



**UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE**  
**Laureate International Universities**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**“PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MEJORA CONTINUA APLICANDO TPM PARA DISMINUIR EL TIEMPO PERDIDO EN EL ÁREA DE TRAPICHE DE LA EMPRESA AZUCARERA AGROINDUSTRIAL SAN JACINTO S.A.A. – GRUPO GLORIA”**

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

**AUTORES:**

- **Bach. Aguilar León, Ronald Abelardo**
- **Bach. García Rojas, Charles Alexander**

**ASESOR:**

**Ing. Marco Baca López**

**TRUJILLO – PERÚ**  
**2014**

## ***ÍNDICE GENERAL***

DEDICATORIA.....	i
i	
EPÍGRAFE.....	ii
i	
AGRADECIMIENTO.....	ii
i	
RESUMEN.....	vi
ABSTRACT.....	vii
ÍNDICE DE	
TABLAS.....	xi
INTRODUCCIÓN.....	xi
i	
CAPÍTULO 1	
GENERALIDADES DE LA INVESTIGACIÓN.....	1
1.1 Realidad Problemática.....	3
1.2 Formulación del Problema.....	18
1.3 Delimitación de la	
Investigación.....	18
1.4	
Objetivos.....	18
1.4.1 Objetivo General.....	18
1.4.2 Objetivos	
Específicos.....	18
1.5 Justificación.....	18
1.6 Tipo de	
Investigación.....	19
1.7 Hipótesis.....	19
1.8 Variables.....	20
1.8.1 Sistema de	
Variables.....	20

1.8.2 Operacionalización de Variables.....	20
1.9 Diseño de la Investigación.....	23
CAPÍTULO 2	
MARCO REFERENCIAL.....	
2.1 Antecedentes de la Investigación.....	24
2.2 Base Teórica.....	28
2.2.1 Evolución del Mantenimiento.....	28
2.2.2 Gestión del Mantenimiento.....	28
2.2.2.1 Definición de Mantenimiento.....	28
2.2.2.2 Tipos de Mantenimiento.....	28
2.2.2.3 Ciclo de Mejora Contínua.....	31
2.2.3 Historia y Evolución del TPM.....	33
2.2.4 Características y Objetivos del TPM.....	34
2.2.5 Pilares del TPM.....	35
2.2.5.1 Educación y formación.....	36
2.2.5.2 Mejoras enfocadas.....	36

2.2.5.3 Mantenimiento	
Autónomo.....	38
2.2.5.4 Mantenimiento Planificado o progresivo.....	40
2.2.5.5 Prevención del	
Mantenimiento.....	41
2.2.5.6 Seguridad y medio	
Ambiente.....	41
2.2.6 OEE como indicador de	
eficiencia.....	41
2.2.6.1 Las seis grandes pérdidas.....	41
2.2.6.2 Cálculo del	
OEE.....	44
2.2.6.3 Beneficios del cálculo del OEE.....	46
2.2.7 Metodología 5	
“S”.....	47
<b>CAPÍTULO 3</b>	
<b>DIAGNÓSTICO DE LA REALIDAD</b>	
ACTUAL.....	51
3.1 Descripción General de la	
Empresa.....	51
Organizacional.....	52
3.1.1 Cultura	
3.1.2 Organigrama de la Planta	
.....	53
3.2 Descripción Particular del Área de la Empresa objeto de Análisis.....	54
3.2.1 Diagrama de Flujo del Proceso Productivo.....	55
3.2.2 Proceso de Producción.....	56
3.3 Identificación del Problema e Indicadores	
Actuales.....	60
3.3.1 Buenos Hábitos de Manufactura.....	60
3.3.2 Programa de las 5”S”.....	61

3.3.3 Gestión del Área de	
Mantenimiento.....	61
3.3.4 Actividades de Mantenimiento Preventivo.....	65
3.3.5 Pareto de Tiempos Perdidos por los equipos.....	67
3.3.6 Pareto Frecuencia de Fallas de los Equipos.....	72
3.3.7 Tiempos Perdidos por Tipo de Falla.....	75
3.3.8 Indicadores de Clase Mundial de	
Mantenimiento.....	77
3.3.9 Análisis Causa	
Efecto.....	82
 CAPÍTULO 4	
SOLUCIÓN PROPUESTA.....	85
4.1 Cálculo del OEE – Eficiencia global de	
Equipo.....	85
4.2 Propuesta de Implementación de	
TPM.....	86
4.2.1	
Alcance.....	87
4.2.2 Introducción a la	
Implementación.....	87
4.2.3 Fases de la Implementación.....	88
4.2.3.1 Fase I.....	88
4.2.3.2	Fase
II.....	91
4.2.3.3	Fase
III.....	93
4.2.3.4	Fase
IV.....	95
4.2.3.5	Fase
V.....	96

	4.2.3.6			Fase
VI.....				97
	4.2.4	Logros	en	la implementación del
TPM.....				98
	4.2.5	Términos Generales y Condiciones.....		
				99
	4.2.6	Elementos y preparación para los estudios.....		
				101
	4.2.7	Materiales suministrados al culminar el programa.....		
				102
4.3		Equipos	para	Mantenimiento
Predictivo.....				102
	4.3.1	Implementación y selección de Horómetro.....		
				102
	4.3.2.			Análisis
Vibracional.....				104
	4.3.3.	Análisis Ultrasonidos.....		
				105
	4.3.4.			Análisis
Termografía.....				106
	4.3.5.	Análisis		de
Lubricantes.....				108
	4.3.6.	Termómetro		por
infrarrojos.....				109
	4.3.7.	Alineamiento Láser.....		
				109
<b>CAPÍTULO 5</b>				
<b>EVALUACIÓN ECONÓMICA</b>				
<b>FINANCIERA.....</b>				
	5.1	Pérdidas	Económicas	en
Actualidad.....				la
				111
	5.1.1	Pérdidas	por	Paradas
Planta.....				de
				111
	5.1.2	Pérdida	Total	en
Soles.....				112
5.2	Inversiones para las Propuestas de Mejora.....			112

5.3	Flujo	de	Caja	del	
Proyecto.....					114
5.4	Cálculo del VAN y TIR.....				115
5.5	Análisis	Beneficio/Costo	de	la	
Propuesta.....					117
5.6	Cálculo del ROI.....				116

## CAPÍTULO 6

### RESULTADOS

.....	117
-------	-----

#### 6.1

Resultados.....	117
-----------------	-----

## CAPÍTULO 7

CONCLUSIONES y RECOMENDACIONES.....	118
-------------------------------------	-----

#### 7.1

Conclusiones.....	118
-------------------	-----

#### 7.2

Recomendaciones.....	121
----------------------	-----

Bibliografía.....	12
-------------------	----

4

## ANEXOS

### ***ÍNDICE DE GRÁFICOS***

Gráfica 1. Porcentaje de Participación en Producción mundial de azúcar

Gráfica 2. Mayores productores de azúcar en el mundo (2006-2010)

Gráfica 3. Participación de la Caña de Azúcar en el VBP del subsector Agrícola (%)

Gráfica 4. Producción de Azúcar Comercial (Miles de Toneladas)

Gráfica 5. Comportamiento de la Producción Mensual de Azúcar (Miles de Toneladas)

Gráfica 6. Participación Departamental en la Superficie de Cosecha (%)

Gráfica 7. Pasos del Ciclo de Mejora Continua y sus definiciones

Gráfica 8. Pilares del TPM

Gráfica 9. Pasos para el desarrollo del Kobetsu Kaizen

Gráfica 10. Cálculo del OEE

Gráfica 11. Organigrama de la Planta – San Jacinto  
Gráfica 12. Diagrama de Flujo del Proceso Productivo  
Gráfica 13. Diagrama de Proceso de Flujo  
Gráfica 14. Diagrama de Proceso de Flujo - Trapiche  
Gráfica 15. Cumplimiento de BHM área de operación  
Gráfica 16. Cumplimiento 5 “S” área de Operaciones  
Gráfica 17. Indicadores de Mantenimiento Correctivo (% de Cumplimiento)  
Gráfica 18. % de Cumplimiento de Mantenimiento Preventivo  
Gráfica 19. Pareto de Tiempos Perdidos  
Gráfica 20. Frecuencia de Fallas  
Gráfica 21. MTBF de Molino 5  
Gráfica 22. MTBF de la Mesa Recibidora 1  
Gráfica 23. MTBF del Machetero 2  
Gráfica 24. MTBF de Elevador de Caña 3  
Gráfica 25. MTBF de Donnelly 3  
Gráfica 26. MTBF de Desfibrador  
Gráfica 27. MTBF de Conductor de Caña 1  
Gráfica 28. Análisis Causa Efecto  
Gráfica 29. Pareto – Resumen de Encuesta realizada a los trabajadores  
Gráfica 30. Horómetro Electrom 110-127 VAC 60 HZ 45\*45 mm  
Gráfica 31. Equipo PCE VT-204  
Gráfica 32. Equipo Ultraprobe 550  
Gráfica 33. Equipo Cámara infrarroja Fluke Ti400  
Gráfica 34. Gráfica N° 27: Equipo KIT CONTROL TRAFOS  
Gráfica 35. Equipo Fluke 62 MAX y 62 MAX+  
Gráfica 36. Equipo E710 – Easy Láser

### ***ÍNDICE DE CUADROS***

Cuadro 1. Mayores Productores de azúcar en el mundo (2006-2010)  
Cuadro 2. Mayores Productores de azúcar en el mundo (2006-2010)  
Cuadro 3. VBP Agropecuaria de la caña de azúcar



Cuadro 4. Participación de la caña de azúcar en el VBP Agrícola (%)

Cuadro 5. Producción de Azúcar por Empresa 2010

Cuadro 6. Superficie Cosechada de Caña de Azúcar (Ha)

Cuadro 7. Caña Molida (TM)

Cuadro 8. Empresas Azucareras Internacionales

Cuadro 9. Vida Útil de los Equipos Críticos-Empresa San Jacinto

Cuadro 10. Costo perdido que se dejó de Producir (en dólares americanos)

Cuadro 11. Tiempos Perdidos por fallas de los equipos

Cuadro 12. Indicadores del Problema

Cuadro 13. Procedimiento del Proyecto de Tesis

Cuadro 14. Indicadores de Mantenimiento Correctivo (% de Cumplimiento)

Cuadro 15. Indicadores de Mantenimiento Preventivo (% de Cumplimiento)

Cuadro 16. Comparativo de Mantenimiento Preventivo ejecutado vs Planificado

Cuadro 17. Tiempos Perdidos por los Equipos de Trapiche

Cuadro 18. Tiempos Perdidos por los Equipos de Elaboración

Cuadro 19. Tiempos Perdidos por los Equipos de Energía

Cuadro 20. Resumen de Tiempos Perdidos en las Áreas de la empresa

Cuadro 21. Frecuencia de Fallas área de Trapiche

Cuadro 22. Frecuencia de Fallas área de Energía

Cuadro 23. Frecuencia de Fallas área de Elaboración

Cuadro 24. Resumen de las Frecuencia de Fallas

Cuadro 25. Tiempos Perdidos en el Área de Trapiche por tipo de Falla

Cuadro 26. Tiempos Perdidos en el Área de Elaboración por tipo de Falla

Cuadro 27. Tiempos Perdidos en el Área de Energía por tipo de Falla

Cuadro 28. Indicadores de Clase Mundial de Mantenimiento de la empresa San Jacinto S.A.A.

Cuadro 29. Matriz de Priorización – Resumen de Encuesta realizada a los trabajadores

Cuadro 30. Tabla de Indicadores de Gestión

Cuadro 31. Costo de Fase I

Cuadro 32. Costo de Fase II

Cuadro 33. Costo de Fase III

Cuadro 34. Costo de Fase IV

Cuadro 35. Costo de Fase V

Cuadro 36. Costo de Fase VI

Cuadro 37. Costos Totales

Cuadro 38. Costos de Talleres Financiados por la Empresa

Cuadro 39. Cronograma de Fases

Cuadro 40. Implementación y Selección de Horómetro

Cuadro 41. Tiempos Perdidos

Cuadro 42. Adquisición de Equipos para Mantenimiento Predictivo

Cuadro 43. Costo Total de la Inversión para la Implementación del TPM

Cuadro 44. Inversión de Activos Fijos

Cuadro 45. Flujo de Fondos Netos

Cuadro 46. Cálculo del ROI

## RESUMEN

En el presente trabajo de investigación se está proponiendo la implementación del Mantenimiento Productivo Total (TPM), en la empresa Agroindustrial San Jacinto S.A.A. – Grupo Gloria, con la finalidad de reducir los tiempos perdidos de producción, debido a fallas de equipos.

Con el diagnóstico realizado en el área de Molienda de cana, Trapiche, se obtuvo que existen gran cantidad de maquinarias antiguas, muchas de las cuales de las cuales ya sobrepasaron su vida útil, el personal no tiene capacitación actualizada, y se realiza labores de mantenimiento preventivo en base a catálogo, o en base a frecuencias establecidas sin enfoque de mejora de los parámetros de mantenimiento, son puntos en contra que hacen necesario un cambio en la metodología del trabajo a realizar.

El personal de mantenimiento no cuenta con los equipos que se requieren para hacer un trabajo óptimo, esta área trata de dar lo mejor que puede con los recursos que tiene y su experiencia.

Por el diagnóstico realizado se plantea implementar una metodología, para ordenar el trabajo, teniendo a todos los miembros de la organización involucrados en este proceso para lograr el cambio esperado con la implementación del Mantenimiento Productivo Total.

Para determinar las mejoras a proponer se elaboraron diagramas de Pareto, análisis causa efecto.

Los resultados que se lograron son:

- La propuesta de implementación del mantenimiento productivo total en el área de trapiche es factible y beneficiosa para la empresa.
- Se lograría un mejor desempeño del personal, tanto en el tema de trabajo en equipo para solucionar los problemas como el crecimiento espiritual de las personas como seres humanos.

- Con los estudios realizados, se lograría disminuir el tiempo perdido por falla y así disminuir el dinero que se está perdiendo por estas paradas.

Para la implementación de la propuesta se requiere una inversión de 6,531,724.50 Nuevos Soles, teniendo un VAN de 32,140,781.56 Nuevos Soles y un TIR de 89%. Con un retorno de la inversión propuesta de 3.38 años.

## ABSTRACT

In the present research is proposing the implementation of Total Productive Maintenance (TPM) in the Agroindustrial San Jacinto SAA - Grupo Gloria, in order to reduce production downtime due to equipment failure.

With the diagnosis made in the area of cane grinding, Trapiche, it was found that there are lots of old machinery, many of which have already exceeded their useful life has not updated staff training, and maintenance is performed based preventive catalog, or based on frequencies provided no improvement approach maintenance parameters are cons that necessitate a change in the methodology of the research.

The maintenance staff does not have the equipment required to do a great job, this area is to give the best they can with the resources you have and experience.

For the diagnosis made arises implement a methodology for managing the work, taking all members of the organization involved in this process to achieve the expected change in the implementation of Total Productive Maintenance.

To identify improvements to propose Pareto charts were prepared, cause and effect analysis.

The results achieved are:

- The proposed implementation of total productive maintenance in the mill area is feasible and beneficial to the company.
- Improved staff performance is achieved in both the subject of teamwork to solve problems as the spiritual growth of people as human beings.
- With the studies conducted, would be achieved by decreasing lost failure and thus reduce the money that is being lost by these stops time.

To implement the proposed investment of 6,531,724.50 soles required, having an VAN of 32,140,781.56 soles and TIR of 89% . With an ROI proposal 3.38 years.

## **NOTA DE ACCESO**

**No se puede acceder al texto completo pues contiene datos confidenciales**

## **Bibliografía**

### **Textos:**

- Autor: Francisco Rey Sacristán / Mantenimiento total de la producción (TPM): proceso de implantación y desarrollo
- Autor: Almudena Escudero Gancedo / Proyecto Fin de Carrera: Implantación de la Filosofía TPM en una planta de Producción y envasado / Madrid 2007.
- Autor: Fernando Espinosa Fuentes / Charlas para la Gestión del Mantenimiento.

### **Tesis:**

- Martínez Guerrero Hugo Rolando “Diagnosticar la situación actual de las máquinas del área de pouch pack de la empresa Empesec S.A. y propuesta de implementación del Mantenimiento Productivo Total”. Universidad de Guayaquil 2006-2007.
- Jorge Enrique Silva Burga “Implantación del TPM en la zona de enderezadoras de Aceros Arequipa”. Universidad de Piura 2005.

### **Entrevistas:**

- Ing. Víctor Cano Ramírez (Superintendente de Planta San Jacinto S.A.A. – entrevista realizada por Ronald Abelardo Aguilar León el 10 de Mayo del 2014)
- Ing. Víctor Mallqui (Jefe del Área de Trapiche San Jacinto S.A.A.), entrevista realizada por Ronald Abelardo Aguilar León el 10 de Mayo del 2014.

### **Páginas Web:**

- Ministerio de Agricultura  
<http://www.minag.gob.pe/portal/sector-agrario/agricola/cultivos-de-importancia-nacional/az%C3%BAcar>
- Sacristán Rey, Mantenimiento Productivo Total.  
<http://www.librosexp.com/2011/03/mantenimiento-total-de-la-produccion.html>
- Equipos para Mantenimiento Predictivo  
<http://www.preditec.com/mantenimiento-predictivo/>



<http://www.fluke.com>

<http://www.predyca.com>