



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA  
INDUSTRIAL**

“Aplicación del Mantenimiento Productivo Total (TPM) para incrementar la productividad en la planta química de la empresa QUIMPAC, Callao, 2019.”

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

Ingeniero Industrial

**AUTOR:**

Br. Román Cayllahua Juan (ORCID: 0000-0003-3461-2198)

**ASESOR:**

Mgtr. Rodríguez Alegre Lino Rolando (ORCID: 0000-0002-9993-8087)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Gestión Empresarial y Productiva

**Lima - Perú**

**2019**

### **Dedicatoria**

La presente tesis se la dedicada a mis familiares, amigos, todos los docentes en general por confiar en mí y sus esfuerzos por apoyarme día a día; por los ánimos dados todas las veces para lograr mi objetivo.

### **Agradecimiento**

Agradezco a Dios, quien guía mis pasos y me da la fuerza para seguir adelante y hacer frente a las barreras que se me presenten.

A la empresa Quimpac S.A por brindarme su confianza, por formar parte de sus colaboradores y acceso a la información para mi tesis; a mi asesor al Mg. Rodríguez Alegre Lino Rolando por su apoyo durante el desarrollo de la tesis, por sus consejos brindado.

### **Declaratoria de autenticidad**

Yo Juan Román Cayllahua con DNI N° 43162153, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Industrial, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y auténtica.

Así mismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad César Vallejo.

Lima, 18 de diciembre del 2019



---

Juan Román Cayllahua

DNI: 34162153

## **Presentación**

Señores miembros del Jurado:

En cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo presento ante ustedes la Tesis titulada “Aplicación del Mantenimiento Productivo Total (TPM) para incrementar la productividad en la planta química de la empresa QUIMPAC, Callao, 2019.” la misma que someto a vuestra consideración y espero que cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el título Profesional de Ingeniero Industrial.

El autor

## Índice

Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Página de jurado	iv
Declaratoria de autenticidad	v
Presentación	vi
Índice	vii
Índice de figuras	x
Índice de tablas	xiii
Resumen	xv
Abstract	xvi
I. Introducción	1
1.1. Realidad problemática	1
1.2. Trabajos previos	11
1.2.1. Internacional	11
1.2.2. Nacional	14
1.3. Teorías relacionadas al tema	16
1.3.1. Mantenimiento Productivo Total (TPM).	16
1.3.2. Objetivos del Mantenimiento Productivo Total (TPM)	17
1.3.3. Beneficios Mantenimiento Productivo Total (TPM).	18
1.3.4. Pilares del Mantenimiento Productivo Total (TPM).	20
1.3.5. Fases para la Implementación del Mantenimiento Productivo Total (TPM).	24
1.3.6. Productividad	25
1.3.7. Factores de Productividad	26
1.3.8. Eficiencia	27
1.3.9. Eficacia	28
1.4. Formulación del problema	28
1.4.1. Problema general	28
1.4.2. Problemas específicos	28
1.5. Justificación del estudio	28
1.5.1. Justificación técnica	28
1.5.2. Justificación económica	29

1.5.3. Justificación social	29
1.6. Hipótesis	29
1.6.1. Hipótesis general	29
1.6.2. Hipótesis específicas	29
1.7. Objetivo	30
1.7.1. Objetivo general	30
1.7.2. Objetivos específicos	30
II. Método	31
2.1. Tipo y diseño de investigación	31
2.1.1. Tipo de investigación	31
2.1.2. Diseño de investigación	32
2.2. Variables, Operacionalización	33
2.2.1. Variable independiente: TPM (Mantenimiento productivo total)	33
2.2.2. Variable Dependiente (VD): Productividad	34
2.3. Población, muestra y muestreo	37
2.3.1. Población	37
2.3.2. Muestra	37
2.3.4. Criterios de selección	38
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad	38
2.4.1. Técnica	38
2.4.2. Instrumento.	39
2.4.3. Validación	39
2.4.4. Confiabilidad	39
2.5. Método de análisis de datos.	40
2.6. Aspectos éticos	40
2.7. Desarrollo de la propuesta	40
2.7.1. Situación actual	40
Fuente: Elaboración propia	63
2.7.2. Propuesta de mejora	63
2.7.3. Implementación de la propuesta	73
2.7.4. Resultados de la aplicación de la metodología de TPM	91
2.7.4.1. Mejora de la variable independiente de TPM	91
2.7.5. Análisis económico – financiero	104

III. Resultados	109
3.1 Análisis Descriptivo	109
3.1.1 Análisis descriptivo de la Variable Independiente	109
3.1.2 Análisis descriptivo de la Variable Dependiente	109
3.2. Análisis Inferencial	111
IV. Discusión	117
V. Conclusiones	119
VI. Recomendaciones	120
Referencias	121
ANEXOS	125
Anexo 1. Producción del mes de agosto de 2019	125
Anexo 2. Check list de los parámetros de las celdas electrolíticas	126
Anexo 3. Planilla de mantenimiento	127
Anexo 4. Planilla de reporte de paradas de las celdas	128
Anexo 5. Reporte de cambio de bombas de Hg	129
Anexo 6. Check list de la inspección de los equipos de las celdas	130
Anexo 7. Planilla de los parámetros de los equipos de las celdas	131
Anexo 8. Planilla de registro de análisis de amalgama de las celdas	133
Anexo 9. Pantallazo de la similitud del turnitin	134

## Índice de figuras

Figura 1.	Beneficios del TPM.	1
Figura 2.	Reconocimientos de empresas con el premio TPM en la India.	2
Figura 3.	Producción estimada Vs real de hidróxido de sodio, 2018-2019.	4
Figura 4.	Producción estimada Vs real de hidróxido de sodio, 2018-2019.	4
Figura 5.	Producción estimada Vs real de hidrógeno, 2018-2019.	4
Figura 6.	Frecuencia de fallas mensuales en equipos.	5
Figura 7.	Productividad.	5
Figura 8.	Diagrama de Ishikawa, causas y efecto de fallas en la productividad de hidróxido de sodio, cloro e hidrógeno.	7
Figura 9.	Diagrama de Pareto, prioridades.	11
Figura 10.	Pirámide de solución jerárquica de fallas.	17
Figura 11.	Objetivos del TPM.	18
Figura 12.	Beneficios del TPM.	19
Figura 13.	Cielo deming o PHVA.	21
Figura 14.	Mapa de ubicación de la planta principal de la empresa	44
Figura 15.	Mapa de ubicación de la empresa	45
Figura 16.	Mapa de ubicación de la empresa	45
Figura 17.	Mapa de ubicación de la empresa	46
Figura 18.	Organigrama de la empresa Quimpac S.A	48
Figura 19.	Diagrama del proceso	49
Figura 20.	Proceso de Saturación de Salmuera.	50
Figura 21.	Celdas y grupo rectificador.	51
Figura 22.	Electrolisis con celda de membrana	52
Figura 23.	Celda electrolítica y sus partes	52

Figura 24. Diagrama de flujo de celda	53
Figura 25. Tanques de soda caustica.	54
Figura 26. Resultado en la aplicación del TPM.	55
Figura 27. Eficiencia del mes de julio del año 2019	57
Figura 28. Eficacia de la producción del mes de julio de 2019	59
Figura 29. Eficiencia de mes de agosto del 2019	59
Figura 30. Eficacia del mes de agosto de 2019	61
Figura 31. Concepto de TPM	64
Figura 32. Pilares TPM de implementación en QUIMPAC S.A.	65
Figura 33. Motor de la celda.	66
Figura 34. Dimensiones de producción de soda caustica	68
Figura 35. Ejemplo de proyección	77
Figura 36. Personal después de la reunión	78
Figura 37. Personal después de la reunión	78
Figura 38. Personal en proceso de implementación del mantenimiento autónomo	80
Figura 39. Personal en proceso de implementación de mantenimiento autónomo	81
Figura 40. Sala de celdas lugar de aplicación de TPM	83
Figura 41. Supervisores con el personal de mantenimiento	84
Figura 42. Los mecánicos ejecutando el mantenimiento de bomba	84
Figura 43. Personal de mantenimiento planificado	85
Figura 44. Personal de mantenimiento después del trabajo	86
Figura 45. Mecánico realizando mantenimiento	86
Figura 46. Personal de mantenimiento en el taller	87
Figura 47. Personal de mantenimiento después de realizar el trabajo	88
Figura 48. Personal en la oficina de supervisión	88

Figura 49. Archivos de los formatos de control y check list y planillas de los equipos	91
Figura 50. Cumplimiento de proceso de aplicación de Mantenimiento Autónomo	93
Figura 51. Índice mantenimiento autónomo	94
Figura 52. Índice mantenimiento planificado	95
Figura 53. Grafica de producción antes y después	98
Figura 54. Eficiencia de producción	100
Figura 55. Eficacia de la producción	102
Figura 56. Comparación de producción	103
Figura 57. Comparación de eficiencia de producción	103
Figura 58. Comparación de eficacia de producción	104
Figura 59. Eficacia de productividad	109
Figura 60. Eficiencia de productividad	110
Figura 61. Productividad de soda caustica	110

## Índice de tablas

Tabla 1.	Escala de medición	8
Tabla 2.	Matriz de correlación	9
Tabla 3.	Tabla de frecuencia (diagrama de Pareto).	10
Tabla 4.	Fases de implementación de TPM	25
Tabla 5.	Factores de la productividad	27
Tabla 6.	Tipos de diseños	32
Tabla 7.	Matriz de operacionalización de variables	36
Tabla 8.	Juicio de expertos	39
Tabla 9.	Principales sectores de clientes	42
Tabla 10.	Principales políticas de gestión	43
Tabla 11.	Producción del mes de julio del 2019	56
Tabla 12.	Eficacia del mes de julio de 2019	58
Tabla 13.	Eficacia del mes de agosto	60
Tabla 14.	Parámetros a registrar en la celda electrolítica	62
Tabla 15.	Especificaciones del producto de soda caustica	63
Tabla 16.	Alternativas de solución.	63
Tabla 17.	Principales causas en el área de celdas electrolíticas a solucionar	67
Tabla 18.	Cronograma de actividades para la aplicación de TPM	69
Tabla 19.	Fases de implementación de TPM	70
Tabla 20.	Proyección presupuestaria para la implementación	72
Tabla 21.	Costo de preparación de TPM	73
Tabla 22.	Pasos para el establecimiento del Mantenimiento Autónomo	74
Tabla 23.	Parámetros a registrar en la celda electrolítica	75
Tabla 24.	Pasos para el establecimiento del mantenimiento planificado	82
Tabla 25.	Formato de mantenimiento planificado	89

Tabla 26.	Formato de medición de mantenimiento planificado	90
Tabla 27.	Aplicación Del mantenimiento Autónomo	92
Tabla 28.	Medición de índice de mantenimiento autónomo	93
Tabla 29.	Medición de indicador de mantenimiento planificado	95
Tabla 30.	Producción de soda caustica antes y después de la implementación	97
Tabla 31.	Eficiencia de producción antes y después	99
Tabla 32.	Eficacia antes y después	101
Tabla 33.	Comparación de producción antes y después	103
Tabla 34.	Recursos – Materiales.	105
Tabla 35.	Recursos – Mano de obra	105
Tabla 36.	Costo de inversión	105
Tabla 37.	Incremento de la producción	106
Tabla 38.	Sostenimiento de la mejora	106
Tabla 39.	De Margen de Contribución	107
Tabla 40.	Flujo de Caja Mes de Octubre	107
Tabla 41.	Tasa de Retorno	107
Tabla 42.	Análisis de Sensibilidad	108
Tabla 43.	Prueba de normalidad	111
Tabla 44.	Estadísticos descriptivos	112
Tabla 45.	Estadístico de prueba	112
Tabla 46.	Prueba de normalidad	113
Tabla 47.	Estadísticos descriptivos	113
Tabla 48.	Estadísticos de prueba	114
Tabla 49.	Pruebas de normalidad	115
Tabla 50.	Estadístico descriptivo	115
Tabla 51.	Estadístico de prueba	116

## Resumen

La presente investigación se basa en la Aplicación del Mantenimiento Productivo Total (TPM) en el área de producción de soda caustica liquida de 50% de concentración, con la finalidad de solucionar problemas que están afectando a la productividad de soda, el área de celdas electrolíticas es con mayores problemas afectando directamente a la producción, por esta razón se decidió aplicar dos pilares de TPM como mantenimiento autónomo y mantenimiento planificado.

Por su finalidad la investigación es aplicada, por su nivel explicativo, y enfoque cuantitativo; por su diseño es cuasi experimenta. La unidad de estudio área de celdas electrolíticas del sistema de proceso de producción, la población ha sido definida como la producción diaria de soda caustica liquida 50% de concentración, la muestra es igual a la población, ya que la muestra es de tipo no probabilística, los datos se midieron durante un periodo de 30 días. No se considera muestreo ya que la muestra es igual a la población.

Para la aplicación de TPM en sus dos pilares como el mantenimiento autónomo y mantenimiento planificado fue una decisión del jefe de planta, supervisores y el investigador por los mismo que era la más adecuada para aplicar en el área de celdas de producción de soda caustica liquida 50% de concentración.

Para la mejora se decidió aplicar la dos de sus pilares de la filosofía de TPM, donde esta aplicación se dio en el área de celdas electrolíticas de producción de soda caustica liquida 50%, acuerdo los análisis al final de la aplicación de estos dos pilares de TPM se logró mejora la producción en comparación con el antes y después de la aplicación de TPM, antes de la aplicación de TPM la producción fue de 5214,622 TM y después de la aplicación en el mes octubre del presente año fue de 5597,158 TM de producción de soda caustica liquida así logrando un incremento de producción en 382,536 TM mensual.

A fin de contrastar las hipótesis de investigación se procedió primero con un análisis de normalidad para verificar el comportamiento de las series de datos aplicando el estadígrafo de Shapiro Wilk y dado que los análisis dieron un comportamiento no paramétrico se utilizó Wilcoxon para la contratación de las hipótesis.

**Palabras claves:** Mantenimiento Autónomo, Mantenimiento Planificado, Productividad, Eficiencia y Eficacia.

## Abstract

This research is based on the Application of Total Productive Maintenance (TPM) in the area of production of liquid caustic soda of 50% concentration, in order to solve problems that are affecting the productivity of soda, the area of electrolytic cells. It is with greater problems directly affecting production, for this reason it was decided to apply two pillars of TPM as autonomous maintenance and planned maintenance.

For its purpose, research is applied, for its explanatory level, and quantitative approach; by design it is almost experienced. The unit of study area of electrolytic cells of the production process system, the population has been defined as the daily production of liquid caustic soda 50% concentration, the sample is equal to the population, since the sample is non-probabilistic type, the data was measured over a period of 30 days. Sampling is not considered since the sample is equal to the population.

For the application of TPM in its two pillars such as autonomous maintenance and planned maintenance, it was a decision of the plant manager, supervisors and the researcher for the same that was the most appropriate to apply in the area of liquid caustic soda production cells 50 % concentration

For the improvement it was decided to apply the two of its pillars of the TPM philosophy, where this application was given in the area of electrolytic cells producing 50% liquid caustic soda, according to the analysis at the end of the application of these two pillars of TPM, production was improved compared to before and after the application of TPM, before the application of TPM the production was 5214,622 MT and after the application in the month of October this year was 5597, 158 MT of liquid caustic soda production thus achieving an increase in production by 382,536 MT per month.

In order to contrast the research hypotheses, a normality analysis was first carried out to verify the behavior of the data series by applying the Shapiro Wilk statistic and since the analyzes gave a non-parametric behavior, Wilcoxon was used to contract the hypotheses

**Keywords:** Autonomous maintenance, planned maintenance, productivity, efficiency and effectiveness.

	<b>ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS</b>	Código : F06-PP-PR-02.02 Versión : 10 Fecha : 10-06-2019 Página : 1 de 1
---	--	---

Yo, LINO ROLANDO RODRIGUEZ ALEGRE docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA y Escuela Profesional de INGENIERÍA INDUSTRIAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA NORTE, revisor(a) de la tesis titulada "APLICACIÓN DEL MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM) PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD EN LA PLANTA QUÍMICA DE LA EMPRESA QUIMPAC, CALLAO, 2019.", del (de la) estudiante JUAN ROMAN CAYLLAHUA, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 27% verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin. El/la suscrito (a) 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.

Lima, 21 de diciembre de 2019

  


---

**LINO ROLANDO RODRIGUEZ ALEGRE**  
DNI: 06535058

Elaboró	Dirección de investigación	Revisó	Responsable del SGC	Aprobó	Vicerrectorado de Investigación
---------	----------------------------	--------	---------------------	--------	---------------------------------