban incluir en el estandar de mantenimiento planeado y lista de chequeo?	SI	NO	
Se reviso el nivel de aceite de la unidad hidraulica y del biyur? (Para los que aplique)	SI	NO	
Se observa que los elementos de lubricacion esten en condiciones estables de trabajo y que la lubricacion es optima? Se realizo la ruta de lubricación?	SI	NO	
El area de trabajo queda en condiciones optimas de aseo? (Libre de grasa, estopa, wipall, agua, entre otros)	SI	NO	
Técnico:	Personal Autónomo:	Multiplicador:	Fecha:

ANEXO I – METODOLOGÍA ANÁLISIS DE CRITICIDAD

	Preparó: Diego Alexander daza Portilla	Fecha: 01/12/11	No.
	Revisó: Jorge Morales		
	Clasificación:	☐ Conocimiento básico	☒ Casos de mejoramiento
Tema:		Análisis de Criticidad	

Objetivo: Conocer la metodología para determinar la criticidad de un equipo dentro de planta. Este análisis permite priorizar equipos y áreas de la planta en función del impacto global para facilitar la toma de decisiones.

Establecer los criterios de Evaluación

Selección del método

Aplicación del Procedimiento

Tabla de Equipos Criticos

MBT y frecuencia de falla

Tiempo de MBT y tiempo promedio de reparar MTTR

Impacto sobre la producción

Impacto Ambiental

Costos por MBT y ME

Criterios de Evaluación

Impacto en la Satisfacción al cliente

Impacto en salud y Seguridad Personal

MBT y frecuencia de falla

No más de 1 por año	1
Entre 2 y 15 por año	2
Entre 16 y 30 por año	3
Entre 31 y 50 por año	4
Más de 50 por años	5

Costos por MBT y ME

Menos de 3 millones	3
Entre 3 y 15 Millones	5
Entre 15 y 35 Millones	10
Más de 35 Millones	25

Impacto en salud y Seguridad Personal

No origina heridas ni lesiones	0
Lesiones ó heridas leves no incapacitantes	5
Lesiones ó heridas graves, incapacidad temporal entre 1 y 30 días	10
Lesiones con incapacidad superiores a 30 días o incapacidad permanente	25

Tiempo de MBT y tiempo promedio de reparar MTTR

Menos de 4 horas	1
Entre 4 y 8 horas	2
Entre 8 y 24 horas	3
Entre 24 y 48 horas	4
Más de 48 horas	5

Impacto Ambiental

No origina ningún impacto	0
Contaminación ambiental baja, impacto sobre espacio reducido en planta	5
Contaminación ambiental moderada, no rebasa los límites de la planta	10
Contaminación ambiental alta, incumplimientos de normas, quejas de la comunidad	25

Impacto en la Satisfacción al cliente

No ocasiona pérdidas económicas en otras áreas de la planta	0
Pérdidas económicas hasta 5 SMM.V	5
Pérdidas económicas entre 5 y 25 SMM.V	10
Pérdidas económicas mayores a 25 SMM.V	20

Impacto sobre la producción

No afecta la producción	0,05F
25% de impacto	0,3F
50% de impacto	0,5F
75% de impacto	0,8F
La afecta totalmente	1F

Selección del Método

ANEXO J – APLICACIÓN ANÁLISIS DE CRITICIDAD

	Preparó: Diego Alexander daza Portilla	Fecha: 01/12/11	No.
	Revisó: Jorge Morales		
	Clasificación:	☐ Conocimiento básico	☒ Casos de mejoramiento
Tema:		Análisis de Criticidad	

Objetivo: Conocer la metodología para determinar la criticidad de un equipo dentro de planta. Este análisis permite priorizar equipos y áreas de la planta en función del impacto global para facilitar la toma de decisiones.

Aplicación del metodo

Criticidad= Total(MBT y Frecuencia de falla) x consecuencia
MBT y Frecuencia de falla=1
Consecuencia=a+b
a=3+5+6+7 b=4*2

Parámetro	Repuesta	Puntaje
MBT y Frecuencia de falla	Entre 2 y 15 por año	2
Tiempo MBT y MTTR	Más de 48 horas	5
Impacto sobre la producción	50% del impacto	3
Costos por MBT y ME	Menos de 3 millones	3
Impacto Ambiental	Contaminación baja	5
Impacto salud personal	Lesiones o herinas NO incapacitantes	5
Impacto satisfacción del cliente	Perdidas entre 5 y 25 SMMLV	10

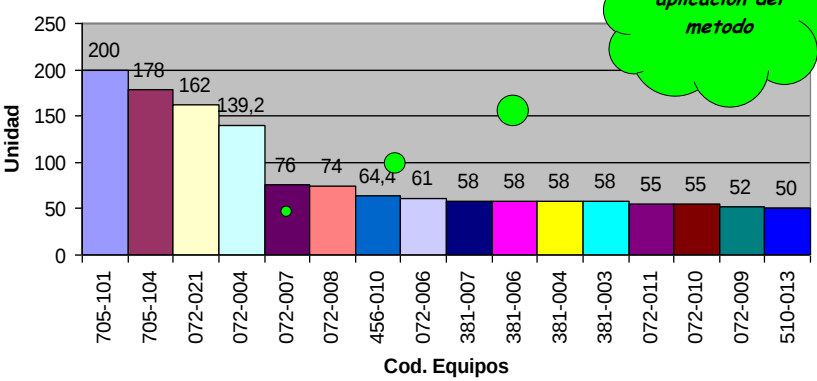
MBT y Frecuencia de falla=2

a=3+5+5+10 b=3*5

Criticidad= 2*(23+15)
Criticidad=76

Tomado de:
<http://www.monografias.com/trabajos-pdf/sistema-mantenimiento/sistema-mantenimiento.pdf>

Equipos Criticos de la Planta



Cod. Equipos	Unidad
705-101	200
705-104	178
072-021	162
072-004	139,2
072-007	76
072-008	74
456-010	64,4
072-006	61
381-007	58
381-006	58
381-004	58
381-003	58
072-011	55
072-010	55
072-009	52
510-013	50

Minifabrica	Cod.	Equipo	Criticidad
Cromado plastico	705-101	Equipo Soplador 10HP No. 1	200
Cromado plastico	705-104	Equipo Soplador 10HP No. 2	178
P. Strei (Memtek)	072-021	BOMBA GOULDS PUMPS	162
P. Strei (Osmosis Inversa)	072-004	BOMBA ALTA PRESIÓN 1ra ETAPA	139,2
P. Strei (Torres enfriamiento)	072-007	BOMBA LÍNEA CINCINNATI No. 2	76
P. Strei (Torres enfriamiento)	072-008	BOMBA LÍNEA REED PRENTICE / CINCINNATI No. 3	74
Herrajes	456-010	inyectora No. 10	64,4
P. Strei (Torres enfriamiento)	072-006	BOMBA LÍNEA CINCINNATI No. 1	61
Cromado plastico	381-007	Extractor Centrifugo Rama 4	58
Cromado plastico	381-006	Extractor Centrifugo N-2	58
Cromado plastico	381-004	Extractor Centrifugo Rama 3	58
Cromado plastico	381-003	Extractor Centrifugo N-1	58
P. Strei (Torres enfriamiento)	072-011	BOMBA LÍNEA JON WAI INY 45-46 No. 8	55
P. Strei (Torres enfriamiento)	072-010	BOMBA LÍNEA CINCINNATI No. 7	55
P. Strei (Torres enfriamiento)	072-009	BOMBA LÍNEA JON WAI INY 45-46 No. 6	52
Asientos & Herrajes	510-013	Molino Nelmor	50

ANEXO K – INSTALACIÓN SENSORES ANÁLISIS DE VIBRACIONES

	Preparó: Diego Alexander Daza Portilla		Fecha: 01/12/11	No.
	Revisó: Jorge Morales			
	Clasificación:	☐ Conocimiento básico	☒ Casos de mejoramiento	☐ Casos de problemas
Tema:		Análisis de Vibraciones		

Objetivo: Conocer el procedimiento para realizar la toma de datos para el analisis de vibraciones.

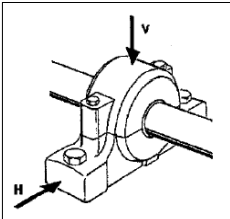
Obtención de Datos

Ficha técnica y aplicación del equipo

Selección parametros de medición

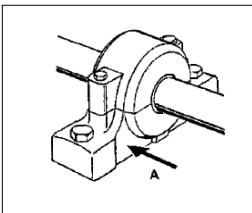
Desplazamiento
Velocidad
Aceleración
Energía de impulsos

Vibración Radial



Determinar posición y dirección de la medida

Vibración Axial



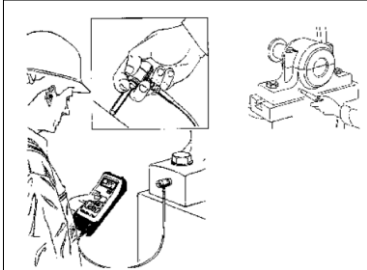
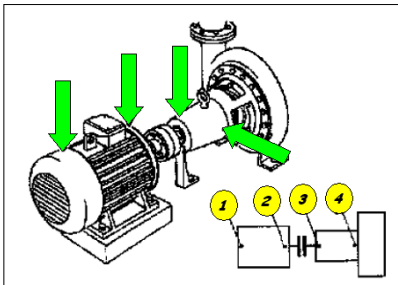
Determinación datos requeridos

Valores de magnitud total
Espectros de frecuencias Amplitud vs. Frecuencias
Picos de energía en rodamientos
Problemas de cavitación

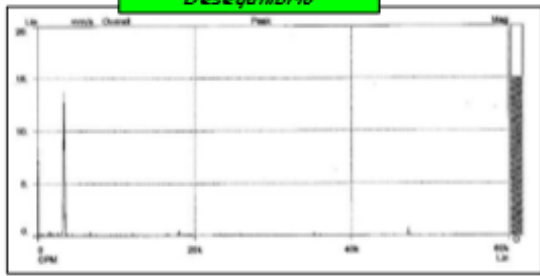
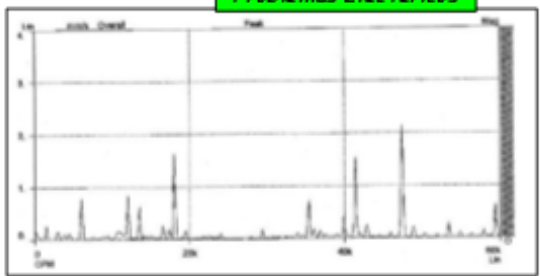
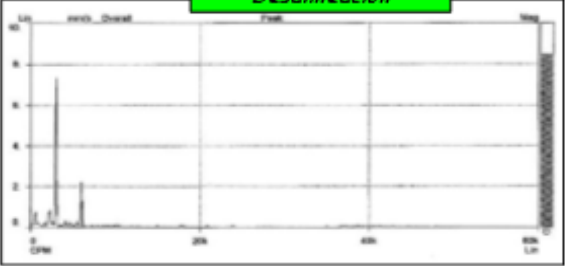
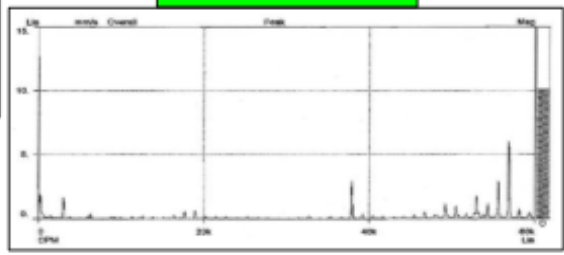
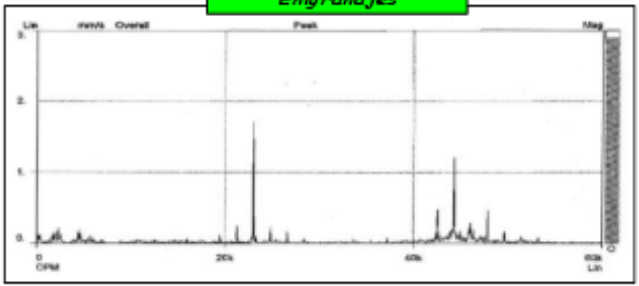
Indican el tipo de problema existente en el equipo

Selección de elemento de medición y transductores

Toma de datos

ANEXO L – ESPECTROS ANÁLISIS DE VIBRACIONES

	Propio: <i>Diego Alexander Deza Portillo</i>		Fecha: <i>01/12/11</i>	No.	
	Revisó: <i>Jorge Morales</i>				
	Clasificación:	☐ Conocimiento Básico	☒ Casos de mejoramiento	☐ Casos de problemas	
	Tema: Análisis de Vibraciones				
Objetivo: Conocer los espectros arrojados por la toma de datos, interpretando cada uno de estos para así poder identificar la causa de la vibración y dar un diagnóstico preciso del equipo					
Desequilibrio  Problemas Eléctricos  Desalineación  Rodamientos  Embragues 					

ANEXO M – ANÁLISIS DE VIBRACIONES

	Preparó: Diego Alexander Daza Portilla		Fecha: 01/12/11	No.
	Revisó: Jorge Morales			
	Clasificación:	☐ Conocimiento básico	☒ Casos de mejoramiento	☐ Casos de problemas
	Tema: Análisis de Vibraciones			

Objetivo: Poner en practica la metodologia realiza para la toma de datos y realizar un diagnositico del equipo basado en los resultados de estos.

705-101			
Rodamiento Lado libre motor	Sensor Horizontal	mm /seg	7,17
		G's Pk to Px	0,29
		G's demodulación	0,13
Rodamiento Lado acople Motor	Sensor Vertical	mm /seg	11,99
		mm /seg	4,74
		G's Pk to Px	0,24
Rodamiento Lado acople Motor	Sensor Horizontal	G's demodulación	0,14
		Sensor Vertical	mm /seg

FFT: Velocidad oscilante: Inyección --> 705-101 --> 705-101motor --> 1V --> ISO 10816 /

Sólo cursor base (P)
X: 3,525,165 RPM
Y: 14,753 mm/s

Informaciones
Fecha/Hora: 22/11/2011 09:38:20 a.m.
Tasa de muestreo: 2560,12 [SPS]
Factor de escala: 0,00
Revoluciones: 3.450,000 RPM
57,500 Hz



Espectro de vibración del 705-101 de alta amplitud

Observaciones: Equipo presenta niveles altos de vibración

Recomendaciones: Revisar ajuste de los pernos de la base del equipo, realizar balanceo al equipo.

ANEXO N – RESULTADOS RESPECTO 6 M's

 OPL - Lección de un Punto	Preparó: Diego Alexander Daza Portilla		Fecha: 01/12/11		No.
	Revisó: Jorge Morales				
	Clasificación:	☐ Conocimiento básico	☒ Casos de mejoramiento	☐ Casos de problemas	
Tema:		Análisis de Vibraciones			

Objetivo: Conocer el procedimiento para realizar la toma de datos para el analisis de vibraciones.

ANTES									
Frecuencia Paro Maquina									
Cod.	Preventivo	Tiempo real	Costo	Falla	Tiempo real	Costo	Tiempo Total Paro	Dias	Costo Año
705-101	5	80	641500	1	72	2002000	152	6,3	2643500
DESPUES									
Frecuencia Paro Maquina									
Cod.	Preventivo	Tiempo real	Costo	Falla	Tiempo real	Costo	Tiempo Total Paro	Dias	Costo Año
705-101	3	48	384900	0	0	0	48	2,0	384900
Brecha (Reduccion Costos y averias)									
Cod.	Preventivo	Tiempo	Costo	Falla	Tiempo real	Costo	Tiempo Total Paro	Dias	Costo Año
705-101	2	32	256600	1	72	2002000	104	4,3	\$ 2 258 600

<i>Disminucion frecuencia de Mto.</i> <i>Disminucion en los tiempos ejecución MP</i> <i>Disminucion en los tiempos ejecución</i> <i>Disminucion de tiempos extras</i> <i>Mantenimientos de calidad, se dejan las practicas pobres</i> <i>Mejora la Gestion del personal de MP</i> Mano de obra	<i>Implementación MBC</i> <i>Disminucion frecuencia de Mto.</i> <i>Inspección y análisis por vibraciones</i> <i>Disminucion de OT</i> <i>Reparaciones eficientes, seguimiento a los elementos nuevos</i> <i>Reduce el MBT se puede tomar innecesario y costoso</i> <i>Mejora la planeación y programas de Mantenimiento</i> Metodos	<i>Aumentar disponibilidad del equipo</i> <i>Aumentar la vida útil de los elementos</i> <i>Reducción en inventario de partes repuestos</i> <i>Incremento en la capacidad de producción</i> <i>Aumenta grado confiabilidad de la maquina</i> Máquinas
Material <i>Reduce la materia prima por paros de maquina</i> <i>Optimizar la vida útil del elemento</i> <i>Reducción de costos por paros inesperados</i> <i>Reducción de costos de repuestos</i>	Medición o Inspección <i>Mejorar la condicion de seguridad del tecnico</i> <i>Disminucion del consumo energetico del equipo</i> <i>Disminucion en los costos de mantenimiento</i>	Medio Ambiente <i>Reduccion en desechos</i> <i>Reduccion de papeleria en OT</i>

Incrementar la eficiencia Planta

Reducción de costos

ANEXO O – DETECCIÓN CAÍDA DE PIEZAS INYECTORA 48

	Preparó: Diego Alexander Daza Portilla		Fecha: 04 de noviembre de 2011	No.
	Revisó: Jorge Enrique Morales Sáenz			
	Clasificación:	☐ Conocimiento básico	☒ Casos de mejoramiento	☐ Casos de problemas
	Tema:		Detección de caída de piezas	

OBJETIVO: Dar a conocer el sistema instalado para protección de molde en la inyectora 48

El detector de caída de piezas en la inyectora 47 se instaló como una protección adicional a la estándar e inteligente para el molde en los casos de cierre sin expulsión de la pieza, evitando al mismo tiempo esfuerzos innecesarios a la máquina.

Solamente funciona cuando la máquina tiene modo de operación:
AUTOMÁTICO

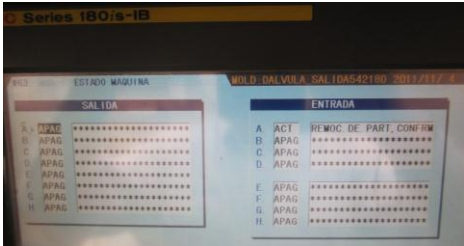


Ubicación del sensor y espejo

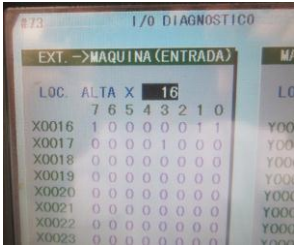
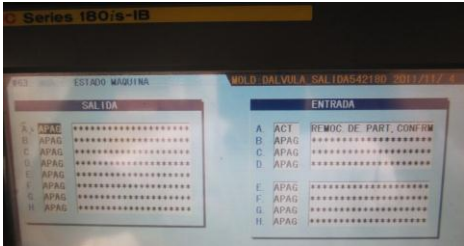


Este sistema por medio de un sensor óptico verifica la caída en el tobogán de la pieza antes de cerrar la prensa para iniciar otro ciclo de inyección.

La activación o desactivación del sistema puede ser hecha en el menú 61 dando un leve toque sobre la opción uso o no uso respectivamente.



El menú 63 permite la activación del direccionamiento de la señal del sensor a la entrada 16-7, permanece activada siempre, inclusive si la detección no se esta usando.



El menú 73 permite monitorear eléctricamente la señal del sensor direccionada a la entrada 16-7

ANEXO P – CONECTOR PRESIÓN SERVO VÁLVULA MOOG

	Preparó: Diego Alexander Daza Portilla		Fecha: 16 de noviembre de 2011		No.	
	Revisó: Jorge Enrique Morales Sáenz					
	Clasificación:	☐ Conocimiento básico	☒ Casos de mejoramiento	☐ Casos de problemas		
	Tema:		Cambio Conector Presión Servo Válvula MOOG			

OBJETIVO: Dar a conocer la información relacionada con el cambio de conectores de 6 y 7 polos de la servo válvula principal en las inyectoras Arburg.

Conector: es un dispositivo que funciona como interfaz, generalmente están compuestos de un enchufe (macho) y una base (hembra).



Criterios De Homologación

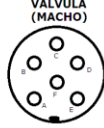
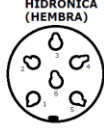
Costo



Señores:
COLCERAMICA S.A.
Planta Grifería
Ing. Jorge Morales

CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	VALOR	
		UNITARIO	TOTAL
2	Conector Macho chasis _BEE_ JRC16BR-7P MARCA:Hirose Electric	\$ 90.000	\$ 180.000
2	Conector Hembra aereo _BEE_ JRC16BP-7S MARCA:Hirose Electric	\$ 90.000	\$ 180.000
2	Juego Macho - Hembra chasis _BEE_ BNC-7S, BNC-6 <i>nota: incluye servicio de instalacion</i>	\$ 120.000	\$ 240.000
		SUB TOTAL	\$ 600.000
		IIVA	\$ 96.000
		TOTAL	\$ 696.000

Compatibilidad



1 → E +15 V
2 → B ACTUAL PRESSURE
3 → F SET POINT PRESSURE
4 → A GRIS
5 → D -15 V
6 → C GND (TIERRA)

Bogota, 04/Abr/2011

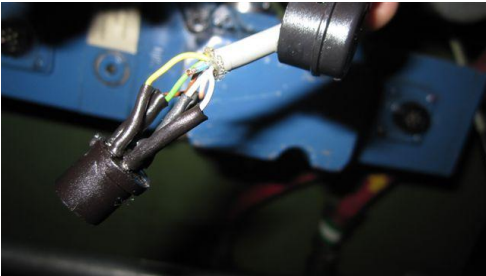
Señores:
COLCERAMICA S.A.
FUNZA
Atención: ING. JORGE MORALES

Ref. OFERTA DE REPUESTOS ARBURG
MAQUINA: 148633 [INVECTORA - 320 210 500ARBURG]

Item	Referencia	Descripcion	Cant.	Vir/Unit	Total
1		REPUESTOS		EURO	EURO
2	57322	Conector 6/6, 4000	1	EURO 350,00	EURO 350,00
3	57337	Conector 7/7, 4000	1	EURO 350,00	EURO 350,00
				TOTAL:	EURO 700,00

Debido a esto se decidió hacer el cambio

Antes



Despues



ANEXO Q – INDICADOR DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO

PROGRAMACION MANTENIMIENTOS INYECCION SEPTIEMBRE 2011								
FECHA	TURNO	EQUIPO	MINIFABRICA	MANTENIMIENTO	PLANEADAS	EJECUTADAS	HORAS PLAN	HORAS EJEC
01/09/2011	2	456-034	ACC. BAÑOS	8	19	15	8	8
02/09/2011	2	456-020	DUCHAS	8	14	15	8	8
03/09/2011	2							
04/09/2011								
05/09/2011	2	456-015	HERRAJES	8	19	24	8	11,5
06/09/2011	2	456-040	ASIENTOS	16			8	
07/09/2011	2	456-040	ASIENTOS	16			8	
		456-048	ACC. BAÑOS	8	18	17	8	10
08/09/2011	2	456-016	LAVAMANOS	8	22	19	8	8
09/09/2011	2	510-013	MOLINO NEUMOP	8				
10/09/2011	2							
11/09/2011								
12/09/2011	2	456-045	ASIENTOS	8			8	
13/09/2011	2	456-008	HERRAJES	8	16	14	8	8
14/09/2011	2	456-050	HERRAJES	8	25	21	8	8
15/09/2011	2	456-024	LAVAPLATOS	8	19	18	8	8
16/09/2011	2	ACOMPAÑAMIENTOS EQUIPOS DE INYECCION / ACTUALIZACION GESTION						
17/09/2011	2							
18/09/2011								
19/09/2011	2	456-046	ASIENTOS	12	28	25	8	8
20/09/2011	2	456-026	HERRAJES	8	8	10	8	8
21/09/2011	2	456-022	DUCHAS	8	17	15	8	8
22/09/2011	2	456-025	LAVAPLATOS	8	13	11	8	8
23/09/2011	2	456-030	LAVAMANOS	8	15	14	8	8
24/09/2011	2							
25/09/2011								
26/09/2011	2	456-039	LAVAPLATOS	8	16	12	8	8
27/09/2011	2	456-049	HERRAJES	8	19	18	8	8
28/09/2011	2	456-032	LAVAMANOS	16	8	7	8	8
29/09/2011	2	456-032	LAVAMANOS	16	8	7	8	8
	2	456-009	HERRAJES	12	16	16	8	8
30/09/2011	2	456-032	LAVAMANOS	16	8	8	8	8
	2	456-047	HERRAJES	12	21	16	8	8
					329	302	184	165,5
					108,94%		89,95%	
TOTAL DEL MES					99,44%			

ANEXO R – HISTÓRICO DE INDICADORES GESTIÓN DEL MBT



EQUIPO
MANTENIMIENTO
TECNOLOGIA INYECCION
PLASTICOS

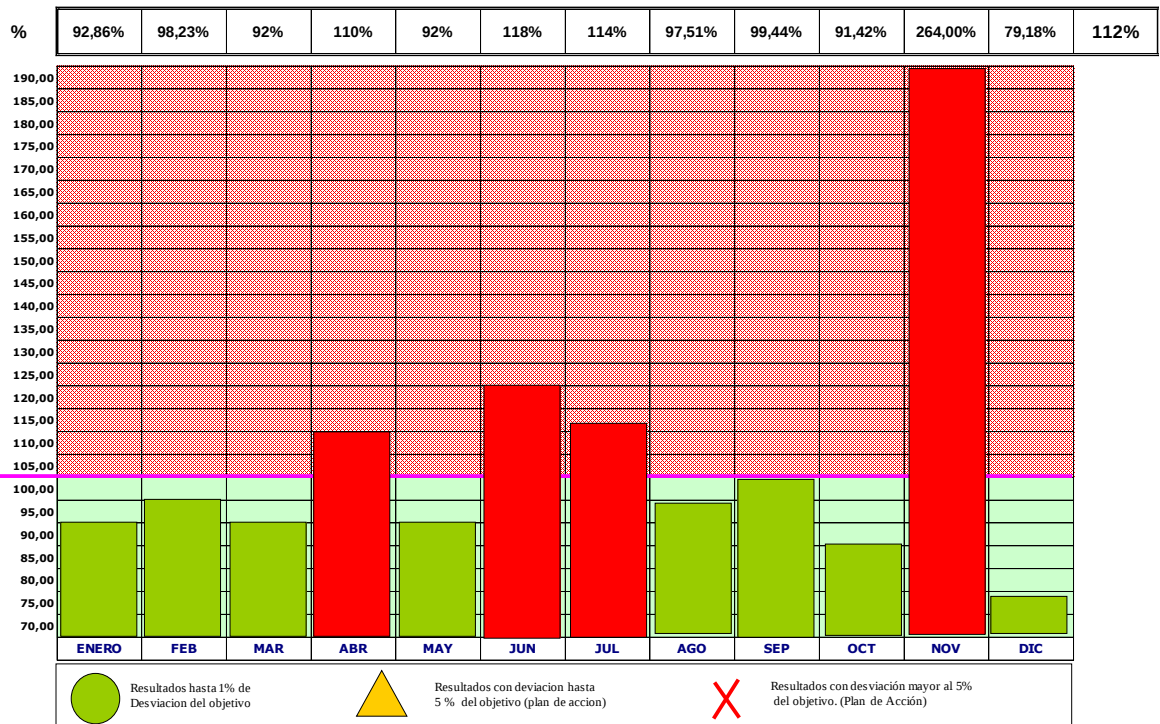
AÑO: 2011

GESTION DEL MBT
META: 100%

OPTIMIZAR LA EFICIENCIA Y LA FLEXIBILIDAD DE LOS
PROCESOS DE ENTREGA

Estado Mes:	Estado Año:

Horas de paro real Mto
Preventivos Vs Horas
Programadas Mto Preventivo



ANEXO S – HISTÓRICO DE INDICADORES DE COSTOS



Estado Mes:	Estado Año:

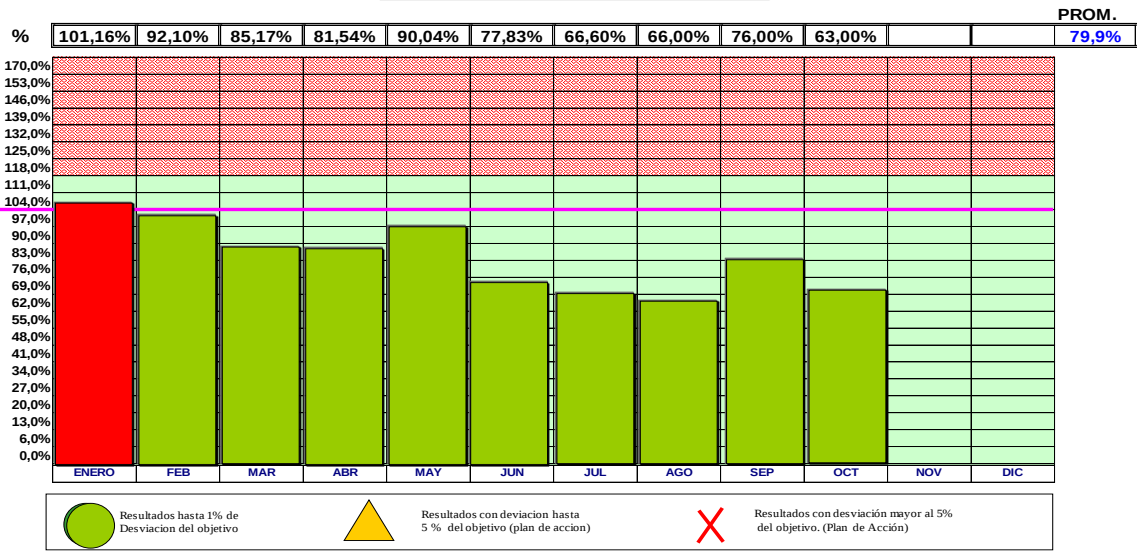
EQUIPO
MANTENIMIENTO
TECNOLOGIA INYECCION
PLASTICOS

COSTOS DE MANTENIMIENTO
META: 100%

INDICADOR
COSTOS DE MTO POR
NEGOCIO REAL vs. COSTOS
DE MTO POR NEGOCIO DPTO

AÑO: 2011

OBJETIVO ESTRATEGICO
AUMENTAR EL VALOR DEL NEGOCIO



ANEXO T – HISTÓRICO DE INDICADORES CERO AVERÍAS



Estado Mes:	Estado Año:

EQUIPO
MANTENIMIENTO
TECNOLOGIA INYECCION
PLASTICOS

CERO AVERIAS
META: 21 Averias

INDICADOR DE CERO AVERIAS QUE
INDICA NUMERO DE EVENTOS DE
MANTENIMIENTO POR PARO
NEGOCIO

AÑO: 2011

OBJETIVO ESTRATEGICO
AUMENTAR EL VALOR DEL NEGOCIO

