



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**Mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad de  
los equipos de lanzamiento de concreto en una empresa de  
producción y comercialización de concreto premezclado,  
Cerro de Pasco, 2019**

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

**Ingeniero Industrial**

**AUTORES:**

Guevara Zevallos, Edtson (ORCID: 0000-0002-6797-0120)

Llimper Ramos, Carlos Alfonso (ORCID: 0000-0002-0434-9598)

**ASESOR:**

Mg. Rodríguez Alegre, Lino (ORCID: 0000-0002-9993-8087)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Gestión Empresarial y Productiva

**LIMA – PERÚ**

2020

## Dedicatoria

Dedico esta tesis a mi madre Clemencia Ramos quién es un ejemplo que seguir, y supo formarme con principios y valores, a mi esposa Carolina quién está a mi lado en todo momento, apoyándome a continuar con mis sueños, metas y quién me regalo en complicidad con Dios a mis 2 hermosos hijos Carlos y Angelo que son mi motor para seguir adelante. (C.LI.R)

A mis padres que con su amor, paciencia y esfuerzo me han permitido llegar a cumplir un sueño más, gracias por inculcar en mí, ejemplo de esfuerzo y valentía, de no temer adversidades porque Dios está conmigo siempre. (E.G.Z)

## Agradecimientos

Agradezco a Dios por darme la oportunidad de estar aquí compartiendo con cada uno de ustedes, por la familia que me regaló y los compañeros y amigos con quienes comparto las aulas de la Universidad, asimismo, a toda la plana docente de la UCV que con sus enseñanzas hicieron de cada uno de nosotros los profesionales de éxito y preparados para afrontar cualquier desafío. (C.LI.R).

Agradezco a Dios por bendecirme la vida, guiarme a lo largo de mi existencia, ser el apoyo y fortaleza en aquellos momentos de dificultad y debilidad. Asimismo, a todos los profesores por transmitirnos sus conocimientos a lo largo de nuestra preparación académica. (E.G.Z).

## Índice de contenidos

Carátula.....	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de contenidos.....	iv
Índice de tablas.....	v
Índice de gráficos y figuras.....	vi
Resumen.....	vii
Abstract.....	viii
I. INTRODUCCIÓN.....	9
II. MARCO TEÓRICO.....	15
III. METODOLOGÍA.....	31
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	32
3.2. Variables y operacionalización.....	32
3.3. Población, muestra, muestreo y unidad de análisis.....	35
3.4. Técnicas e Instrumentos de recolección de datos.....	36
3.5. Procedimientos.....	37
3.6. Método de análisis de datos.....	69
3.7. Aspectos éticos.....	69
IV. RESULTADOS.....	70
V. DISCUSIÓN.....	91
VI. CONCLUSIONES.....	95
VII. RECOMENDACIONES.....	97
REFERENCIAS.....	99
ANEXOS.....	105

## Índice de tablas

Tabla 1. Equipos de lanzado de concreto.....	12
Tabla 2. Matriz de Correlación.....	15
Tabla 3. Tabla de Frecuencia de forma ordenada .....	16
Tabla 4. Frecuencia, Ley 80 – 20, Clasificación ABC.....	9
Tabla 5. Tabla de alternativa de solución .....	12
Tabla 6. Indicador de la programación de trabajos preventivos .....	42
Tabla 7. Indicador ejecución de trabajos .....	43
Tabla 8. Variable dependiente - % disponibilidad de los equipos.....	44
Tabla 9. Tiempo medio entre reparaciones (MTTR).....	45
Tabla 10. Indicador de la fiabilidad.....	46
Tabla 11. Cronograma ejecución del Mantenimiento Preventivo de los equipos de lanzado de concreto.....	48
Tabla 12. Presupuesto de ejecución del mantenimiento preventivo .....	49
Tabla 13. Formato de Control de Asistencia .....	51
Tabla 14. Inventario de los equipos de lanzado de concreto .....	52
Tabla 15. Actividades del Plan de Mantenimiento Preventivo en los equipos de Lanzado de Concreto / SHOTCRETE .....	53
Tabla 16. Formato de registro diario de mantenimiento.....	54
Tabla 17. Formato de requerimientos materiales, herramientas y repuestos.....	56
Tabla 18. Órdenes de Trabajo del equipo de lanzado de concreto – SHOTCRETE .....	57
Tabla 19. Medición de la dimensión de la programación de trabajos – Post – Test .....	59
Tabla 20. Medición de la dimensión de ejecución de trabajos – Post – Test .....	60
Tabla 21. Medición del Tiempo medio entre reparaciones – Post test.....	61
Tabla 22. Medición de la fiabilidad – Post test .....	63
Tabla 23. Cálculo de la variable dependiente - % Disponibilidad de los equipos después .....	65
Tabla 24. Cuadro generados costo / para de mantenimiento de los equipos.....	67
Tabla 25. Valor actual neto y tasa interna de retorno de la aplicación del mantenimiento preventivo para los equipos de SHOTCRETE .....	68
Tabla 26. Resumen de datos procesados de la dimensión programación de trabajos.....	71
Tabla 27. Análisis descriptivo de la dimensión de la programación de trabajos .....	72
Tabla 28. Resumen de datos procesados de la dimensión ejecución de trabajos.....	74
Tabla 29. Análisis descriptivo de la dimensión de la ejecución de trabajos.....	74
Tabla 30. Resumen de datos procesado de la variable dependiente – Disponibilidad de los equipos .....	76
Tabla 31. Análisis descriptivo de la variable dependiente – Disponibilidad de los equipos.....	76
Tabla 32. Resumen de datos procesados de la dimensión del tiempo medio entre reparaciones..	78
Tabla 33. Análisis descriptivo de la dimensión del tiempo medio entre reparaciones .....	78
Tabla 34. Resumen de datos procesados de la dimensión fiabilidad.....	80
Tabla 35. Análisis descriptivo de la dimensión fiabilidad.....	80
Tabla 36. Prueba de normalidad de la disponibilidad de los equipos con Shapiro Wilk .....	83
Tabla 37. Comparación de medias - Disponibilidad de equipos antes y después con T – Student	84
Tabla 38. Estadística de prueba T – Student para la Disponibilidad de equipos .....	84
Tabla 39. Prueba de normalidad del tiempo medio entre fallas con Shapiro Wilk .....	85
Tabla 40. Comparación de medias – Tiempo medio entre fallas antes y después con T - Student	86
Tabla 41. Estadística de prueba T - Student para el tiempo medio entre reparaciones .....	87
Tabla 42. Prueba de normalidad de la Fiabilidad con Shapiro Wilk .....	88
Tabla 43. Comparación de medias de la fiabilidad antes y después con t – Student .....	89
Tabla 44. Estadística de prueba T - Student para la fiabilidad.....	90

## Índice de gráficos y figuras

Figura 1. Variación de fallas de una máquina extrusora de electrodos de una empresa del sector manufactura, Piura Perú .....	11
Figura 2. Diagrama de Ishikawa (Causa – Efecto) .....	13
Figura 3. Principales causas de la baja disponibilidad de los equipos de lanzado de concreto. (Diagrama de Pareto).....	10
Figura 4. Diagrama de Estratificación .....	11
Figura 5. Estructura Orgánica.....	39
Figura 6. Esquema de procesos.....	40
Figura 7. Capacitación acerca de la herramienta del mantenimiento preventivo.....	50
Figura 8. Rodillos y pasadores, filtros y Grasa NLGI 3.....	55
Figura 9. File de los equipos de Lanzado de Concreto .....	58
Figura 10. Gráfico de líneas de la dimensión del MTTR antes y después .....	62
Figura 11. Gráfico del promedio de barras de la dimensión del MTTR.....	62
Figura 12. Gráfico de líneas de la dimensión fiabilidad antes y después .....	64
Figura 13. Gráfico del promedio de barras de la dimensión de la fiabilidad.....	64
Figura 14. Gráfico de líneas de la variable dependiente – Disponibilidad de los equipos antes y después .....	66
Figura 15. Gráfico del promedio de barras de la variable dependiente- Disponibilidad de los equipos.....	66
Figura 16. Curva normal de la programación de trabajo antes.....	73
Figura 17. Curva normal de la programación de trabajo después.....	73
Figura 18. Curva normal de la ejecución de trabajo antes .....	75
Figura 19. Curva normal de la ejecución de trabajo después.....	75
Figura 20. Curva normal de la disponibilidad de los equipos antes .....	77
Figura 21. Curva normal de la disponibilidad de los equipos después .....	77
Figura 22. Curva normal de la mejora del tiempo medio entre reparaciones antes .....	79
Figura 23. Curva normal de la mejora del tiempo medio entre reparaciones después .....	79
Figura 24. Curva normal de la fiabilidad antes .....	81
Figura 25. Curva normal de la fiabilidad después.....	81

## Resumen

El presente trabajo de investigación titulado “Mantenimiento preventivo para incrementar la disponibilidad de los equipos de lanzado de concreto en una empresa de producción y comercialización de concreto premezclado, Cerro de Pasco 2019.”, tuvo como objetivo general determinar como la aplicación del mantenimiento preventivo incrementa la disponibilidad de los equipos de lanzado de concreto en una empresa de producción y comercialización de concreto premezclado, Cerro de Pasco – 2019. El método empleado fue de tipo aplicada, diseño cuasi experimental, con pre test y post test, con un enfoque cuantitativo, de alcance longitudinal. La población estuvo conformada por la cantidad de equipos de lanzado de concreto premezclado disponibles con los que cuenta la unidad minera Cerro de Pasco, en un período de 12 semanas para el pre y el post. La técnica que se utilizó para la recolección de datos fue la observación directa y el instrumento las fichas de registro, que fueron debidamente validados a través de juicios de expertos. Para el análisis de los datos se utilizó Microsoft Excel y SPSS v.25. Se concluyó que incrementó la disponibilidad 85% antes de la propuesta de mejora a 93% después de la aplicación de la herramienta; esto es una mejora de 8%. Para la primera dimensión mejora de la disponibilidad (tiempo medio entre reparaciones) antes de la propuesta de mejora se tenía 9.28% y después de la aplicación de la herramienta se obtuvo 6.95% una mejora de 2.33%. Respecto a la segunda dimensión pasando la fiabilidad desde un promedio de 85.75% a un 92.38% después de la propuesta de mejora con un incremento del 6.63 %. Por ende, los resultados obtenidos, detallan que el “Mantenimiento preventivo” incrementa la “Disponibilidad” de los equipos de lanzado de concreto en una empresa de producción y comercialización de concreto premezclado.

**Palabras clave:** Mantenimiento Preventivo, disponibilidad, tiempo medio entre fallas, fiabilidad y concreto premezclado.

## Abstract

The present research work entitled "Preventive maintenance to increase the availability of concrete launch equipment in a ready-mix concrete production and marketing company, Cerro de Pasco 2019.", had the general objective of determining how the application of preventive maintenance increases the availability of concrete casting equipment in a ready-mix concrete production and marketing company, Cerro de Pasco - 2019. The method used was of the applied type, quasi-experimental design, with pre-test and post-test, with a quantitative approach, longitudinal reach. The population was made up of the number of ready-mix concrete launch equipment available to the Cerro de Pasco mining unit, in a 12-week period for the pre and post. The technique used for data collection was direct observation and the instrument was the registration forms, which were duly validated through expert judgment. For the analysis of the data, Microsoft Excel and SPSS v.25 were used. It was concluded that the availability increased 85% before the improvement proposal to 93% after the application of the tool; this is an 8% improvement. For the first dimension, improvement of availability (mean time between failures) before the improvement proposal, it had 9.28% and after the application of the tool, an improvement of 2.33% was obtained. Regarding the second dimension, passing reliability from an average of 85.75% to 92.38% after the improvement proposal with an increase of 6.63%. Therefore, the results obtained detail that "Preventive Maintenance" increases the "Availability" of concrete launch equipment in a ready-mix concrete production and marketing company.

**Keywords:** Preventive Maintenance, availability, mean time between failures, reliability, and ready-mix concrete.



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

### **Declaratoria de Autenticidad del Asesor**

Yo, RODRIGUEZ ALEGRE LINO ROLANDO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA y Escuela Profesional de INGENIERÍA INDUSTRIAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO, asesor(a) del Trabajo de Investigación / Tesis titulada: "MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA MEJORAR LA DISPONIBILIDAD DE LOS EQUIPOS DE LANZADO DE CONCRETO EN UNA EMPRESA DE PRODUCCIÓN Y COMERCIALIZACIÓN DE CONCRETO PREMEZCLADO, CERRO DE PASCO 2019", del (los) autor (autores) GUEVARA ZEVALLOS EDTSON, LLIMPER RAMOS CARLOS ALFONSO, constato que la investigación cumple con el índice de similitud establecido, y verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender el Trabajo de Investigación / Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

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 vigentes de la Universidad César Vallejo.

Lima, 30 de julio de 2020

<b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>	<b>Firma</b>
RODRIGUEZ ALEGRE LINO ROLANDO DNI: 06535058 ORCID 0000-0001-6130-257X	Firmado digitalmente por: LRRODRIGUEZA el 30 Jul 2020 08:40:47

Código documento Trilce: 54623