



UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE

Laureate International Universities

**FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**PROPUESTA DE MEJORA DE LA GESTIÓN DE
MANTENIMIENTO EN EL ÁREA DE POZOS BASADO EN
EL TPM PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD DE LOS
EQUIPOS DE BOMBEO DE LA EMPRESA
AGROINDUSTRIAS SAN JACINTO S. A. A.**

**TESIS
PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO INDUSTRIAL**

AUTOR:

Bach. Jason Nicholas De la Cruz Gonzales

ASESOR:

Ing. Rafael Castillo Cabrera

TRUJILLO – PERÚ

2017

LISTA DE MIEMBROS DE LA EVALUACIÓN DE LA TESIS

Asesor: Ing. Rafael Castillo Cabrera

Jurado 1: Ing. Ramiro Mas Mac Gowen

Jurado 2: Ing. Marcos Baca Lopez

Jurado 3: Ing. Mario Alfaro Cabello

INDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	ii
EPÍGRAFE	iii
AGRADECIMIENTO.....	iv
PRESENTACIÓN.....	v
LISTA DE MIEMBROS DE LA EVALUACIÓN DE LA TESIS.....	vi
RESUMEN	vii
ABSTRACT	viii
INDICE GENERAL.....	ix
INDICE DE GRÁFICOS	xii
INDICE DE CUADROS	xiii
INTRODUCCION	xvi
CAPITULO 1	1
GENERALIDADES DE LA INVESTIGACIÓN.....	1
1.1 Realidad problemática	2
1.2 Formulación del Problema	7
1.3 Hipótesis.....	7
1.4 Objetivos.....	8
1.4.1 Objetivo General	8
1.4.2. Objetivos específicos	8
1.5 Justificación.....	8
1.6 Tipo de Investigación	9
1.6.1 Por la orientación	9
1.6.2 Por el diseño	9
1.7 Diseño de la investigación	9
1.7.1 Localización de la investigación.....	9
1.7.2 Alcance	9
1.7.3 Duración del proyecto	9
1.8 Variables.....	10
1.9 Operacionalización de variables	11
CAPÍTULO 2	12
MARCO REFERENCIAL.....	12
2.1 Antecedentes de la Investigación	13

2.2 Base Teórica	14
2.2.1 Equipos de bombeo de las empresas agroindustriales	14
2.2.2 Gestión de mantenimiento	18
2.2.3 Productividad	30
2.3 Definición de Términos	34
CAPÍTULO 3	36
DIAGNÓSTICO DE LA REALIDAD ACTUAL	36
3.1 Descripción general de la empresa	37
3.1.1 Agroindustrias San Jacinto S.A.A.	37
3.1.2 Datos.....	38
3.1.3 Actividad y Sector Económico.....	38
3.1.4 Misión y visión.....	38
3.1.4.1 Misión	38
3.1.4.2 Visión.....	39
3.1.5 Proveedores.....	39
3.1.6 Competidores.....	40
3.1.7 Maquinarias y equipos	40
3.1.8 Organigrama de la empresa.....	42
3.1.9 Proceso productivo	42
3.2 Descripción particular del área de la empresa objeto de análisis	44
3.3 Identificación del problema e indicadores actuales.....	46
3.3.1. Matriz de priorización	47
3.3.2. Diagrama de Pareto	48
3.3.3. Identificación de los indicadores	49
3.3.4 Diagnostico de las causas raíces.....	50
CAPÍTULO 4	55
SOLUCION PROPUESTA.....	55
4.1 Propuesta de mejora	56
4.1.1 Plan de mantenimiento preventivo	56
4.1.1.1 Inventario de los equipos.....	56
4.1.1.2 Codificación de los equipos.....	61
4.1.1.3 Análisis de criticidad de los equipos	63
4.1.1.4 Elaboración del Programa de Mantenimiento Preventivo	69

4.1.1.5 Gestión de la documentación	76
4.1.2 Perfiles de Puestos de Trabajo y Contratación de personal Especializado	77
4.1.3 Procesos de Mantenimiento para Equipos de bombeo.....	80
4.1.4 Adquisición de Equipos Predictivos	97
4.1.5 Propuesta Implementación del TPM	98
4.1.5.1 Alcance Propuesta TPM.....	99
4.1.5.2 Implementación TPM.....	99
4.1.5.3 Fases de Implementación.....	100
4.1.5.3.1 Fase I.....	100
4.1.5.3.2 Fase II.....	102
4.1.5.3.3 Fase III.....	104
4.1.5.3.4 Fase IV	106
4.1.5.3.5 Fase V	107
4.1.5.3.6 Fase VI	108
4.1.5.4 Beneficios de la Implementación TPM	110
4.1.6 Adquisición de Herramientas	111
CAPITULO 5	113
EVALUACIÓN ECONÓMICA FINANCIERA.....	113
5.1. Evaluación Económica Financiera.....	114
5.1.1. Beneficio Económico con Propuesta TPM	114
5.1.2. Inversión para la Propuesta TPM.....	114
CAPITULO 6	116
RESULTADOS Y DISCUSION.....	116
6.1. Resultados.....	117
6.2. Discusión	119
CAPITULO 7	120
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	120
7.1. Conclusiones	121
7.2. Recomendaciones	122
Bibliografía	123
ANEXOS	125

INDICE DE GRÁFICOS

- Gráfico 01: Principales factores que causan las averías de maquinarias
- Gráfico 02: Fallas en las enderezadoras atendidas por personal de mantenimiento
- Gráfico 03: Disponibilidad promedio de los pozos (2015 vs 2016)
- Gráfico 04: Tendencia del porcentaje de pedidos de materiales, lubricantes o repuestos para el mantenimiento con más de 1 mes de retraso
- Gráfico 05: Pérdidas generadas por déficit hídrico, durante el periodo 2016
- Gráfico 06: Pilares, procesos fundamentales, del TPM
- Gráfico 07: Foto de la Empresa
- Gráfico 08: Organigrama Departamento de Pozos
- Gráfico 09: Diagrama de Ishikawa
- Gráfico 10: Matriz de Priorización de Causas Raíces
- Gráfico 11: Diagrama de Pareto
- Gráfico 12: Indicadores y Metas de la Propuesta de Mejora

INDICE DE CUADROS

- Cuadro 01: Duración del proyecto
- Cuadro 02: Operacionalización de Variables
- Cuadro 03: Los 12 pasos para la Implementación de un Programa TPM
- Cuadro 04: Datos Generales de la Empresa
- Cuadro 05: Relación de Pozos
- Cuadro 06: % Mantenimiento Preventivo (Actual)
- Cuadro 07: Indicadores de Mantenimiento (Actual)
- Cuadro 08: Calculo del OEE (Actual)
- Cuadro 09: Costo por Falta de Procesos de Mantenimiento
- Cuadro 10: CLC de no contar con Equipos Predictivos
- Cuadro 11: Costo Mantenimiento Externo
- Cuadro 12: Inventario Equipos del Área de Pozos (Motor 1)
- Cuadro 13: Inventario Equipos del Área de Pozos (Motor 2)
- Cuadro 14: Inventario Equipos del Área de Pozos (Bomba 1)
- Cuadro 15: Inventario Equipos del Área de Pozos (Bomba 2)
- Cuadro 16: Codificación de los Equipos del Área de Pozos (1)
- Cuadro 17: Codificación de los Equipos del Área de Pozos (2)
- Cuadro 18: Factores de criticidad
- Cuadro 19: Rango de Criticidad
- Cuadro 20: Análisis Criticidad de Equipos del Área de Pozos (1)
- Cuadro 21: Análisis Criticidad de Equipos del Área de Pozos (2)
- Cuadro 22: Resultado del Análisis de Criticidad
- Cuadro 23: Equipos Críticos en Área de Pozos
- Cuadro 24: Programa de Mantenimiento Preventivo para los Equipos de Bombeo
- Cuadro 25: Total de Horas para la ejecución del Mantenimiento Preventivo
- Cuadro 26: Indicadores con Implementación del Plan de Mantenimiento Preventivo
- Cuadro 27: % Mantenimiento Preventivo con Mejora
- Cuadro 28: % Disminución de Pérdidas con Mejora
- Cuadro 29: % Cálculo de la OEE con Mejora
- Cuadro 30: Mano Obra Adicional para Ejecución Programa Mantenimiento Preventivo

Cuadro 31: MOF Técnico Electricista

Cuadro 32: MOF Técnico Mecánico

Cuadro 33: Costo Mano de Obra para Ejecución del Plan MP

Cuadro 34: Actividades de Valor Agregado y Sin VA

Cuadro 35: Diagrama de Operación de Mantenimiento de Pozos (Actual)

Cuadro 36: Procedimiento para Desmontaje y Desplazamiento a taller de Equipo de Bombeo

Cuadro 37: Procedimiento para Mantenimiento y Armado de Tablero Eléctrico

Cuadro 38: Procedimiento para Desmontaje, Mantenimiento y Montaje de Motor Eléctrico

Cuadro 39: Procedimiento para Desmontaje, Mantenimiento y Montaje de Linterna (Cabeza de Descarga)

Cuadro 40: Procedimiento para Desmontaje, Mantenimiento y Montaje de Columnas Exterior

Cuadro 41: Procedimiento para Desmontaje, Mantenimiento y Montaje de Columnas Interior

Cuadro 42: Procedimiento para Desmontaje, Mantenimiento y Montaje de Bomba

Cuadro 43: Procedimiento para Armado de Bomba

Cuadro 44: Procedimiento para Montaje de Equipo de Bombeo

Cuadro 45: % Demora de Procedimientos de Mantenimiento

Cuadro 46: Procedimiento Desmontaje y Desplazamiento a taller de Equipo de Bombeo (Con Mejora)

Cuadro 47: Procedimiento Desmontaje, Mantenimiento, Montaje de Bomba (Con Mejora)

Cuadro 48: Diagrama de Operación de Mantenimiento de Pozos (Con Mejora)

Cuadro 49: Costo Falta de Procesos de Mantenimiento (Con Mejora)

Cuadro 50: Adquisición de Equipos Predictivos

Cuadro 51: Costo Total Fase I

Cuadro 52: Costo Total Fase II

Cuadro 53: Costo Total Fase III

Cuadro 54: Costo Total Fase IV

Cuadro 55: Costo Total Fase V

Cuadro 56: Costo Total Fase VI

Cuadro 57: Costo Total Desarrollo Fases TPM

Cuadro 58: Costo Total Programa de Capacitación

Cuadro 59: Adquisición de Herramientas

Cuadro 60: Rentabilidad con Propuesta TPM

Cuadro 61: Inversión Propuesta TPM

Cuadro 62: Evaluación Económica Financiera – Propuesta Implementación TPM

Cuadro 63:%Disponibilidad con Propuesta de Mejora

Cuadro 64:%Reducción tiempos de Demora con Propuesta de Mejora

Cuadro 65: Resultado Evaluación Económica de Implementar TPM

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo general el desarrollo de una propuesta de mejora en la gestión de mantenimiento en el área de pozos basada en el TPM para incrementar la productividad de los equipos de bombeo en la empresa Agroindustrias San Jacinto S.A.A.

Se realizó el diagnóstico de la situación actual de los procesos de mantenimiento de los equipos del área de pozos encontrando los principales problemas que afectan a la productividad actual, las cuales se deben a la falta de un programa de mantenimiento preventivo ya que en el año 2016 se tuvo 254 paradas por mantenimiento correctivo dejando de producir un total de 14,415.36 bolsas de azúcar valorizadas en S/.1,263,243.78.

Se tuvo un total de 9,745 horas en reparaciones (TTR) por las 254 paradas por fallas correctivas y se tuvo un MTTR promedio de todos los equipos de 40 horas y un MTBF de 336 horas. Además se detectó falta de personal especializado para algunas ordenes de trabajo y falta de capacitación, esto se vió reflejado en el monto de servicio externo de mantenimiento que asciende en S/. 64,575.00, además se detectó falta de herramientas las cuales muchas ya están obsoletas produciendo demoras en los mantenimientos, falta de equipos predictivos para detección de fallas, falta de orden y limpieza y por último no se contaba con un manual de procedimiento de mantenimiento donde se detectaron % demoras que generaban grandes pérdidas que ascienden a S/.257,427.64 monto significativo que pudo ser reducido a S/. 188,489.39 al implementar procedimientos para reducir los tiempos de mantenimiento de los equipos de bombeo.

Finalmente se desarrollaron 6 fases para implementación de la metodología TPM en el área de Pozos a través de charlas, capacitaciones, temas de discusión y desarrollo en general; con el fin de educar y crear una cultura basada en el TPM lo cual tiene como objetivo generar la máxima eficiencia de los equipos de bombeo de la empresa Agroindustrias San Jacinto S.A.A reduciendo tiempos de demoras por paradas y lograr obtener personal más productivo. Para culminar, se realizó una evaluación económica financiera obteniéndose un VAN de S/. 624,133 y un TIR de 59,10% y un retorno de inversión de 1.98 años.

ABSTRACT

The general objective of this research was the development of a proposal for improvement in maintenance management in the wells area based on the TPM to increase the productivity of the pumping equipment in the company Agroindustrias San Jacinto S.A.A.

The diagnosis of the current situation of the maintenance processes of the well area equipment was made, finding the main problems that affect the current productivity, which are due to the lack of a preventive maintenance program since in 2016 There were 254 stops for corrective maintenance, leaving a total of 14,415.36 bags of sugar valued at S / . 1, 263,243.78.

A total of 9,745 hours in repairs (TTR) were taken for the 254 corrective failure shutdowns and there was an average MTTR of all the equipment of 40 hours and an MTBF of 336 hours. In addition, a lack of specialized personnel was detected for some work orders and lack of training, this was reflected in the amount of external maintenance service that amounts to S / . 64,575.00, it was also detected a lack of tools, many of which are already obsolete, causing delays in maintenance, lack of predictive equipment for fault detection, lack of order and cleaning and finally, there was no maintenance procedure manual where they were detected. % delays that generated large losses amounting to S / .257, 427.64 significant amount that could be reduced to S / . 188,489.39 when implementing procedures to reduce the maintenance times of the pumping equipment.

Finally, six phases were developed for the implementation of the TPM methodology in the Wells area through talks, trainings, discussion topics and development in general; in order to educate and create a culture based on the TPM which aims to generate maximum efficiency of the pumping equipment of the company Agroindustrias San Jacinto S.A.A reducing downtime due to stops and achieve more productive personnel. To complete it, an economic financial evaluation was carried out, obtaining a VPN of S / . 624,133 and an IRR of 59.10% and an investment return of 1.98 years.

NOTA DE ACCESO

No se puede acceder al texto completo pues contiene datos confidenciales

Bibliografía

- Duffuaa, D. (2000). Google Académico. Recuperado el 27 de Abril de 2016, de <https://es.scribd.com/doc/39849085/Sistemas-de-Mantenimiento-Duffua-y-Otros>
- Escandon, N. (2015). *Mantenimiento Productivo Total (TPM)*. Obtenido de <http://slideplayer.es/slide/3906685/>
- Gallego, C. (2012). *Que es productividad*. Obtenido de <http://es.slideshare.net/cristianstiveng1/que-es-productividad>
- García, S. (2010). Google Académico. Recuperado el 26 de Abril de 2016, de https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=PUovBdLi-oMC&oi=fnd&pg=PR13&dq=gestion+de+mantenimiento+libro&ots=UdF93ovLWo&sig=OtOvz_fvls96lJvaoM9o9qpL4Ek#v=onepage&q=gestion%20de%20mantenimiento%20libro&f=false
- Gómez, F. (1998). Recuperado el 26 de Abril de 2016, de https://books.google.com.pe/books?id=bOrFC3532MEC&pg=PA21&dq=definicion+de+mantenimiento&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwjYjMig76_MAhVLOiYKHcOdBb4Q6AEIlzAA#v=onepage&q=definicion%20de%20mantenimiento&f=false
- Lean Sigma. (2014). *TPM*. Obtenido de <http://es.slideshare.net/lean-sigma/tpm-mantenimiento-productivo-total-38152388>
- Lopez, I. (2013). *Gestión de mantenimiento*. Obtenido de <https://www.clubensayos.com/Temas-Variados/Mantenimiento/878018.html>
- Gómez, C. (2001). *Mantenimiento Productivo Total. Una visión global*. Las Canarias, España
- Díaz, I. (2008). *Desarrollo de un espacio virtual formativo sobre Mantenimiento Productivo Total*. España.
- Cuatrecasas, L. y Torrel, F. (2010). *TPM en un entorno Lean Management*. España: Profit.
- Álvarez, H. (2012). *Informe de investigación: Teoría del TPM*. Centro de Conocimiento TPM. Barcelona, España.
- Rey, F. (2001). *Mantenimiento total de la producción (TMP): proceso de implantación y desarrollo*. Madrid, España: Fundación Confemetal.

- Silva, J. (2005). Implantación del TPM en la zona de enderezadoras de Aceros Arequipa. Piura, Perú. Recuperado de: <http://pirhua.udep.edu.pe/>
- Layme Romero, R. (2014). Propuesta de mejora del Plan de Mantenimiento basado en el RCM en la línea de extrusión 1. Lima, Perú. Recuperado de: http://repositorioacademico.upc.edu.pe/upc/bitstream/10757/336943/1/layme_rr.pdf
- Galván Moreno, D. (2012). Análisis de la implementación del mantenimiento productivo total (TPM) mediante el modelo de opciones reales. (Tesis de Maestría en Ingeniería: Optimización financiera). Universidad Autónoma Nacional de México, México, D. F., México.
- Puerto Fonseca, O. F. (2009). Propuesta de un modelo para la implementación del Mantenimiento Productivo Total (TPM) de primer nivel con aplicación en la industria manufacturera. (Tesis de grado: Especialista en Gerencia de Mantenimiento). Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga, Colombia.
- Ministerio de Desarrollo Económico (1999). Programa de capacitación y certificación del sector de agua potable y saneamiento básico. Operaciones y mantenimiento de pozos para acueductos. México: Sena Publicaciones.