



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

“IMPLEMENTACIÓN DEL MANTENIMIENTO CENTRADO EN
CONFIABILIDAD (RCM) PARA AUMENTAR LA PRODUCTIVIDAD DEL
ÁREA DE PRODUCCIÓN DE TABLEROS DE LA EMPRESA SERTES
S.A.C, LIMA, 2018”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO INDUSTRIAL

AUTOR:

MARCHENA SOSA, FRED ALEXANDER

ASESOR:

Mgtr. REINOSO VASQUEZ GEORGE

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

GESTIÓN EMPRESARIAL Y PRODUCTIVA

Lima – Perú

Año

2018

Dedicatoria

Este presente trabajo se lo dedico a mi familia quienes han sido parte fundamental para el desarrollo de esta investigación

Agradecimientos

Gracias a mis asesores y profesores que me han formado y guiado en esta hermosa carrera, que es la ingeniería industrial.

PRESENTACIÓN

SEÑORES MIEMBROS DEL JURADO

En cumplimiento de las normas establecidas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo presento ante ustedes la tesis titulada “Implementación del mantenimiento centrado en confiabilidad (RCM) para aumentar la productividad del área de producción de tableros de la empresa SERTES S.A.C, Lima, 2018”, la misma que someto a vuestra consideración y espero cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el título Profesional de Ingeniero Industrial.

El autor

ÍNDICE

PÁGINA DE JURADO	II
DEDICATORIA	III
AGRADECIMIENTO	IV
DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD	V
PRESENTACION	VI
RESUMEN	XV
ABSTRACT	XVI
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Realidad Problemática	2
1.2 Trabajos previos	13
1.3 Teorías relacionadas al tema	21
1.3.1 Sistemas de mantenimiento	21
1.3.2 Evolución del mantenimiento	22
1.3.2.1 Primera generación	23
1.3.2.2 Inicios del mantenimiento correctivo o reactivo	23
1.3.2.3 Segunda generación	24
1.3.2.4 Mantenimiento preventivo	24
1.3.2.5 Tercera generación	25
1.3.2.6 Cuarta generación	26
1.3.3 Confiabilidad	26
1.3.4 Disponibilidad	27
1.3.5 Mantenibilidad	27
1.3.6 Diversas técnicas de confiabilidad	28
1.3.6.1 Auditorias de gestión	28
1.3.6.2 Análisis probabilístico de fallas	29
1.3.6.3 RBA análisis basado en riesgos	29
1.3.6.4 RCM (Reliability Centred Maintenance	29
1.3.6.5 Otras teorías relacionadas a confiabilidad	29
1.3.7 RCM (Mantenimiento Centrado en Confiabilidad	30
1.3.8 Las 7 preguntas básicas del RCM	31
1.3.9 Etapas de la implementación del RCM	32
1.3.9.1 Etapa 1: Equipo de trabajo	32
1.3.9.2 Etapa 2: Definición del contexto	32
1.3.9.3 Etapa 3: AMEF	34
1.3.9.4 Etapa 4: árbol lógico	34
1.3.9.5 Etapa 4: mejora continua	35
1.3.10 Productividad	36
1.3.11 Eficiencia	36

1.3.12	Eficacia	37
1.3.13	Elementos que contribuyen a la productividad	37
1.3.14	Importancia de la productividad	37
1.4	. Formulación del problema	38
1.4.2.	Problema específico	38
1.5	. Justificación del estudio	38
1.5.1	Justificación académica	38
1.5.2	Justificación económica	39
1.5.3	Justificación social	39
1.6	Hipótesis	39
1.6.1	Hipótesis general	39
1.6.2	Hipótesis específica	40
1.7	Objetivos	40
1.7.1	Objetivo general	40
1.7.2	Objetivo específico	40
1.8	Matriz de coherencia	41
II.	METODO	42
2.1	Tipo y diseño de investigación	43
2.2	Variables, operacionalización	44
2.2.1	Variable Independiente	44
2.2.2	Variable Dependiente	45
2.3	Población, muestra y muestreo	48
2.3.1	Población	48
2.3.2	Muestra	48
2.4	Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad	48
2.4.1	Técnicas de recopilación de datos	48
2.4.2	Instrumentos de recolección de datos	48
2.4.3	Validez y confiabilidad	49
2.5	Métodos de análisis de datos	50
2.6	Aspectos éticos	50
2.7	Desarrollo de la propuesta	50
2.7.1	Situación actual	50
2.7.2	Propuesta de mejora	73
2.7.2.1	alternativas de solución	73
2.7.2.2	plan de mejora	73
2.7.3	implementación del plan de mejora	75
2.7.3.1	equipo de trabajo	76
2.7.3.2	definición de contexto	76
2.7.3.3	AMEF	77
2.7.3.3.1	sistema de información	77
2.7.3.3.2	determinar área de estudio	91
2.7.3.3.3	descripción de modos	95

2.7.3.3.4	análisis de modo y efecto de falla	103
2.7.3.4	Árbol lógico de fallas	106
2.7.4	resultados de la implementación	115
2.7.5	Análisis económico financiero	131
III	RESULTADOS	140
3.1	análisis descriptivo	141
3.1.1	análisis de variable independiente	141
3.1.2	análisis de la variable dependiente	144
3.2	análisis inferencial	150
3.2.1	análisis de la hipótesis general	150
3.2.2	análisis de la primera hipótesis específica	153
3.2.3	análisis de la segunda hipótesis específica	155
IV	DISCUSIÓN	158
4.1	discusión general	159
V	CONCLUSIONES	161
VI	RECOMENDACIONES	163
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	165
	ANEXOS	169

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Diagrama de Ishikawa	7
Figura 2. Evolución de las expectativas de mantenimiento	22
Figura 3. Evolución de las técnicas de mantenimiento	23
Figura 4. Diversas técnicas de confiabilidad industrial	28
Figura 5. Ciclo del RCM	30
Figura 6. Flujo grama del proceso de RCM	31
Figura 7. Árbol lógico de decisiones	35
Figura 8. Flujo grama de proceso de la empresa (tableros)	52
Figura 9. Organigrama del área de producción	53
Figura 10. layout	54
Figura 11. DOP	55
Figura 12. Fotografía: depósito de repuestos y equipos en mal estado	58
Figura 13. Fotografía: Antiguo plan de mantenimiento	58
Figura 14. Fotografía: Antiguo plan por equipo	59
Figura 15. Fotografía: Tablero a ras de piso	63
Figura 16. Fotografía: Tablero elevado	64
Figura 17. Flujo grama del proceso de implementación	75
Figura 18. Sistema de codificación	77
Figura 19. Fotografía: Codificación	81
Figura 20. Fotografía: Codificación	81
Figura 21. Fotografía: Proceso de pulido por desgaste	94
Figura 22. Fotografía: Proceso de pulido por frotación	94
Figura 23. Modos de falla de la cizalla de metal	95
Figura 24. Modos de falla de la cortadora de metal	95
Figura 25. Modos de falla de la dobladora de metal	96
Figura 26. Modos de falla de la soldadora mig	96
Figura 27. Modos de falla de la soldadora simple	97
Figura 28. Modos de falla de la pulidora	97
Figura 29. Modos de falla de la compresora	98
Figura 30. Modos de falla del taladro de banco	98
Figura 31. Modos de falla del taladro	99
Figura 32. Modos de falla de la amoladora de corte	99
Figura 33. Modos de falla del generador eléctrico	100
Figura 34. Fotografía: Modos de falla cortadora (carbones en mal estado)	100
Figura 35. Fotografía: Modos de falla cortadora (atascamiento de bisagras)	101
Figura 36. Fotografía: Modos de falla amoladora de corte (rodadura irregular)	101
Figura 37. Fotografía: Modos de falla amoladora (ludimiento de elementos)	102
Figura 38. Fotografía: Modos de falla amoladora (Fatiga elementos plásticos)	102

Figura 39. Árbol lógico de Fallas	106
Figura 40. Imagen del programa	108
Figura 41. Modo de falla	108
Figura 42. Cuadernillo del programa de mantenimiento (área producción)	109
Figura 43. Seguimiento del plan de mantenimiento (cambio de carbones)	109
Figura 44. Ejemplo de plan de mantenimiento (amoladora de corte)	110
Figura 45. Cuadernillo de mantenimiento	111
Figura 46. Ficha de futuras programaciones	111
Figura 47. Capacitaciones (equipos de soldadura)	112
Figura 48. Capacitaciones (seguimiento del programa de mantenimiento)	112
Figura 49. Manuales de usuario	113
Figura 50. Gatillos de accionamiento AS 207 -208	114
Figura 51. Rodamientos 3x10x4	114
Figura 52. Carbones 5x8x12mm	115
Figura 53. Suciedad en los elementos	130
Figura 54. Ludimiento de engranes	130
Figura 55. Ludimiento y fatiga de elementos	131

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Producto bruto interno (Variación porcentual	5
Tabla 2. Telecomunicaciones y otros servicios: valor agregado bruto	6
Tabla 3. Matriz Vester	8
Tabla 4. Datos del análisis Pareto	10
Tabla 5. Diagrama de estratificación	11
Tabla 6. Matriz de coherencia	41
Tabla 7. Matriz de operacionalización de variables	47
Tabla 8. Demanda 2017	56
Tabla 9. Costo por tercerizar	57
Tabla 10. Costo por producción	57
Tabla 11. Equipos del área de producción	60
Tabla 12. Equipos por proceso	62
Tabla 13. Registro de Confiabilidad y Disponibilidad (Septiembre 2017)	65

Tabla 14. Registro de Confiabilidad y Disponibilidad (Octubre 2017)	66
Tabla 15. Registro de Confiabilidad y Disponibilidad (Noviembre 2017)	67
Tabla 16. Resultados de la Variable Independiente (antes)	68
Tabla 17. Registro de Eficiencia, Eficacia y productividad (Septiembre 2017)	69
Tabla 18. Registro de Eficiencia, Eficacia y productividad (Octubre 2017)	70
Tabla 19. Registro de Eficiencia, Eficacia y productividad (Noviembre 2017)	71
Tabla 20. Resultados de la Variable Dependiente (antes)	72
Tabla 21. Matriz de priorización de Soluciones	73
Tabla 22. Equipo de trabajo	76
Tabla 23. Codificación de equipos	78
Tabla 24. Ficha técnica cizalla de metal	82
Tabla 25. Ficha técnica Cortadora de metal	82
Tabla 26. Ficha técnica Dobladora de metal	83
Tabla 27. Ficha técnica Soldador Mig	83
Tabla 28. Ficha técnica Soldador Simple	84
Tabla 29. Ficha técnica Pulidora	84
Tabla 30. Ficha técnica Compresora	85
Tabla 31. Ficha técnica Taladro de Banco	85
Tabla 32. Ficha técnica Taladro	86
Tabla 33. Ficha técnica Amoladora de corte	86
Tabla 34. Ficha técnica generador	87
Tabla 35. Control mensual de equipos (Septiembre)	88
Tabla 36. Control mensual de equipos (Octubre)	88
Tabla 37. Control mensual de equipos (Noviembre)	89
Tabla 38. Total de fallas	89
Tabla 39. Criterio y partes de la matriz de objetivos	92
Tabla 40. Criterio y partes de la matriz de objetivos	92
Tabla 41. Matriz de objetivos	93
Tabla 42. Grado de severidad	103
Tabla 43. Grado de ocurrencia	103
Tabla 44. Grado de detección	104
Tabla 45. Prioridad NPR	104
Tabla 46. Matriz AMEF (AMOLADORA)	105
Tabla 47. Modos de Febrero	115
Tabla 48. Modos de Marzo	116
Tabla 49. Modos de Abril	116
Tabla 50. Total de fallas	117
Tabla 51. Registro de Confiabilidad y Disponibilidad (Febrero 2018)	119
Tabla 52. Registro de Confiabilidad y Disponibilidad (Marzo 2018)	120
Tabla 53. Registro de Confiabilidad y Disponibilidad (Abril 2018)	121

Tabla 54. Resultados de la Variable Independiente (Después)	122
Tabla 55. Registro de Eficiencia, Eficacia y productividad (Febrero 2018)	123
Tabla 56. Registro de Eficiencia, Eficacia y productividad (Marzo 2018)	124
Tabla 57. Registro de Eficiencia, Eficacia y productividad (Abril 2018)	125
Tabla 58. Resultados de la Variable Dependiente (Después)	126
Tabla 59. Resultados promedio	127
Tabla 60. Resultados Ahorro	128
Tabla 61. Resultados promedio de fallas	128
Tabla 62. Resultados tiempo medio	129
Tabla 63. Resultados promedio producción	129
Tabla 64. Sustento costo variable	132
Tabla 65. Sustento costos fijos	133
Tabla 66. Sustento gastos administrativos y venta	134
Tabla 67. Sustento depreciación	134
Tabla 68. Sustento Inversión inicial	135
Tabla 69. Sustento mantención de la implementación	135
Tabla 70. Flujo de caja antes	136
Tabla 71. Flujo de caja después	137
Tabla 72. VAN y TIR	139
Tabla 73. Comparación de la confiabilidad a través del SPSS	141
Tabla 74. Comparación de la disponibilidad a través del SPSS	143
Tabla 75. Comparación de la productividad a través del SPSS	145
Tabla 75. Comparación de la eficiencia a través del SPSS	147
Tabla 76. Comparación de la eficacia a través del SPSS	149
Tabla 77. Prueba de Normalidad de la Productividad	151
Tabla 78. Contrastación de la Productividad	152
Tabla 79. Análisis de la significancia por T-Student de la Productividad	152
Tabla 80. Prueba de Normalidad de la Eficiencia	153
Tabla 81. Contrastación de la Eficiencia	154
Tabla 82. Análisis de la significancia por T-Student de la Eficiencia	155
Tabla 83. Prueba de Normalidad de la Eficacia	156
Tabla 84. Contrastación de la Eficacia	156
Tabla 85. Análisis de la significancia por Wilcoxon de la Eficacia	157

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. PIB corriente de E.E.U.U., China, Japón y Perú	2
Gráfico 2. Perspectivas de crecimiento para América Latina	3
Gráfico 3. Grafica de la matriz Vester	9
Gráfico 4. Graficación de Pareto con respecto a la baja productividad	11
Gráfico 5. Diagrama de ejecución	74
Gráfico 6. Fallas al mes	90
Gráfico 7. Fallas al mes	117
Gráfico 8. Comparación de la confiabilidad	142
Gráfico 9. Comparación de la disponibilidad	144
Gráfico 10. Comparación de la productividad	146
Gráfico 11. Comparación de la eficiencia	148
Gráfico 12. Comparación de la eficacia	150

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Carta de Presentación	170
Anexo 2. Definición Conceptual de la Variables y Dimensiones	171
Anexo 3. Matriz de Operacionalización de Variables	173
Anexo 4. Certificado de Validación del Instrumento de Medición	174
Anexo 5. Ficha del Turnitin	180
Anexo 6. Ficha de futuras programaciones	181
Anexo 7. Formato de capacitaciones	182

RESUMEN

El presente proyecto de investigación tiene como objetivo la implementación del mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM) para aumentar la productividad del área de producción de tableros de la empresa SERTES SAC. Tiene como objetivo principal el de brindar la aceptación de la mejora que trae consigo la implementación de dicho sistema; la cual ayudo a desarrollar una técnica de mantenimiento centrado en confiabilidad (RCM) con el apoyo de los indicadores de confiabilidad, disponibilidad de igual manera eficiencia y eficacia para medir la productividad. La población utilizada es de los tableros producidos en un periodo de 12 semanas, bajo un diseño cuasi experimental del tipo aplicada ya que se determina la post implementación, con la técnica de observación y a través de instrumentos de medición se recolecto la información.

De igual forma la investigación se divide en 5 capítulos; el primero consiste en la introducción la cual toca la realidad problemática, antecedentes marco teórico y matriz de coherencia; el segundo capítulo es el método en el que se manifiesta el método de análisis, la matriz de operacionalización y el desarrollo de la propuesta de mejora; el tercer capítulo consiste en la realización del análisis descriptivo en donde compararan los resultados y en un análisis inferencial en la cual se realiza a través de un análisis estadístico en donde se comparan los datos del antes y después de la variable dependiente, productividad por medio de la prueba de normalidad y el estadígrafo de Wilcoxon para dar lugar a la aceptación de la hipótesis de investigación; el cuarto y quinto capítulo se encuentran las conclusiones y recomendaciones de la investigación en las cuales la implementación del mantenimiento centrado en confiabilidad (RCM) trae consigo un ahorro de S/: 12,300.00 y un aumento de la productividad en un 20.75% como promedio para un periodo de 12 semanas.

Palabra clave: Mantenimiento centrado en confiabilidad (RCM), Confiabilidad y Disponibilidad.

ABSTRACT

The objective of this research project is the implementation of reliability-centered maintenance (RCM) to increase the productivity of the panel production area of the SERTES SAC company. Its main objective is to provide acceptance of the improvement that comes with the implementation of this system; which helped to develop a maintenance technique focused on reliability (RCM) with the support of reliability indicators, availability in the same way efficiency and effectiveness to measure productivity. The population used is of the boards produced in a period of 12 weeks, under a quasi-experimental design of the applied type since the post implementation is determined, with the observation technique and through measurement instruments the information was collected.

In the same way, the investigation is divided into 5 chapters; the first consists of the introduction which touches the problematic reality, the theoretical framework antecedents and the coherence matrix; the second chapter is the method in which the method of analysis, the operationalization matrix and the development of the improvement proposal are manifested; The third chapter consists in carrying out the descriptive analysis in which they compare the results and in an inferential analysis in which it is carried out through a statistical analysis in which the before and after data of the dependent variable are compared, productivity by means of the normality test and the Wilcoxon statistician to give rise to the acceptance of the research hypothesis; The fourth and fifth chapters are the conclusions and recommendations of the research in which the implementation of maintenance centered on reliability (RCM) brings with it a saving of S /: 12,300.00 and an increase in productivity by 20.75% on average for a 12 week period.

Keyword: Maintenance focused on reliability (RCM), Reliability and Availability



ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS

Código : F06-PP-PR-02.02
Versión : 09
Fecha : 23-03-2018
Página : 1 de 1

Yo, LEONIDAS MANUEL BRAVO ROJAS, Coordinador de Investigación de la EP de Ingeniería Industrial de la Universidad Cesar Vallejo, Lima Norte, verifico que la Tesis Titulada: "IMPLEMENTACIÓN DEL MANTENIMIENTO CENTRADO EN CONFIABILIDAD (RCM) PARA AUMENTAR LA PRODUCTIVIDAD DEL ÁREA DE PRODUCCIÓN DE TABLEROS DE LA EMPRESA SERTES S.A.C, LIMA, 2018", del estudiante MARCHENA SOSA FRED ALEXANDER; tiene un índice de similitud de 9 % verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El suscrito analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

Los Olivos, 21 Noviembre del 2018



Dr. LEONIDAS M. BRAVO ROJAS
Coordinador de Investigación de la EP de Ingeniería Industrial

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------