

Diseño e Implementación de un Sistema de Control de Mantenimiento en el Área de Producción en una Empresa Dedicada al Fraccionamiento de Productos Agroquímicos

Gisell Lizbeth Chaucalá Castro
Jorge Washington Espinoza Sandoval
Msc. Ing. Cristian Arturo Arias Ulloa
Facultad de Ingeniería Mecánica y Ciencias de la Producción
Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL)
Campus Gustavo Galindo, Km 30.5 vía Perimetral
Apartado 09-01-5863. Guayaquil-Ecuador
gislicha@espol.edu.ec
jorwespi@espol.edu.ec
caarias@espol.edu.ec

Resumen

El objetivo de la tesis fue diseñar e implementar un Sistema de Control de Mantenimiento al área de producción de una empresa dedicada al fraccionamiento de productos agroquímicos. Se definió la planificación estratégica, el diseño e implementación del cuadro de mando integral y se identificaron las iniciativas estratégicas de las cuales se implementaron 6 pilares del TPM.

Los pilares Mejora Enfocada y Formación y Entrenamiento aumentaron la eficiencia global de los equipos, desarrollaron las competencias del talento humano mediante técnicas de mejoramiento continuo para lo cual se estableció primero un plan de capacitación.

Los pilares Mantenimiento Autónomo y Mantenimiento Planificado lograron la participación del personal en las actividades de mantenimiento a través del uso de tarjeta de activos, lista de chequeo de equipos y planificación del mantenimiento.

Los pilares Mantenimiento en Áreas Administrativas y Seguridad, Salud y Medio Ambiente establecieron procedimientos para la gestión de mantenimiento y desarrollaron matrices que permitieron evaluar el impacto y probabilidad de los riesgos laborales y ambientales.

El Sistema de Control de Mantenimiento aumentó la eficiencia global de equipos al 76% y disminuyó la variación de costos operativos en 5 puntos porcentuales con respecto a los costos presupuestados.

Palabras Claves: *Sistema de Control de Mantenimiento, Cuadro de Mando Integral, TPM.*

Abstract

The thesis objective was designing and implementing a Maintenance Control System to the production area of a company dedicated to the fragmentation of agricultural chemical. Strategic planning was defined, BSC was designed and implemented and strategic initiatives were identified and 6 pillars of TPM were implemented.

The pillars Kaizen and Training increased Overall Equipment Effectiveness, also developed human skills through continuous improvement techniques and establishing a training plan.

The pillars Autonomous Maintenance and Planned Maintenance achieved staff participation in maintenance activities through using assets cards, equipment check list and maintenance planning

.The pillars TPM in Administration Areas and Safety, Health and Environment established maintenance management procedures and developed matrices that allowed them to evaluate the impact and probability of occupational and environmental hazards.

The Maintenance Control System increased the Overall Equipment Effectiveness to 76% and the variation of operating costs decreased 5 percentage points related to budgeted costs.

Keywords: *Maintenance Control System, Balanced Scorecard, TPM.*

1. Introducción

La empresa objeto de estudio se dedica al fraccionamiento y comercialización de productos agroquímicos, no presenta procedimientos para la preparación de las líneas de producción ni un control para el mantenimiento de las máquinas. Por tal motivo se opta por el diseño e implementación de un Sistema de Control de Mantenimiento al área de producción.

A través de la implementación del sistema de control de mantenimiento basado en BSC se pueden optimizar las técnicas y establecer estrategias que permitan identificar los recursos críticos dentro de un proceso productivo, implantando directrices de control y seguimiento para evitar fallas en los equipos, que pueden significar cese de las actividades y contaminación tanto a sus colaboradores y medio ambiente.

Para una empresa cuya actividad está asociada al manipuleo de productos agroquímicos es particularmente crítico el mantenimiento de los equipos debido a la complejidad técnica y los componentes que éstos poseen.

Por tales motivos en el presente trabajo se han identificado iniciativas estratégicas compuestas por planes y procedimientos para mejorar la gestión de mantenimiento, tomando como base los pilares del TPM, que permiten asociar sus herramientas a un sistema de control de gestión para diferenciar a la organización y hacerla más competitiva en el medio.

2. Metodología del Proyecto

Para la elaboración de la presente tesis se realiza las siguientes fases descritas a continuación:

En la Primera fase se realiza el diagnóstico inicial de la empresa donde se recolecta información, en caso que la empresa cuente con la información necesaria se procede a su tabulación. Para obtener toda la información, se realiza frecuentes visitas a la empresa donde se entrevistan a los jefes del área, administrador, operarios y se toman datos respectivos.

En la Segunda fase se define la estrategia, misión y visión para el área, los mismos que son aprobados por la gerencia de la organización. Además se realiza la alineación de la estrategia con los objetivos estratégicos a través del desarrollo de iniciativas que mejoren la tendencia de los indicadores.

En la Tercera fase se controla y monitorea la evolución de los indicadores y a su vez, se realiza la implementación de la filosofía TPM en el área de producción a través del establecimiento de formatos, guías, procedimientos y buenas prácticas con la

finalidad de mejorar el sistema de control de mantenimiento.

En la Cuarta fase, se define el proceso a seguir para realizar la auditoría interna del sistema, lo que permitirá verificar y validar la información, además se presentarán los resultados obtenidos con la aplicación del sistema.

3. Desarrollo del Sistema de Control de Gestión

En el diseño del sistema de control de gestión se presenta la planificación estratégica, mapa estratégico, las gráficas resultantes de las fichas de los indicadores y el resumen de su evolución en el tablero de control. Además de las iniciativas estratégicas a desarrollar mediante la implementación.

3.1 Planificación Estratégica

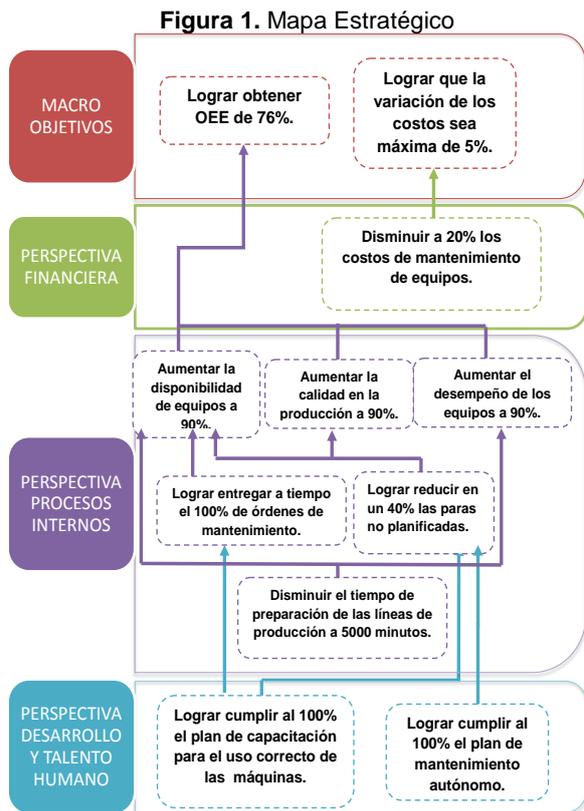
En la planificación estratégica se define la misión, visión, valores y ventaja competitiva, lo cual ayuda al despliegue de las estrategias específicas para el área objeto de estudio.

Se define como misión: “Realizar el proceso de fraccionamiento de agroquímicos con calidad, en la cantidad exacta presupuestada y en los tiempos previamente establecidos”. Se define como visión: “Al finalizar el 2014 operar bajo procesos automatizados que favorezcan el incremento de la Eficiencia Global del Equipo (OEE)”. Su ventaja competitiva es la exclusividad con proveedores calificados y los ciclos de producción corto. Los valores organizacionales son los siguientes:

- Compromiso con el área.
- Responsabilidad con la calidad.
- Mejoramiento continuo.
- Unidad de equipo.
- Respeto y apoyo a las autoridades.

3.2 Mapa Estratégico

Luego del desarrollo de la planificación estratégica, se procede a realizar el mapa estratégico en el cual se despliegan los objetivos específicos necesarios en cada perspectiva para cumplir con los macro objetivos planteados. Para el desarrollo de los objetivos específicos se toma en consideración las perspectivas: financiera, de procesos internos y de desarrollo y talento humano. Para cada objetivo específico se elabora también una ficha de indicador la cual incluye el detalle de la forma de calcular el indicador y sus límites de aceptabilidad y rechazo.



3.3 Cuadro de Mando Integral

Posterior a la implementación de las fichas de indicadores se presenta la compilación de datos obtenidos por medio del instrumento de medición, donde se puede visualizar el estado de cada indicador mediante un tablero de control que permite realizar el seguimiento de los indicadores para llevar a cabo un control de los mismos.

Figura 2. Tablero de Control

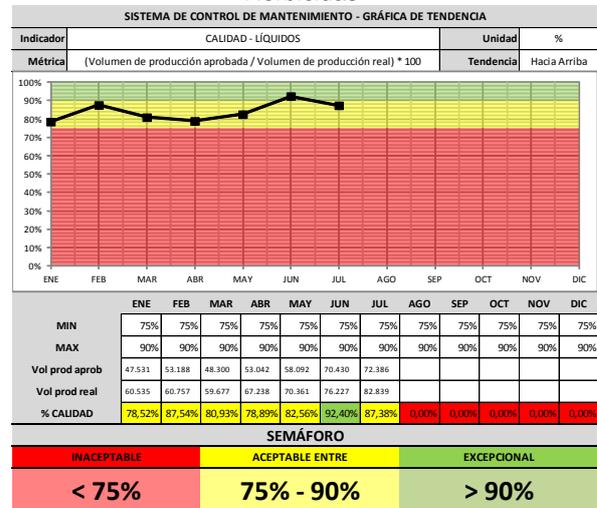
Indicador	Meta	Min	Max	May	Jun	Jul
Eficiencia Global del Equipo - Líquidos	76%	50%	76%	57,92%	71,01%	72,54%
Eficiencia Global del Equipo - Polvos	76%	50%	76%	50,62%	65,70%	71,04%
Costos operativos	5%	5%	10%	19,50%	6,47%	4,89%
Costo de mto de equipos	20%	20%	50%	25,08%	21,83%	20,90%
Disponibilidad de equipos - Herbicidas	90%	75%	90%	74,84%	90,90%	91,41%
Disponibilidad de equipos - Líquidos	90%	75%	90%	82,48%	85,82%	92,78%
Disponibilidad de equipos - Polvos	90%	75%	90%	76,16%	87,19%	87,98%
Desempeño de los equipos - Herbicidas	90%	75%	90%	80,71%	89,71%	81,27%

3.4 Gráficos de Tendencia.

Las gráficas de tendencia refleja la evolución de los indicadores y el desempeño de los mismos a través de los colores del semáforo y dependiendo de su resultado se toman acciones sobre la marcha.

El formato del gráfico implementado incluye el nombre del indicador al que corresponde el gráfico, su forma de cálculo y finalmente sus límites de aceptabilidad identificados por los colores rojos, amarillo y verde los cuales sirven para dar a los resultados mensuales una calificación visual de inaceptable, aceptable y excepcional respectivamente.

Figura 3. Gráfico de Tendencia - Indicador OEE Herbicidas



3.5 Monitoreo y Control

El mejoramiento continuo se logra con las decisiones que se deben tomar en base al monitoreo y control de la estrategia. Para lograr que la implementación del sistema de gestión sea sostenible en el tiempo se necesita monitorear constantemente y controlar los indicadores del tablero.

Se establece un cronograma de reuniones con la finalidad de comunicar al personal los resultados obtenidos, analizar dichos resultados y aportar al mejoramiento continuo.

Figura 4. Formato Análisis de Resultados Inaceptables

ANÁLISIS DE RESULTADOS INACEPTABLES (rojos)					
RESPONSABLE: Encargado de Mantenimiento			FECHA: 4 de Julio del 2011		
INDICADOR: Cumplimiento del Plan de Capacitación de Mantenimiento Autónomo					
% CUMPLIMIENTO: 0%			META: 100%		
Descripción del problema. ¿Qué pasó?					
No se contaban con los datos para llevar el registro y por ende el cálculo del indicador.					
Análisis de la causa del problema. ¿Por qué pasó?					
Análisis de los 5 porqués					
CAUSAS					
	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?
1	Desconocimiento del tema en mtto autónomo.	No ha habido charlas acerca del tema	No se le daba la debida importancia	No se considera fundamental	No hay capacitaciones en el tema
2	No hay recursos asignados para esta actividad.	No se considera importante al dpto de	No se considera fundamental en el proceso	Se desconoce el impacto que logra la buena gestión en	No hay capacitaciones en el tema
3	El mtto (NO básico) es realizado por contratistas y son ellos quienes llevan registros	Falta personal idóneo para realizar esas actividades	No se ha capacitado al personal existente		
Acciones para remover la causa raíz. ¿Qué acciones correctivas se tomarán?					
1	Se ofrecerá una charla general sobre la concientización en la importancia del Mantenimiento Autónomo				
2	Se ejecutará un Plan de Mantenimiento Autónomo				

Figura 5. Formato Análisis de Resultados Excepcionales

ANÁLISIS DE RESULTADOS EXCEPCIONALES (verdes)	
RESPONSABLE: Asistente de Producción	FECHA: 4 de julio del 2011
INDICADOR: Disponibilidad Herbicidas	
% CUMPLIMIENTO: 90.90%	META: 90%
Justificación del cumplimiento obtenido. ¿Qué se hizo?	
1	Se estandariza la manera en que se toman los datos, definiendo el comienzo y final de la toma de datos.
2	Se utiliza el formato para consolidar dicha información
3	La persona encargada de registrar la información da importancia a los parámetros que se definen en el indicador.
4	
5	
¿Se lo había hecho antes? ¿Por qué?	
Ésta actividad no se había realizado antes debido a que no se le daba importancia a los parámetros que influyen en el cálculo de la disponibilidad.	
Recomendaciones de Estandarización. ¿Qué se debe hacer para estandarizar esta actividad?	
1	Mantener y mejorar periódicamente los formatos para la recopilación de esta información.
2	Recordar constantemente la importancia de tomar día a día estos datos.
3	Volver esta actividad una rutina para los operadores.

3.6 Priorización de Iniciativas Estratégicas

Las iniciativas estratégicas se priorizan en función de los objetivos planteados en el mapa estratégico y se busca centralizar los planes de acción hacia el cumplimiento de las metas fijadas por la empresa.

Con la finalidad de medir la importancia de las iniciativas estratégicas en relación a los objetivos estratégicos, se establece una matriz de impacto de las iniciativas con los objetivos.

Para los criterios de calificación para la matriz de impacto de las iniciativas estratégicas se utilizan valores cualitativos enteros que van del 1 al 3, donde se establece:

- 0: Ningún impacto
- 1: Bajo impacto
- 2: Mediano impacto
- 3: Alto impacto

Para determinar la iniciativa que tiene mayor prioridad se acumularon los puntajes y aquella que obtuvo el más alto puntaje es la prioridad #1 y así sucesivamente.

Figura 6. Matriz de Impacto de Iniciativas Estratégicas

CALIFICACIÓN	INICIATIVAS ESTRATÉGICAS										
	5 S's	Pilar 1 TPM: Mejora Enfocada	Pilar 2 TPM: Mantenimiento Autónomo	Pilar 3 TPM: Mantenimiento Planificado	Pilar 4 TPM: Mantenimiento de la Calidad	Pilar 5 TPM: Prevención del Mantenimiento	Pilar 6 TPM: Mantenimiento Áreas Administrativas	Pilar 7 TPM: Formación y Entrenamiento	Pilar 8 TPM: Seguridad, Salud y Medio Ambiente	SMED	
3 ALTA											
2 MEDIA											
1 BAJA											
0 NINGUNA											
OBJETIVOS ESTRATÉGICOS											
MACRO OBJETIVOS	Eficiencia Global del Equipo	1	3	3	3	3	2	2	3	2	1
Costos operativos	1	2	3	3	2	2	2	2	2	2	1
FINANCIERA	Costo de mantenimiento de equipos	2	3	3	3	2	2	2	3	3	1
PROCESOS INTERNOS	Disponibilidad de equipos	1	3	3	3	1	3	3	3	3	2
Desempeño de los equipos	2	3	3	3	1	2	3	3	3	2	
Calidad en la producción	2	3	3	3	3	2	3	3	2	1	
Cumplimiento de órdenes de mantenimiento	0	2	3	3	1	2	2	3	2	0	
Tiempo de preparación de líneas de producción	1	3	2	2	1	1	1	2	1	3	
Frecuencia para no planificadas	2	3	2	3	1	3	2	3	2	3	
DESARROLLO Y TALENTO HUMANO	% personal capacitado en correcto uso de maquinaria	1	3	3	3	2	2	2	3	3	0
% personal capacitado en mantenimiento autónomo	1	3	3	3	2	2	3	3	2	0	
IMPACTO	14	31	31	32	19	23	25	31	25	14	
RANKING	9	2	3	1	8	7	5	4	6	10	

4. Implementación de las iniciativas estratégicas

Se desarrolla los pilares de Mejora Enfocada y Formación y Entrenamiento en la cual se identifican las oportunidades de mejoramiento, se propone acciones y se establece el formato de análisis de modo y efecto de falla; además se define el plan de capacitación considerando los objetivos planteados en el sistema.

Figura 6. Formato 5W 2H

MÁQUINA/EQUIPO/PROCESO: EMSA		ELABORADO POR: Espinoza J. / Chaucalá G.		FECHA: 20/07/2011			
5W+2H							
Nº	¿QUÉ SUCEDIÓ? Descripción del paro o falla	¿CUÁNDO SUCEDIÓ?	¿DÓNDE SUCEDIÓ? Área o	¿QUIÉN? Responsable Área o	¿CÓMO SUCEDIÓ? Hechos	¿POR QUÉ SUCEDIÓ? Causas	¿CUÁNTO ES EL COSTO
1	Se desborda el producto líquido del envase (12 envases)	Durante la producción del primer batch de la jornada del 20/07/2011	En la línea de dosificación de líquidos EMSA	Operadores de la línea dosificadora de líquidos EMSA	La válvula de llenado dosificaba al envase y se desborda producto espumoso por encima del envase	El caudal generado por la velocidad de la válvula de llenado ocasiona presencia de espuma ocasionando que el producto sobresalga por encima del límite especificado.	\$24
Acciones correctivas: Se debe calibrar la velocidad de la válvula de llenado y realizar verificaciones periódicas de su correcto funcionamiento.							

Se desarrolla los pilares de Mantenimiento Autónomo y Mantenimiento Planificado en la cual se establecen herramientas útiles para facilitar el mantenimiento al operario mediante el uso de tarjetas de activos, y lista de chequeo de equipos. Además de establecer un plan de mantenimiento junto a sus órdenes de mantenimiento.

Figura 7. Formato Lista de Chequeo de Equipos

LISTA DE CHEQUEO DE EQUIPOS				CODIGO: 110813	
REALIZADO POR:	JORGE PALADINES	NOMBRE DEL EQUIPO:	DOSIF POLVOS N#2		
FECHA:	1 DE AGOSTO/11	UBICACIÓN DEL EQUIPO:	FALAPE		
ITEM A EVALUAR	A	I	NA	OBSERVACIONES	RECOMENDACIONES
Estado de los componentes del panel eléctrico			X	Se evidencia polvo en la pantalla	Establecer rutina de limpieza y orden
Cables de la máquina			X	Se encuentran enredados con los demás cables de las otras máquinas	Establecer rutina de limpieza y orden
Revisión del Sistema eléctrico de la máquina	X				
Protectores de seguridad de los componentes de la máquina			X	No existen protección.	Gestionar compra de resguardos y colocarlos
Revisión del sistema hidra			X		
Dispersadores de líquidos			X		
Revisión de la banda transportadora			X		
TOTALES				Porcentaje de condiciones aceptables	25%
				Porcentaje de condiciones no aceptables	75%
Criterios: A: Aceptable I: Inaceptable NA: No aplica	Nota: Toda condición no aceptable requerirá su revisión por parte del personal de mantenimiento.			Firma del responsable XXXX	

Se desarrolla el pilar de mantenimiento en áreas administrativas y el pilar de Seguridad, Salud y Medio Ambiente. Con estas iniciativas se logra establecer un procedimiento para la gestión del mantenimiento y se identifica los riesgos laborales y ambientales. Además

de definir y establecer un plan de contingencia que se ajuste a la empresa.

Se establece los procedimientos y responsables para la realización de las auditorías que controlarán el sistema implementado.

Figura 8. Formato Informe de Auditoría Realizada

INFORME DE LA AUDITORÍA REALIZADA		
TEMA DE LA AUDITORÍA:	NO. DE AUDITORÍA:	
NOMBRE DEL AUDITOR:	FECHA DE LA AUDITORÍA:	
RESPONSABLE AUDITADO:	ÁREA:	
OBJETIVOS	ALCANCE	
DOCUMENTOS / REGISTROS EN REVISIÓN	RESULTADO	
1.-		
2.-		
3.-		
4.-		
En la presente auditoría se encontraron _____ No conformidades		
NO CONFORMIDADES		
Descripción del hallazgo	Numero de referencia	
ACCIONES DE MEJORA PARA NO CONFORMIDADES		
Acción	Responsable	Fecha
Firma del auditor		
Firma del auditado		

5. Resultados proyectados

Se espera que al finalizar el 2011 cumplir con lo siguiente:

- La variación de los costos reales versus los presupuestados se mantengan en el margen del 5%.
- La relación entre el costo de mantenimiento y los costos del área disminuya al 20% debido a la implementación de los pilares del TPM, los cuales permiten un mejor manejo y control de las actividades relacionadas al mantenimiento de equipos.
- La capacitación al personal en materia de mantenimiento reduzca considerablemente los rubros destinados a la contratación de terceros para realizar dicha actividad.
- Obtener el 76% en el indicador de Eficiencia Global de los Equipos (OEE), esto se logra debido al establecimiento de indicadores claves de monitoreo como son los de Disponibilidad, Desempeño y Calidad.

- Se logre la reducción en un 40% del tiempo de paradas NO planificadas.
 - En la planta se alcance la disminución del tiempo de preparación de las líneas de producción a menos de 5000 minutos.
 - Se cumpla con el 100% de entregas de órdenes de mantenimiento a tiempo.
 - La planta esté operando por encima del 90% en cada uno de los indicadores de Disponibilidad, Desempeño y Calidad.
- [2] Paul R. Niven (2003), “El Cuadro de Mando Integral paso a paso”, Editorial Gestión 2000, España.
- [3] Tokutaro Suzuki (1996), TPM en Industrias de Procesos, Corea – Japón.
- [4] Francisco Rey Sacristán (2001), “Mantenimiento Total de la Producción”, Editorial Fundación Confemetal, España.
- [5] Peter Belohlavek (2008), “OEE Overall Equipment Effectiveness”, Editorial Blue Eagle Group, Argentina.

6. Conclusiones

El sistema de control de mantenimiento que se aplica en esta empresa es una estrategia que permite alinear las acciones del área hacia el cumplimiento de los objetivos estratégicos de la organización y son desplegados para conocimiento de todos los colaboradores.

La implementación de los tableros de control permite que los indicadores que califican el área sean visualmente manejables por medio de los colores que indican la excelencia, aceptabilidad e inaceptabilidad de los resultados facilitando la toma de decisiones al presentar mediciones reales y a tiempo.

El Sistema de Control de Mantenimiento desarrollado establece una nueva cultura de registro de información, lo cual impacta en el logro de los objetivos y fortalece el compromiso de sus colaboradores hacia la estrategia lo cual crea una ventaja competitiva para la empresa.

El Sistema de Control de Mantenimiento proporciona al área un adecuado manejo de los activos, de tal manera que se cuente con información necesaria y en el momento oportuno, elevando la eficiencia del área de producción a través de la reducción de tiempos de parada de los equipos, detección de las fallas a tiempo, conocimiento de costos de mantenimiento y estandarización de la información.

Las auditorías programadas permiten asegurar el cumplimiento de los procesos establecidos para el correcto mantenimiento del Sistema, además permiten identificar oportunidades de mejora que puedan presentarse y así fortalecer el compromiso de todos sus integrantes.

7. Referencias

- [1] KAPLAN Y NORTON (2002), “La Organización focalizada en la Estrategia (Como implementar el Balanced Score Card)”, Editorial Gestión 2000, España.