



FACULTAD DE INGENIERÍA

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

“PROPUESTA DE MEJORA DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO PARA REDUCIR SOBRECOSTOS EN LA EMPRESA POSTES DEL NORTE S.A.”

Tesis para optar el título profesional de:
Ingeniera Industrial

Autora:

Br. Rosas Ruiz, Lisset Milagros

Asesor:

Ing. González Wong, Abel

TRUJILLO – PERÚ

2015

DEDICATORIA

*A Dios quien guía cada uno de mis pasos para
alcanzar mis metas trazadas.*

*A mis padres: Cledesvinda Ruiz Alvarado y Anselmo
Rosas Cruz, por darme la vida e inculcarme sólidos
valores.*

*A mi pequeña Jennifer Rosas Ruiz que quiero con
todo el corazón.*

EPÍGRAFE

“Si no escalas la montaña, jamás podrás disfrutar del paisaje”

(David Fischman)

AGRADECIMIENTO

A mis incondicionales: mi madre y mi hermana, con quienes comparto mis alegrías y tristezas. Y a mi padre por ser exactamente como es.

Al Sr. Felipe Pérez por brindarme su confianza y apoyo en el desarrollo de mi tesis; y por el ejemplo que representa en mi vida profesional.

A mis amigos por alentarme siempre a superarme a mí misma y por tantas alegrías compartidas.

PRESENTACIÓN

Señores Miembros del Jurado:

De conformidad y cumpliendo lo estipulado en el Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Privada del Norte, para Optar el Título Profesional de Ingeniero Industrial, pongo a vuestra consideración la presente Proyecto intitulado:

**“PROPUESTA DE MEJORA DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE
MANTENIMIENTO PARA REDUCIR SOBRECOSTOS EN LA EMPRESA
POSTES DEL NORTE S.A.”**

El presente proyecto ha sido desarrollado durante los meses de Marzo a Julio del año 2014, y espero que el contenido de este estudio sirva de referencia para otras Proyectos o Investigaciones.

Bach. Lisset Milagros Rosas Ruíz.

LISTA DE MIEMBROS DE LA EVALUACIÓN DE LA TESIS

Asesor: Ing. Abel González Wong

Jurado 1: Ing. Marcos Baca López

Jurado 2: Ing. Luis Terry Noriega

Jurado 3: Carla Flores Sanchez

RESUMEN

La presente tesis se ha elaborado con la finalidad de reducir los sobrecostos generados por mantenimiento correctivo en la empresa Postes del Norte S.A. Para ello se ha planteado emplear mantenimiento preventivo en los equipos críticos de la empresa, entiéndase como crítico aquel que falla y ocasiona una parada de toda la línea de producción.

En el primer capítulo se ha realizado el diagnóstico de la situación actual de la empresa, se detectaron los problemas de todas las áreas y se formuló el problema que daremos solución con esta tesis. Para ello se plantearon objetivos y se realizó la respectiva hipótesis.

En el segundo capítulo se citan antecedentes nacionales e internacionales bajo los cuales se guía el desarrollo de la presente tesis; así mismo se describe la teoría del mantenimiento y métodos a utilizar durante el desarrollo de la tesis para la solución del problema.

En el capítulo tercero se hace una descripción general de la empresa para tener una idea más profunda del rubro en el que se desenvuelve, sus procesos, clientes, etc. En esta parte también se hace un análisis del problema con herramientas como Ishikagua y Diagrama de Pareto para encontrar las causas raíces que lo originan, teniendo así que la contratación de terceros incide directamente en el sobrecosto de producción por mantenimiento correctivo, y es en este punto en el que se enfoca la tesis. Se plantea una reducción del 75% de costos aplicando mantenimiento preventivo y mano de obra propia (capacitada).

En los capítulos 4 y 5 detallo el programa de mantenimiento preventivo definiendo fechas y tiempos para cada equipo crítico; también se considera implementar una gestión adecuada de registros y sumado a ello un programa de capacitación, con lo que el personal podrá realizar sin problema las tareas de mantenimiento planteadas. Para culminar se realiza una evaluación económico financiera que comprueba que el proyecto es FACTIBLE.

ABSTRACT

This thesis has been developed in order to reduce corrective maintenance overruns generated by the company POSTES DEL NORTE S.A. This has been raised to employ preventive maintenance on critical equipment company, understood as a critical one that fails and causes a shutdown of the entire production line.

The first chapter is the diagnosis of the current situation of the company, the problems of all areas were detected and the problem that this thesis will provide solution was formulated. For this work we examined and the respective hypothesis was performed.

In the second chapter, national and international background under which the development of this thesis is guided cited; theory likewise maintenance and describes methods used during the development of the thesis to solve the problem.

In the third chapter we make an overview of the company to gain a better idea of the area in which it operates, its processes, customers, etc. In this part we also do a problem analysis tools like ishikagua and Pareto chart to find the root causes that cause it, and taking the outsourcing directly affects the production cost overrun for corrective maintenance, and it is at this point which we will focus to solve. We propose a 75 percent reduction of costs using preventive maintenance and own labor (skilled).

In Chapters 4 and 5 will detail the preventive maintenance program defining dates and times for each critical equipment; proper records management is also implemented and added to it a training program, so that staff can perform without maintenance problems raised. To complete a financial economic evaluation found that the project is performed feasible.

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTO	ii
PRESENTACIÓN	iii
RESUMEN.....	v
ABSTRACT.....	vi
ÍNDICE GENERAL	vii
ÍNDICE DE DIAGRAMAS	xi
ÍNDICE DE IMÁGENES.....	xii
ÍNDICE DE CUADROS.....	xiii
CAPITULO 1: GENERALIDADES DE LA INVESTIGACIÓN.....	1
1.1 Realidad problemática.....	2
1.1.1 Formulación del problema	5
1.1.2 Delimitación de la investigación.....	5
1.2 Autor.....	6
1.2.1 Nombre.....	6
1.2.2 Institución donde se desarrollará el proyecto	6
1.3 Duración del proyecto	6
1.4 Objetivos	6
1.4.1 Objetivo General.....	6
1.4.2 Objetivos Específicos	6
1.5 Justificación del problema.....	7
1.6 Tipo de Investigación	7
1.6.1 Por la orientación.....	7
1.6.2 Por el diseño.....	7

1.7	Hipótesis General.....	7
1.8	Variables	7
1.8.1	Sistema de Variables.....	7
1.8.2	Operacionalización de las variables	8
1.9	Diseño de la investigación.....	9
CAPITULO 2: REVISIÓN DE LITERATURA		10
2.1	Antecedentes de la Investigación.....	11
2.1.1	Antecedente Internacional	11
2.1.2	Antecedente Nacional.....	11
2.1.3	Antecedente Local	11
2.2	Marco teórico	12
2.2.1	Mantenimiento	12
2.2.2	Falla de Equipos.....	17
2.2.3	Confiabilidad Operacional.....	17
2.2.4	TPM: Mantenimiento Productivo Total.....	22
2.3	Marco conceptual	24
2.3.1	Glosario de Términos	24
2.3.2	Definición de Términos	25
CAPÍTULO 3: DIAGNÓSTICO DE LA REALIDAD ACTUAL		26
3.1	Descripción General de la Empresa.....	27
3.1.1	Misión	27
3.1.2	Visión.....	27
3.1.3	Principales Productos	27
3.1.4	Principales competidores.....	28
3.1.5	Principales Proveedores.....	28
3.1.6	Mercado.....	28

3.1.7	Organigrama.....	29
3.1.8	Mapa de Procesos.....	30
3.2	Descripción Particular del Área de la Empresa objeto de Análisis	30
3.2.1	Diagrama de Flujo del Proceso Productivo.....	30
3.2.2	Proceso de Producción.....	32
3.2.3	Costo de Producción	38
3.2.4	Máquinas involucradas en el proceso.....	41
3.2.5	Flujograma Actual de Mantenimiento	46
3.3	Identificación del Problema e Indicadores Actuales	47
3.3.1	Diagrama Ishikagua.....	47
3.3.2	Diagrama de Pareto.....	68
CAPÍTULO 4: SOLUCIÓN PROPUESTA.....		71
4.1	Propuestas de mejora	72
4.1.1	Programa de mantenimiento preventivo	72
4.1.2	Programa de Capacitación	88
4.1.3	Gestión de la documentación	88
CAPITULO 5: EVALUACIÓN ECONÓMICA FINANCIERA.....		90
5.1	Inversión para la propuesta de mejora.....	91
5.2	Ahorro implementando la propuesta	91
5.3	Estado de Resultados	92
5.4	Flujo de Caja	92
5.5	Cálculo TIR / VAN	93
CAPITULO 6: RESULTADOS Y DISCUSIÓN		94
6.1	Resultados	95
CAPITULO 7: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		96
7.1	Conclusiones.....	97

7.2 Recomendaciones.....	98
BIBLIOGRAFÍA	99
ANEXOS	101

ÍNDICE DE DIAGRAMAS

Diagrama N° 01: Proyección del coeficiente de Electrificación Rural (2012 – 2022).....	03
Diagrama N° 02: Índice de volumen Físico Industrial Año 2012.....	03
Diagrama N° 03: Factores de la Confiabilidad Operacional.....	18
Diagrama N° 04: Herramientas para la Confiabilidad Operacional.....	21
Diagrama N° 05: Pilares del TPM.....	23
Diagrama N° 06: Organigrama de Postes del Norte S.A.....	29
Diagrama N° 07: Mapa de procesos de Postes del Norte S.A.....	30
Diagrama N° 08: Diagrama de flujo del proceso productivo de Postes de Concreto Armado Centrifugado.....	31
Diagrama N° 09: Proceso actual de mantenimiento en la empresa Postes del Norte S.A.....	48
Diagrama N° 10: Causas de sobrecostos de producción en la empresa Postes Del Norte S.A.....	49
Diagrama N° 11: Relación de dependencia en equipos.....	66
Diagrama N° 12: Pareto del área de mantenimiento de la empresa Postes Del Norte S.A.....	71
Diagrama N° 13: Nivel de confiabilidad.....	77

ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen N° 01: Recepción de alambre.....	32
Imagen N° 02: Elaboración de rondanas.....	33
Imagen N° 03: Soldado de parrillas.....	33
Imagen N° 04: Área de mezclado.....	34
Imagen N° 05: Vaciado de mezcla.....	34
Imagen N° 06: Molde en centrífuga.....	35
Imagen N° 07: Secado a vapor.....	36
Imagen N° 08: Resane de postes.....	36
Imagen N° 09: Pintado de placas.....	37
Imagen N° 10: Traslado de postes.....	37
Imagen N° 11: Carguío de postes de media tensión.....	38
Imagen N° 12: Placa de poste de media tensión.....	38
Imagen N° 13: Centrífuga de planta Milagro.....	43
Imagen N° 14: Caldera.....	44

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro N° 01: Precio de postes en el mercado regional.....	04
Cuadro N° 02: Indicadores.....	08
Cuadro N° 03: Cantidad de trabajadores en Planta Milagro 1.....	32
Cuadro N° 04: Postes producidos en el año 2013.....	39
Cuadro N° 05: Participación porcentual de postes según su tipo.....	39
Cuadro N° 06: Componentes principales de Centrífuga.....	41
Cuadro N° 07: Componentes principales de Caldero.....	42
Cuadro N° 08: Componentes principales de Mezcladora.....	43
Cuadro N° 09: Componentes principales de Máquinas de Soldar.....	43
Cuadro N° 10: Componentes principales de Teclc 5 Ton.....	44
Cuadro N° 11: Componentes principales de Teclc 10 Ton.....	44
Cuadro N° 12: Componentes principales de Grúas Puente.....	45
Cuadro N° 13: Tareas de Mantenimiento Correctivo en Caldero Año 2013.....	48
Cuadro N° 14: Tareas de Mantenimiento Correctivo en Centrífuga Año 2013.....	50
Cuadro N° 15: Tareas de Mantenimiento Correctivo en Grúa De Carguío Año 2013.....	52
Cuadro N° 16: Tareas de Mantenimiento Correctivo en Grúa De Producción Año 2013..	52
Cuadro N° 17: Tareas de Mantenimiento Correctivo en Mezcladora Año 2013.....	53
Cuadro N° 18: Tareas de Mantenimiento Correctivo en Moldes Año 2013.....	54
Cuadro N° 19: Tareas de Mantenimiento Correctivo en Roladora Año 2013.....	55
Cuadro N° 20: Tareas de Mantenimiento Correctivo en Rondanera Año 2013.....	56

Cuadro N° 21: Tareas de Mantenimiento Correctivo en Soldadoras Año 2013.....	56
Cuadro N° 22: Tareas de Mantenimiento Correctivo en Tecle De Carguío Año 2013.....	57
Cuadro N° 23: Tareas de Mantenimiento Correctivo en Tecle De Producción Año 2013.....	58
Cuadro N° 24: Stock de Repuestos.....	61
Cuadro N° 25: Costo de Almacenamiento de Repuestos.....	62
Cuadro N° 26: Paradas por corte de energía eléctrica en el Año 2013.....	63
Cuadro N° 27: TTR de Equipos Críticos.....	65
Cuadro N° 28: Ponderación de Causas Raíces.....	68
Cuadro N° 29: Indicadores Actuales vs Indicadores Propuestos.....	70
Cuadro N° 30: Inventario de Equipos en Planta Milagro	72
Cuadro N° 31: Tiempo Límite de Confiabilidad por equipo.....	75
Cuadro N° 32: Valores de Confiabilidad por equipo.....	76
Cuadro N° 33: Programación general de Mantenimiento en los la Primera Etapa.....	77
Cuadro N° 34: Tareas de Mantenimiento en Equipos durante la Primera Etapa.....	78
Cuadro N° 35: Tareas de Mantenimiento en Equipos durante la Segunda Etapa.....	84
Cuadro N° 36: Cronograma de Capacitaciones de Mantenimiento.....	88

CAPITULO 1: GENERALIDADES DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 Realidad problemática

El Perú, a pesar de todo lo avanzado en materia de electrificación, sigue rezagado en comparación con los países de Latinoamérica, lo que representa una desventaja respecto a los demás países.

La electrificación rural en el Perú presenta características especiales como son: la lejanía y poca accesibilidad de sus localidades, el consumo unitario reducido, poblaciones y viviendas dispersas, bajo poder adquisitivo de los habitantes. Esta situación determina una baja rentabilidad económica para los proyectos de electrificación rural, lo que motiva que no sean atractivos a la inversión privada y requieran de la participación activa del Estado. Es así que al finalizar el año 2012, se han estimado las siguientes coberturas: Nacional 87,2% y Rural 63%.

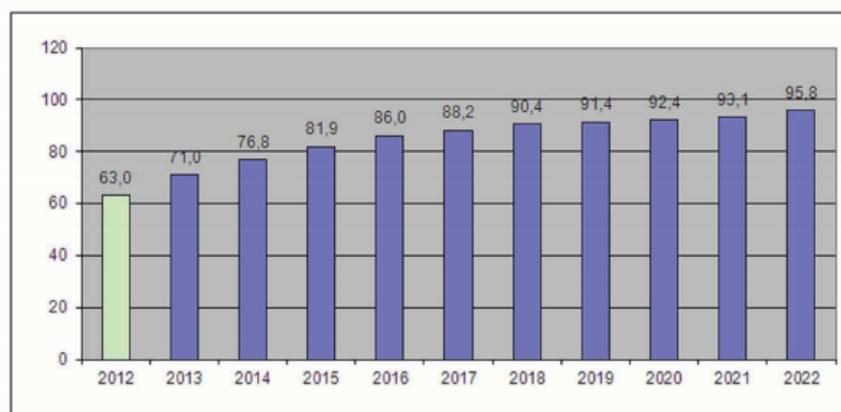
[TEX 001]

Postes del Norte S.A. se dedica a la fabricación de postes y accesorios de concreto armado compactado por medios de centrifugación y vibración. Se enfoca en abastecer a las diferentes obras de electrificación, tanto urbanas como rurales en la zona norte del país. Desde sus inicios en el año 1973 bajo el nombre de PREMOL S.A. (Pre-moldeados de Concreto S.A.) ha sido la empresa pionera en el norte del país, la que posteriormente cambia de nombre a POSTES DEL NORTE S.A. desde el año 2003, y ha ganado una imagen de prestigio forjada a lo largo de sus años de funcionamiento, la cual se ve fortalecida en su amplia experiencia en el rubro de la fabricación de productos de concreto, la misma que ha basado en la buena calidad los productos que otorga a sus clientes, trabajando así con empresas del Grupo DISTRILUZ en sus diferentes ciudades.

El mercado al cual está enfocada la empresa tiene estrecha relación con el crecimiento nacional de la inversión en obras de electrificación. En el ámbito nacional, podemos apreciar que el aumento porcentual en la electrificación rural ha ampliado significativamente el mercado para las empresas de postes de concreto; pero del mismo modo se han incrementado el número de empresas que ofertan este tipo de productos.

Del PNER (Plan Nacional de Electrificación Rural) 2013-2022 tenemos una proyección para los siguientes años:

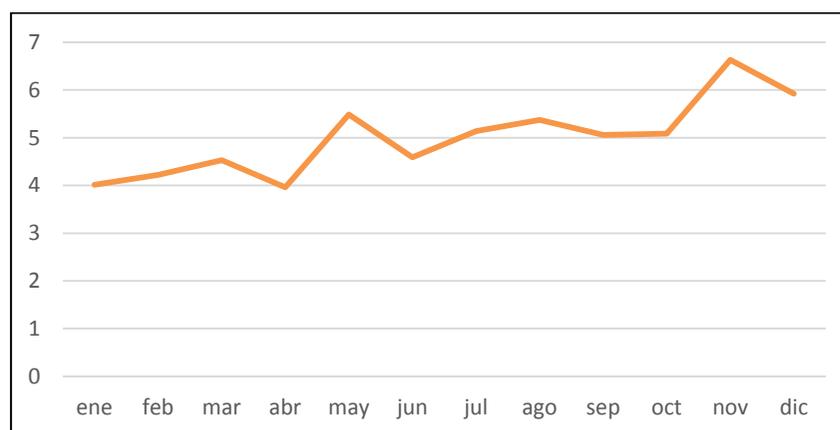
DIAGRAMA N° 01: PROYECCIÓN DEL COEFICIENTE DE ELECTRIFICACION RURAL (2012 – 2022)



Fuente: [TEX 001]

La actividad de Postes del Norte en Sector Manufacturero está dentro de la clasificación: Fabricación de artículos de hormigón, cemento y yeso. El mismo que en el año 2012 tuvo incrementos en su índice de volumen físico industrial, tal como se muestra en el siguiente gráfico.

DIAGRAMA N° 02: INDICE DE VOLÚMEN FISICO INDUSTRIAL AÑO 2012



Fuente: [TEX 002]

Postes del Norte basa su proceso en la NTP 339.027 (2008). Pese a ello no cuenta con un proceso de producción estandarizado ni automatizado. Sus costos de producción están por encima del promedio del sector, lo que no le permite competir a nivel de precio con otras empresas. En el siguiente cuadro podemos apreciar los precios en el mercado local.

CUADRO N° 01: PRECIO DE POSTES EN EL MERCADO REGIONAL

PRODUCTO	PNSA	RDD	CT	PSA
Poste CAC 9/200/120/255	S/. 400.00	S/. 310.00	S/. 295.00	S/. 281.00
Poste CAC 9/300/120/255	S/. 440.00	S/. 345.00	S/. 305.00	S/. 310.00
Poste CAC 13/300/165/360	S/. 925.00	S/. 850.00	S/. 730.00	S/. 788.60

FUENTE: *Postes del Norte S.A.*

ELABORADO POR: *Lisset M. Rosas Ruíz*

Postes del Norte brinda a sus clientes productos de buena calidad, basados en la adecuada selección de sus materias primas y la experiencia de sus trabajadores, forjada desde su trabajo como PREMOL. Su índice de productos defectuosos al año es de 0,05%, lo cual garantiza que las pruebas de calidad de los lotes sean aprobadas.

En el área logística existen problemas al contrastar inventarios físicos con las existencias en kardex, debido a errores en los reportes de producción diarios y a la no estandarización respecto a los consumos de materiales. Así también hay un 4% de productos que entran en obsolescencia, debido a pedidos trancos de postes no tan comerciales. Respecto al abastecimiento, existe un sistema no programado de pedidos, por lo que se generan retrasos de los proveedores en la entrega de materias primas y materiales, dicho retraso oscila entre 1 a 2 días y en su mayoría corresponde a las órdenes de cemento.

En cuanto a seguridad se está buscando aplicar a partir del segundo semestre de este año una gestión de seguridad y salud ocupacional; ya que hasta el primer semestre del año 2013 no se tenía avances significativos respecto al uso de EPP'S, capacitaciones y procedimientos. En el año 2013 se registraron (02) accidentes de gravedad media, por lo que se plantea la reducción de dicha cifra bajo la política de cero accidentes.

Respecto a mantenimiento Postes del Norte no cuenta con un área de mantenimiento definida por lo que trabaja con mantenimiento correctivo de equipos, generando retrasos en producción, despacho y soldadura; y del mismo modo alto costos por pago a personal externo, ya que cuenta solo un encargado para ejecutar tareas de mantenimiento a los equipos a nivel de las 3 plantas (Trujillo, Piura y Cajamarca). No existe un programa anual de mantenimiento

preventivo de los equipos que indique los periodos de mantenimiento por equipo crítico e indicadores de renovación de equipos de acuerdo a las frecuencias de fallas estimadas. Los equipos críticos son: centrífuga, mezcladora, soldadoras, tecles y grúas tipo puente.

Los retrasos en producción debido a tareas correctivas de mantenimiento generan mayores tiempos de producción, siendo éstos en promedio: tiempo de producción sin retrasos: 20 min/poste, tiempo de producción incluido retrasos: 20.4 min/poste, en un periodo de un mes. Esto en base a que el mantenimiento más recurrente toma en promedio 1.54 horas. El pago mínimo del mantenimiento más recurrente es de S/. 150 en términos de mano de obra. Sumado a ello el costo por compra de piezas para reemplazo. Así, se tiene en promedio 4.97 horas de parada en producción al mes para mantenimiento correctivo y 5.48 horas para tareas de mantenimiento correctivo planeado, según los registros del año 2013. Teniendo como consecuencia un 4.92% de sobre costo de producción equivalente a S/. 10,192.68 al mes.

1.1.1 Formulación del problema

¿Cuál es el impacto de la propuesta de mejora del sistema de mantenimiento en los sobre costos de la empresa Postes del Norte S.A.?

1.1.2 Delimitación de la investigación

A. Lugar: Calle Dean Saavedra Mz 58 Lote 2 – El Milagro

B. Distrito: Huanchaco.

C. Provincia: Trujillo.

D. Departamento: La Libertad.

E. Institución donde se desarrollará el proyecto

El trabajo de campo y la recolección de datos de información para la presente investigación se llevará a cabo en la planta de producción de la empresa: POSTES DEL NORTE S.A. sede El Milagro.

Las tareas de gabinete (procesamiento y análisis de la información, etc.) se realizarán en las instalaciones de la Universidad Privada del Norte y en casa según indicaciones de mi asesor.

F. Ámbito o Alcance

Se enmarca en el ámbito de las ciencias de Ingeniería Industrial en el área de Mantenimiento, relacionado al área de producción.

1.2 Autor

1.2.1 Nombre

LISSET MILAGROS ROSAS RUIZ

Bachiller de Ingeniería Industrial

1.2.2 Institución donde se desarrollará el proyecto

El presente trabajo se efectuará en la planta de producción El Milagro de la empresa Postes del Norte S.A.

1.3 Duración del proyecto

Seis meses.

Fecha de inicio	08 de Febrero de 2014
Fecha de término	16 de Agosto de 2014

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo General

Reducir los sobrecostos por mantenimiento correctivo, mediante la propuesta de mejora del sistema de gestión de mantenimiento, en la empresa Postes del Norte S.A

1.4.2 Objetivos Específicos

- Analizar la situación actual de la gestión de mantenimiento en la empresa.
- Elaborar un programa anual de mantenimiento preventivo para los equipos críticos en la empresa Postes del Norte S.A. mediante la aplicación de herramientas de gestión de mantenimiento.
- Presentar la evaluación económica / financiera de la propuesta de mejora en gestión de mantenimiento en la empresa Postes del Norte S.A.

1.5 Justificación del problema

El presente proyecto permitirá a la empresa Postes del Norte S.A. tener una propuesta de mejora a aplicar en el área de mantenimiento de sus equipos, con la finalidad de reducir los sobrecostos generados por la no planificación de tareas de mantenimiento.

En el aspecto económico se justifica, debido a que la propuesta de mejora en el sistema actual de gestión de mantenimiento permitirá reducir sobrecostos por tareas de mantenimiento correctivo debido a paradas de producción no planeadas.

En el aspecto Académico, se justifica ya que la presente investigación desarrollará herramientas de Ingeniería y por ello servirá como guía o instrumento de consulta para futuras investigaciones.

1.6 Tipo de Investigación

1.6.1 Por la orientación

Proyectista Aplicativa

1.6.2 Por el diseño

Pre-Experimental

1.7 Hipótesis General

La propuesta de mejora del sistema de gestión de mantenimiento reducirá los sobrecostos de la empresa Postes del Norte S.A.

1.8 Variables

1.8.1 Sistema de Variables

A. Variable independiente

Propuesta de Mejora del sistema de gestión de mantenimiento.

B. Variable dependiente

Sobrecostos de Producción

1.8.2 Operacionalización de las variables

CUADRO N° 02: INDICADORES

PROBLEMA	HIPÓTESIS	VARIABLES	INDICADORES	FÓRMULA
¿De qué manera la mejora del sistema de mantenimiento reducirá los costos de la empresa Postes del Norte S.A.?	La implementación de la propuesta de mejora del sistema de gestión de mantenimiento reducirá los sobrecostos de la empresa Postes del Norte S.A.	V1: Sistema de gestión de mantenimiento	1.1: Número de paradas mensuales 1.2: Tiempo improductivo mensual 1.3: Tiempo Medio entre Fallas (MTBF)	1.1: N° veces que paraliza la producción / periodo de tiempo 1.2: Horas perdidas por paradas de producción / periodo de tiempo 1.3: (Horas de producción programadas * tiempo total de reparación) / N° fallas
		V2: Sobrecostos de producción	2.1: Costo de oportunidad 2.2: Costo de producción 2.3: Costo de mantenimiento correctivo	2.1: Ventas perdidas de las unidades que se dejan de producir 2.2: costo de producir una unidad de producto terminado 2.3: costo de corregir una parada de producción

Elaborado por: *Lisset M. Rosas Ruíz*

1.9 Diseño de la investigación

G: O1 → X → O2

Donde:

O1: Sobrecostos actuales

O2: Sobrecostos con la propuesta de mejora del sistema de mantenimiento.

CAPITULO 2: REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Antecedentes de la Investigación

Esta investigación, se ha elaborado en base a una búsqueda bibliográfica y haciendo un análisis de la información encontrada, se denotan algunos antecedentes encontrados.

2.1.1 Antecedente Internacional

Tesis: “DISEÑO DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA MAQUINARIA Y MEJORA DEL SISTEMA DE EXTRACCIÓN DE VAPORES INFLAMABLES, EN LA EMPRESA TRANSPRODUCTOS, S.A.” Elaborada por: Julio César Coy Catú para optar al título de Ingeniero Mecánico Industrial en la Universidad de San Carlos de Guatemala año 2010. Donde se concluye que: Un plan de mantenimiento preventivo en la empresa, es más efectivo que el mantenimiento correctivo aplicado actualmente, ya que se tiene una programación de las actividades que deben de efectuarse en cada una de las máquinas con una frecuencia determinada, para anticiparse a cualquier falla o anomalía y mantenerlas en óptimas condiciones de funcionalidad.

2.1.2 Antecedente Nacional

Tesis: “PROPUESTA DE MEJORA DE LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO BASADO EN LA MANTENIBILIDAD DE EQUIPOS DE ACARREO DE UNA EMPRESA MINERA DE CAJAMARCA” Elaborada por: Miguel Ángel Rodríguez para optar el título de Ingeniero Industrial, Universidad Privada del Norte - Perú año 2012. Donde se Concluye que: Se analizaron las propuestas de mejora de manera técnica y económica alineados a las estrategias planteadas de la gestión de mantenimiento: desde capacitación al personal, contratar personal de Calidad y para gestión de inventarios, así como implementar un módulo de un ERP, junto con un plan de renovación de equipos. Los costos relacionados a estas propuestas equivalen a 122 mil dólares para el año 0 (2012).

2.1.3 Antecedente Local

Tesis: “PROPUESTA DE UN SISTEMA DE MANTENIMIENTO PROGRAMADO PARA LA EMPRESA DE TRANSPORTE DE CARGA CODIGEN S.A.C. TRUJILLO - PERÚ” Elaborada por: Jennifer Holguín Algarate y Claudia Medina Mancilla para optar el título profesional de Ingeniero Industrial, Universidad Privada del Norte – Perú año 2012. Donde

se concluye que: Mediante la implementación del sistema de Mantenimiento Programado propuesto aumentaría la disponibilidad de las unidades de transporte en un 59%.

2.2 Marco teórico

2.2.1 Mantenimiento

El mantenimiento es un conjunto de actividades que deben realizarse a instalaciones y equipos, con el fin de corregir o prevenir fallas, buscando que éstos continúen prestando el servicio para el cual fueron diseñados.

Es un servicio que agrupa una serie de actividades cuya ejecución permite alcanzar un mayor grado de confiabilidad en los equipos, máquinas, construcciones civiles, instalaciones.

Como es evidente, debido a la incapacidad para que los equipos e instalaciones se mantengan en buen funcionamiento por sí mismos, debe organizarse un grupo de personas para que se encargue de esto y se constituya así una "organización de mantenimiento".

Lo anterior se debe basar siempre en el equilibrio de los siguientes factores:

- Minimizar los costos de parada del equipo por daños y reparaciones.
- Maximizar la utilización del capital invertido en instalaciones y equipos, aumentando así su vida útil.
- Minimizar los costos de operación y mantenimiento, para aumentar los beneficios de la actividad industrial.

El mantenimiento adecuado, tiende a prolongar la vida útil de los bienes, a obtener un rendimiento aceptable de los mismos durante más tiempo y a reducir el número de fallas.

Decimos que algo falla cuando deja de brindarnos el servicio que debía darnos o cuando aparecen efectos indeseables, según las especificaciones de diseño con las que fue construido o instalado el bien en cuestión.

Es también una función del mantenimiento garantizar la seguridad industrial.

En la práctica, el alcance del mantenimiento depende del tipo de industria o instalación, así como de la magnitud y desarrollo industrial de la misma.

Cada industria en particular y cada departamento de mantenimiento, dependiendo de su formación académica y técnica y de las características

de los equipos y sistemas que deben mantenerse, desarrollarán sus propias técnicas y estilos administrativos.

[URL 001]

A. Objetivos del Mantenimiento

En el caso del mantenimiento su organización e información debe estar encaminada a la permanente consecución de los siguientes objetivos

- Optimización de la disponibilidad del equipo productivo.
- Disminución de los costos de mantenimiento.
- Optimización de los recursos humanos.
- Maximización de la vida de la máquina.
- Evitar detenciones inútiles o para de máquinas.
- Evitar accidentes.

[URL 002]

B. Tipos de Mantenimiento

Existen diversas formas de realizar el mantenimiento a un equipo de producción, cada una de las cuales tiene sus propias características como lo describiremos a continuación.

a. Mantenimiento Correctivo

Como su nombre lo indica, es un mantenimiento encaminado a corregir una falla que se presente en determinado momento.

En otras palabras, es el equipo quien determina las paradas. Su función primordial es poner en marcha el equipo lo más rápido y con el mínimo costo posible. Este mantenimiento es generalmente el único que se realiza en pequeñas empresas. Las etapas por seguir cuando se presente un problema de mantenimiento correctivo, pueden ser las siguientes:

- Identificar el problema y sus causas.
- Estudiar las diferentes alternativas para su reparación.
- Evaluar las ventajas de cada alternativa y escoger la óptima.
- Planear la reparación de acuerdo con personal y equipo disponibles.
- Supervisar las actividades por desarrollar.

- Clasificar y archivar la información sobre tiempos, personal y repuesta de la labor realizada, así como las diferentes observaciones al respecto.

b. Mantenimiento Periódico

Este tipo de mantenimiento, como su nombre lo indica, es aquel que se realiza después de un período de tiempo generalmente largo (entre seis y doce meses). Este mantenimiento se practica por lo regular en plantas de procesos tales como petroquímicas, azucareras, papeleras, de cemento, etc. y consiste en realizar grandes paradas en las que se efectúan reparaciones mayores.

c. Mantenimiento Programado

Este es otro sistema de mantenimiento que se práctica hoy en día y se basa en la suposición de que las piezas se desgastan siempre en la misma forma y en el mismo período de tiempo, así se esté trabajando bajo condiciones diferentes.

d. Mantenimiento Predictivo

Este tipo de mantenimiento consiste en hacer mediciones o ensayos no destructivos mediante equipos sofisticados a partes de maquinaria que sean muy costosas o a las cuales no se les pueda permitir fallar en forma imprevista, pues arriesgan la integridad de los operarios o causan daños de cuantía. La mayoría de las inspecciones se realiza con el equipo en marcha y sin causar paros en la producción.

e. Mantenimiento Preventivo

Para evitar que se confunda este mantenimiento con una combinación del periódico y el programado, se debe hacer énfasis en que la esencia de éste son las revisiones e inspecciones programadas que pueden o no tener como consecuencia una tarea correctiva o de cambio.

Este sistema se basa en el hecho de que las partes de un equipo se gastan en forma desigual y es necesario prestarles servicio en forma racional, para garantizar su buen funcionamiento.

El mantenimiento preventivo es aquel que se hace mediante un programa de actividades (revisiones y lubricación), previamente establecido, con el fin de anticiparse a la presencia de fallas en instalaciones y equipos.

Este programa se fundamenta en el estudio de necesidades de servicio de un equipo, teniendo en cuenta cuáles de las actividades se harán con el equipo detenido y cuáles cuando está en marcha. Además, se estima el tiempo que se toma cada operación y la periodicidad con que se efectúa, con el fin de poder determinar así las horas-hombre que requiere una tarea de mantenimiento, al igual que las personas que se van a emplear en determinados momentos del año.

El éxito de un programa de mantenimiento preventivo, estriba en el análisis detallado del programa de todas y cada una de las máquinas y en el cumplimiento estricto de las actividades, para cuyo efecto se debe realizar un buen control.

Dependiendo del tipo de empresa, del desarrollo alcanzado por ella, así como de las políticas establecidas, se pueden conjugar para efectos de un mejor mantenimiento, varias de las alternativas antes mencionadas, realizándose de esta manera un Mantenimiento Mixto.

[URL 001]

El mantenimiento preventivo puede definirse como la programación de actividades de inspección de los equipos, tanto de funcionamiento como de limpieza y calibración, que deben llevarse a cabo en forma periódica con base en un plan de aseguramiento y control de calidad. Su propósito es prevenir las fallas, manteniendo los equipos en óptima operación.

La característica principal de este tipo de mantenimiento es la de inspeccionar los equipos, detectar las fallas en su fase inicial y corregirlas en el momento oportuno. Con un buen mantenimiento preventivo se obtiene experiencia en diagnóstico de fallas y del tiempo de operación seguro de un equipo.

En general en los PMP se deben incorporar todos los registros documentados de las actividades de rutina, de las calibraciones e

inspecciones, así como de las acciones de mantenimiento correctivo realizadas debido a fallas o a eventos no programados.

Los PMP deben incluir elementos tales como:

- Inventarios de equipo por organización o estación.
- Listas de partes y refacciones por equipo, incluyendo datos de los proveedores.
- Frecuencia de inspección / mantenimiento por equipo.
- Programas de calibración.
- Programas de sustitución de equipos.
- Lugares y responsables de reparación de equipos.
- Contratos de servicios.
- Registros mensuales de las actividades de prueba, inspección y mantenimiento
- Formatos de verificación y recepción de consumibles, refacciones y equipos.
- Requisiciones y/o órdenes de compra.
- Registros sobre movimiento o cambio de ubicación de equipos.

Tareas del Mantenimiento Preventivo

La tarea de mantenimiento preventivo (Preventive Task, PRT) es una tarea que se realiza para reducir la probabilidad de fallo del elemento o sistema, o para maximizar el beneficio operativo. Una tarea de mantenimiento preventivo típica consta de las siguientes actividades de mantenimiento:

- Desmontaje.
- Recuperación o sustitución.

- Montaje.
- Pruebas.
- Verificación.

Las tareas de mantenimiento preventivo más comunes son sustituciones, renovaciones, revisiones generales, etc. Es necesario recalcar que estas tareas se realizan, a intervalos fijos, como por ejemplo, cada 3.000 horas de operación, cada 10.000 millas, o cada 500 aterrizajes, al margen de la condición real de los elementos o sistemas.

[LIB 002]

2.2.2 Falla de Equipos

Cada falla que se puede presentar en una planta de proceso, representa un riesgo potencial, por lo cual es esencial entender cómo se presenta, entendiendo la forma en que los equipos fallan, podremos diseñar mejores acciones correctivas o preventivas. En este caso, las acciones son tareas de mantenimiento. Estas acciones, son derivadas del proceso de análisis de modos de falla, de modo que a cada modo de falla le corresponde una tarea. Podemos definir entonces un modo de falla, como “la forma” en que un equipo o activo falla.

Es importante para el entendimiento de la falla, poder identificar los dos diferentes estados de falla que se pueden presentar (“fault” y “failure”); primeramente, aquel estado de falla, en el cual un activo simplemente deja de funcionar y otro, en el cual el activo no desempeña su función conforme a un estándar de desempeño deseado o bien, conforme a las necesidades que el usuario tiene, pero no necesariamente deja de funcionar.

[LIB 001]

2.2.3 Confiabilidad Operacional

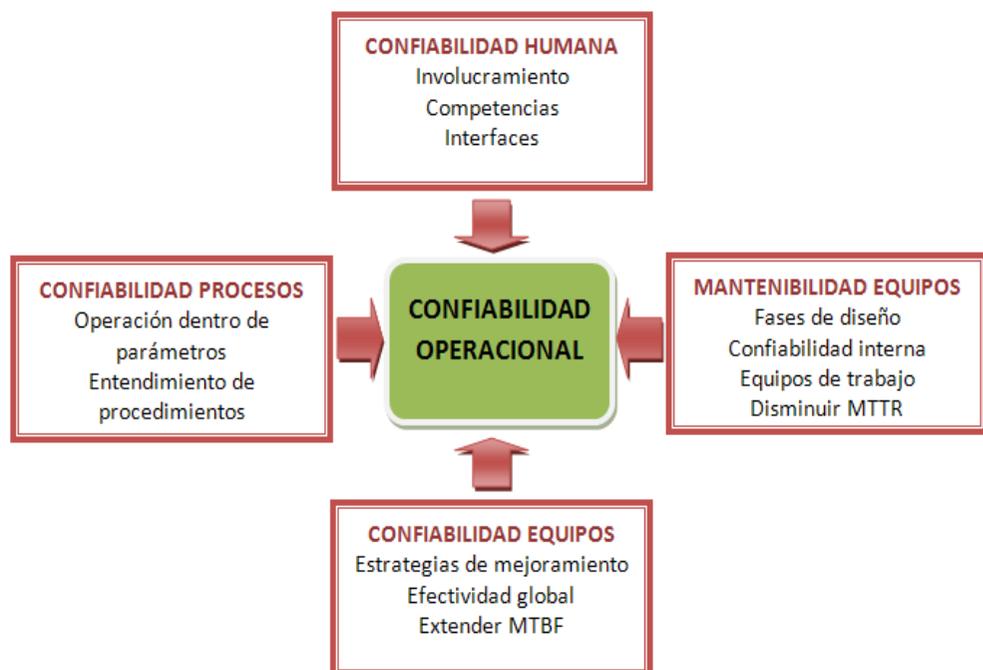
La confiabilidad de un sistema o un equipo, es la probabilidad que dicha entidad pueda operar durante un determinado periodo de tiempo sin pérdida de su función. El fin último del Análisis de confiabilidad de los

activos físicos es cambiar las actividades reactiva y correctivas, no programadas y altamente costosas, por acciones preventivas planeadas que dependan de análisis objetivos, situación actual e historial de equipos y permitan un adecuado control de costos.

La Confiabilidad Operacional se define como una serie de procesos de mejora continua, que incorporan en forma sistemática, avanzadas herramientas de diagnóstico, metodologías de análisis y nuevas tecnologías, para optimizar la gestión, planeación, ejecución y control de la producción industrial. La Confiabilidad Operacional lleva implícita la capacidad de una instalación (procesos, tecnología, gente), para cumplir su función o el propósito que se espera de ella, dentro de sus límites de diseño y bajo un específico contexto operacional.

Es importante, puntualizar que en un sistema de Confiabilidad Operacional es necesario el análisis de sus cuatro parámetros operativos: confiabilidad humana, confiabilidad de los procesos, mantenibilidad y confianza de los equipos; sobre los cuales se debe actuar si se quiere un mejoramiento continuo y de largo plazo. Estos cuatro elementos se muestran en el siguiente diagrama:

DIAGRAMA N° 03: FACTORES DE LA CONFIABILIDAD OPERACIONAL



FUENTE: [URL 006]

Elaborado por: Lisset M. Rosas Ruíz

Un proceso de desarrollo de la Confiabilidad Operacional implica cambios en la cultura de la empresa, creando un organismo diferente con un amplio sentido de la productividad y con una visión clara de los fines del negocio. La variación en conjunto o individual que pueda sufrir cada uno de estos cuatro aspectos mostrados, afecta el desempeño general del sistema. Cualquier hecho aislado de mejora puede traer beneficios, pero no al considerarse los demás factores, sus ventajas son limitadas o diluidas en la organización y pasan a ser el resultado de un proyecto y no de un cambio organizacional.

La confiabilidad en mantenimiento se estudia como la probabilidad que un equipo sobreviva sin fallas un determinado período de tiempo bajo determinadas condiciones de operación.

Sin embargo esta definición no demuestra en realidad todos los alcances que conlleva. La confiabilidad es más que una probabilidad; es una nueva forma de ver el mundo, en realidad es una cultura que debe implementarse a todos los niveles de la industria desde la alta dirección hasta el empleado de más bajo nivel. La confiabilidad como cultura busca que todas las actividades de producción y en general todas las tareas se efectúen bien desde la primera vez y por siempre; no se acepta que se hagan las cosas precariamente o a medias.

Esto implica un cambio en la mentalidad de todo el personal de la planta, nuevas formas de pensar y actuar, nuevos paradigmas; por esto es de radical importancia que la dirección de la empresa tome conciencia de la nueva situación y de su dificultad de conseguirla. Inculcar un cambio en la forma de pensar no es sencillo, cuesta gran cantidad de trabajo y tiempo; la dirección debe enfocar sus esfuerzos en la formación de sus empleados mediante políticas que permitan la participación del personal en planes de mejoramiento continuo de procesos, círculos de participación y demás elementos que persigan alcanzar los objetivos propuestos.

Todo lo anterior requiere de soporte gerencial de alto nivel y convencimiento de que no es una tarea fácil ni a corto plazo, donde se debe hacer una gran inversión de capital y tiempo, en capacitación y reconocimiento y donde los logros superan con creces las predicciones.

A. Aplicación de la Confiabilidad Operacional

Las estrategias de Confiabilidad Operacional se usan ampliamente en los casos relacionados con:

- Elaboración de los planes y programas de mantenimiento e inspección de equipos e instalaciones industriales.
- Solución de problemas recurrentes en los activos fijos que afecten los costos y la efectividad de las operaciones.
- Determinación de las tareas que permitan minimizar riesgos en los procesos, equipos e instalaciones y medio ambiente.
- Establecer procedimientos operacionales y prácticas de trabajo seguro.
- Determinar el alcance y frecuencia óptima de paradas de planta.

La Confiabilidad Operacional impulsa el establecimiento de tecnologías que faciliten la optimización industrial, entre las cuales se pueden destacar:

- Modelaje de sistemas, en la confiabilidad operacional se gasta a nivel de elementos (equipos, procesos y clima organizacional) y se recibe beneficios a nivel de planta.
- Confiabilidad Organizacional, llamada también en forma sesgada error humano siendo este el ancla más fuerte.
- Gestión del Conocimiento, valor agregado de nuevas prácticas y conocimientos, a través de mediciones sistémicas, bancos de datos, correlaciones, simulaciones, minería de datos y estadísticas.
- Manejo de la incertidumbre, a través del análisis probabilístico de incertidumbre y riesgo asociado.
- Optimización Integral de la Productividad, a través de pruebas piloto en seguridad y confiabilidad desde el diseño.

B. Herramientas de la Confiabilidad Operacional

La confiabilidad como metodología de análisis debe soportarse en una serie de herramientas que permitan evaluar el comportamiento del activo de una forma sistemática a fin de poder determinar el nivel de operatividad, la cuantía del riesgo y las demás acciones de mitigación que se requieren, para asegurar su integridad y continuidad operacional.

Son múltiples las herramientas de que se sirve la confiabilidad con el fin de formular planes estratégicos para lograr la excelencia en las actividades e mantenimiento. Las seis herramientas que se muestran a continuación son las más utilizadas:

- **Análisis Causa Raíz (RCFA).** Es una técnica sistemática que se aplica con el objetivo de determinar las causas que originan las fallas, sus impactos y frecuencias de aparición, para poder mitigarlas o eliminarlas.
- **Inspección Basada en Riesgos (RBI).** Es una técnica que permite definir la probabilidad de falla de un equipo o sistema, y las consecuencias que las fallas pueden generar sobre la gente, el ambiente y los procesos.
- **Análisis Costo Riesgo Beneficio (BRCA).** Es una metodología que permite establecer una combinación óptima entre los costos de hacer una actividad y lo logros o beneficios que la actividad genera, considerando el riesgo que involucra la realización o no de tal actividad.

DIAGRAMA Nº 04: HERRAMIENTAS PARA LA CONFIABILIDAD OPERACIONAL



FUENTE: [URL 006]

Elaborado por: Lisset M. Rosas Ruíz

2.2.4 TPM: Mantenimiento Productivo Total

La industria actual no puede permitirse fallos en la producción, bajadas en la calidad de los productos fabricados, y sobre todo no puede permitirse paros innecesarios. Porque estas circunstancias conllevan pérdidas económicas, además de no poder cumplir los plazos de tiempo estimados, lo que desemboca en el descontento del cliente, que de nuevo puede volver a repercutir en los ingresos económicos de la empresa.

Para evitar este tipo de situaciones los japoneses crearon el denominado Mantenimiento Productivo Total que permite eliminar o reducir drásticamente las pérdidas derivadas por fallos en la producción. Pero este sistema se ha perfeccionado con el paso de los años bebiendo de otras culturas industriales como la Americana para convertirse en un elemento imprescindible de cualquier industria actual.

La filosofía principal del Mantenimiento Productivo Total es la de lograr un equipo de trabajo involucrado al máximo que proteja, cuide, limpie y realice todas las labores de mantenimiento preventivo, para lograr que no se produzca ningún tipo de fallo o avería que detenga la producción. Logrando con esto que el trabajador se sienta más responsable de su propio trabajo y de los elementos que le rodean. Pero el Mantenimiento Productivo Total, también es una estrategia para lograr un mayor compromiso, no solo de los altos directivos si no, de todos los empleados de la factoría.

La implantación en una nueva industria que desconoce estas técnicas no es fácil, puesto que debe lograrse el compromiso total de toda la plantilla contratada, la aceptación de unas normas estrictas de calidad y la revisión periódica de cada uno de los equipos o maquinas utilizadas en el proceso de producción.

La implantación y el cumplimiento del Mantenimiento Productivo Total dentro de la industria otorgan grandes beneficios. En primer lugar consigue optimizar al máximo los procesos de producción de cualquier industria, aumentando los beneficios económicos y ampliando el margen de beneficios por cada producto fabricado. Además de lograr una máxima motivación del personal vinculado a cualquier proceso. También cuenta con la ventaja de evitar averías graves que aumente los costes y detengan la producción. Esto es posible gracias a un mantenimiento periódico y

estructurado que cubre todos los aspectos necesarios para saber que las máquinas están operando con normalidad.

En resumen, la idea fundamental de Mantenimiento Productivo Total también denominado TPM (del inglés Total Productive Maintenance) es conseguir que dentro de la producción no existan averías ni tiempos muertos, que no existan defectos en los productos finales debido a un deterioro de los equipos y sobre todo no tener pérdidas en el rendimiento o en la capacidad de abastecimiento por causas de las máquinas involucradas en los procesos productivos.

DIAGRAMA N° 05: PILARES DEL TPM



Fuente: [URL 004]

Elaborado por: Lisset M. Rosas Ruíz

Existen ocho pilares fundamentales dentro del TPM que marcan las normas y las directrices a seguir dentro de la empresa para lograr que su aplicación sea eficaz.

- A. Mejoras Enfocadas:** La primera opción es llegar a la raíz del problema, llegando al fallo de una manera planificada y midiendo los tiempos.
- B. Mantenimiento Autónomo:** Intentar alargar la vida al equipo lo máximo posible con la ayuda del operario que mantenga y limpie la máquina continuamente.

- C. Mantenimiento planeado o planificado:** Es este apartado entran todos los tipos de mantenimiento preventivo aplicables a las diferentes maquinas o equipos.
- D. Mantenimiento de Calidad:** Tener presentes las normas de calidad necesarias y aplicarlas para que todos los procesos se desarrollen con normalidad.
- E. Prevención del Mantenimiento:** Buscar equipos que puedan ser susceptibles de fácil mantenimiento, para conseguir alargar al máximo su vida útil.
- F. Mantenimiento áreas soporte:** Es llevar el mantenimiento de la manera administrativa correcta, quedando todas las tareas y procesos documentados con exactitud.
- G. Polivalencia y desarrollo de habilidades:** Conseguir que todo el personal aprenda el funcionamiento global y específico de cada elemento que interviene en el proceso de producción, logrando con esto la no dependencia de personas.
- H. Seguridad y Medio Ambiente:** Se deben cumplir todas las normativas vigentes de seguridad y medio ambiente que cada gobierno exija.

[URL 004]

2.3 Marco conceptual

2.3.1 Glosario de Términos

- A. PNSA:** Empresa Postes del Norte S.A.
- B. PREMOL:** Empresa Pre-moldeados S.A.
- C. RDD:** Empresa RDD Contratistas Generales S.A.
- D. PSA:** Empresa Postes S.A.C.
- E. CT:** Empresa Concreto Transformado S.A.
- I. PMP:** Plan de mantenimiento preventivo.
- J. CPC:** Costo del personal involucrado en el mantenimiento correctivo.
- K. CRC:** Costo de repuestos utilizados en tareas de mantenimiento correctivo.
- L. CHC:** Costo de herramientas utilizadas para tareas de mantenimiento correctivo.

- M. **CCC:** Costo de contratación a terceros para tareas de mantenimiento correctivo.
- N. **CM:** Costo de Mantenimiento.
- O. **MP:** Media Presión.
- P. **MTBF:** Tiempo Medio entre Fallas
- Q. **MTTR:** Tiempo Medio de Reparación
- R. **TTR:** Tiempo Total de Reparación.
- S. **Cm:** Costo promedio de la tarea de mantenimiento de un equipo
- T. **Ccm:** Costo Mantenimiento Correctivo de un equipo
- U. **CMC:** Costo de Mantenimiento Correctivo Parcial
- V. **CMCT:** Costo de Mantenimiento Correctivo Total

2.3.2 Definición de Términos

- A. **NTP 339.027 (2008):** Es la Norma Técnica Peruana que describe el proceso de fabricación de postes y la resistencia a la cual debe llegar el concreto en sus pruebas de calidad. Así mismo define el número de productos defectuosos por lote de productos probados para su aprobación o rechazo por parte del cliente.
- B. **CENTRIFUGACIÓN:** Proceso utilizado para la compactación del concreto (postes) a través de un sistema de ejes alineados que permiten al poste girar a determinada velocidad sobre su propio eje, controlada por un variador de velocidad.
- C. **VIBRACIÓN:** Proceso utilizado para la compactación del concreto (accesorios) a través de una mesa vibratoria que permite al concreto distribuirse uniformemente dentro del molde.
- D. **MOTORREDUCTORES:** Motores ubicados en la base de los puentes grúa que permiten el desplazamiento de la estructura sobre los rieles.
- E. **BOTONERA:** Mando del teclé con (06) botones de desplazamiento del puente grúa y (01) botón de parada de emergencia.
- F. **PARRILLA:** Estructura de fierro unida mediante ataduras y soldada, la cual será responsable de garantizar la resistencia del poste.
- G. **PIN:** Porción de tubo que se coloca en la parrilla del poste para generar un orificio por el cual pasará el cable de tendido eléctrico.
- H. **PICADOR:** Tubo de fierro 2" x 1.00m aproximadamente, el cual los operarios introducen para balancear la parrilla durante el proceso de vaciado, esto para ayudar a que la mezcla ingrese uniformemente al molde.

CAPÍTULO 3: DIAGNÓSTICO DE LA REALIDAD ACTUAL

3.1 Descripción General de la Empresa

Postes del Norte S.A. es una empresa industrial dedicada a la producción de elementos de concreto armado compactado por medios de vibración y centrifugación, curado por tratamientos térmicos. Utiliza tecnología, mano de obra y materiales peruanos, participando de esta manera en el desarrollo regional y nacional.

Los postes y accesorios manufacturados se encuentran aprobados por Distriluz y cumplen satisfactoriamente las NTP 339.027-INDECOPI- y DGE/MEN 015-PD.

La empresa inicia sus actividades en el año 2003 y actualmente cuenta con 4 plantas de producción de postes ubicadas en El Milagro, Parque Industrial - La Esperanza, Cajamarca y Piura; y una planta de producción de accesorios en El Milagro.

3.1.1 Misión

Satisfacer la demanda de nuestros clientes con artículos de primera calidad, cumpliendo con todos los requerimientos técnicos normados según las normativas vigentes y, además con las exigencias adicionales que cada cliente demande.

3.1.2 Visión

Nuestra visión es ser una empresa líder dentro de la industria de fabricación de postes y accesorios de concreto, siendo un ejemplo de innovación, tecnología y habilidad para competir exitosamente en los mercados locales y nacionales, destacando además por nuestra dedicación a la formación, capacitación y desarrollo de nuestros empleados, respeto integral al medio ambiente y compromiso con el desarrollo del país.

3.1.3 Principales Productos

- Postes de Concreto Armado Centrifugado Línea Aérea
- Postes de Concreto Armado Centrifugado Seccionados
- Postes de Concreto Armado Centrifugado Línea Subterránea
- Accesorios Concreto Armado Vibrado

3.1.4 Principales competidores

- POSTES S.A.C.
- FABINCO S.A.
- INDUSTRIA DE POSTES SULLANA S.A.C.
- RDD CONTRATISTAS GENERALES S.A.
- ESCARSA
- CONCRETO TRANSFORMADO S.A.
- TUBOS Y POSTES CHICLAYO S.A.C.

3.1.5 Principales Proveedores

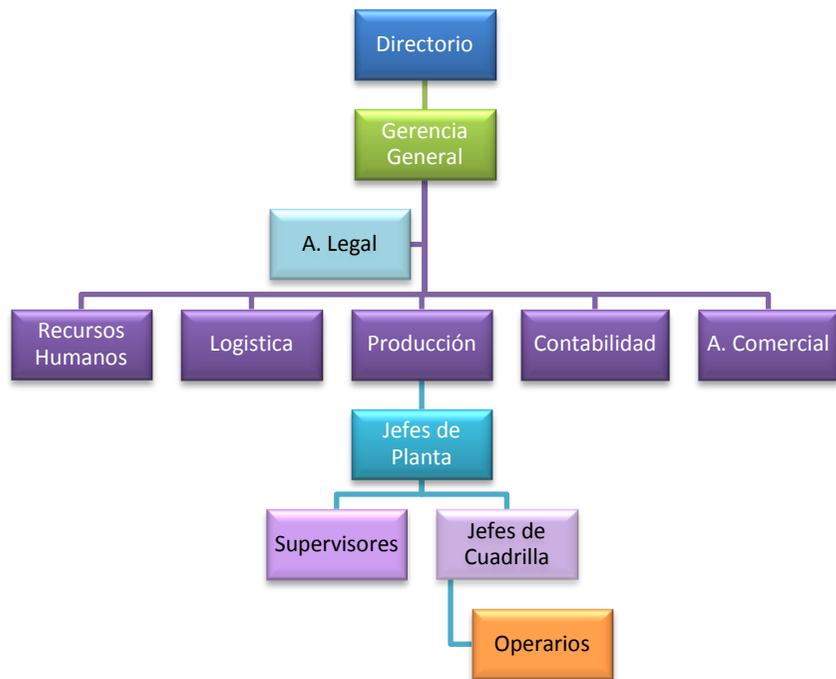
- RAVAL CONTRATISTAS GENERALES: Abastece agregados; arena gruesa, arena fina y piedra ½”.
- ARENERA JAÉN S.A.C.: proveedor de cemento, fierro, alambre y alambón.
- ESTRUCTURAS METÁLICAS CARRANZA, Elabora moldes metálicos para postes y accesorios.
- FACTORIA JC: Elabora moldes metálicos para postes y accesorios, además placas metálicas grabadas y pines cónicos.
- INKAFERRO: Provee barras corrugadas BELGO de 3/8” y 12mm; así como alambres y alambón.
- L&R ASOCIADOS, proporciona aditivos como Chema Flex, EUCO CIA y Chema Bitumen.
- SG EL FARO, provee carbón de antracita de 4mm para la caldera a vapor.
- COMERCIAL RC, provee soldadura para el armado de las estructuras (parrillas).
- KENTH PLAST: Abastece con tubos PVC Luz de 19.1mm, 1” y 1 ½”.

3.1.6 Mercado

Postes del Norte se enfoca al mercado Nor–Oriental del Perú, abasteciendo a obras de electrificación de alumbrado público rural y urbano, además obras de tendido de redes de telefonía en los departamentos de Cajamarca, Piura, Lambayeque, La Libertad.

3.1.7 Organigrama

DIAGRAMA N° 06: ORGANIGRAMA DE POSTES DEL NORTE S.A.



FUENTE: *Elaboración Propia*

Elaborado por: *Lisset M. Rosas Ruíz*

El personal de la empresa se divide en 4 grupos según el alcance de sus funciones:

- A. **Área Gerencial**, encargada de tomar las decisiones estratégicas y gerenciales, responsable del manejo de toda la organización. Trabaja siempre en coordinación con el área legal de la empresa.
- B. **Administrativos**, encargados del manejo administrativo y contable de toda la empresa y el personal, entre ellos están el área Comercial, Contabilidad, RR.HH, etc.
- C. **Jefes de Planta**, Son los responsables del correcto funcionamiento de las plantas de producción, atender las necesidades del personal, solicitar el abastecimiento de los materiales e insumos, etc. Se apoyan con los jefes de cuadrilla para realizar las coordinaciones pertinentes al desarrollo del proceso productivo dentro de cada planta.
- D. **Área Operativa**, es el personal involucrado directamente en la elaboración de los productos, el cual a su vez, manipula los diferentes equipos y maquinarias.

3.1.8 Mapa de Procesos

DIAGRAMA N° 07: MAPA DE PROCESOS DE POSTES DEL NORTE S.A.



FUENTE: *Elaboración Propia*

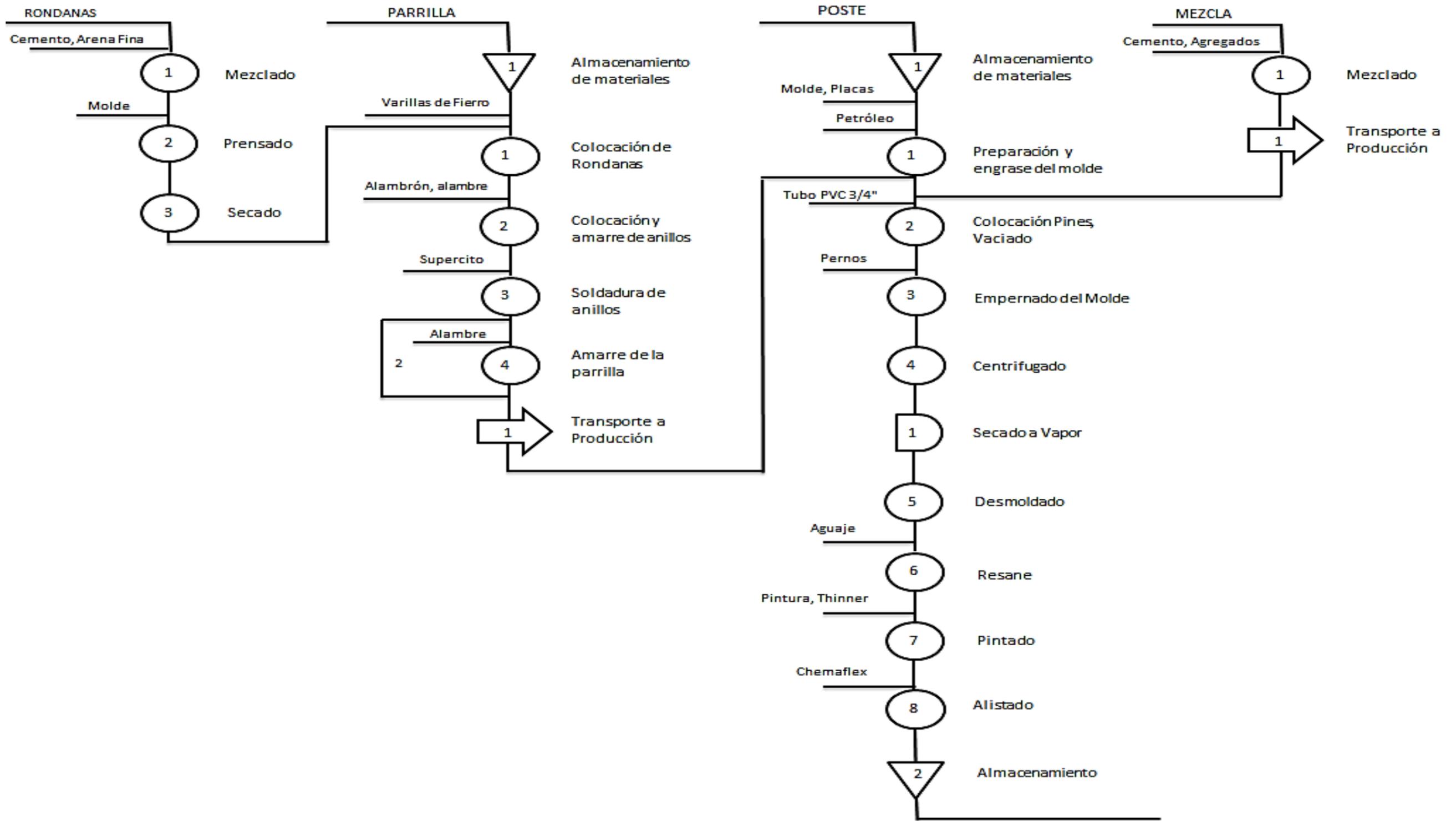
Elaborado por: *Lisset M. Rosas Ruíz*

3.2 Descripción Particular del Área de la Empresa objeto de Análisis

3.2.1 Diagrama de Flujo del Proceso Productivo

(Ver página siguiente)

DIAGRAMA N° 08: DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO PRODUCTIVO DE POSTES DE CONCRETO ARMADO CENTRIFUGADO



FUENTE: Postes del Norte S.A.

ELABORADO POR: Lisset M. Rosas Ruíz.

3.2.2 Proceso de Producción

El proceso de producción está enfocado a la manufactura de postes de concreto armado centrifugado, dicha actividad tiene lugar dentro de la planta de procesos, inicia con la recepción de los materiales y finaliza en el almacenamiento y/o despacho del producto final. La planta de producción está bajo la responsabilidad de un ingeniero de planta, que tiene a cargo 19 operarios distribuidos de la siguiente manera:

**CUADRO N° 03: CANTIDAD DE TRABAJADORES EN PLANTA
MILAGRO 1**

Puesto	Cantidad Trabajadores
Elaboración de rondanas	1
Caldero	1
Soldadura	3
Producción	10
Resane	2
Despacho	2
TOTAL	19

FUENTE: *Postes del Norte S.A.*

ELABORADO POR: *Lisset M. Rosas Ruíz*

A. Recepción

La materia prima: fierro, alambre, alambión, cemento, arena fina, arena gruesa, piedra 1/2, etc.; son recepcionados en planta y almacenados para su posterior utilización. En este proceso se verifica la cantidad y calidad de los productos recibidos y se contrasta con la guía del proveedor, rechazando aquel producto que no cumpla con las especificaciones requeridas.

IMAGEN N° 01: RECEPCIÓN DE ALAMBRE



FUENTE: *Postes del Norte S.A.*

C. Elaboración de Rondanas

En este proceso se fabrican pequeños elementos de concreto (anillos), los cuales se colocarán en las varillas de fierro (1 por cada metro) para centrar la parrilla en el molde al momento del centrifugado y de este modo garantizar el recubrimiento mínimo de 25 mm exigido en la NTP 339.027.

IMAGEN N° 02: ELABORACIÓN DE RONDANAS



FUENTE: *Postes del Norte S.A.*

D. Soldadura

En este proceso se arma la estructura principal (parrilla) del poste tomando como materia prima: varillas de fierro corrugado de 3/8" y 12mm; las que se unirán mediante procesos de soldadura de arco manual y amarre de alambres. Para ello se colocan las rondanas (producto del proceso anterior) en las varillas de fierro, luego se unen (sueldan y amarran) con los anillos de alambrón 1/4" de diferentes diámetros, colocados a lo largo de la parrilla a 50 cm de separación y se sueldan los anillos de alambre N° 8 para soporte de pines. Posteriormente se envuelve con alambre N° 8 o 16, según el tipo de parrilla. El electrodo utilizado en este proceso es SUPERCITO 1/8".

IMAGEN N° 03: SOLDADO DE PARRILLAS



FUENTE: *Postes del Norte S.A.*

E. Mezclado

Este proceso consiste en elaborar una mezcla uniforme de cemento, arena gruesa, piedra $\frac{1}{2}$ " y agua. Se trabaja en base a una dosificación previamente establecida: 01 bolsa de cemento, 03 latas de arena, 06 latas de piedra y 18 litros de agua; además un operario verifica la textura de la mezcla, asegurándose de que sea la requerida. Durante este proceso se añadirá el aditivo EUCO CIA a razón de 1 litro x bolsa de cemento, cuya finalidad es prevenir la corrosión de la estructura de fierro.

IMAGEN N° 04: ÁREA DE MEZCLADO



FUENTE: *Postes del Norte S.A.*

F. Vaciado

En este proceso el molde vacío es untado con una mezcla de petróleo y grasa para facilitar en una etapa siguiente el adecuado desmolde del poste, luego la parrilla es colocada en el molde y se atortolan los pines (tubo PVC Luz $\frac{3}{4}$ ") para finalmente realizar el vaciado de la mezcla cuidando de que la misma ingrese en todo el molde y no sólo en la parte superior, para ello se balaceo hacia los costados con ayuda de un picador. Una vez terminado el vaciado el molde es empernado y llevado hacia la mesa centrífuga.

IMAGEN N° 05: VACIADO DE MEZCLA



FUENTE: *Postes del Norte S.A.*

G. Centrifugado

En esta etapa el molde es colocado en la centrífuga y girado; de acuerdo al tipo de poste, la primera velocidad oscila entre las 1000-1300 rev/min, en la segunda velocidad se llega a un máximo entre 2000-2200 rev/min; ambos procesos por un determinado periodo de tiempo.

Una vez centrifugado se traslada el molde hacia el área de secado.

IMAGEN N° 06: MOLDE EN CENTRÍFUGA



FUENTE: *Postes del Norte S.A.*

H. Secado y Desmoldado

El proceso de secado puede realizarse de 2 formas, según la demanda de productos:

- a. **Secado Natural**, el poste seca de forma natural de un día para el otro.
- b. **Secado a Vapor**, al molde lleno se le inyecta vapor mediante mangueras conectadas a la batería de vapor del caldero y de este modo se agiliza el proceso de secado en un 50%.

Una vez seco el poste se retiran los pernos, las bridas y las 2 tapas del molde quedando así el poste listo para el resane.

IMAGEN N° 07: SECADO A VAPOR



FUENTE: *Postes del Norte S.A.*

I. Resane

En este proceso se eliminan las costuras dejadas por las aberturas del molde, se destapan los pines de tendido aéreo y se retiran los pines para las acometidas de puesta a tierra, luego se baña al poste con aguaje (mezcla de cemento, arena y agua) y se frota de modo tal que la porosidad que pudiera haberse generado es cubierta. A la punta y base del poste se le cubre con una masilla (mezcla de cemento, arena, cal y agua) para obtener una superficie uniforme.

IMAGEN N° 08: RESANE DE POSTES



FUENTE: *Postes del Norte S.A.*

J. Pintado

Se pinta las inscripciones dejadas por las placas del molde, donde se indica la carga de trabajo, año de fabricación, tipo de poste, Factor de Seguridad, etc. También se pinta la base del poste indicando su longitud y carga de trabajo.

IMAGEN N° 09: PINTADO DE PLACAS



FUENTE: *Postes del Norte S.A.*

K. Almacenaje

Los postes pintados son llevados con ayuda de un tecele eléctrico, ubicado en una grúa puente, a sus respectivas “camas” (pilas de postes) de acuerdo su tipo para luego ser cargados en las unidades de transporte.

IMAGEN N° 10: TRASLADO DE POSTES



FUENTE: *Postes del Norte S.A.*

L. Carguío

En esta etapa a los postes se les aplica el aditivo Chemaflex para protegerlos de la posible humedad del ambiente y de manera opcional el aditivo Chema Bitumen para protegerlos del salitre. Luego son cargados en camiones o semi-trailers para su entrega al cliente final.

IMAGEN N° 11: CARGUÍO DE POSTES DE MEDIA TENSIÓN



FUENTE: *Postes del Norte S.A.*

3.2.3 Costo de Producción

El principal producto de la empresa es el Poste de C.A.C. (concreto armado centrifugado) para líneas aéreas, comercializado en sus diferentes tipos, según el uso que se le dará en obra. Esta diferenciación se aprecia en la nomenclatura utilizada para su clasificación. A continuación se muestra una placa de postes a modo de ejemplo:

IMAGEN N° 12: PLACA DE POSTE DE MEDIA TENSIÓN



FUENTE: *Postes del Norte S.A.*

ELABORADO POR: *Lisset M. Rosas Ruíz*

Tomaremos como referencia para el cálculo del costo de producción sólo 2 productos representativos:

- Poste de Baja Tensión (BT) de 8/200/120/240
- Poste de Media Tensión (MT) de 13/400/180/375

Como dato tenemos el total de postes producidos en el año 2013 y para efectos prácticos asumiremos 26 días hábiles por mes con una jornada de 8 horas diarias. El cálculo detallado se muestra a continuación.

Producción anual (2013) = 14688 postes

Horas productivas = 26 días/mes x 8 horas/día = 208 horas/mes

Dado a que se cuentan con tres fábricas, en la siguiente tabla se muestra la producción desagregada por cada fábrica de acuerdo a su porcentaje de participación:

CUADRO N° 04: POSTES PRODUCIDOS EN EL AÑO 2013

Fábrica	Participación	Producción (unid)
CAJAMARCA	15%	2203
PIURA	35%	5141
TRUJILLO	50%	7344

FUENTE: *Postes del Norte S.A.*

ELABORADO POR: *Lisset M. Rosas Ruíz.*

De este modo tenemos la producción de la planta Trujillo:

Producción = 7344 unid/año x 1 año/12meses = 612 postes/mes

Ya que tomaremos como referencia 2 tipos de postes, cantidad mensual producida para cada uno de ellos es la siguiente:

CUADRO N° 05: PARTICIPACIÓN PORCENTUAL DE POSTES SEGÚN SU TIPO

Tipo	Participación en Producción	Producción (unid)
Poste BT de 8/200/120/240	75%	459
Poste MT de 13/400/180/375	25%	153

FUENTE: *Postes del Norte S.A.*

ELABORADO POR: *Lisset M. Rosas Ruíz.*

En base a la producción mensual de cada tipo de poste desglosaremos el costo en los siguientes factores:

A. Mano de Obra

Es política de la empresa pagar a destajo al personal de soldadura (armado de parrilla) y vaciado (comprende desde mezclado hasta que el poste está resanado), por lo que ya se tiene un monto asignado por tipo de poste, de acuerdo a este valor calcularemos la mano de obra promedio para cada área.

La mano de obra, respecto al personal involucrado en el proceso de transformación del producto, el monto mensual es el sueldo básico para el caso de los trabajadores con sueldo fijo; y el monto generado por destajo para los trabajadores de producción y soldadura. En la columna beneficios se ha considerado 2 gratificaciones y 2 depósitos de CTS al año.

Tal como se puede observar en el Anexo N° 01, tenemos que la mano de obra directa es:

$$\text{M.O.D} = 20,376.80 \text{ soles/mes}$$

B. Materia Prima

Utilizaremos el costo promedio de MP para calcular el costo de Materia Prima, en base a la producción de cada tipo de poste (Ver Anexo N° 01):

$$\text{C.M.P} = \text{S/} . 200.04 * 459 \text{ unid} + \text{S/} . 547.98 * 153 \text{ unid}$$

$$\text{C.M.P} = 175,661.40 \text{ soles/mes}$$

C. Costos Indirectos de Fabricación

Según lo mostrado en el Anexo N° 01, tenemos que los costos indirectos de fabricación (CIF) ascienden a S/. 11,020.90 mensuales.

Así podemos obtener finalmente el costo de producción total y unitario (Ver Anexo N° 01):

$$\begin{aligned} \text{Costo Producción} &= \text{MOD} + \text{CMP} + \text{CIF} \\ &= 20,376.80 + 175,661.40 + 11,020.90 \\ &= \text{S/} . 207,059.10 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Costo Producción unitario} &= 207,059.10 / 612 \text{ unidades} \\ &= \mathbf{338.33 \text{ soles / unidad}} \end{aligned}$$

3.2.4 Máquinas involucradas en el proceso

A. Centrífuga

Máquina de vital importancia en la producción de postes de concreto, su función principal es compactar la mezcla mediante un proceso de centrifugación a una velocidad determinada expresada en revoluciones por minuto (rev/min).

IMAGEN N° 13: CENTRÍFUGA DE PLANTA MILAGRO



Fuente: *Postes del Norte S.A.*

La centrífuga es en esencia un sistema que a partir un motor eléctrico genera el movimiento y lo transmite a través de fajas que hacen girar mediante un cardán a las pistas (poleas) distribuidas en pares, ubicados a 3 metros de separación. Sobre estas poleas se colocarán los moldes que girarán sobre su propio eje.

CUADRO N° 06: COMPONENTES PRINCIPALES DE CENTRÍFUGA

Componente	Cantidad
Tablero Variador de Velocidad	01 unidad
Par de Poleas (01 con pestaña y 01 sin pestaña)	07 pares
Motor Eléctrico 60 HP	01 unidad
Chumaceras	28 unidades
Cardán	04 piezas
Fajas	04 unidades

FUENTE: *Postes del Norte S.A.*

ELABORADO POR: *Lisset M. Rosas Ruíz*

B. Caldera

La función de este equipo es la generación de vapor para acelerar con ello el proceso de secado de los postes, de modo tal que se pueda utilizar un molde para la fabricación de más de una unidad de postes.

Este equipo trabaja a base de carbón de antracita (piedra) de 4", a una presión máxima de 60 PSI.

Una vez generado el vapor se distribuye por tuberías hasta la batería de vapor ubicada en la zona de producción, desde este punto abastecerá vapor a cada molde por medio de mangueras (15 unidades).

IMAGEN N° 14: CALDERA



Fuente: *Postes del Norte S.A.*

CUADRO N° 07: COMPONENTES PRINCIPALES DE CALDERO

COMPONENTE	CANTIDAD
Tanque Caldera	01 unidad
Ablandador	01 unidad
Tanque de Salmuera	01 unidad
Tanque de Agua Blanda	01 unidad
Tanque de Lavado Cenizas (Scrubber)	01 unidad
Tanque de depuración de cenizas lavadas	01 unidad
Chimenea	01 unidad
Ventilador	01 unidad
Motor Eléctrico	01 unidad

Tablero Eléctrico	01 unidad
Batería de Vapor	01 unidad
Tubería de conducción de vapor	30 metros
Mangueras	15 unidades
Manómetro	01 unidad
Nivel de agua	01 unidad
Válvula de Seguridad	01 unidad

FUENTE: *Postes del Norte S.A.*

ELABORADO POR: *Lisset M. Rosas Ruíz*

C. Mezcladora Tipo Batea

Esta máquina se utiliza para mezclar uniformemente el cemento, agregados (piedra ½" y arena), aditivos y agua. Su capacidad es de 1 Tonelada.

CUADRO N° 08: COMPONENTES PRINCIPALES DE MEZCLADORA

Componente	Cantidad
Motor-reductor 10HP	01 unidad
Motor Eléctrico 10HP	01 unidad
Batea	01 unidad
Aletas	03 unidades
Pulsadores (contactores)	02 unidades
Fajas	02 unidades

FUENTE: *Postes del Norte S.A.*

ELABORADO POR: *Lisset M. Rosas Ruíz*

D. Máquinas de Soldar

Trabajan con proceso de soldadura de arco manual, son utilizadas para soldar uniones de varillas de fierro corrugado.

CUADRO N° 09: COMPONENTES PRINCIPALES DE MÁQUINAS DE SOLDAR

Componente	Cantidad
Equipo Rectificador	01 unidad
Cable a tierra	01 unidad
Cable de Soldar	01 unidad
Tenaza	01 unidad

FUENTE: *Postes del Norte S.A.*

ELABORADO POR: *Lisset M. Rosas Ruíz*

E. Tecles Eléctricos

Su función principal es el izaje de cargas (postes) y movimiento de los mismos tanto durante el proceso de fabricación como en el despacho. Estos equipos están instalados en los puentes grúa para un desplazamiento en 6 direcciones, el desplazamiento es controlado manualmente por el operador.

CUADRO N° 10: COMPONENTES PRINCIPALES DE TECLE 5 TON

Componente	Cantidad
Troll	01 unidad
Motor Eléctrico	01 unidad
Contenedor de Cadena	01 unidad
Cadena	15 metros
Gancho	01 unidad
Botonera	01 unidad
Tablero Eléctrico	02 unidades

FUENTE: *Postes del Norte S.A.*

ELABORADO POR: *Lisset M. Rosas Ruíz*

CUADRO N° 11: COMPONENTES PRINCIPALES DE TECLE 10 TON

Componente	Cantidad
Troll	01 unidad
Motor Eléctrico	02 unidades
Contenedor de Cadena	02 unidades
Cadena	25 metros
Gancho	01 unidad
Botonera	01 unidad
Tablero Eléctrico	01 unidades

FUENTE: *Postes del Norte S.A.*

ELABORADO POR: *Lisset M. Rosas Ruíz*

F. Grúas Puente

Su función es dar soporte al tecla eléctrico para su desplazamiento.

**CUADRO N° 12: COMPONENTES PRINCIPALES DE GRÚAS
PUENTE**

Componente	Cantidad
Estructura Metálica	01 unidad
Motor-reductor 2HP DELCROSA	02 unidades
Poleas	04 unidades
Riel	0 metros
Cadena	01 unidad
Piñones	02 unidades

FUENTE: *Postes del Norte S.A.*

ELABORADO POR: *Lisset M. Rosas Ruíz*

3.2.5 Flujograma Actual de Mantenimiento

DIAGRAMA N° 09: PROCESO ACTUAL DE MANTENIMIENTO EN LA EMPRESA POSTES DEL NORTE S.A.



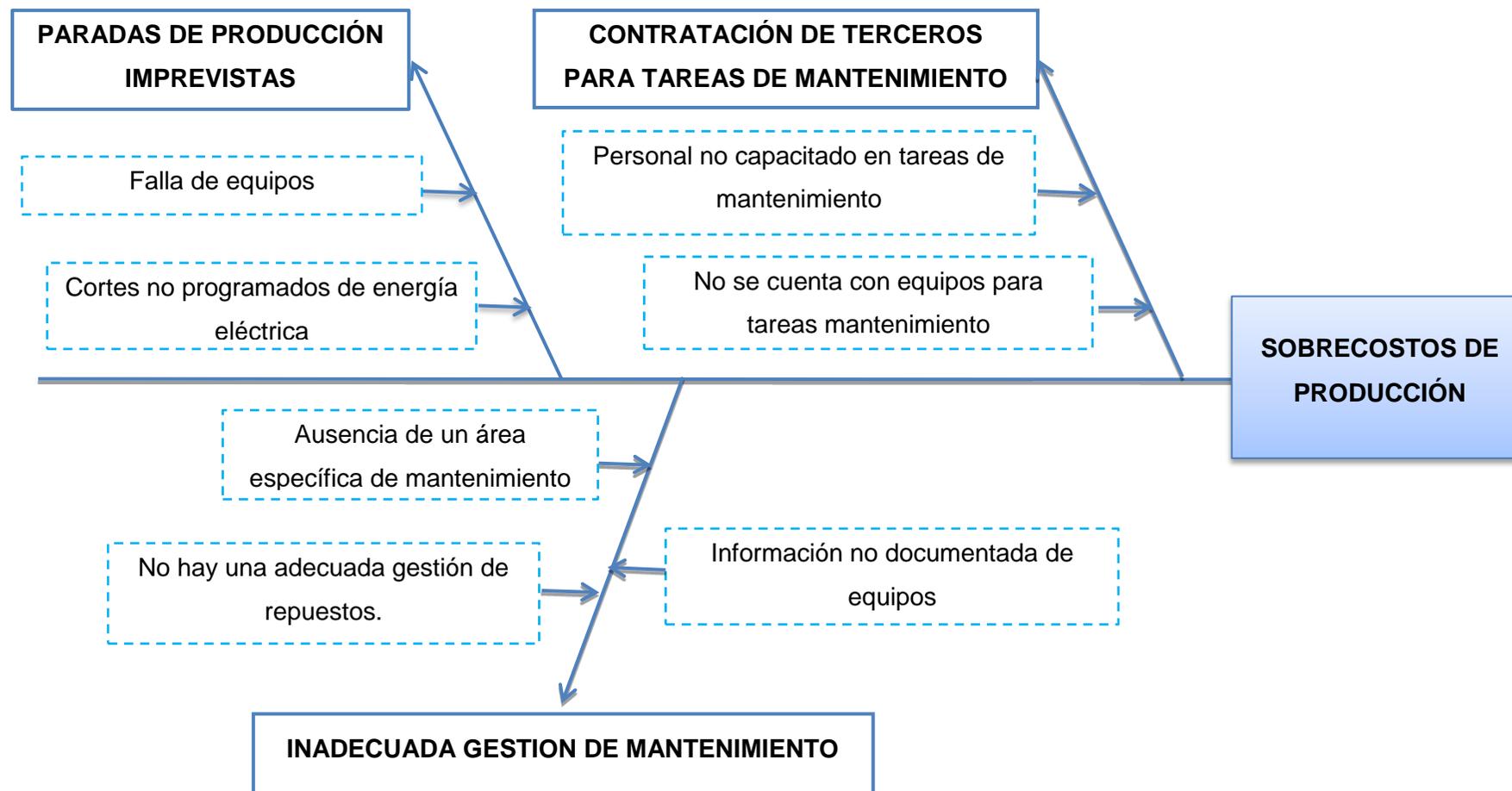
FUENTE: *Postes del Norte S.A.*

ELABORADO POR: *Lisset M. Rosas Ruíz*

3.3 Identificación del Problema e Indicadores Actuales

3.3.1 Diagrama Ishikagua

DIAGRAMA N° 10: CAUSAS DE SOBRECOSTOS DE PRODUCCIÓN EN LA EMPRESA POSTES DEL NORTE S.A.



FUENTE: Postes del Norte S.A.

ELABORADO POR: Lisset M. Rosas Ruíz

A. Contratación de Terceros para tareas de mantenimiento

Postes del Norte S.A. contrata a técnicos de empresas especializadas en mantenimiento, según el tipo de falla, generalmente eléctrica o mecánica; dicho personal realiza tareas de mantenimiento in-situ o de ser una falla que requiera especial atención se tiene que trasladar la pieza y/o máquina a sus respectivos talleres. A su vez también se genera costos por dejar de producir y compra de repuestos. La raíz de este problema es que el personal dentro de la fábrica no está capacitado en tareas de mantenimiento preventivo para las máquinas que ellos mismos manipulan lo que limita su participación ante una falla imprevista.

a. Personal no capacitado en tareas de mantenimiento

El personal que manipula los equipos no realiza tareas básicas de mantenimiento preventivo y además no está capacitado para operar adecuadamente sus equipos. Por ello, de presentarse una falla se tiene que contratar servicio de terceros, a continuación se detalla los costos de contratación de terceros registrados en el año 2013 para cada máquina.

**CUADRO N° 13: TAREAS DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO
EN CALDERO AÑO 2013**

CALDERO					
Fecha	Nº Docum.	Técnico	Descripción de Trabajo	Tiempo (horas)	Monto Facturado
14-ene-13	008-2013	Pedro Carranza	Se puso en pie la chimenea de caldero, se hizo 2 anillos y se soldó (02) tramos que estaban desgastados. Se utilizó 1 Kg de Soldadura y se facilitó máquina de soldar.	5.00	S/. 327.90
18-ene-13	011-2013	Pedro Carranza	Se soldó llave de desfogue de caldero de vapor. Se soldó pista de (01) molde de 12Mts. Se utilizó 1/4 Kg de Soldadura y se facilitó máquina de soldar.	1.00	S/. 121.61
03-feb-13	027-2013	Julio Silva	Cambio de 2.50 m. de tubo 2" del tanque de retorno de agua del caldero (por desgaste) y mantenimiento del scrubber. Se compró	3.00	S/. 453.56

			tubo negro electro-soldado.		
13-feb-13	029-2013	Julio Silva	Instaló motor en tanque de desfogue de cenizas lavadas.	0.25	S/. 118.00
14-feb-13	031-2013	Julio Silva	Arregló tanque de cenizas.	0.25	S/. 236.00
17-feb-13	042-2013	Julio Silva	Cambio de tubería de bajada al tanque de desfogue de cenizas lavadas (2.95 m.). Se cambió rodaje al ventilador de caldero.	1.00	S/. 357.69
20-jun-13	095-2013	Julio Silva	Se desmontó y montó sistema de ducha de agua incluida la chimenea para su mantenimiento y limpieza general. Se cambió niple y llave universal 1" de ducha. Se cambió la prensa estopa de la bomba de caldero de agua. Se cambió empaquetadura a chimenea y base de ducha de agua. Se cambió plancha de puerta de desfogue de cenizas por rotura.	3.00	S/. 365.06
22-jun-13	18-2013	Pedro Carranza	Colocó perno a boya de tanque de agua de caldero debido a rotura.	0.50	S/. 23.60
29-ago-13	139-2013	Julio Silva	Se hizo limpieza de chimenea de caldero y tubería.	2.00	S/. 184.38
13-oct-13	173-2013	Julio Silva	Se retiró bomba marca AURORA para su reparación y se colocó bomba en stock (bomba de caldero)	2.00	S/. 59.00
27-oct-13	173-2013	Julio Silva	Se repuso bomba de caldero AURORA reparada. Se colocó bomba HYDROSTAL de 1" del tanque de cenizas. Se cambió tapa existente por una de metal debido a desgaste.	1.00	S/. 212.40
Total					S/.

	2,459.20
Costo Promedio Mantenimiento Correctivo	S/. 223.56

FUENTE: *Postes del Norte S.A.*

ELABORADO POR: *Lisset M. Rosas Ruíz*

**CUADRO Nº 14: TAREAS DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO
EN CENTRIFUGA AÑO 2013**

CENTRIFUGA					
Fecha	Nº Docum.	Técnico	Descripción de Trabajo	Tiempo (horas)	Monto Facturado
03-feb-13	022-2013	Pedro Carranza	Se engrasaron pistas de centrífuga y se dio mantenimiento (se limpió). Se utilizó 5 Kg de grasa roja.	2.00	S/. 438.97
05-feb-13	024-2013	Lupo Flores	Se cambió cables y llave térmica debido a corto circuito en luminaria sobre caseta. Se utilizó 2.00 m de cable vulcanizado N° 10 de 3 líneas.	2.00	S/. 211.22
25-mar-13		Julio Silva	Ajustó chumaceras de centrífuga.	0.50	S/. 47.20
14-abr-13	065-2013	Pedro Carranza	Se cambió chumacera de centrífuga (al costado de cardán) y se colocó chaveta en polea y una chaveta en cada cardán. Se compró 01 chaveta de 3" x 1 1/2" y de almacén 01 chumacera de 15 x 11.	2.00	S/. 330.40
30-abr-13	071-2013	Julio Silva	Se hizo (05) canal chavetero de 1/2" a eje, polea y brida de centrífuga.	0.50	S/. 354.00
11-may-13	075-2013	Julio Silva	Se colocó eje nuevo de 70mm diámetro y se acopló a la polea, se hizo canal chavetero, se alineó fajas en polea y se instaló.	3.00	S/. 295.00
15-may-13	090-2013	Julio Silva	Se desoldó y soldó brida de cardán para centrarla.	3.00	S/. 265.15
22-may-13	080-2013	Pedro Carranza	Se soldó brida de eje de cardán de centrífuga. Se utilizó 1/2 Kg de Soldadura y se facilitó máquina de soldar.	2.00	S/. 66.22

27- may- 13		José García	Se cambió (02) pistas de centrífuga. Se utilizó 1/2 Kg de Grasa MP.	1.00	S/. 79.30
03- jun- 13	108- 2013	Pedro Carranza	Soldó pista de centrífuga "B" por rajadura. Se utilizó 1Kg de Soldadura y se facilitó máquina de soldar.	1.00	S/. 73.34
23- jul-13	110- 2013	Ramiro Monte negro	Se rellenaron, alinearon y nivelaron (14) pistas de centrífuga de producción.	16.00	S/. 708.00
15- sep- 13	151- 2013	Julio Silva	Se cambió cruceta de cardán de acero nueva. Se rellenó y rectificó canal chavetero del eje de centrífuga. Se colocó cardán largo para trabajo con moldes de 15 m. Se alineó (02) pistas.	3.00	S/. 781.75
07- oct- 13	155- 213	Félix Aguilar	Soldado de terminal de potenciómetro de variador de frecuencia en tablero de centrífuga.	2.00	S/. 182.90
23- oct- 13	174- 2013	Julio Silva	Se cambió eje nuevo de centrífuga.	0.50	S/. 199.13
24- oct- 13	174- 2013	Julio Silva	Se desmontó cardán completo para cambio de tubo y brida.	0.50	S/. 140.13
25- oct- 13	174- 2013	Julio Silva	Se instaló cardán reparado.	0.50	S/. 81.13
07- dic-13	184- 2013	Pedro Carranza	Se soldó eje de pista de centrífuga.	1.00	S/. 105.79
Total					S/. 4,359.60
Costo Promedio Mantenimiento Correctivo					S/. 256.45

FUENTE: Postes del Norte S.A.

ELABORADO POR: Lisset M. Rosas Ruíz

**CUADRO Nº 15: TAREAS DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO
EN GRÚA DE CARGUÍO AÑO 2013**

GRUA CARGUIO					
Fecha	Nº Docum.	Técnico	Descripción de Trabajo	Tiempo (horas)	Monto Facturado
10-ene-13	009-2013	José García	Desarmado y armado de motoreductor de puente de carguío. Se cambió rodaje nuevo de almacén.	1.00	S/. 361.38
10-ene-13	015-2013	Lupo Flores	Revisión de motoreductor de puente de carguío detectando falla mecánica.	1.00	S/. 66.38
19-feb-13	041-2013	Lupo Flores	Se hizo reparación del tablero automático del tecl de carguío.	2.00	S/. 191.75
21-feb-13	038-2013	Pedro Carranza	Se lubricó motoreductor de puente grúa de carguío.	1.00	S/. 59.00
Total					S/. 678.50
Costo Promedio Mantenimiento Correctivo					S/. 169.63

FUENTE: *Postes del Norte S.A.*

ELABORADO POR: *Lisset M. Rosas Ruíz*

**CUADRO Nº 16: TAREAS DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO
EN SOLDADORAS AÑO 2013**

MAQUINA DE SOLDAR					
Fecha	Nº Docum.	Técnico	Descripción de Trabajo	Tiempo (horas)	Monto Facturado
01-jun-13	102-2013	Lupo Flores	Reparación de máquina de soldar por caída de amperaje.	2.00	S/. 59.00
22-ago-13	131-2013	Lupo Flores	Instalación de máquina soldadora nueva. Se colocó caja metálica, llave térmica, cables y enchufes industriales.	2.00	S/. 212.40
Total					S/. 271.40
Costo Promedio Mantenimiento Correctivo					S/. 135.70

FUENTE: *Postes del Norte S.A.*

ELABORADO POR: *Lisset M. Rosas Ruíz*

**CUADRO Nº 17: TAREAS DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO
EN GRÚA DE PRODUCCION AÑO 2013**

GRUA PRODUCCIÓN					
Fecha	Nº Docum.	Técnico	Descripción de Trabajo	Tiempo (horas)	Monto Facturado
24-feb-13	042-2013	Julio Silva	Se soldó riel de puente grúa de producción en varios tramos y se colocó (02) anclajes nuevos.	1.00	S/. 205.65
30-mar-13	059-2013	Julio Silva	Soldó riel de puente grúa de producción.	0.50	S/. 85.12
14-may-13	108-2013	Pedro Carranza	Soldó riel de producción en (04) puntos.	0.50	S/. 146.63
09-jun-13	090-2013	Julio Silva	Se colocó pista de pórtico de producción por rotura de eje.	3.00	S/. 59.00
03-sep-13	135-2013	José García	Colocó cadena de motoreductor de puente grúa de producción por rotura de cadena. Se utilizó 01 candado de cadena.	1.00	S/. 115.05
03-oct-13			Colocó cadena de motoreductor de puente grúa de producción nueva (2.00 m) por rotura de cadena.	2.00	S/. 75.19
10-oct-13	157-2013	Pedro Carranza	Se recorrió el pase de los prisioneros del piñón de motoreductor derecho de puente de producción.	1.00	S/. 59.00
11-oct-13	157-2013	Pedro Carranza	Se colocó cadena nueva (2 m) en motoreductor derecho de puente de producción.	1.00	S/. 86.99
Total					S/. 832.63
Costo Promedio Mantenimiento Correctivo					S/. 104.08

FUENTE: *Postes del Norte S.A.*

ELABORADO POR: *Lisset M. Rosas Ruíz*

**CUADRO Nº 18: TAREAS DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO
EN MEZCLADORA AÑO 2013**

MEZCLADORA					
Fecha	Nº Docum.	Técnico	Descripción de Trabajo	Tiempo (horas)	Monto Facturado
07-ene-13	008-2013	Pedro Carranza	Se levantó plancha de mezcladora para limpieza y se armó nuevamente. Se colocó pieza en aleta de mezcladora por desgaste.	2.00	S/. 354.06
08-feb-13	024-2013	Lupo Flores	Se hizo instalación eléctrica de mezcladora.	0.50	S/. 59.00
21-feb-13	038-2013	Pedro Carranza	Se colocó faja nueva en mezcladora. Se compró una faja.	0.50	S/. 116.53
02-mar-13	052-2013	Lupo Flores	Instaló sistema eléctrico de mezcladora y cambió pulsadores. Se compraron 2 pulsadores.	0.50	S/. 154.29
05-mar-13	044-2013	Luis Carranza	Reparó sistema eléctrico de mezcladora por falla en contactor.	1.00	S/. 103.25
11-mar-13	052-2013	Lupo Flores	Cambió botones de mezcladora por falla de contactores.	0.50	S/. 57.53
19-ago-13	131-2013	Lupo Flores	Instalación de sistema eléctrico de mezcladora nueva.	1.00	S/. 70.80
22-sep-13	151-2013	Julio Silva	Se cambió paletas de mezcladora.	2.00	S/. 177.06
15-oct-13	165-2013	Pedro Carranza	Se hizo limpieza de batea de mezcladora y se reforzó aleta debido a desgaste.	2.00	S/. 118.00
22-oct-13			Se cambiaron fajas de mezcladora. Se compraron 2 fajas dentadas.	0.50	S/. 116.53
01-dic-13	183-2013	Pedro Carranza	Se cambió (04) retenes al reductor de mezcladora. Se compró 1/4 de aceite de transmisión 250.	3.00	S/. 206.50
Total					S/. 1,533.53
Costo Promedio Mantenimiento Correctivo					S/. 139.41

FUENTE: Postes del Norte S.A.

ELABORADO POR: Lisset M. Rosas Ruíz

**CUADRO Nº 19: TAREAS DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO
EN MOLDES AÑO 2013**

MOLDES					
Fecha	Nº Docum.	Técnico	Descripción de Trabajo	Tiempo (horas)	Monto Facturado
06-ene-13	007-2013	Pedro Carranza	Soldó agujeros de (08) moldes de 9Mts y (01) molde de 12 m. Se utilizó 2 Kg de Soldadura y se facilitó máquina de soldar.	1.50	S/. 559.66
13-ene-13	007-2013	Pedro Carranza	Soldó agujeros de (03) moldes de 12 m. Se utilizó 1/2 Kg de Soldadura y se facilitó máquina de soldar.	0.50	S/. 184.17
18-feb-13	033-2013	Pedro Carranza	Soldó pista de (01) molde de 12 m.	0.25	S/. 62.58
19-feb-13	042-2013	Julio Silva	Se tapó agujeros a (01) molde de 13 m.	0.25	S/. 121.58
30-mar-13	059-2013	Julio Silva	Se tapó agujeros a (02) moldes de 12 m.	0.50	S/. 250.32
06-may-13	080-2013	Pedro Carranza	Se soldó venas de (04) moldes de 12 m. Se utilizó 2 Kg de Soldadura y se facilitó máquina de soldar.	1.50	S/. 382.66
14-may-13	080-2013	Pedro Carranza	se soldó venas de (01) molde de 9 m.	0.50	S/. 62.59
25-may-13	108-2013	Pedro Carranza	Soldó platinas a molde de 9 m. y tapó agujeros a molde de 9 m. Se utilizó 1 Kg de Soldadura y se facilitó máquina de soldar.	1.00	S/. 125.18
19-sep-13	145-2013	Pedro Carranza	Soldó pista de molde de 16 m.	1.00	S/. 54.38
Total					S/. 1,803.15
Costo Promedio Mantenimiento Correctivo					S/. 200.35

FUENTE: Postes del Norte S.A.

ELABORADO POR: Lisset M. Rosas Ruíz

**CUADRO Nº 20: TAREAS DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO
EN ROLADORA AÑO 2013**

ROLADORA					
Fecha	Nº Docum.	Técnico	Descripción de Trabajo	Tiempo (horas)	Monto Facturado
01-feb-13	027-2013	Julio Silva	Cambió (02) retenes y cambio de grasa de la caja de máquina roladora de anillos.	1.50	S/. 252.59
02-mar-13	052-2013	Lupo Flores	Niveló contactor con pulsadores de máquina roladora de anillos.	0.50	S/. 64.53
09-sep-13	148-2013	Lupo Flores	Ajustó arrancador de máquina roladora.	2.00	S/. 35.40
Total					S/. 352.53
Costo Promedio Mantenimiento Correctivo					S/. 117.51

FUENTE: *Postes del Norte S.A.*

ELABORADO POR: *Lisset M. Rosas Ruíz*

**CUADRO Nº 21: TAREAS DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO
EN RONDANERA AÑO 2013**

RONDANERA					
Fecha	Nº Docum.	Técnico	Descripción de Trabajo	Tiempo (horas)	Monto Facturado
14-may-13	108-2013	Pedro Carranza	Rellenó pin de máquina rondanera.	1.00	S/. 35.40
Total					S/. 35.40
Costo Promedio Mantenimiento Correctivo					S/. 35.40

FUENTE: *Postes del Norte S.A.*

ELABORADO POR: *Lisset M. Rosas Ruíz*

**CUADRO N° 22: TAREAS DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO
EN TECLE DE CARGUÍO AÑO 2013**

TECLE CARGUIO					
Fecha	N° Docum.	Técnico	Descripción de Trabajo	Tiempo (horas)	Monto Facturado
02-may-13	074-2013	Lupo Flores	Reconexión de cableado de tecele de carguío.	1.00	S/. 125.38
05-sep-13	163-2013	Lupo Flores	Cambio total de cableado de desplazamiento de puente de carguío (46 m.). Se cambió caja metálica y tablero que contiene: (02) contactores, (01) llave térmica, canaletas y cableado general. Adaptación de pulsadores y botoneras a la nueva caja, fijación y puesta en servicio. Materiales facilitados por la empresa.	3.00	S/. 1,288.56
30-sep-13	163-2013	Lupo Flores	Reparación de rotura de líneas de puente de carguío (no avanzaba ni subía tecele) y puesta en servicio. Se utilizó 5.00 m. de cable vulcanizado N° 10 de 3 líneas.	2.00	S/. 179.95
Total					S/. 1,593.89
Costo Promedio Mantenimiento Correctivo					S/. 531.30

FUENTE: *Postes del Norte S.A.*

ELABORADO POR: *Lisset M. Rosas Ruíz*

**CUADRO Nº 23: TAREAS DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO
EN TECLE DE PRODUCCIÓN AÑO 2013**

TECLE PRODUCCION					
Fecha	Nº Docum.	Técnico	Descripción de Trabajo	Tiempo (horas)	Monto Facturado
20-mar-13	052-2013	Lupo Flores	Revisó y reparó botonera por desgaste de perno.	2.00	S/. 147.50
27-may-13			Se aisló cable por registrar chispa.	1.50	S/. 101.78
29-may-13	102-2013	Lupo Flores	Se realizó cambio de (01) transformador de mando de 380 a 480V en tecla de producción.	2.00	S/. 442.50
25-ago-13		Lupo Flores	Reparó botonera de tecla de producción, por falla en contactor.	2.00	S/. 147.50
28-ago-13	131-2013	Lupo Flores	Reconexión de líneas de entrada de energía a puente de producción.	1.00	S/. 103.25
24-sep-13	148-2013	Lupo Flores	Cambio de botonera debido a averías en botonera anterior. Ajustes en zona de iluminación.	1.00	S/. 162.25
07-oct-13	155-213	Félix Aguilar	Revisión del sistema eléctrico de puente grúa de producción.	1.00	S/. 91.45
24-dic-13	192-2013	Pedro Carranza	Bajó tecla de producción y colocó tecla de reemplazo (procedente de planta parque industrial). Colocó brazo que recoge cable.	2.00	S/. 118.00
25-dic-13	193-2013	Lupo Flores	Se instaló sistema eléctrico de tecla KITO de 5TON. Reparación eléctrica de ambientes de almacenes y oficina.	1.00	S/. 236.00
31-dic-13	193-2013	Lupo Flores	Cambio de (01) pulsador de mando de control de botoneras de tecla de producción. Se facilitó 01 pulsador.	2.00	S/. 77.88
Total					S/. 1,628.11
Costo Promedio Mantenimiento Correctivo					S/. 162.81

FUENTE: *Postes del Norte S.A.*

ELABORADO POR: *Lisset M. Rosas Ruíz*

De lo mostrado en las tablas anteriores resumimos que en el año 2013 el costo de contratación de terceros es de S/. 15,547.92

b. No se cuenta con equipos para tareas de mantenimiento

Actualmente, Postes del Norte no cuenta con equipos que faciliten la realización de tareas de mantenimiento, es por ello que el personal externo también es contratado debido a que ellos traen sus equipos para poder solucionar las fallas que se presenten, dicha utilización es cargada dentro del servicio facturado.

Los equipos que frecuentemente se utilizan son:

- Multitester
- Máquina cepilladora
- Juego de llaves
- Etc.

El porcentaje aproximado facturado por utilización de equipos es 10% del monto facturado. Entonces en el año 2013 la suma por prestación de equipos para mantenimiento es de S/. 1,554.79.

B. Inadecuada gestión de mantenimiento

Una inadecuada gestión de esta área tan vital en una planta de producción es enormemente perjudicial para la empresa, ya que si no se tienen los lineamientos bien definidos nunca se podrá pasar de un plan de trabajo con mantenimiento correctivo a uno preventivo y se seguirá generando sobre costo. Hasta ahora la empresa no cuenta con un registro de sus equipos, una lista de repuestos, ni un historial de fallas de los mismos, por ende carece de procedimientos establecidos para su operatividad, dicha documentación es importante e indispensable para una adecuada gestión de mantenimiento, ya que es la base para un correcto diagnóstico y puesta en marcha de un plan de mantenimiento preventivo. Se suma a esto la inadecuada gestión de repuestos para las diferentes máquinas y equipos, la cual se podría optimizar de modo tal que se invierta en piezas que realmente son necesarias.

a. No existe un área específica de mantenimiento

La ausencia de un área de mantenimiento específica y autónoma, repercute en una mala gestión del mantenimiento, ya que no se tiene organizado por ejemplo: a quién reportar, quién determina la frecuencia de inspecciones, quién autoriza la compra de repuestos, etc. Estas funciones actualmente las asume el jefe de planta y la gerencia, demandándoles tiempo que podrían aprovechar en la toma de decisiones estratégicas, tareas de direccionamiento de la empresa y atención a clientes (ventas).

Costearemos entonces el tiempo que éstas áreas emplean para temas de mantenimiento, que para efectos prácticos asumiremos es constante cada mes.

El tiempo empleado en coordinaciones de mantenimiento correctivo y gestión de órdenes para compra y adquisición de repuestos es de 15 horas/mes para el jefe de planta y de 18 horas/mes para la gerencia.

Puesto	Sueldo Promedio	Horas al Mes	Costo x Hora
Jefe de Planta	S/. 1,500.00	208	S/. 7.20
Gerente	S/. 4,000.00	208	S/. 19.20

Por lo tanto el costo de la falta de un área de mantenimiento específica es de:

Jefe Planta : S/. 7.20 (15 horas) = S/. 108.00

Gerencia : S/. 19.20 (18 horas) = S/. 345.60

Costo mensual

S/. 453.60

b. No hay una adecuada gestión de repuestos

Postes del Norte cuenta con un stock de repuestos en sus almacén para cambio de piezas, pero el número de piezas excede sobremanera al número promedio de piezas consumidas al mes, lo que genera costo de almacenamiento ya que es un activo sin movimiento.

CUADRO N° 24: STOCK DE REPUESTOS

Repuesto	Precio	Stock en Almacén	Total
Rodaje SKF 2"	S/. 150.00	15	S/. 2,250.00
Chumacera NTN	S/. 170.00	23	S/. 3,910.00
Cadena 3/8" 2 vías	S/. 16.86	12	S/. 202.32
Faja Mezcladora	S/. 30.00	0	S/. 0.00
Faja Centrífuga	S/. 42.50	0	S/. 0.00
Retenes	S/. 19.67	20	S/. 393.40
Seguro de Cadena	S/. 16.86	14	S/. 236.04
Tuerca	S/. 25.29	10	S/. 252.90
Seguro Ranurado	S/. 12.00	94	S/. 1,128.00
Seguros	S/. 19.67	31	S/. 609.77
Pernos 1/2 x 3" G.8	S/. 9.24	12	S/. 110.94
Cable Vulcanizado N° 10 de 3 líneas	S/. 12.00	15	S/. 180.00
		Total	S/. 9,273.37

FUENTE: *Postes del Norte S.A.*

ELABORADO POR: *Lisset M. Rosas Ruíz*

Tomando en como tasa de interés del mercado un 15% anual y emplearemos la siguiente fórmula:

$$TA = Q/2 * t * P * i$$

Donde:

TA = tasa de interés

Q = cantidad en almacén

t = tiempo

P = precio unitario

i = tasa de interés

En el siguiente cuadro se muestra el costo anual de almacenamiento de los repuestos en almacén de planta milagro.

**CUADRO N° 25: COSTO DE ALMACENAMIENTO DE
REPUESTOS**

Repuesto	Stock en Almacén	Costo Anual de Almacenamiento
Rodaje SKF 2"	15	S/. 1,012.50
Chumacera NTN	23	S/. 1,759.50
Cadena 3/8" 2 vías	12	S/. 91.04
Faja Mezcladora	0	S/. 0.00
Faja Centrífuga	0	S/. 0.00
Retenes	20	S/. 177.03
Seguro de Cadena	14	S/. 106.22
Tuerca	10	S/. 113.81
Seguro Ranurado	94	S/. 507.60
Seguros	31	S/. 274.40
Pernos 1/2 x 3" G.8	12	S/. 49.92
Cable Vulcanizado N° 10 de 3 líneas	15	S/. 81.00
TOTAL		S/. 4,173.02

FUENTE: *Postes del Norte S.A.*

ELABORADO POR: *Lisset M. Rosas Ruíz*

c. Información no documentada de equipos

En planta no se cuenta con documentación referente a tareas de mantenimiento, historial de quipos, duración de tareas de reparación, kárdex de repuestos, etc. Lo que es de vital importancia para establecer un plan de mantenimiento adecuado. Esto implica tiempo de los técnicos de mantenimiento para el diagnóstico de las fallas y por ello costo hora-hombre, que en promedio es de 15 min por servicio.

$$0.25 \text{ horas/vez} * 82 \text{ veces/año} = 20.5 \text{ horas/año} * 70 \text{ soles/hora} \\ = \mathbf{1,435.00 \text{ soles/año}}$$

C. Paradas de Producción no planeadas

Influyen negativamente en el proceso de producción ya que se genera costo de lucro cesante debido a la producción perdida mientras el equipo es reparado y/o la falla es solucionada, además del pago de mano de obra al personal durante las paradas de producción. Las causas raíz son las siguientes:

a. Corte no programado de energía eléctrica

Las máquinas necesitan suministro eléctrico para su funcionamiento, es por ello que una de las causas de la paralización temporal de la producción son los cortes de energía por parte del proveedor, que en el año 2013 ascienden a un total de 07 horas, tal como se muestra a continuación.

CUADRO N° 26: PARADAS POR CORTE DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN EL AÑO 2013

MES	N° PARADAS	TIEMPO (hrs)
ENERO	2	1.5
FEBRERO	0	0
MARZO	0	0
ABRIL	0	0
MAYO	1	1
JUNIO	0	0
JULIO	1	1
AGOSTO	1	0.5
SETIEMBRE	0	0
OCTUBRE	0	0
NOVIEMBRE	1	1
DICIEMBRE	2	2
TOTAL ANUAL		7 hrs

FUENTE: *Postes del Norte S.A.*

ELABORADO POR: *Lisset M. Rosas Ruíz*

Valorizaremos estas paradas en función al costo por dejar de producir durante el tiempo de reposición de energía. Para ello calcularemos el tiempo real empleado por cada unidad producida y el precio promedio de cada unidad vendida.

Tiempo Estándar Real

Tiempo productivo = 12480 min / mes

Producción = 612 postes / mes

Tpo std real= 12480 min / 612 postes = 20.40 min / poste

Producción perdida = 7 horas * 60 min / 20.4 min = 20.58 postes
 ≈ 21 postes

Precio Promedio

Tipo	Participación en Producción	Precio de Venta
Poste Baja Tensión	0.75	S/. 370.00
Poste Media Tensión	0.25	S/. 990.00
Precio Promedio		S/. 525.00

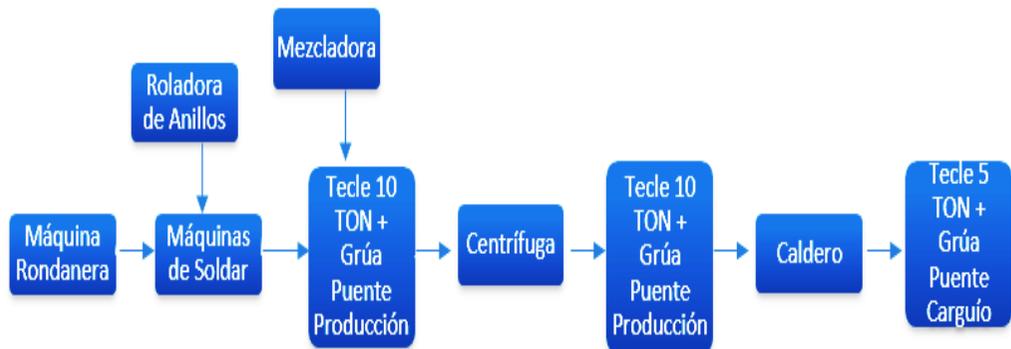
Entonces el costo por dejar producir es:

21 postes / año * 525 soles / poste = **11,025 soles / año**

b. Falla de equipos

Es la causa más frecuente de las paradas de producción, ya que el proceso se realiza en línea y por ello la falla de un equipo afecta a los demás (paraliza toda la línea). Esta relación se muestra en el siguiente diagrama:

DIAGRAMA N° 11: RELACIÓN DE DEPENDENCIA EN EQUIPOS



FUENTE: Postes del Norte S.A.

ELABORADO POR: Lisset M. Rosas Ruíz

Se suma a ello que la empresa viene trabajando con mantenimiento correctivo tal como se ha mostrado en el DIAGRAMA N° 09. Por lo que no se pueden anticipar a la ocurrencia de las fallas, que a rasgos generales se deben a lo siguiente:

- Falta de un programa de mantenimiento preventivo

- Inadecuada operación de equipos
- Falta de una rutina de inspección y supervisión
- Desgaste de piezas

Para hallar el costo de mantenimiento correctivo, determinaremos dos factores: el costo anual de mantenimiento correctivo y el costo por dejar de producir durante las paradas de producción; y le adicionaremos el costo de almacenamiento de los repuestos en stock.

Costo por mantenimiento de terceros

Calcularemos el MTBF y MTTR para cada equipo en base al registro de fallas del año 2013. En el anexo N° 01 se muestran los diagramas del histórico de paradas de cada máquina respecto a qué día registró una falla.

Consideraremos de la siguiente manera el total de horas productivas:

$$8 \text{ horas/día} * 26 \text{ días/ mes} * 12 \text{ meses/año} = 2496 \text{ horas/año}$$

CUADRO N° 27: TTR DE EQUIPOS CRÍTICOS

Máquina	TTR (horas/año)
Caldero	19
Centrífuga	40.5
Puente Grúa Carguío	5
Puente Grúa Producción	10
Mezcladora	13.5
Roladora	4
Rondanera	1
Máquina de Soldar	4
Tecle Carguío	6
Tecle Producción	15.5

FUENTE: *Postes del Norte S.A.*

ELABORADO POR: *Lisset M. Rosas Ruíz*

Caldero:

N° fallas al año = 11 veces

MTBF = $(2496 - 19) / 11 = 225.18$ horas

MTTR = $19 / 11 = 1.73$ horas

Cm = S/. 223.56

Cmc = $(2496 * 1.73 * 223.56) / 225.18 = S/. 4,280.28$

Centrífuga:

N° fallas al año = 17 veces

MTBF = $(2496 - 40.5) / 17 = 144.44$ horas

MTTR = $40.5 / 17 = 2.38$ horas

Cm = S/. 256.45

Cmc = $(2496 * 2.38 * 256.45) / 144.44 = S/. 10,557.40$

Puente Grúa Carguío:

N° fallas al año = 8 veces

MTBF = $(2496 - 10) / 8 = 310.75$ horas

MTTR = $10 / 8 = 1.25$ horas

Cm = S/. 169.63

Cmc = $(2496 * 1.25 * 169.63) / 310.75 = S/. 1,703.07$

Puente Grúa Producción:

N° fallas al año = 3 veces

MTBF = $(2496 - 5) / 3 = 830.33$ horas

MTTR = $5 / 3 = 1.67$ horas

Cm = S/. 104.08

Cmc = $(2496 * 1.67 * 104.08) / 830.33 = S/. 521.44$

Mezcladora:

N° fallas al año = 11 veces

MTBF = $(2496 - 13.5) / 11 = 225.68$ horas

MTTR = $13.5 / 11 = 1.23$ horas

Cm = S/. 139.41

Cmc = $(2496 * 1.23 * 139.41) / 225.68 = S/. 1,892.30$

Roladora:

N° fallas al año = 3 veces

MTBF = $(2496 - 4) / 3 = 830.67$ horas

MTTR = $4 / 3 = 1.33$ horas

Cm = S/. 117.51

Cmc = $(2496 * 1.33 * 117.51) / 830.67 = S/. 470.78$

Rondanera:

N° fallas al año = 1 vez

MTBF = $(2496 - 1) / 1 = 2495$ horas

MTTR = $1 / 1 = 1$ hora

Cm = S/. 35.40

Cmc = $(2496 * 1 * 35.40) / 2495 = S/. 35.41$

Máquina de Soldar:

N° fallas al año = 2 veces

MTBF = $(2496 - 4) / 2 = 1246$ horas

MTTR = $4 / 2 = 2$ horas

Cm = S/. 135.70

Cmc = $(2496 * 2 * 135.70) / 1246 = S/. 543.67$

Tecle Carguío:

N° fallas al año = 3 veces

MTBF = $(2496 - 6) / 3 = 830$ horas

MTTR = $6 / 3 = 2$ horas

Cm = S/. 531.30

Cmc = $(2496 * 2 * 531.30) / 830 = S/. 3,195.45$

Tecle Producción:

N° fallas al año = 10 veces

MTBF = $(2496 - 15.5) / 10 = 248.05$ horas

MTTR = $15.5 / 10 = 1.55$ horas

Cm = S/. 162.81

Cmc = $(2496 * 1.55 * 162.81) / 248.05 = S/. 2,539.33$

Lo que totalizado asciende a S/. 25,739.17 al año.

Costo por dejar de producir durante paradas por mantenimiento

Según los registros del año 2013, tenemos 59.75 horas perdidas por paradas de producción al año.

$$\begin{aligned} \text{Producción perdida} &= 59.75 \text{ horas/año} * 60 \text{ min} / 20.4 \text{ min} \\ &= 175.8 \text{ postes} \approx 176 \text{ postes/año} \end{aligned}$$

Entonces el costo por dejar producir es:

$$176 \text{ postes} / \text{año} * 525 \text{ soles} / \text{poste} = 92,400 \text{ soles} / \text{año}$$

Por lo tanto el costo anual de mantenimiento de la empresa Postes del Norte S.A. es:

$$\text{CM anual} = 25,739.17 + 92,400 + 4,173.02 = \text{S/. } 122,312.19$$

3.3.2 Diagrama de Pareto

Para elaborar el diagrama de Pareto, ubicaremos de mayor a menor las causas raíces de acuerdo a los costos asociados a las mismas, luego calculamos el porcentaje relativo y acumulado, posteriormente se elaborará el gráfico 80-20.

CUADRO N° 28: PONDERACIÓN DE CAUSAS RAÍCES

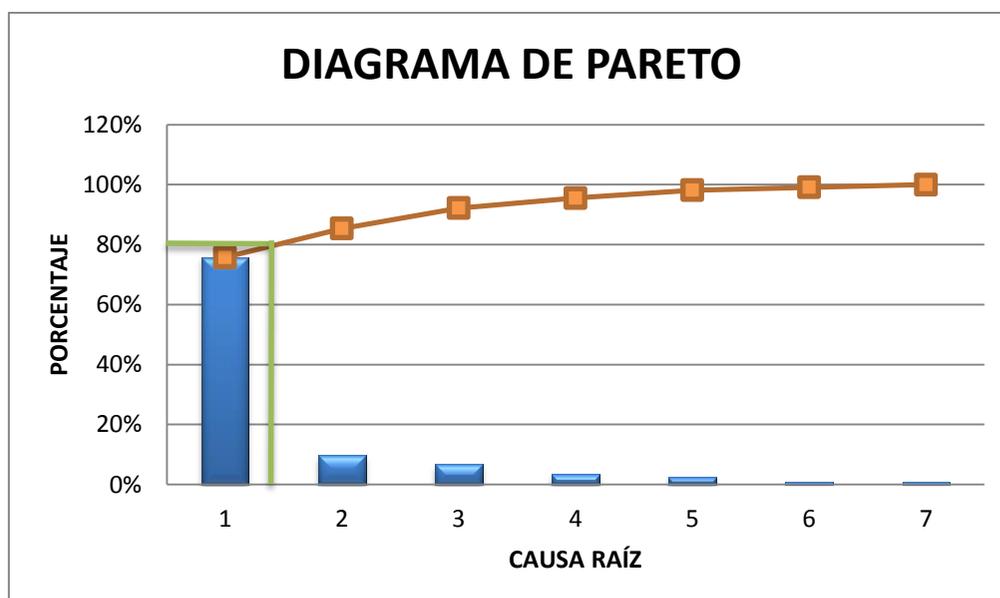
N°	Causa Raíz	Total (S./año)	% Relativo	% Acumulado
1	Falla de equipos	122,312.19	76%	76%
2	Personal no capacitado en tareas de mantenimiento	15,547.92	10%	85%
3	Cortes no programados de energía eléctrica	11,025.00	7%	92%
4	Ausencia de un área específica de mantenimiento	5,443.20	3%	96%

5	No hay una adecuada gestión de repuestos	4,173.02	3%	98%
6	No se cuenta con equipos para tareas de mantenimiento	1,554.79	1%	99%
7	Información no documentada de equipos	1,435.00	1%	100%
TOTAL		161,491.12	100%	

FUENTE: *Postes del Norte S.A.*

ELABORADO POR: *Lisset M. Rosas Ruíz*

DIAGRAMA N° 12: PARETO DEL ÁREA DE MANTENIMIENTO DE LA EMPRESA POSTES DEL NORTE S.A.



FUENTE: *Elaboración Propia*

En el diagrama anterior claramente podemos apreciar que el 80% del problema se debe principalmente a la falla de equipos y a la falta de personal capacitado en tareas de mantenimiento.

Por ello en esta tesis se hará una propuesta para disminuir estas causas raíces, tal como se muestra en el siguiente cuadro.

**CUADRO Nº 29: INDICADORES ACTUALES VS INDICADORES
PROPUESTOS**

Causa Raíz	Indicador	Valor Actual	Valor Meta	Herramientas
Falla de equipos	Nº paradas de producción	7 paradas / mes	2 paradas / mes	Programa de mantenimiento preventivo
	Tiempo Improductivo	4.17 hrs / mes	1.2 hrs / mes	
Personal no capacitado en tareas de mantenimiento	Nº operarios que pueden realizar mantenimiento básico	0 operarios	3 operarios	Programa de capacitación en mantenimiento
Ausencia de un área específica de mantenimiento	¿Existe un área de mantenimiento?	No	Si	Asignación de personal
No se cuenta con equipos para tareas de mantenimiento	¿Se tiene un kit de mantenimiento básico?	No	Si	Compra de Equipos
Información no documentada de equipos	¿Se cuenta con documentos y registros?	No	Si	Gestión de la documentación

FUENTE: *Postes del Norte S.A.*

ELABORADO POR: *Lisset M. Rosas Ruíz.*

CAPÍTULO 4: SOLUCIÓN PROPUESTA

4.1 Propuestas de mejora

4.1.1 Programa de mantenimiento preventivo

Para desarrollar un adecuado programa de mantenimiento preventivo, se optimizará la gestión de la información de manera que la retroalimentación del plan anual de mantenimiento tenga una base sólida y fidedigna respecto del funcionamiento de cada equipo. En el siguiente cuadro se detalla el inventario de equipos de la planta Milagro.

CUADRO Nº 30: INVENTARIO DE EQUIPOS EN PLANTA MILAGRO

Equipo	Tipo	Capacidad	Marca	Proveedor	Fabricación	Área
Centrífuga	Mesa	11 TON	NR	Estructuras Metálicas Carranza	Nov. - 2008	Producción
Mezcladora	Batea	1.7 m3	SIEMENS	Estructuras Metálicas Carranza	Ago. - 2013	Mezclado
Tecle	Eléctrico	10 TON	KITO	CRANE SYSTEM S.A.C.	2010	Producción
Grúa	Puente	10 TON	NR	Estructuras Metálicas Carranza	2010	Producción
Tecle	Eléctrico	05 TON	KITO	CRANE SYSTEM S.A.C.	2009	Despacho
Grúa	Puente	10 TON	NR	Estructuras Metálicas Carranza	2009	Despacho
Soldadora 400HD	Arco Manual	60A – 360A	INDURA	Indura S.A. Industria y Comercio Suc. Perú	2008	Soldadura
Soldadora RN- 400	Arco Manual	400A	SOLANDINAS	Soldadoras Andinas S.A.	2008	Soldadura
Máquina Soldar R-440DC	Arco Manual	440A	SOLANDINAS	Soldadoras Andinas S.A.	2013	Soldadura

Roladora	Eléctrica	0.75HP	SIEMENS	Factoría JC	2012	Soldadura
Cizalla	Banco		NR	Factoría JC	-	Soldadura
Caldero		1 m3	NR	Hidrotécnica Industrial E.I.R.L.	2009	Curado
Rondanera	Mesa	20 unid	NR	Factoría JC	2013	Rondanas
Rondanera	Mesa	40 unid	NR	Factoría JC	-	Rondanas
Rondanera	Mesa	40 unid	NR	Factoría JC	-	Rondanas
Taladro GBH 2- 26 DRE	Martillo Perforador	800W	BOSCH	Autorex Peruana S.A.	-	Servicios Generales
Dinamómetro AP	Mecánico	4000 Kg	DILLON	AUTINSCALE S.A.C.	2007	Calidad
Dinamómetro AP	Mecánico	5000 Kg	DILLON	AUTIN E.I.R.L.	2011	Calidad
Amoladora GWS 21-230	-	-	BOSCH	-	-	Producción
Compresora	-	-	HYUNDAI	-	-	Servicios Generales
Tecele VSPLUS	Manual	3 TON	YALE	PERCABLES S.A.C.	2012	Servicios Generales
Ratch	Manual	-	KITO	CRANE SYSTEM S.A.C.	-	Calidad

FUENTE: *Postes del Norte S.A.*

ELABORADO POR: *Lisset M. Rosas Ruíz*

A. Primera Etapa: Mantenimiento Preventivo en base a la confiabilidad

Para los primeros tres meses (Setiembre 2014 – Noviembre 2014) se ha calculado el MTBF por cada equipo de modo tal que se realizará tareas de mantenimiento preventivas básicas en periodos de tiempo establecidos en base a la confiabilidad de cada equipo. En este periodo también se implementará una gestión adecuada de la información como: historia de cada equipo, hojas de ruta, órdenes de trabajo, registro de fallas, etc.

Frecuencia de mantenimiento preventivo

Calcularemos la frecuencia de mantenimiento en base a la confiabilidad del equipo, la cual en las condiciones actuales trabaja hasta llegar a su punto crítico como mostraremos a continuación a modo de ejemplo.

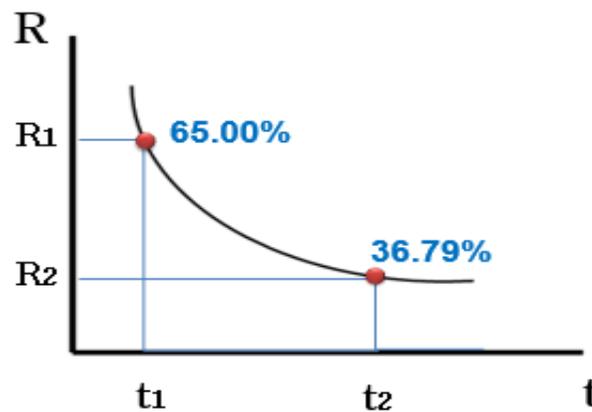
Centrífuga:

$$\text{MTBF} = 144.44 \text{ horas}$$

$$\text{Tasa de fallas} = \lambda = 1 / 144.44 = 0.00692 \text{ fallas/hora}$$

$$\text{Confiabilidad} = R = e^{-\lambda * t_{po \text{ oper.}}} = e^{-0.00692 * 144.44} = 36.79\%$$

DIAGRAMA N° 13: NIVEL DE CONFIABILIDAD



FUENTE: [URL 006]

Del gráfico anterior tomaremos como parámetro aceptable de confiabilidad un 65%. En el siguiente cuadro se muestran los valores del tiempo máximo que debe operar el equipo para ser confiable a por lo menos 65%.

CUADRO N° 31: TIEMPO LIMITE DE CONFIABILIDAD POR EQUIPO

Equipo	λ (fallas/hora)	Confiabilidad (%)	Tiempo Límite (horas)
Caldero	0.00444	65.29	96
Centrífuga	0.00692	67.86	64
Grúa Puente Producción	0.0012	65.45	352
Grúa Puente Carguío	0.00322	66.24	128
Mezcladora	0.00443	65.36	96
Roladora	0.0012	65.46	352
Rondanera	0.0004	65.49	1056
Soldadora	0.0008	65.04	536
Tecla 5 Ton	0.0012	65.44	352
Tecla 10 Ton	0.00403	65.76	104

FUENTE: *Postes del Norte S.A.*

ELABORADO POR: *Lisset M. Rosas Ruíz.*

Dado que durante la semana no se puede paralizar la producción, las tareas de mantenimiento se programarán los fines de semana durante 3 meses, según su grado de confiabilidad. Por ello en el siguiente cuadro se muestra la cantidad de semanas que operarán los equipos hasta recibir mantenimiento; y el nuevo valor de confiabilidad debido a este ajuste.

CUADRO N° 32: VALORES DE CONFIABILIDAD POR EQUIPO

Equipo	Tiempo (semanas)	Tiempo (horas)	Confiabilidad (%)
Caldero	2	96	65.29
Centrífuga	1	48	71.73
Grúa Puente Producción	7	336	66.72
Grúa Puente Carguío	2	96	73.43
Mezcladora	2	96	65.36
Roladora	7	336	66.73
Rondanera	22	1056	65.49
Soldadora	11	528	65.46
Tecla 5 Ton	7	336	66.71
Tecla 10 Ton	2	96	67.91

FUENTE: *Postes del Norte S.A.*

ELABORADO POR: *Lisset M. Rosas Ruíz.*

A continuación se muestra la programación de mantenimiento para los primeros 3 meses. Así mismo se han incluido los equipos de los cuales no se tenía ninguna información sobre su funcionamiento durante el periodo de evaluación (año 2013), por lo que le asignaremos una revisión anual.

El detalle de actividades asociadas se muestra en el siguiente cuadro:

CUADRO N° 33: PROGRAMACIÓN GENERAL DE MANTENIMIENTO EN LA PRIMERA ETAPA

	Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4	Sem 5	Sem 6	Sem 7	Sem 8	Sem 9	Sem 10	Sem 11	Sem 12	Sem 13
	6-sep.	13-sep.	20-sep.	27-sep.	4-oct.	11-oct.	18-oct.	25-oct.	1-nov.	8-nov.	15-nov.	22-nov.	29-nov.
Equipos Criticos													
Centrífuga	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Caldero		X		X		X		X		X		X	
Grúa Puente Carguío		X		X		X		X		X		X	
Mezcladora		X		X		X		X		X		X	
Tecla 10 Ton		X		X		X		X		X		X	
Grúa Puente Producción							X						
Roladora							X						
Tecla 5 Ton							X						
Soldadora											X		
Rondanera													
Otros Equipos													
Cizalla	X												
Taladro			X										
Dinamómetros					X								
Amoladora							X						
Compresora									X				
Tecla Manual											X		
Ratch													X
Total Equipos	2	5	2	5	2	5	5	5	2	5	3	5	2

FUENTE: *Postes del Norte S.A.*

ELABORADO POR: *Lisset M. Rosas Ruíz.*

El detalle de actividades asociadas a cada equipo y el tiempo dedicado a cada una de estas tareas (minutos) se muestran en el siguiente cuadro:

CUADRO Nº 34: TAREAS DE MANTENIMIENTO EN EQUIPOS DURANTE LA PRIMERA ETAPA

		Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4	Sem 5	Sem 6	Sem 7	Sem 8	Sem 9	Sem 10	Sem 11	Sem 12	Sem 13
		6-sep.	13-sep.	20-sep.	27-sep.	4-oct.	11-oct.	18-oct.	25-oct.	1-nov.	8-nov.	15-nov.	22-nov.	29-nov.
Equipos Críticos														
CENTRÍFUGA	Engrasar chumaceras.	30			30			30			30			30
	Revisar temperatura de rodamientos.	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	Ajustar pernos de chumaceras.	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
	Verificar estado de las chavetas.	5			5			5			5			5
	Verificar alineamiento de pistas			10				10				10		
	Verificar estado y tensión de las fajas de transmisión.				10				10				10	
	Revisar llaves trifásicas del tablero de mando.		5		5		5		5		5		5	
CALDERO	Limpieza básica e inspección de aislamiento		15		15		15		15		15		15	
	Regeneración de resina.		60				60				60			
	Verificación de fugas.		3		3		3		3		3		3	
	Comprobación de funcionamiento de la válvula de seguridad.						5						5	
GRÚA PUENTE CARGUÍO	Revisar estado de las guardas.		3		3		3		3		3		3	
	Escuchar si presenta ruidos anormales.		5		5		5		5		5		5	

	Limpieza de carcasa de motor.	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
	Revisar temperatura exterior.	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
	Verificar impacto de las condiciones Ambientales en las estructuras	5			5					5			
	Engrasar cadena.	15						15					
	Revisar holgura de cadena.			5				5				5	
	Ajustar pernos de sujeción del motorreductor.			10				10				10	
MEZCLADORA	Revisar estado y tensión de fajas.	5		5		5		5		5		5	
	Revisar estado de aletas.	3		3		3		3		3		3	
	Verificar plancha de batea.	3		3		3		3		3		3	
	Limpieza interna de batea.	15		15		15		15		15		15	
	Verificar nivel de aceite de motoreductor.	10				10				10			
	Verificar alineación de poleas.					20						20	
	Cambio de aceite de transmisión.					15						15	
TECLE 10 TON	Verificar la deformación del gancho	2		2		2		2		2		2	
	Limpieza de cableado.	15		15		15		15		15		15	
	Revisar conexiones y estado de cables.			10				10				10	
	Sustituir precintos rotos	10				10				10			
	Engrasar la cadena.			30				30				30	
	Revisar pulsadores y contactores de botonera.	5				5				5			
	Verificar desgaste en los eslabones de la cadena				15							15	
GRÚA PUENTE	Revisar estado de las guardas.						3						

PRODUCCIÓN	Escuchar si presenta ruidos anormales.							5								
	Limpieza de carcasa de motor.							15								
	Revisar temperatura exterior.							10								
	Engrasar cadena.							5								
	Revisar holgura de cadena.							15								
	Ajustar pernos de sujeción del motorreductor.							5								
	Verificar impacto de las condiciones Ambientales en las estructuras							3								
ROLADORA	Verificar impacto de las condiciones Ambientales en las estructuras							5								
	Verificar estado de los pulsadores y contactores							5								
	Limpieza							5								
	Lubricación							10								
TECLE 05 TON	Verificar la deformación del gancho							2								
	Limpieza de cableado.							10								
	Revisar conexiones y estado de cables.							10								
	Sustituir precintos rotos							10								
	Engrasar la cadena.							15								

	Verificar desgaste en los eslabones de la cadena								5					
	Revisar estado de contactores								3					
	Limpieza del tablero eléctrico								5					
MÁQUINA DE SOLDAR	Verificar impacto de las condiciones Ambientales en las estructuras												6	
	Verificar estado de la tenaza												6	
	Limpieza interna con soplete												20	
	Limpiar rectificador												5	
	Sustituir cable vulcanizado deteriorado.												25	
	Verificar conexión de puesta a tierra												5	
RONDANERA	Limpieza												5	
Otros Equipos														
CIZALLA	Engrasar el piñón de esfuerzo	5												
	Sustituir cuchilla desgastada	7												
TALADRO	Inspección			5										
	Revisar conexiones y estado de cables.			2										
	Limpieza			5										
	Ajuste			3										
DINAMÓMETRO	Limpieza					4								
	Pintura					15								
AMOLADORA	Revisar conexiones y estado de cables.								5					
	Sustituir disco de corte								3					

COMPRESOR	Limpieza									20				
	Cambio de aceite									15				
	Cambiar llantas									15				
	Revisar, limpiar y/o cambiar filtros									35				
TECLE MANUAL	Verificar estado de eslabones de la cadena											15		
	Engrasar cadena											8		
RATCH	Revisar piñón													3
	Engrasar piñón													5
Tiempo Total (min)		62.0	216.0	40.0	226.0	34.0	241.0	214.0	191.0	100.0	236.0	120.0	231.0	58.0
Tiempo Total (horas)		1.0	3.6	0.7	3.8	0.6	4.0	3.6	3.2	1.7	3.9	2.0	3.9	1.0
Costo M.O: 3 personas en tiempo extra (S/.)		68.6	114.9	62.0	117.9	60.2	122.4	114.3	107.4	80.0	120.9	86.1	119.4	67.4

FUENTE: *Postes del Norte S.A.*

ELABORADO POR: *Lisset M. Rosas Ruíz.*

B. Segunda Etapa: Mantenimiento Preventivo en base a información recopilada

Los meses siguientes (Diciembre 2014 – Agosto 2015) se replantearán los intervalos de acuerdo a la fase anterior, dichos intervalos habrán de definirse calculando nuevamente el MTBF de acuerdo al funcionamiento de cada equipo con mantenimiento preventivo básico y estarán basados en la información documentada.

En esta etapa se sugiere a la empresa adquirir un KIT básico de mantenimiento predictivo, para anticiparse a la ocurrencia de una falla, el cual estará formado por:

- a. Vibrómetro
- b. Thermoláser
- c. Multitéster

El detalle de actividades asociadas se muestra en el siguiente cuadro:

CUADRO N° 35: TAREAS DE MANTENIMIENTO EN EQUIPOS DURANTE LA SEGUNDA ETAPA

		Sem 17	Sem 21	Sem 25	Sem 29	Sem 33	Sem 35	Sem 37	Sem 41	Sem 45	Sem 49
		27-dic.	24-ene.	21-feb.	21-mar.	18-abr.	2-may.	16-may.	13-jun.	11-jul.	8-ago.
CENTRÍFUGA	Engrasar chumaceras.	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
	Revisar temperatura de rodamientos.	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	Ajustar pernos de chumaceras.	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
	Verificar estado de las chavetas.	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	Verificar alineamiento de pistas		10				10				10
	Verificar estado y tensión de las fajas de transmisión.	5		5				5			
	Revisar llaves trifásicas del tablero de mando.		5	5		5		5		5	
CALDERO	Limpieza básica e inspección de aislamiento	15	15	15	15	15		15	15	15	15
	Regeneración de resina.		60		60			60		60	
	Verificación de fugas.	3	3	3	3	3		3	3	3	3
	Comprobación de funcionamiento de la válvula de seguridad.		5		5			5		5	
GRÚA PUENTE CARGUÍO	Revisar estado de las guardas.	3		3		3			3		3
	Escuchar si presenta ruidos anormales.	5		5		5			5		5
	Limpieza de carcasa de motor.	10		10		10			10		10
	Revisar temperatura exterior.	7		7		7			7		7
	Verificar impacto de las condiciones Ambientales en las estructuras	5		5		5			5		5
	Engrasar cadena.	15		15		15			15		15
	Revisar holgura de cadena.			5							

	Ajustar pernos de sujeción del motorreductor.			10							
MEZCLADORA	Revisar estado y tensión de fajas.	5	5	5	5	5		5	5	5	5
	Revisar estado de aletas.	3	3	3	3	3		3	3	3	3
	Verificar plancha de batea.	3	3	3	3	3		3	3	3	3
	Limpieza interna de batea.	15	15	15	15	15		15	15	15	15
	Verificar nivel de aceite de motoreductor.	5	5	5	5	5		5	5	5	5
	Alineación de poleas.	20			20				20		
	Cambio de aceite de transmisión.		20			20				20	
TECLE 10 TON	Verificar la deformación del gancho		2		2			2		2	
	Limpieza de cableado.		15		15			15		15	
	Revisar conexiones y estado de cables.				10			10			
	Sustituir precintos rotos		10							10	
	Engrasar la cadena.				30			30			
	Verificar desgaste en los eslabones de la cadena				15						
GRÚA PUENTE PRODUCCIÓN	Revisar estado de las guardas.			3				3			3
	Escuchar si presenta ruidos anormales.			5				5			5
	Limpieza de carcasa de motor.			15				15			15
	Revisar temperatura exterior.			10				10			10
	Engrasar cadena.			5				5			5
	Revisar holgura de cadena.			15				15			15

	Ajustar pernos de sujeción del motorreductor.			5				5			5
	Revisar estado de las guardas.			10				10			10
	Verificar impacto de las condiciones Ambientales en las estructuras			3				3			3
ROLADORA	Verificar impacto de las condiciones Ambientales en las estructuras										3
	Verificar estado de los contactores										3
	Limpieza										5
	Lubricación										8
TECLE 05 TON	Verificar la deformación del gancho			2							
	Limpieza de cableado.			10							
	Revisar conexiones y estado de cables.			10							
	Sustituir precintos rotos			10							
	Engrasar la cadena.			15							
	Verificar desgaste en los eslabones de la cadena			5							
	Revisar estado de contactores			3							
	Limpieza del tablero eléctrico			5							
MÁQUINA DE SOLDAR	Verificar impacto de las condiciones Ambientales en las estructuras							6			6
	Verificar estado de la tenaza							6			6
	Limpieza interna con soplete							20			20
	Limpiar rectificador							5			5

	Sustituir cable vulcanizado deteriorado.						25				25
	Verificar conexión de puesta a tierra						5				5
RONDANERA	Limpieza						15				5
	Nivelación de mesa (Lijado)						7				
Tiempo Total (min)		159.0	276.0	230.0	265.0	159.0	132.0	292.0	154.0	225.0	72.0
Tiempo Total (horas)		2.7	4.6	3.8	4.4	2.7	2.2	4.9	2.6	3.8	1.2
Costo M.O: 3 personas en tiempo extra (S/.)		97.8	132.9	119.1	129.6	97.8	89.7	137.7	96.3	117.6	71.6

FUENTE: *Postes del Norte S.A.*

ELABORADO POR: *Lisset M. Rosas Ruíz*

4.1.2 Programa de Capacitación

Con este programa se logrará que los colaboradores conozcan la idea básica del mantenimiento de los equipos que utilizan en sus jornadas diarias, que se concienticen en la vital importancia de las tareas de mantenimiento preventivo para prolongar la operatividad de los mismos y finalmente que después de las capacitaciones teórico-prácticas tener como resultado que un grupo de ellos sea capaz de dar mantenimiento básico a los equipos según la programación anual propuesta en esta tesis.

Por ello las capacitaciones se realizarán según cronograma, y contarán con la participación de todo el personal de la planta (20 operarios), ya que es común realizar rotaciones de puestos y todos deben estar aptos para apoyar con el mantenimiento de equipos.

Dichas capacitaciones se realizarán en los ambientes de la planta milagro 1 para efectuar tanto la teoría y aplicación de casos prácticos.

CUADRO Nº 36: CRONOGRAMA DE CAPACITACIONES DE MANTENIMIENTO

Fecha	Tema	Duración	Costo
06/09/14	Manejo adecuado de máquinas y herramientas	2 Horas	S/. 590.00
20/09/14	Mantenimiento de equipos Industriales	2 Horas	S/. 590.00
04/10/14	Mantenimiento Preventivo	3 Horas	S/. 885.00
18/10/14	Buenas Prácticas de Manufactura	2 Horas	S/. 590.00

FUENTE: Cotización Tecsup - Trujillo

ELABORACIÓN: Propia

La inversión total en capacitación es de S/. 2655.00.

4.1.3 Gestión de la documentación

Para realizar un adecuado desarrollo del programa de mantenimiento y tener datos cada vez más certeros, se implementará toda la documentación necesaria para el registro de fallas e inspecciones periódicas.

La documentación a emplear es la siguiente:

- Fichas técnicas de cada equipo

- Formato de registro de fallas
- Ordenes de trabajo para efectuar tareas de mantenimiento
- Procedimientos de operación de equipos
- Procedimiento de tareas de mantenimiento.

CAPITULO 5: EVALUACIÓN ECONÓMICA FINANCIERA

5.1 Inversión para la propuesta de mejora

COSTO DE PROPUESTA

		COSTO	
1	Tiempo extra personal (3 ayudantes 1 sup)	S/. 91.92	mensual
2	Inversión Instrumentos de medición		
		INVERSION	DEPRECIACION
	Vibrómetro	S/. 2,807.22	S/. 77.98
	Multitester	S/. 141.60	S/. 3.93
	Sensor de Temperatura	S/. 1,989.48	S/. 55.26
	Total	S/. 4,938.30	S/. 137.18 mensual
3	Inversión en capacitación:		
	Contratación personal especializado en capacitación	S/. 2,655.00	
	Tiempo en capacitación (20 personas , 9horas)	S/. 865.38	
	Inversión Total	S/. 3,520.38	

5.2 Ahorro implementando la propuesta

BENEFICIOS DE LA PROPUESTA

1 Reducción de costos

Proceso	(S/. / mes)		
	Actual	Propuesto	Ahorro
Mantenimiento	10192.68	2548.17	7644.51

2 Incremento de ventas (reducción de ventas perdidas)

		Actual	Propuesto	Ventas ganadas S/. Anual
Tiempo Improductivo	horas	59.75	14.40	
Producción Perdida	postes/año	176	43	
Venta perdida	MN/año	92400	22575	69825

3 Ingreso mensual

	Anual	Mensual
Ahorro	7644.51	637.04
Ingreso	69825	5818.75
INGRESO TOTAL MENSUAL		S/. 6455.79

5.3 Estado de Resultados

Inversión Total: S/. 8458.68

Costo Oportunidad: 1.25% mensual

Meses	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Ingresos		S/. 6,455.79	S/. 6,584.91	S/. 6,716.61	S/. 6,850.94	S/. 6,987.96	S/. 7,127.72	S/. 7,270.27	S/. 7,415.68	S/. 7,563.99	S/. 7,715.27	S/. 7,869.58	S/. 8,026.97
costos operativos		S/. 737.49	S/. 752.24	S/. 767.29	S/. 782.63	S/. 798.29	S/. 814.25	S/. 830.54	S/. 847.15	S/. 864.09	S/. 881.37	S/. 899.00	S/. 916.98
Depreciación activos		S/. 137.18											
GAV		S/. 645.58	S/. 658.49	S/. 671.66	S/. 685.09	S/. 698.80	S/. 712.77	S/. 727.03	S/. 741.57	S/. 756.40	S/. 771.53	S/. 786.96	S/. 802.70
utilidad antes de impuestos		S/. 4,935.55	S/. 5,037.00	S/. 5,140.48	S/. 5,246.04	S/. 5,353.70	S/. 5,463.52	S/. 5,575.53	S/. 5,689.79	S/. 5,806.33	S/. 5,925.20	S/. 6,046.44	S/. 6,170.12
Impuestos (30%)		S/. 1,480.66	S/. 1,511.10	S/. 1,542.15	S/. 1,573.81	S/. 1,606.11	S/. 1,639.06	S/. 1,672.66	S/. 1,706.94	S/. 1,741.90	S/. 1,777.56	S/. 1,813.93	S/. 1,851.03
utilidad después de impuestos		S/. 3,454.88	S/. 3,525.90	S/. 3,598.34	S/. 3,672.23	S/. 3,747.59	S/. 3,824.46	S/. 3,902.87	S/. 3,982.85	S/. 4,064.43	S/. 4,147.64	S/. 4,232.51	S/. 4,319.08

5.4 Flujo de Caja

MESES	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
utilidad después de impuestos		S/. 3,454.88	S/. 3,525.90	S/. 3,598.34	S/. 3,672.23	S/. 3,747.59	S/. 3,824.46	S/. 3,902.87	S/. 3,982.85	S/. 4,064.43	S/. 4,147.64	S/. 4,232.51	S/. 4,319.08
más depreciación		S/. 137.18											
inversión	S/. -8,458.68												
	S/. -8,458.68	S/. 3,592.06	S/. 3,663.08	S/. 3,735.51	S/. 3,809.40	S/. 3,884.77	S/. 3,961.64	S/. 4,040.05	S/. 4,120.03	S/. 4,201.60	S/. 4,284.81	S/. 4,369.69	S/. 4,456.26

5.5 Cálculo TIR / VAN

Año	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
flujo neto de efectivo	S/. -8,458.68	S/. 3,592.06	S/. 3,663.08	S/. 3,735.51	S/. 3,809.40	S/. 3,884.77	S/. 3,961.64	S/. 4,040.05	S/. 4,120.03	S/. 4,201.60	S/. 4,284.81	S/. 4,369.69	S/. 4,456.26

VAN S/. 28,188.99
TIR 43.75%
PRI 2.3 meses

Año	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Ingresos		S/. 6,455.79	S/. 6,584.91	S/. 6,716.61	S/. 6,850.94	S/. 6,987.96	S/. 7,127.72	S/. 7,270.27	S/. 7,415.68	S/. 7,563.99	S/. 7,715.27	S/. 7,869.58	S/. 8,026.97
Egresos		S/. 2,863.74	S/. 2,921.83	S/. 2,981.09	S/. 3,041.54	S/. 3,103.19	S/. 3,166.08	S/. 3,230.22	S/. 3,295.65	S/. 3,362.39	S/. 3,430.46	S/. 3,499.89	S/. 3,570.71

VAN Ingresos S/. 65,928.81
 VAN Egresos S/. 29,281.14

B/C 2.3

CAPITULO 6: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1 Resultados

- A.** Después de la realización de esta propuesta en la gestión de mantenimiento de la empresa Postes del Norte obtenemos que los sobrecostos se reducirán en un 75%, lo que genera un ahorro anual de S/. 76440.51. Además al reducir el tiempo de paradas se genera un incremento en los ingresos por ventas el cual asciende anualmente a S/. 69825.00
- B.** El VAN (valor actual neto) de la implementación de este proyecto es de S/. 28'188.99, lo que indica que es un proyecto RENTABLE para la empresa Postes del Norte S.A.
- C.** La tasa interna de retorno (TIR) es de 43.75%, que es la tasa a la cual retornará la inversión de este proyecto y que es mucho mayor a la tasa base que la empresa desea ganar; por lo que el proyecto según este indicador es RENTABLE.
- D.** El indicador de costo beneficio tenemos un 2.3, lo que nos indica que por cada S/. 1.00 invertido en este proyecto, la empresa ganará S/. 1.30

CAPITULO 7: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1 Conclusiones

- A.** Se realizó el análisis de la gestión de mantenimiento actual, encontrando que se trabaja con mantenimiento correctivo al 100% lo que ha acarreado sobrecostos de producción.
- B.** Se elaboró un programa anual de mantenimiento preventivo para los equipos críticos en la empresa Postes del Norte S.A. el cual está basado en la confiabilidad de cada equipo, así mismo se ha detallado las tareas de mantenimiento preventivo básico para cada máquina y sus tiempos de ejecución. Dentro del programa anual se ha considerado la capacitación del personal para reducir la tercerización en un 75%.
- C.** Se hizo la evaluación económica / financiera de la propuesta de mejora en gestión de mantenimiento en la empresa Postes del Norte S.A. dando como resultado que el proyecto es RENTABLE de acuerdo a los siguientes indicadores:

- VAN : S/. 28'188.99
- TIR : 43.75
- B/C : 2.3

7.2 Recomendaciones

- A.** Se recomienda aplicar este programa de mantenimiento ya que es sencillo y la empresa cuenta con los recursos necesarios a un 90% actualmente. Sólo le faltaría adquirir el Kit de mantenimiento. Además complementar con un programa de calidad, las 5 S's por ejemplo contribuirían positivamente ya que cambiaría la actitud del trabajador hacia la empresa.

- B.** En esta tesis se ha considerado un programa de mantenimiento preventivo utilizando recursos propios como mano de obra (horas extra) y materiales (repuestos de almacén), se puede incluir de ser el caso la contratación personal especializado en formación en campo (técnico en mantenimiento) durante un periodo para que el proceso de cambio de mantenimiento correctivo a preventivo sea más rápido.

- C.** Finalmente se recomienda y se hace hincapié en la importancia de documentar cada suceso ocurrido con los equipos ya que es la mejor manera de tener una adecuada evaluación para efectuar las correcciones correspondientes y/o anticiparse teniendo en cuenta un patrón de comportamiento de los equipos.

BIBLIOGRAFÍA

TEXTOS

- [TEX 001] Dirección General de Electrificación Rural (2012, Diciembre). **Plan Nacional De Electrificación Rural (PNER) Periodo 2013-2022**. Perú: Ministerio de Energía y Minas
- [TEX 002] Dirección General de Estudios Económicos, Evaluación y Competitividad Territorial (2013, Agosto). **Anuario Estadístico Industrial, MIPYME y Comercio Interno 2012**. Lima – Perú: Dirección de Estudios Económicos de MYPE e Industria. Ministerio de la Producción.

DIRECCIONES ELECTRÓNICAS

- [URL 001] BOTERO G., Camilo (1991). **Manual de Mantenimiento**. [En línea]. Bogotá: Publicaciones SENA. Disponible en: https://docs.google.com/document/d/1DV5c4w0G4QcZFTdrgcccOIRBkIHfsA-8b5_ZSiMw1M8/preview?pli=1 [2014, 17 de Junio]
- [URL 002] MOLINA, José. **Mantenimiento y Seguridad Industrial**. [En línea]. Maracay, Venezuela. Disponible en: www.ugr.unsl.edu.ar/documentos/Mantenimiento%20Industrial.doc [2014, 22 de Junio]
- [URL 003] AMENDOLA, Luis (2011, Marzo). **Confiabilidad Operacional**. [En línea]. Disponible en: <http://www.emagister.com/curso-confiabilidad-operacional/analisis-criticidad-introduccion> [2014, 22 de Junio]
- [URL 004] **Características del Mantenimiento Productivo Total** (2013, Setiembre). [En línea]. Disponible en: <http://www.mantenimientopreventivo.info/2013/09/caracteristicas-del-mantenimiento-productivo-total/> [2014, 23 de Junio]
- [URL 005] **Ahorro Con Mantenimiento Preventivo** (2013, Mayo). [En línea]. Disponible en:

<http://www.manufactura.mx/gestion/2013/05/16/mantenimiento-preventivo-ahorra-miles-de-dolares> [2014, 23 de Junio]

[URL 006] ESPINOSA FUENTES, Fernando. **Confiabilidad Operacional De Equipos: Metodologías Y Herramientas.** Disponible en: <http://campuscurico.utralca.cl/~fepinos/ANALISIS%20CAUSA%20RAIZ%20y%20sus%20herramientas.pdf> [2014, 05 de Julio]

LIBROS

[LIB 001] PASCUAL J., Rodrigo (2002). **Manual Del Ingeniero de Mantenimiento: Gestión Moderna del Mantenimiento.** Chile: Beauchef 850

[LIB 002] KNEZEVIC, Jezdimir (1996, Abril). **Mantenimiento.** . España: Isdefe.

ANEXOS

ANEXO N° 01: Cálculo del Costo de Producción

COSTO MANO DE OBRA PROMEDIO

Tipo	Participación en Producción	M.O. Producción	M.O. Soldadura
Poste BT de 8/200/120/240	75%	S/. 17.50	S/. 2.70
Poste MT de 13/400/180/375	25%	S/. 30.00	S/. 5.00
Costo M.O. Promedio Unitario		S/. 20.63	S/. 3.28

COSTO DE MANO DE OBRA POR PUESTO

Puesto	Cantidad Trabajadores	Monto Mensual	Beneficios (al mes)	Total
Calderista	1	S/. 750.00	S/. 250.00	S/. 1,000.00
Rondanero	1	S/. 750.00	S/. 250.00	S/. 1,000.00
Producción	12	S/. 12,622.50	S/. 250.00	S/. 15,622.50
Soldadura	3	S/. 2,004.30	S/. 250.00	S/. 2,754.30

COSTO DE MATERIA PRIMA

Material	U.M.	Precio	Baja Tensión		Media Tensión	
			Cantidad	Costo	Cantidad	Costo
Alambre N° 16	Kg	S/. 3.80	0.75	S/. 2.85	0	S/. 0.00
Alambre N° 8	Kg	S/. 3.20	0.0625	S/. 0.20	3.5	S/. 11.20
Alambrón 1/4"	Kg	S/. 2.22	1	S/. 2.22	3.5	S/. 7.77
Arena Gruesa	m3	S/. 24.00	0.00	S/. 0.07	0.16	S/. 3.76
Cal	Kg	S/. 3.34	0.02	S/. 0.07	0.02	S/. 0.07
Cemento	bls	S/. 18.10	2	S/. 36.20	6	S/. 108.60
Chemaflex	Gln	S/. 13.88	0.05	S/. 0.69	0.05	S/. 0.69
Fierro 12mm	var	S/. 22.70	0	S/. 0.00	16	S/. 363.20
Fierro 3/8"	var	S/. 14.80	9	S/. 133.20	0	S/. 0.00
Grasa roja CAM2	Kg	S/. 14.40	0.03	S/. 0.41	0.03	S/. 0.41
Gravilla 1/2	m3	S/. 36.00	0.07	S/. 2.61	0.00	S/. 0.00
Petroleo	Gln	S/. 12.35	0.21	S/. 2.57	0.21	S/. 2.57
Pintura Negra	Gln	S/. 35.00	0.01	S/. 0.44	0.01	S/. 0.44
Soldadura	Kg	S/. 34.07	0.5	S/. 17.04	1.25	S/. 42.59
Thinner Acrílico	Gln	S/. 12.61	0.01	S/. 0.16	0.01	S/. 0.16
Tubo Luz 3/4"	und	S/. 2.60	0.5	S/. 1.30	2.5	S/. 6.50
Yeso	Kg	S/. 0.93	0.02	S/. 0.02	0.02	S/. 0.02
COSTO MATERIA PRIMA PROMEDIO			S/. 200.04		S/. 547.98	

MANO DE OBRA INDIRECTA

Puesto	Cantidad Trabajadores	Monto Mensual	Beneficios	Total
Carguío	2	S/. 750.00	S/. 250.00	S/. 2,000.00
Guardianía	1	S/. 750.00	S/. 250.00	S/. 1,000.00
			TOTAL M.O.I	S/. 3,000.00

COSTOS FIJOS

Descripción	Costo
Alquiler	S/. 2,500.00
Luz	S/. 800.00
Agua	S/. 300.00
Total	S/. 3,600.00

MATERIALES INDIRECTOS

Insumo	U.M.	Precio	Demanda Mensual	Costo
Brocha 2 1/2"	unid	S/. 3.50	2	S/. 7.00
Carbón de piedra	Kg	S/. 0.80	3900	S/. 3,120.00
Clavos 3"	Kg	S/. 4.00	3	S/. 12.00
Disco de Corte 7"	unid	S/. 5.50	4	S/. 22.00
Escobilla	unid	S/. 2.50	1	S/. 2.50
Espátula	unid	S/. 2.50	2	S/. 5.00
Hojas de sierra	unid	S/. 2.50	4	S/. 10.00
Lija 40-3	unid	S/. 1.50	5	S/. 7.50
Luna Negra N° 12	unid	S/. 1.80	3	S/. 5.40
Perno Hexagonal 3/8 x 1 1/2" G.8	unid	S/. 1.40	15	S/. 21.00
Perno Hexagonal 5/8 x 1 1/2" G. 8	unid	S/. 2.20	500	S/. 1,100.00
Pincel	unid	S/. 1.00	6	S/. 6.00
Pintaduc	unid	S/. 7.50	1	S/. 7.50
Stobolts 3/16"	unid	S/. 0.08	500	S/. 40.00
Tela Polar	mts	S/. 5.00	5	S/. 25.00
Yute	mts	S/. 3.00	10	S/. 30.00
			TOTAL	S/. 4,420.90

FUENTE: *Postes del Norte S.A.*

ELABORADO POR: *Lisset M. Rosas Ruíz.*

ANEXO N° 02: Costos Operativos de Proyecto

COSTOS OPERATIVOS	
LUZ(25% recibo)	S/. 194.3
AGUA (25% recibo)	S/. 170.025
M.O Jefe (1 Hora extra al día de Jefe de Planta)	S/. 281.25
MO Operarios (tareas de mantenimiento de 1 supervisor + 3 operarios)	S/. 91.92
TOTAL MENSUAL	S/. 737.49

FUENTE: *Postes del Norte S.A.*

ELABORADO POR: *Lisset M. Rosas Ruíz.*

ANEXO Nº 03: Modelo de Ficha Técnica

FICHA TECNICA DE EQUIPOS			
1. DATOS GENERALES			
Nombre del Equipo	Soldadora	Código de Inventario	S 001 M1
Tipo	Arco Manual	Área de ubicación	Soldadura
Modelo	400 HD	Fabricante	Indura S.A.
Marca	INDURA	Proveedor	Indura S.A.
Serie	H-08-120502	Procedencia	Italia
2. FECHAS			
Adquisición	Octubre - 2008	Instalación	Noviembre - 2008
3. CARACTERISTICAS GENERALES			
Peso	117 Kg	Ancho	385 mm
Altura	830 mm	Largo	535 mm
4. CARACTERISTICAS TÉCNICAS		Foto del Equipo	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Voltaje de entrada nominal: 220 / 380V ▪ Fases – Frecuencia: 3 – 60 Hz ▪ Ciclo de Trabajo: 325A ▪ Rango de Amperaje: 60 - 360A 			
5. FUNCIONES			
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Armado de estructuras de fierro mediante proceso de soldadura de arco manual. 			
6. COSTOS			
Valor Compra	S/. 2225.43	Valor de Reposición	
7. DOCUMENTACIÓN			
Documento	Disponible	Ubicación	Idioma
Manual	No		
P. Operación	No		
P. Mantenimiento	No		
Planos	No		
8. REPUESTOS			
Nombre	Serie	Características	Costo
Porta electrodo			
Tenaza Puesta Tierra			
Planta Referencia:	Preparado por:	Aprobado por:	Fecha:
<i>Milagro 1</i>	<i>Lisset M. Rosas Ruíz</i>	<i>Felipe N. Pérez Díaz</i>	<i>05 de Julio 2014</i>

FUENTE: *Elaboración Propia*

ANEXO N° 04: Cotización de Capacitaciones Tecsup

DE: Ricardo Fernando Rodríguez Mantilla

ENVIADO: viernes, 01 de agosto de 2014 12:40 p.m.

PARA: fperez@postesdelnortesa.com, plantamilagro01@postesdelnortesa.com

CC: Ricardo Benites

ASUNTO: RE: CAPACITACIONES TECSUP - Mantenimiento

Estimado Sr. Felipe:

Buenas tardes. Según lo solicitado por su representada, adjunto la propuesta de capacitación de mantenimiento así como el costo y duración de la misma.

Tema 1: Operación adecuada de máquinas y Herramientas

- Introducción General de Máquinas Industriales
- Características y función de equipos utilizados en Postes del Norte
- Importancia de procedimientos de manejo de equipos

Taller: Elaboración de procedimientos

Dirigido a: 20 personas

Duración: 2 horas

Costo: 500 + IGV

Tema 2: Mantenimiento de equipos industriales

- Definición de mantenimiento
- Tipos de mantenimiento
- Importancia del mantenimiento
- Tareas básicas: limpieza, lubricación y ajuste.

Taller: Desarrollo grupal de casos prácticos

Dirigido a: 20 personas

Duración: 2 horas

Costo: 500 + IGV

Tema 3: Mantenimiento Preventivo

- ¿Qué es mantenimiento preventivo?
- Ventajas frente al mantenimiento correctivo
- ¿Cómo aplicar mantenimiento preventivo?
- Proceso de mantenimiento preventivo

Taller: Desarrollo grupal de casos prácticos

Dirigido a: 20 personas

Duración: 3 horas

Costo: 750 + IGV

Tema 4: Buenas Prácticas de Manufactura

- Filosofía oriental

- BPM
- Six-Sigma
- Videos Relacionados

Taller: Buenas Prácticas vs Malos hábitos

Dirigido a: 20 personas

Duración: 2 horas

Costo: 500 + IGV

Asimismo, hacemos la sugerencia de poder desarrollar todas las sesiones de esta capacitación en las instalaciones de Tecsup, dado que contamos el equipo adecuado para brindar un servicio de alto nivel y que satisfaga plenamente sus expectativas.

Permanezco a la espera de su gentil respuesta en cuanto a disponer la fecha de inicio de este programa de capacitaciones.

Atentamente,

RICARDO FERNANDO RODRÍGUEZ MANTILLA

Asistente de Promoción y Desarrollo Empresarial

Tecsup Trujillo

Vía Evitamiento S/N - Víctor Larco Herrera

T: (5144) 499010 A: 6021 - RPM # 942022688

www.tecsup.edu.pe

FUENTE: *Correo corporativo plantamilagro01@postesdelnortesa.com*

ANEXO Nº 05: Cotización Vibrómetro

SU ASISTENTE DE CONFIANZA TERMOFIX S.R.L.	COTIZACIÓN: 14 - 2468
Av. Javier Prado Este N° 4921 Of. 8 Piso 2 - Urb. Camacho - La Molina - Telefax: 436 5320 - 436 5763	
E-mail: info@termofix.com.pe - Web: www.termofix.com.pe Nextel.: 837*4182 - 837*2071	

Señores : POSTES DEL NORTE S.A.	Atn. : SRTA. LISSET ROSAS
Teléfono : #957 568 030	Fax :
	Dpto. : PLANTA PIURA

Descripción del Instrumento

MEDIDOR DE VIBRACIONES - VIBRÓMETRO

Características:

- Mide aceleración, velocidad y desplazamiento
- Selector para diferentes frecuencias de vibración
- Alta sensibilidad para mediciones exactas
- Indicador de temperatura
- Apagado automático
- Función hold para retener lecturas
- Memoria de máximas lecturas



Especificaciones:

- Dimensiones : 70 x 30 x 150mm.
- Material del cuerpo : Resina Fenólica
- Exactitud : +/- 5% +/- 2 dígitos
- Frecuencia de acelerac. : 10Hz-1KHz(LO)
: 1KHz-15KHz(HI)
- Frecuencia de Velocidad : 10Hz-1KHz(LO)
- Frec. De desplazamiento : 10Hz-1KHz(LO)
- Baterías : Batería 9V

Rangos de medición:

- Aceleración : 0.1 - 199.9 m/s²
- Velocidad : 0.1 - 199.9 mm/s
- Desplazamiento : 0.001 - 1.999 mm

Marca: "SMART SENSOR" ISO9001:2000

PRECIO UNITARIO NUEVOS SOLES 2,379.00 + I.G.V.

Precios NETOS expresados en NUEVOS SOLES Los precios cotizados NO incluyen el I.G.V. PLAZO ENTREGA : Inmediata - transporte que indiquen VALIDEZ COTIZACION : SIETE DIAS - salvo previa venta FORMA DE PAGO: ABONO EN CTA.CTE. BCO DE CREDITO TERMOFIX S.R.L. - CTA. N° 193-1451220-0-87 (SOLES)	Fecha : 19 / 09 / 14
	Vanessa Bernal p.: TERMOFIX S.R.L. R.U.C.: 20504770533

FUENTE: Correo corporativo plantapiura@postesdelnortesa.com

ANEXO N° 06: Cotización Sensor de Temperatura

SU ASISTENTE DE CONFIANZA 	COTIZACIÓN: 14 - 2469
Av. Javier Prado Este N° 4921 Of. 8 Piso 2 - Urb. Camacho - La Molina - Telefax: 436 5320 - 436 5763 E-mail: info@termofix.com.pe - Web: www.termofix.com.pe Nextel.: 837*4182 - 837*2071	

Señoras : POSTES DEL NORTE S.A.	Atn. : SRTA. LISSET ROSAS
Teléfono : #957 568 030	Dpto. : PLANTA PIURA

Descripción del Instrumento

TERMOMETRO PORTATIL LASER INFRAROJO DE ALTO RANGO
MEDICION A DISTANCIA - SIN CONTACTO

Características:

- Pantalla Digital decimal para temperatura
- Sensor infrarrojo receptor de la temperatura
- Puntero láser indicador de posición
- Alcance del sensor 30 y 50 metros
- Función Hold para retener temperaturas
- Rangos en doble escala °C y °F
- Luz en la pantalla para visión nocturna
- Emisividad regulable desde 0,1 hasta 0,99
- Apagado automático para evitar desgaste innecesario
- Indicador de batería baja
- Especial para medir temperaturas en todo tipo de superficies
- Tabla para regulación de emisividad incluida en el catálogo
- Memorias para Máximas y Mínimas
- Alarmas programables para altas y bajas



Especificaciones:

- Dimensiones : 200 X 135 X 57 mm
- Batería : Batería Alcalina 9V

Rangos de medición:

- Temperatura A : -18 + 1350 °C / 0 + 2462 °F
- Resolución : 1 °C
- Exactitud : (+ -) 2 °C
- Factor Distancia : 30:1 Disponible en +/- 20 días

- Temperatura B : -18 + 1500 °C / 0 + 2732 °F - STOCK
- Resolución : 1 °C
- Exactitud : (+ -) 2 °C
- Factor Distancia : 50:1

Marca: "SMART SENSOR"

**PRECIO UNITARIO
NUEVOS SOLES**
1,686.00 + I.G.V.

**PRECIO UNITARIO
NUEVOS SOLES**
1,996.00 + I.G.V.

Precios NETOS expresados en NUEVOS SOLES Los precios cotizados NO incluyen el I.G.V. PLAZO ENTREGA : Inmediata - transporte que indiquen VALIDEZ COTIZACION : SIETE DIAS - salvo previa venta FORMA DE PAGO: ABONO EN CTA.CTE. BCO DE CREDITO TERMOFIX S.R.L. - CTA. N° 193-1451220-0-87 (SOLES)	Fecha : 19 / 08 / 14 Vanessa Bernal p.: TERMOFIX S.R.L. R.U.C.: 20504770533
--	--

FUENTE: Correo corporativo plantapiura@postesdelnortesa.com