



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

Aplicación del mantenimiento centrado en la confiabilidad para incrementar la eficiencia global de los equipos de bombas centrifugas industriales en la empresa Inversiones Damont e.i.r.l. El agustino, 2019

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
Ingeniero Industrial

**AUTOR(ES):**

Porras Balbín, Juan Aníbal (orcid.org/0000-0002-6358-0167)

Portillo Cardenas, Eva Fabiola (orcid.org/0000-0002-3685-8776)

**ASESOR:**

MG. Ramos Harada, Freddy Armando (orcid.org/0000-0002-3619-5140)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Gestión empresarial y productiva

**LIMA-PERÚ**

**2019**

## **Dedicatoria**

Este trabajo lo dedicamos a Dios, a nuestras familias y a nuestro docente del curso; con todo el respeto que se merece desde nuestro corazón.

## **Agradecimiento**

Agradeceremos a nuestro docente a cargo por la ayuda incondicional en el proceso de investigación, a la UCV por dejarnos acceder a su valiosa información y un gran agradecimiento a nuestras familias por el apoyo.

## Índice de contenidos

Carátula .....	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento .....	iii
Índice de contenidos.....	iv
Índice de tablas.....	v
Índice de figuras .....	vi
RESUMEN.....	vii
ABSTRACT.....	viii
I. INTRODUCCIÓN .....	12
II. MARCO TEÓRICO.....	15
III. METODOLOGÍA .....	25
3.1 Tipo y Diseño de Investigación .....	25
3.2 Variables y operacionlización .....	25
3.3 Población, Muestra, Muestreo y unidad de análisis.....	26
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	27
3.5 Procedimiento.....	27
3.6 Métodos de análisis de datos.....	27
3.7 Aspectos éticos .....	27
IV. RESULTADOS.....	29
V. DISCUSIÓN .....	47
VI. CONCLUSIONES .....	50
VII.RECOMENDACIONES.....	51
REFERENCIAS.....	52
ANEXOS .....	55

## Índice de tablas

Tabla 1 Indicadores variable independiente.....	29
Tabla 2 Relación Eficiencia global antes y despues.....	32
Tabla 3 Relación descriptiva de la OEE .....	33
Tabla 4 Tipos de muestras en las variables .....	34
Tabla 5 Indicadores de variables.....	34
Tabla 6 Regla de decision para los datos .....	35
Tabla 7 Prueba de normalidad OEE.....	35
Tabla 8 Rango de media en la OEE .....	36
Tabla 9 Prueba de significancia en la OEE .....	36
Tabla 10 Regla de decisión.....	37
Tabla 11 Prueb de normalidad para la Disponibilidad .....	38
Tabla 12 Rango de media en la Disponibilidad .....	39
Tabla 13 estadistico de Muestras emparejadas Disponibilidad.....	39
Tabla 14 Significancia de la Disponibilidad .....	40
Tabla 15 Regla de decisión.....	41
Tabla 16 Prueba de normalidad Rendimiento .....	41
Tabla 17 Pruebas Npar para el Rendimiento .....	42
Tabla 18 Prueba de significancia Rendimiento .....	42
Tabla 19 Regla de decisión.....	43
Tabla 20 Prueba de normalidad en la Confiabilidad.....	44
Tabla 21 Prueba Npar para la Confiabilidad .....	45
Tabla 22 Prueba significancia Confiabilidad.....	45

## Índice de figuras

Gráfico 1 Relación de AMEF antes y despues .....	30
Gráfico 2 Relación Criticidad antes y despues .....	31
Gráfico 3 Relación de la eficiencia global.....	32

## RESUMEN

La necesidad de las empresas industriales por ser más eficientes al ofrecer sus servicios ,promueve la mejora continua para poder competir con el mercado actual, la demanda de reparaciones y servicios en el sector minero exige a las empresas de este rubro tener más flexibilidad en sus procesos y servicios por lo cual les exige una mayor productividad, sin embargo, las empresas industriales apuestan por invertir en tecnología e incrementar su capacidad , pero también se dan cuenta que existen desperdicios que al eliminarlos también incrementan la productividad.

El presente estudio tiene como objetivo determinar si la aplicación del RCM incrementara la OEE de las electrobombas, en la empresa inversiones damont E.I.R.L. El Agustino. La OEE antes y después de la aplicación del RCM, donde se suele ver que la OEE antes de la aplicación estuvo en 30.67% y luego de la aplicación fue de 69.92%, en consecuencia, se obtuvo un incremento de 39.25%. por la cual se acepta la hipótesis general, siendo validado que hay un incremento de la OEE. Desarrollar una propuesta de mejora en la cual la Aplicación del mantenimiento centrado en la confiabilidad, es para incrementar la oee de bombas centrifugas industriales en la empresa inversiones damont.

**Palabras clave:** Productividad, eficiencia, eficacia

## ABSTRACT

The need for industrial companies to be more efficient in offering their services, promotes continuous improvement to compete with the current market, the demand for repairs and services in the mining sector requires companies in this area to have more flexibility in their processes and services for which it demands greater productivity, however, industrial companies are committed to investing in technology and increasing their capacity, but they also realize that there are wastes that by eliminating them also increase productivity.

The purpose of this study is to determine if the application of the RCM will increase the OEE of the electric pumps, in the company inversions damont E.I.R.L. The Augustine The OEE before and after the application of the RCM, where it is usually seen that the OEE before the application was 30.67% and after the application was 69.92%, consequently an increase of 39.25% was obtained. by which the general hypothesis is accepted, being validated that there is an increase in the OEE. Develop a proposal for improvement in which the application of reliability-centered maintenance is to increase the oee of industrial centrifugal pumps in the company damont investments.

**Keywords:** Productivity, efficiency, effectiveness



## I. INTRODUCCIÓN

INVERSIONES DAMONT E.I.R.L. es una empresa peruana que inicio el 19 de junio del 2017 y pertenece al sector de servicios, ofrece mantenimiento preventivo, predictivo y correctivo de bombas centrifugas industriales. Dicha empresa opera en la ciudad de Lima en el distrito del Agustino Urbanización Seremsa calle Rio Surco Nro. 206. Cuenta con 6 trabajadores.

En la actualidad la empresa presta servicios de mantenimiento a sedapal la atarjea, se percibe los problemas que aquejan a la hora de hacer el mantenimiento de los equipos, debido a la antigüedad en su mayoría de las bombas centrifugas industriales, así como las malas alineaciones y ajustes a las bombas provocando vibraciones, carece de un formato de control y de registros de los sucesos en consecuencia, presentan paros debido al uso constante de los equipos que se le ha dado.

Existe una cuadrilla de operarios en la empresa Inversiones Damont encargados de llevar a cabo el mantenimiento de estos equipos. La empresa sedapal no cuenta con un área de mantenimiento de estos equipos para evitar las fallas innecesarias, para que sedapal tenga menores paros de producción. Los paros que presentan las bombas centrifugas industriales son del tipo mecánica – eléctrica y algunas veces por errores del operario.

Es ahí cuando les notifican a inversiones damont para el realizado de las reparaciones de los equipos ya sea preventivo o correctivo. Además, se busca establecer los factores que permitan establecer la medición de nuestras variables de manera que sirvan como fuente de estudio para la realización de investigaciones futuras que se realicen con objetivos similares.

El valor de esta investigación, por nuestra parte radica en el valor que le estamos brindando al modelo de mantenimiento que se aplique en dicha empresa y su conexión directa con la eficiencia y calidad, de manera que la empresa al tratar de incrementar su productividad considere la sinergia que existen entre estas dos variables.

Inversiones Damont E.I.R.L se dedica a realizar reparaciones desmontaje y montaje de bombas centrifugas industriales de equipos para llevar acabo el mantenimiento ya sea correctivo, preventivo y predictivo. El problema que se

encontró es que según los reportes mensuales carece de un formato de control así también la falta de capacitaciones de personal operativo debido a las paradas imprevistas, en la empresa sedapal.

Inversiones Damont E.I.R.L se exige una disponibilidad mayor del 75% de las bombas centrifugas. Actualmente Inversiones Damont E.I.R.L está tomando en cuenta nuestros valores de eficiencia, compromiso y calidad tenemos una disponibilidad menor del 75%, por tal motivo, presentaremos inconvenientes dentro del sector de producción que no permitirán que se terminen las metas diarias, las semanales y las mensuales; también, debido a la baja disponibilidad de los equipos industriales no podremos cumplir con las horas de trabajo necesarias para el acarreo de los equipos diarios, semanales y mensuales establecidos.

Se necesita ejecutar el mantenimiento centrado en confiabilidad para identificar las fallas y paradas en los equipos de las bombas centrifugas para dar soluciones correspondientes y sobretodo prevenir las fallas futuras; por averías y obtener una disponibilidad en los equipos (OEE) que tiene que estar ubicada entre un 85% o más.

Estas causas son los problemas que aquejan a la empresa Inversiones Damont, esto se debe a que no se capacita con frecuencia al personal del área de mantenimiento de los equipos, así también la carencia paulatina de formatos de registros que conllevan a la mala praxis de inspección y ajustes que conllevan a la baja eficiencia de los equipos.

Mediante el Diagrama de Pareto nos indica cuales son las causas de mayor incidencia en la empresa que conlleva al bajo rendimiento.

Mediante lo anterior mencionado llegamos a plantear el siguiente problema general:

¿De que manera la aplicación del RCM incrementa la eficiencia global de los equipos de bombas centrifugas industriales en la empresa Inversiones Damont E.I.R.L. - 2019?

Presentando también lo siguientes problemas específicos:

¿Cómo el RCM incrementa la disponibilidad de los equipos de bombas centrifugas industriales en la empresa Inversiones Damont E.I.R.L. - 2019?

¿Cómo el RCM incrementa el rendimiento de los equipos de bombas centrifugas industriales en la empresa Inversiones Damont E.I.R.L. - 2019?

¿Cómo el RCM incrementa la confiabilidad en los equipos de bombas centrifugas industriales en la empresa Inversiones Damont E.I.R.L. - 2019?

Es debido a los problemas mencionados anteriormente que presentamos los siguientes objetivos:

Determinar como el RCM incrementa la eficiencia global de los equipos de bombas centrifugas industriales en la empresa Inversiones Damont E.I.R.L. - 2019

Y por consecuencia, también presentamos los objetivos específicos:

Evaluar como el RCM incrementa la disponibilidad de los equipos de bombas centrifugas industriales en la empresa inversiones Damont E.I.R.L. – 2019

Evaluar como el RCM incrementa el rendimiento de los equipos de bombas centrifugas industriales en la empresa inversiones Damont E.I.R.L. – 2019

Evaluar como el RCM incrementa la confiabilidad en los equipos de bombas centrifugas industriales en la empresa Inversiones Damont E.I.R.L. - 2019

Por tal motivo hemos llegado a plantear la siguiente hipótesis general:

El RCM incrementa la eficiencia global de los equipos de bombas centrifugas industriales en la empresa Inversiones Damont E.I.R.L. – 2019.

Presentando también las siguientes hipótesis específicas:

El RCM mejora la disponibilidad de los equipos de bombas centrifugas industriales en la empresa Inversiones Damont E.I.R.L. – 2019

El RCM mejora el rendimiento de los equipos de bombas centrifugas industriales en la empresa Inversiones Damont E.I.R.L. - 2019

El RCM mejora la confiabilidad de los equipos de bombas centrifugas industriales en la empresa Inversiones Damont E.I.R.L. - 2019

## II. MARCO TEÓRICO

Para realizar el correcto funcionamiento de nuestra investigación tenemos que recurrir a trabajos ya estudiados ligados a nuestras variables, que guardan relación con los parámetros del mantenimiento que se encuentra centrado en la confiabilidad o MCC y también con la productividad, estos antecedentes tanto nacionales como internacionales son muy importantes debido a que dará un soporte a nuestra investigación

permitiéndonos tener un panorama más amplio con respecto a nuestro tema de investigación y poder desarrollar trabajo de mejor calidad.

Según Ramírez en (2012) con su investigación titulada “Análisis de Confiabilidad de la Flota de Aeronaves de la Escuela de Aviación del Pacífico”, dentro de su investigación que realizó para poder obtener por el título de ingeniero mecánico, dentro de la cual tuvo meta principal elaborar y diseñar una proposición de un modelo centrado en un programa que permita analizar la confiabilidad para la flota de aeronaves que se encuentran en la Escuela de Aviación del Pacífico, aquel trabajo llegó a las siguientes conclusiones: Se logró evaluar y mejorar todos los fallos encontrados en los sistemas y también de sus componentes que se encontraban en las aeronaves de la escuela de aviación del Pacífico.

Por medio del análisis de confiabilidad, ajustándolo a las normativas de la aeronáutica civil de Colombia; en su investigación se elaboró un análisis de confiabilidad que le permitió encontrar a los fallos que originaron que la seguridad en las operaciones aéreas que se provocan por esas aeronaves llegaran a ser críticas; logró concluir que dentro de sus sistemas y sus componentes se llegaron a presentar una mayor cantidad de alteraciones dentro de sus perfiles de funcionamiento, algunos de estos fueron el sistema de tren del aterrizaje, los instrumentos de vuelo, los sistemas que indicaban el nivel de combustible y también los indicadores que mostraban la posición del compensador.

Así mismo, Vásquez (2008) en su investigación titulada “Aplicación del mantenimiento centrado en la confiabilidad RCM en motores Detroit 16V-149Ti en Codelco división andina” trabajo que realizó para poder optar el grado de ingeniero mecánico. En dicha investigación tuvo como objetivo desarrollar un plan que se

realice utilizando el mantenimiento que este centrado en la confiabilidad (RCM) de manera que pueda lograr incrementar la disponibilidad que se genere en los motores Detroit Dese 16v-149TI, en la sala de generación de emergencia en Codelco División Andina. La investigación logró llegar a las siguientes conclusiones: La brigada se dividió en cierto número de subsistemas para lograr tener un mayor detalle en la descripción de la función, ver la falla funcional, el método de falla y en las consecuencias de la falla; La metodología de RCM se puede aplicar a cualquiera de los equipos o grupo de ellos.

En lo principal se concentra en capacitar a una persona que tenga conocimientos en el modelo RCM y apoyarlo con ayuda de los técnicos que cuente el personal, de manera, que este personal deberá contar con el conocimiento adecuado con respecto a los activos, el funcionamiento de las maquinas, todas las operaciones, deben conocer las fallas, el cuidado, etc. Puesto que, dentro de los procedimientos de mantenimiento de un equipo establecido por medio de los distribuidores, normalmente llegan a ser ligeramente efectivos hasta un cierto punto, es por el motivo de que, no todos los equipos llegan a operarse utilizando los mismos parámetros o sus funcionamientos, en relación a su mismo conetexto que los sigue sus operaciones, es por esto que con la elaboración de un RCM dentro de un nuevo equipo que se encuentre operando , vendrá aser de bastante ayuda para el funcionamiento y para todo el personal de mantemiento, esto es debido a que permite que se puedan generar y ejecutar muchas mas decisiones raudamente y de manera mas asertiva, de mnera que se tome en cuenta todas ls posibles fallas y también ls respectivas tareas que generen beneficio a elaborar.

Tal como Mejía (2017) en su tesis para optar el grado de ingeniero industrial “Propuesta de un plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM), para mejorar la productividad de la empresa Ersa transportes y servicios S.R.L.” En su presente investigación se planteo como objetivo diseñar un plan de mantenimiento para las maquinas que conforman toda la línea de elaboración del alcohol etílico dentro de la empresa ERSA, centradoce el el modelo del mantenimiento que estacentrado en la confiabilidad (RCM). De maneran que pudo llegar a las siguientes conclusiones, su investigación, le permitió lograr establecer un plan centrado en el mantenimiento, de manera que logró mejorar la disponibilidad que

se realizaba en los equipos hasta en un 16%, ya que posteriormente a la implementación de la herramienta se presentaba una disponibilidad de 81%, y luego de implementar el plan generado de mantenimiento se logró identificar una nueva disponibilidad de 97%. Mediante esta investigación se logró generar dentro de la empresa un aumento dentro de su productividad que se presentó de como un 7%, este indicador era referente a 24000 litros de alcohol que se producían por mes, este incremento vendría a ser una utilidad de S/. 43 200 mensuales. Con respecto a los costos y también los gastos que se generaron en el desarrollo de este mantenimiento preventivo que utilizó al RCM, la empresa logró ahorrar hasta S/ 27 394.46 por año tiempo después al de lograr recuperar la inversión generada.

Así también nos indica García (2007) en su trabajo titulado “Modelo de mantenimiento centrado en confiabilidad para las vibro compactadoras de ánodos verdes”. Para optar el grado de ingeniero mecánico. Dicha investigación tuvo como objetivo elaborar un modelo de mantenimiento basado en MCC y formular acciones relacionadas que tiendan a expresar confiabilidad, disponibilidad y mantenibilidad a los equipos vibro compactadores de molienda y compactación. Por lo cual se lograron llegar a las siguientes conclusiones: Los comportamientos de las tasas de fallas en los subsistemas de las vibro compactadoras a mostrar, el subsistema compactador de ánodos verdes y el subsistema unidad hidráulica de ánodos verdes, son semejantes, tal como se demostró. Los fallos de estos subsistemas tienen que ser estudiados con mucho cuidado debido a que logran afectar a la seguridad, ambiente y en la producción y debido a la complejidad de estos sistemas se amerita un estudio particular.

Tal como, Chulvi (2005) en su tesis titulada “Plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad (R.C.M.) en la Edar de Nules-Vilavella”, trabajo para optar su título de ingeniero mecánico dicha investigación tuvo como objetivo realizar la evaluación y la implementación de la metodología R.C.M. (Reliability centered Maintenance o mantenimiento centrado en la confiabilidad) para poder determinar un plan de mantenimiento más eficiente para la EDAR de Nules-Vilavella. Logrando llegar a las siguientes conclusiones: Mediante la metodología R.C.M. se logró realizar un análisis más profundo y específico de todas las averías para poder elegir la tarea de mantenimiento más adecuada para corregirla; Gracias a este proyecto se logró

poseer un mayor conocimiento de la empresa, conociendo las maquinarias en las cuales se deberá prestar mayor atención y también cuáles serán los motivos de las averías en estos equipos; Mediante las tablas de trabajo de información y decisión R.C.M. tendremos acceso a toda la información de los equipos y los deberes seleccionados para su mantenimiento.

Soto (2016), en la tesis titulada “Mantenimiento basado en la confiabilidad para el mejoramiento de la disponibilidad mecánica de los volquetes Faw en Gym s.a.” para optar por el título de ingeniero mecánico cuyo objetivo fue implementar el sistema de mantenimiento basado en la confiabilidad para poder incrementar la disponibilidad mecánica de los volquetes FAW CA3256 dentro de la empresa GYM S.A. usando la metodología R.C.M. Llegando a las siguientes conclusiones: Mediante el desarrollo de la prueba estadística t de student, se infirió que el p-valor ( $p=0,000$ ) es inferior al nivel de significancia ( $\alpha = 0,05$ ). El cual nos muestra que la disponibilidad mecánica previa y la disponibilidad mecánica posterior al desarrollo de la investigación tienen una diferencia significativa 1,8918%; Una vez aplicado el R.C.M., se concluyó que uno de los grandes problemas en los volquetes fue el regulador de corriente del alternador, generando los cambios de estos en más de un volquete.

También tenemos la investigación de Cordova (2005), dentro de su investigación titulada “La implantación del mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM) dentro de los hornos convertidores Peirce Smith en la fundición de cobre Southern Peru Copper Corporation”, su trabajo fue desarrollado para que pudiera obtener su título de ingeniero mecánico. cuyo objetivo fue exponer que la implementación de la metodología en el mantenimiento que está centrado en la confiabilidad por medio de una filosofía que permita lograr el incremento en el índice de la disponibilidad de los hornos convertidores de PS dentro de la fundición de cobre en SOUTHERN PERU. Llegando a las siguientes conclusiones: Dentro del año 2005, por el medio de la implantación en un segundo proyecto realizando el RCM en los hornos convertidores de PS, propusieron que se logrará un incremento dentro de su índice de disponibilidad operacional hasta en un 1.89%, permitiendo generar un ahorro principal de hasta 4'241.807.40 US\$ al año; También concluyeron que dentro del año 2004, la implementación de su primer proyecto de RCM dentro de las grúas

puede de los hornos de CPS que se encuentra en la fundición, manifestaron un incremento en su disponibilidad operacional de estas máquinas de gruas y hornos convertidores de hasta un 1.5% y 3.5% respectivamente. También dentro de los finales del año 2004 se logró por medio de la implementación del RCM un incremento real de hasta un 1.81% con relación a las gruas puente y de hasta un 3.69% dentro de los hornos convertidores de PS.

Así también Costa (2010), en su tesis titulada “Aplicación del mantenimiento centrado en la confiabilidad a motores a gas de dos tiempos en pozos de alta producción” para obtener el grado de ingeniero mecánico, en el cual se planteó como objetivo el poder calcular y también identificar cuáles son las variables numéricas de los parámetros que sean característicos que se encuentren en los motores que sean de combustión interna y presenten dos tiempos, de manera que le permitió definir cuál era la etapa en la vida útil en la que se encontraría cada equipo. Llegando a las siguientes conclusiones: En su investigación se logró llegar a identificar el tiempo medio que se daba entre fallas (MTBF), también su investigación le permitió obtener la frecuencia óptima que se necesitaría para realizar la intervención dentro de cada uno de los motores que habían sido examinados a través del método gráfico; Este procedimiento es de suma importancia, ya que influye de forma directa en la hoja de decisiones y en el establecimiento de las tareas del mantenimiento preventivo que se opera en cada uno de los motores.

Así como, Olanzo (2017), en su tesis titulada “Propuesta de mejora de mantenimiento utilizando RCM en la línea de producción de Xantato de la industria”, tuvo como objetivo plantear un sistema de mantenimiento utilizando la metodología del mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM) dentro de la línea de producción Xantato. Logrando llegar a las siguientes conclusiones: Para poder definir la táctica de mantenimiento dentro de la línea de producción Xantato, se especificó el valor beta de la distribución Weibull. El resultado nos indicó que  $\beta=2.64$  por lo que se escogió el mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM) como una propuesta de mejora; Dentro de la línea de producción Xantato se encuentra presente 7 equipos entre los cuales se escogió los más principales por el uso del análisis de criticidad y diagrama de Pareto. Indicando que existen 4 equipos



principales y 3 equipos no principales.

Finalmente, Egúzquiza (2017), en su tesis “Aplicación del TPM (Mantenimiento Productivo Total) para mejorar la Productividad en el área de Mantenimiento en la empresa Corporación Logística & Transportes S.A.C”, para obtener el grado de ingeniero mecánico, con el objetivo de determinar como la implementación del mantenimiento productivo tota mejora la productividad del área de mantenimiento dentro de la empresa Corporación Logística y Transportes SAC, dentro de la cual se hizo una investigación de la situación que se presenta en la empresa para posteriormente establecer los planes de mantenimiento, métodos, normas y algunos procedimientos para poder aumentar la vida útil de la flota vehicular. En esta implementación del TPM se logró diseñar planes de trabajo donde se enfatiza que los mantenimientos se deben realizar de forma independiente es decir de acuerdo a los tipos de marcas, modelos, diseños de cada unidad, para todo este procedimiento se tenía que tomar el tiempo de vida útil de cada vehículo , por otro lado se planteó los mantenimientos autónomos en los cuales los colaboradores y personal involucrado en dichas actividades tenían que ser entrenados, capacitados para poder resolver tareas básicas de mantenimiento evitando paros prolongados de las unidades. Los resultados obtenidos llegaron a ser muy favorables ya que se logró reducir las fallas, se pudo incrementar la operatividad de la flota vehicular acrecentando los índices de productividad de 0.46 a 0.72 y los más importante se pudo recuperar la confianza de los clientes y se logró cumplir con los pedidos dentro de los tiempos establecido.

Con relación al mantenimiento, tenemos a Velasco (2016), el nos menciona que este viene a ser como el conjunto de todas las acciones o actividades que se necesitan realizar a las instalaciones o a los equipos, de manera que tenga el fin de poder corregir y también prevenir sus fallas, logrando asi, que este servicio permita a estas lograr realizar la función para la cual fueron diseñadas (p.56).

Tambien tenemos a García (2015), él nos menciona que el mantenimiento se puede interpretar como el cúmulo de todas las operaciones técnicas (con sus motivos) y también de ls acciones relacionadas (revisión y reparación) por las cuales se logre que un equipo o sistema se pueda conservar y pueda realizar sus funciones

específicas.

Dentro de las características principales que se encuentran en este tipo de mantenimiento, es la que permite realizar la inspección de los equipos y también la de poder detectar los fallos en su fase primaria, de manera que se pueda corregir en el tiempo oportuno (p.32). El mantenimiento se manifiesta como la conservación dentro de la maquinaria y el equipo mediante el fin de que se pueda maximizar su disponibilidad. El objetivo del mantenimiento se enfoca en lograr obtener el máximo nivel de la efectividad dentro del funcionamiento de un sistema productivo y también de los servicios de manera, que se realice la menor contaminación en el medio ambiente y también la mayor seguridad con el personal que se encuentre laborando, además de presentar el menor costo posible.

Los objetivos del mantenimiento Según García Garrido, Santiago (2012), En cualquier empresa, el mantenimiento debe cumplir con dos objetivos fundamentales: llegar a reducir los costos de producción y poder garantizar la disponibilidad de los equipos (p.47). Cuando se habla de reducir los costos de producción se deben tener en cuenta los siguientes aspectos: Optimizar la disponibilidad de equipos e instalaciones para la producción, Se busca reducir los costos de las paradas de producción ocasionadas por deficiencia en el mantenimiento de los equipos, mediante la aplicación de una determinada cantidad de mantenimiento en los momentos más apropiados e Incrementar la vida útil de los equipos.

Según Mora (2005), la confiabilidad que presenta un equipo viene a ser la frecuencia en la cual se presentan las fallas durante un periodo determinado. Si no se presentan fallas en el equipo se puede afirmar que el equipo es 100% confiable; si se presenta una frecuencia de fallas muy baja, entonces la confiabilidad del equipo se considera aceptable, pero si la razón de fallas es alta entonces el equipo es poco confiable (p.23). Esta se puede interpretar como la probabilidad que se presente en una máquina o equipo algún fallo durante un tiempo determinado y sujeto mediante algún contexto que sea operacional.

En la investigación de Apblaza (2013). Tenemos que la confiabilidad según él nos

indicará cual es la probabilidad en la cual un equipo o alguna instalación funcione correctamente dentro de un tiempo determinado y siguiendo ciertas condiciones operaciones que hayan sido definidas (p. 48). El estudio de confiabilidad es la formación de los fallos dentro de un equipo o componente. Es decir que si llegara a existir el caso en el cual un equipo no presentara ningún fallo, se podría afirmar que dicho equipo presentaría una confiabilidad del 100%, o también que esta presentando una probabilidad de supervivencia que sea igual a uno.

Al realizar un análisis de confiabilidad a un equipo o sistema, obtenemos información valiosa con respecto a la condición de los: las incidencias de fallo, un tiempo promedio de los fallos, se mostraría una etapa de la vida en la que se encontraría el equipo. Todo se mediría por el índice MTBF. Esta fórmula nos indica la relación entre el tiempo total de operación y el # total de fallas encontradas en el área.

El rendimiento, Según Amendola (2016). Es una medida de la distribución del tiempo durante la reparación de un equipo. Este indicador nos mide el grado de efectividad en restituir los equipos a sus condiciones más óptimas de operación, cuando la unidad se logre ubicar fuera del servicio por causa de un fallo, todo en medio de un período de tiempo especificado (p.44).

El Tiempo Promedio para Reparar nos indica un parámetro de cálculo muy relacionado a la mantenibilidad, es decir, al desarrollo del mantenimiento. La mantenibilidad está definida como el margen de poder devolver un equipo a unas condiciones operativas dentro de un periodo de tiempo mediante la utilización de los procedimientos ya establecidos. Nos indica la probabilidad de la que una maquina o instalación después que presente un fallo pueda ser reparado en un tiempo dado. Lo medimos mediante el índice MTTR. Esta fórmula no indica la relación entre tiempo total empleado en restaurar la operación después de cada falla y el número de fallas que se detectan sobre el periodo estudiado. La disponibilidad.

Según Pinto (2004) La disponibilidad se entiende como el objetivo principal del mantenimiento, esta puede ser interpretada como la confianza de que un equipo o sistema que paso por mantenimiento, pueda realizar su función satisfactoriamente

en un periodo establecido. En el desarrollo la disponibilidad se puede expresar como el porcentaje de tiempo en el cual el sistema puede estar adecuado para poder operar o producir, dentro de sistemas que operen continuamente (p.58). Es una función que nos puede permitir aproximar en forma general el porcentaje del tiempo total en el cual un equipo logre estar disponible para poder cumplir su función a la cual fue asignado.

El Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (MCC), nos muestra una metodología que se viene utilizando para poder determinar que se debe hacer para asegurar que todo aquel activo físico continúe llevando a cabo su función, en el contexto operacional presente.

Según Parra (2012). El MCC sirve de guía para poder identificar las actividades de mantenimiento con todas sus respectivas frecuencias a los activos más importantes de un contexto operacional. Esta metodología no nos indica una fórmula matemática y su éxito se apoya principalmente en el análisis funcional de los activos de un determinado contexto operacional, desarrollado por un equipo integro de trabajo. Prevención de las fallas, Las tareas preventivas se elaboran siempre y cuando se compruebe que realizándolas se pueden evitar las consecuencias de la falla.

En el trabajo de Parra (2012) , no menciona que dentro del RCM se tiene como objetivo principal distribuir todas las actividades del mantenimiento que sean preventivas (proactivas), por medio de tareas orientadas a una base o condición, además, que las actividades que se encuentren programadas para una base o condición (predictivas), se generaran por medio del hecho que se encuentren programadas a que en la mayoría de los problemas o fallos no ocurran instantáneamente, sino que se generen de manera progresiva dentro de un periodo de tiempo, por ejemplo, las lecturas de la vibración, las grietas que se generen, las partículas dentro del aceite, etc.

Las tareas que son de reacondicionamiento, son operaciones constantes que se realizan de manera que se pueda restaurar un activo hacia su estado original, es decir, son actividades preventivas que se pueden desarrollar hacia algún activo dentro de un intervalo de tiempo con una frecuencia distribuida dentro del límite de

la vida operativa del equipo.

En este tipo de actividades, se realiza la acción de poner al activo fuera de servicio, de manera que se podrá realizar una inspección total y también se podrá reemplazar, si viene a ser el caso necesario, las piezas que se encuentren presentando fallas. Se realizarán también tareas de sustitución; este tipo de operaciones se ven enfocadas específicamente para reemplazar componentes o algunas piezas usadas que pertenezcan a algún activo, todo esto dentro de un intervalo que se presentara de manera temporal e inferior al de la vida útil (tiempo antes del cual se produzca un fallo).

Las operaciones que se realicen de reemplazo, generaran que el componente vuelva a su estado original, esto es debido al cambio que se realizara de uno nuevo por el que este viejo. También se buscó prevenir las fallas, considerando si las tareas de realización de manera preventiva llegó a ser factible o no, el RCM también permite identificar si merece la pena realizarlas o no. Si esta herramienta permite identificar que esta actividad no vale la pena realizarla, se producirá otro tipo de actividad que relacione esta tarea con un mantenimiento de manera correctiva.

Con respecto a Parra (2012). Tenemos que el RCM se realiza de manera que distribuye todas las actividades de mantenimiento que sean correctivas (reactivas) dentro de un rediseño; Si se da el caso de no poder conseguir ningún modelo de actividad preventiva que permita reducir la probabilidad de ocurrencia en los modos de fallos, de manera que estos estén afectando la seguridad o el medio ambiente y no permitan generar un nivel aceptable, se tendrá que desarrollar un rediseño o también una modificación, que pueda permitir la minimización o la eliminación de las consecuencias generadas en estos modos de fallos. Se generarán tareas que se concentren en la búsqueda de los fallos ocultos:

Según lo mencionado anteriormente, estos modos de fallos que son ocultos, no se muestran evidentemente por condiciones normales de las operaciones, es por este motivo que este tipo de fallos no llegan a presentar consecuencias directas, por esta razón estos desperfectos pueden llegar a generar la generación de fallos que sean múltiples dentro de todo un proceso o contexto de manera operacional.

Dentro de estas actividades que son de un modelo de mantenimiento no programado (mantenimientos realizados si una palneación o fecha estimulada). Si llega a ocurrir que no se pueden realizar actividades que sean de una prevención mas barata económicamente, que aquellos desperfectos que se han derivado por medio de los modos de fallos generados ya sean operacionales o no operacionales; se podrá realizar también la espera de que estas actividades llegen a ocurrir y se logre ctuar de una manera reactiva o de reflejo.

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1 Tipo y Diseño de Investigación

El presente diseño de investigación es Pre – experimental ya que hay un control mínimo de la variable independiente.

Por su enfoque es cuantitativo puesto que se recolectará datos para posteriormente analizarlos, para luego contestar la formulación del desarrollo de esta investigación.

#### 3.2 Variables y operacionlización

##### **Variable Independiente:**

El mantenimiento centrado en confiabilidad (RCM)

Según Mora A. (2009) en su obra “Mantenimiento, planeación, ejecución y control” señala que “El mantenimiento centrado en confiabilidad RCM es una técnica de organización de las actividades y de la gestión del mantenimiento, para desarrollar programas organizados que se basan en la confiabilidad de los equipos, en función de su diseño y de su construcción” (p. 444).

##### **Variable dependiente:**

Eficiencia global de los equipos (OEE) de las bombas centrifugas industriales

Según Cuatrecasas y Torrell (2010). en su obra “Estrategia competitiva” indica que “Las posibles mejoras en los equipos productivos y su operativa, se centraran especialmente, según se ha visto, en las seis grandes pérdidas, tanto las crónicas

como las esporádicas, las provocadas por una causa única, por causas múltiples, o bien por causas interrelacionadas” (p. 111).

### 3.3 Población, Muestra, Muestreo y unidad de análisis

#### **Población:**

La población es el conjunto de todos los casos que concuerdan con una serie de especificaciones. (Hernández, Fernando y Baptista, p 174).

El desarrollo de este proyecto se contemplará en los equipos de bombas centrifugas industriales de la empresa Inversiones DAMONT E.I.R.L. en 24 semanas en la medición de los indicadores. Por lo que la población está representada por:

$$N = 24 \text{ Semanas}$$

#### **Muestra:**

Según, (Hernández, Fernando y Baptista, 2014, p 175). “La muestra es, en esencia un subgrupo de la población. Digamos que es un subconjunto de elementos que pertenecen a ese conjunto definido en sus características al que llamamos población. Pocas veces es posible medir a toda la población, porque lo que obtenemos o seleccionamos una muestra y, desde luego, se pretende que este subconjunto sea un reflejo fiel del conjunto de la población”.

La muestra estará conformada por los equipos de bombas centrifugas industriales de la empresa Inversiones DAMONT E.I.R.L. en 12 semanas antes y 12 semanas después en la medición de los indicadores, se considera que la muestra sea igual a la población en consecuencia será:

$$\text{Población} = 6 \text{ meses}$$

### 3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

#### **Observación y reportes.**

Verificación de los formatos internos de la empresa DAMONT semanal.

**Análisis de documentos.** Recopilación de apuntes y documentos en el área de mantenimiento para llevar a cabo como se percibe la disponibilidad de los equipos de bombas centrífugas industriales, así también el costo de mantenimiento.

Instrumento de recolección de datos:

Para ello se recurrirá a los registros de datos ANEXO 1,2 y 3 y los reportes de la empresa inversiones DAMONT E.I.R.L.

Validación y confiabilidad del instrument:

Validez del instrumento:

Para el presente desarrollo de investigación, la validez del instrumento se medirá por juicios de expertos

Confiabilidad del instrument:

Datos de fuentes primarias que posee la empresa DAMONT, así también como reportes y apuntes durante el tiempo de prácticas antes y después de la aplicación.

### 3.5 Procedimiento

### 3.6 Métodos de análisis de datos

Para el presente desarrollo de investigación se utilizará un análisis estadístico descriptivo e inferencial

### 3.7 Aspectos éticos

Todo académico pre profesional debe respetar los principios éticos, puesto que el



desarrollo de esta investigación se respeta la propiedad intelectual de los derechos de autoría, veracidad de los resultados y tomar los apuntes propiciados de los trabajadores de la empresa DAMONT E.I.R.L.

## IV. RESULTADOS

### IMPLEMENTACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO

#### Aplicación del mantenimiento centrado en la confiabilidad a electro bombas centrifugas

En el desarrollo de este capítulo se implementará el análisis de criticidad, que se verán la relevancia del electro bombas, luego se elabora un análisis de modos y efectos de fallas de los equipos, calculando el número de prioridad de riesgo del componente del equipo.

La variable independiente Gestión de mantenimiento centrado en la confiabilidad:

#### Indicador: AMEF

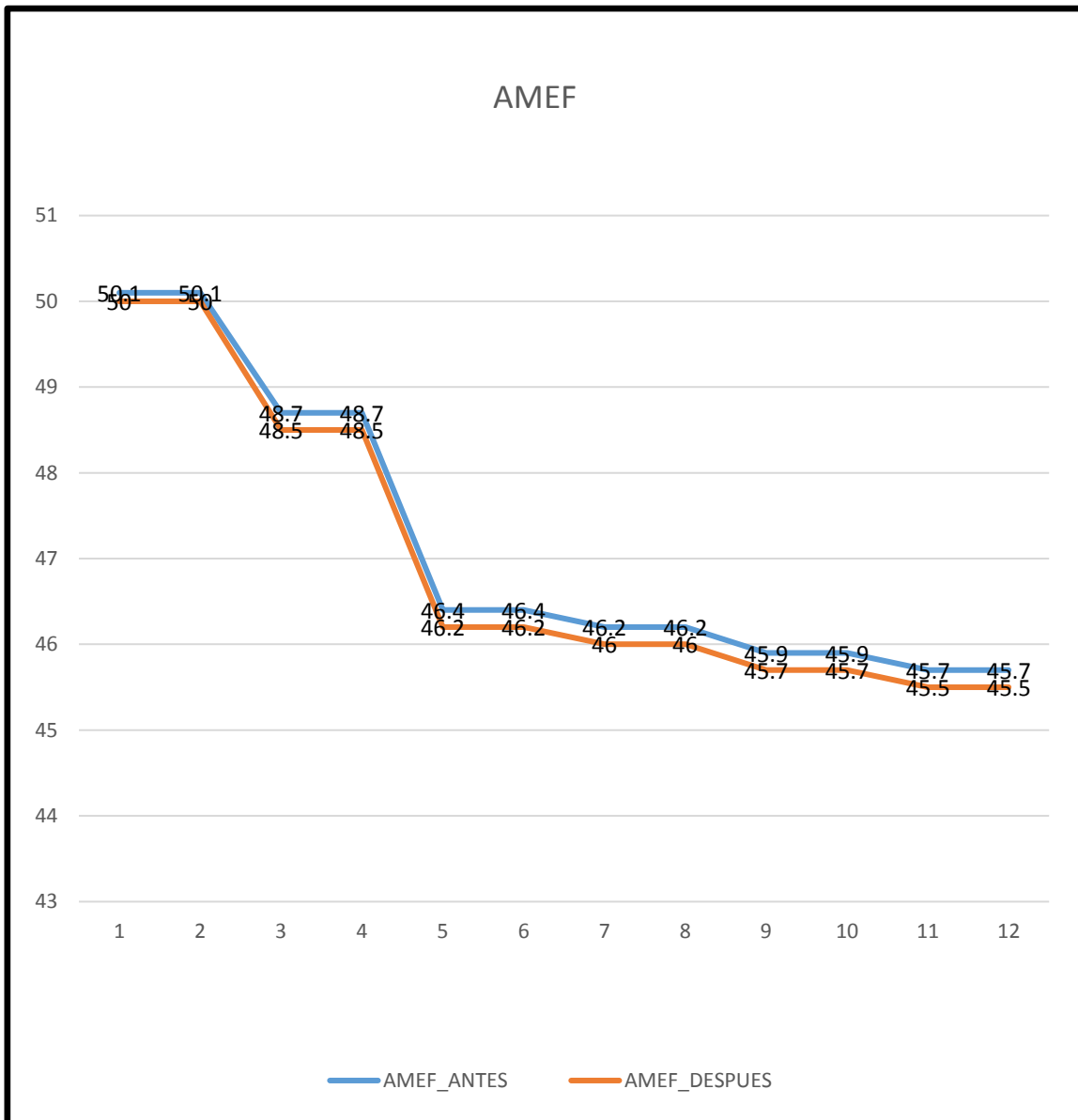
El Análisis del Modo y Efecto de Fallas (**AMEF**), es un procedimiento que permite identificar fallas en productos, procesos y sistemas.

Tabla 1 Indicadores variable independiente

SEMANAS	AMEF_antes	Criticidad_antes	AMEF_despues	Criticidad_despues
1	50.1	19	50	17
2	50.1	19	50	17
3	48.7	17	48.5	15
4	48.7	17	48.5	15
5	46.4	15	46.2	13
6	46.4	15	46.2	13
7	46.2	12	46	11
8	46.2	12	46	11
9	45.9	9	45.7	8
10	45.9	9	45.7	8
11	45.7	8	45.5	5
12	45.7	8	45.5	5
Promedio	47.166667	13.333333	46.983333	11.5

Fuente: elaboración propia

Gráfico 1 Relación de AMEF antes y despues



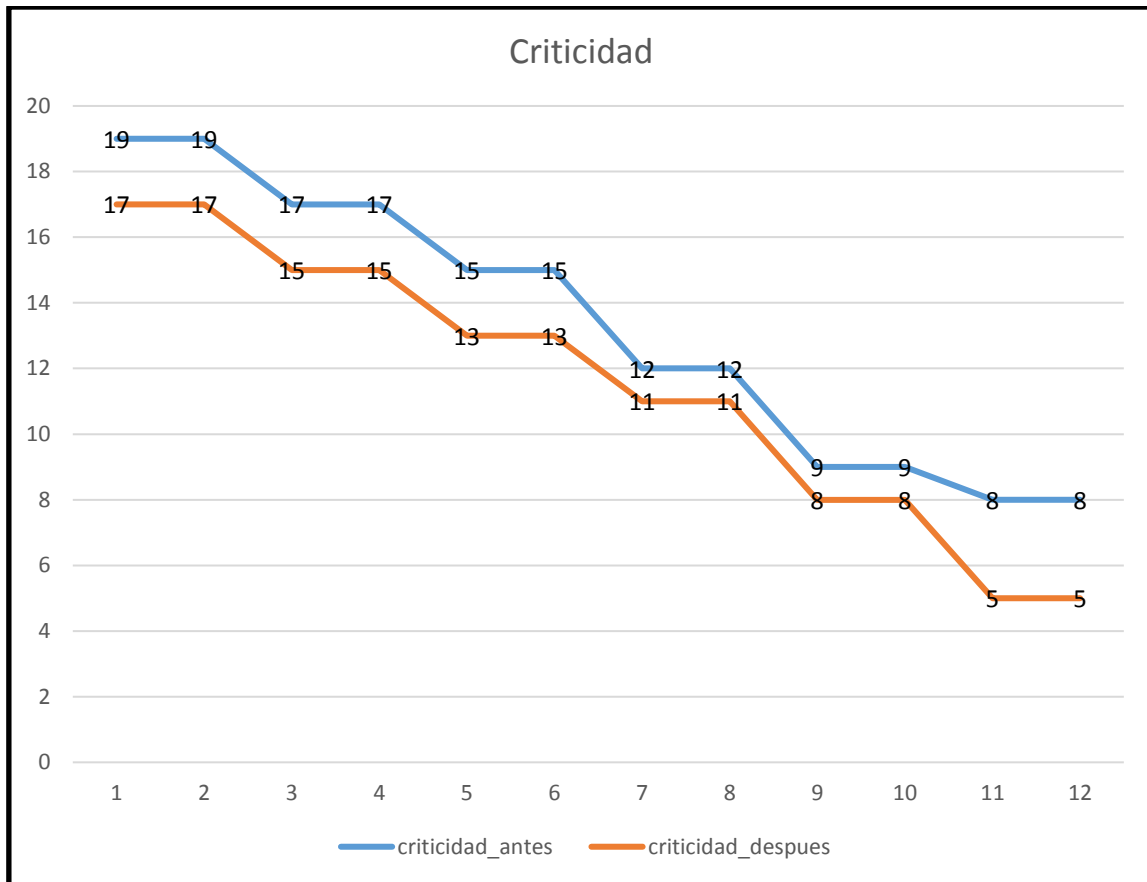
Fuente: Elaboración propia

**Interpretación:** Según la tabla uno se puede observar que el nivel del indicador de AMEF antes presentaba un índice promedio de 47.16%. y luego esta llegando a presentar un índice promedio de 46.98%.

## Indicador Nº 2: CRITICIDAD

Evalúa el nivel de criticidad de un determinado riesgo.

Gráfico 2 Relación Criticidad antes y despues



Fuente: Elaboración propia

**Interpretacion:** En la tabla 01 y guiándonos del grafico 02 podemos observar que las fallas del indicador AMEF antes presentaban un indicador promedio de 13.33% y posteriormente se logró reducir hasta un 11.5%.

### Eficiencia global de los equipos (OEE)

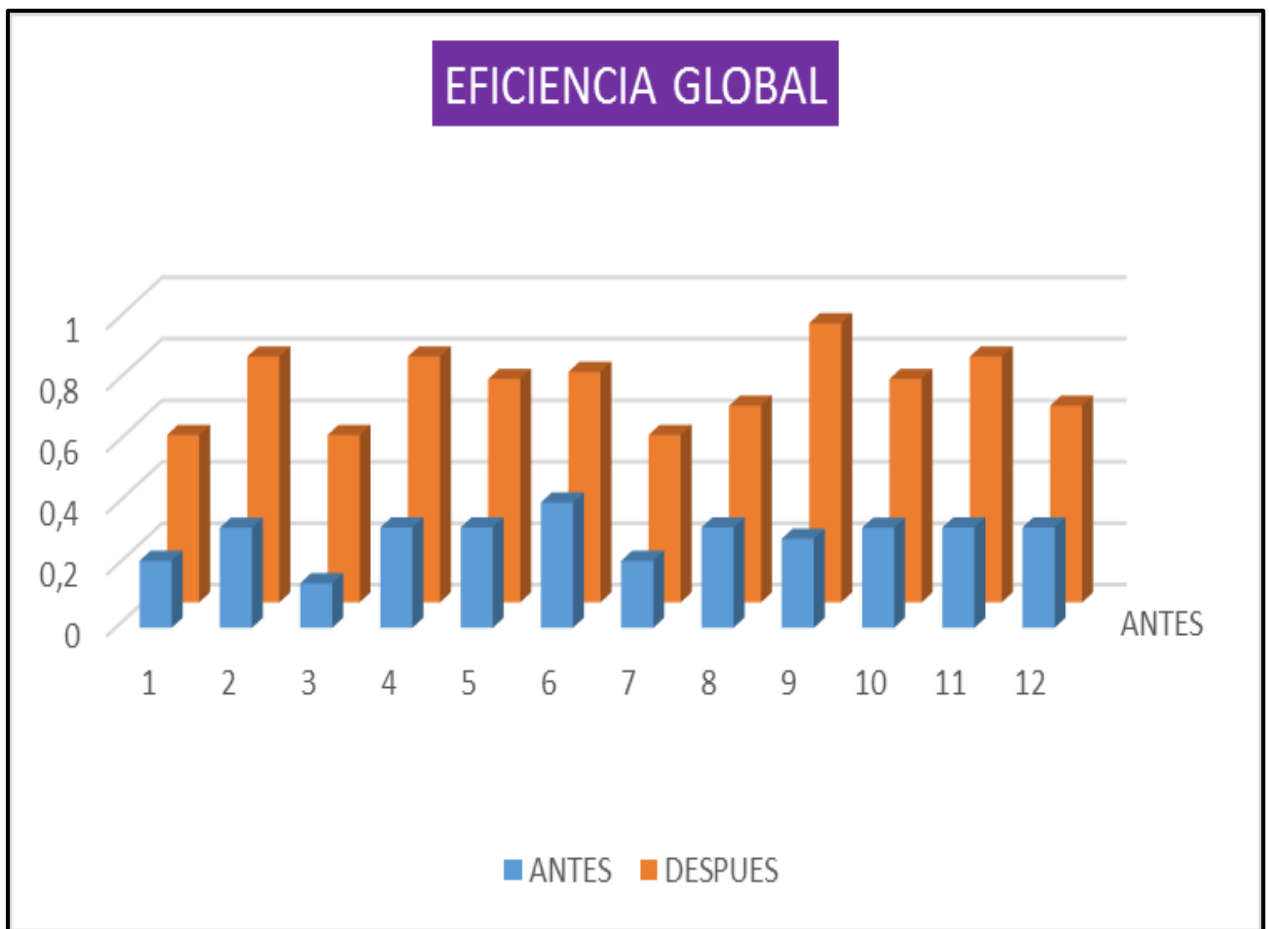
En la tabla se evidencia los resultados de la eficiencia global de los equipos antes y después de la aplicación del mantenimiento centrado en la confiabilidad, donde se persive que la OEE antes de la aplicación se encontraba en 30.67% y después de la aplicación fue en 69.69%, siendo la OEE minima antes de la aplicación de 15% y del 54% y luego de la aplicación del RCM máxima fue de 41% y del 90%.

Tabla 2 Relación Eficiencia global antes y despues

ESTADISTICOS	ANTES	DESPUES
Media	30.67	69.92
Mediana	33.00	72.00
Minimo	15.00	54.00
Maximo	41.00	90.00

Fuente: elaboración propia

Gráfico 3 Relación de la eficiencia global



Fuente: elaboración propia

**Interpretación:** De la tabla 2 podemos identificar que el nivel de eficiencia global antes presentaba un indicador promedio de 30.67% y que posteriormente esta llegando a presentar un valor promedio de 69.92%.

**Tabla 3 Relación descriptiva de la OEE**

		Estadístico	Desv. Error	
OEE_ANTES	Media	,3067	,02154	
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	,2592	
		Límite superior	,3541	
	Media recortada al 5%	,3096		
	Mediana	,3300		
	Varianza	,006		
	Desv. Desviación	,07463		
	Mínimo	,15		
	Máximo	,41		
	Rango	,26		
	Rango intercuartil	,12		
	Asimetría	-,912	,637	
	Curtosis	,350	1,232	
	OEE_DESPUES	Media	,6992	,03452
95% de intervalo de confianza para la media		Límite inferior	,6232	
		Límite superior	,7751	
Media recortada al 5%		,6969		
Mediana		,7200		
Varianza		,014		
Desv. Desviación		,11958		
Mínimo		,54		
Máximo		,90		
Rango		,36		
Rango intercuartil		,24		
Asimetría		-,076	,637	
Curtosis		-1,032	1,232	

Fuente: SPSS 24

## ANÁLISIS INFERENCIAL

Para realizar el análisis de nuestras variables, utilizaremos la prueba de normalidad mediante la herramienta del SPSS, de manera que podamos contrastar la

veracidad de nuestras hipótesis.

Tabla 4 Tipos de muestras en las variables

<b>Tipo de muestra</b>	<b>Descripción</b>	<b>Herramienta a utilizar</b>
<b>Muestra Grande</b>	Cantidad de datos superior a 30.	Kolmogorov Smirnof
<b>Muestra pequeña</b>	Cantidad de datos menores o igual a 30.	Shapiro Wilk

*Fuente Goodness of Fit Tests for Symmetric Distributions, which Statistical Should I Use?*

**Interpretación:** Se utilizará la herramienta de Shapiro Wilk, en función de que la investigación se realizó utilizando 12 datos o muestras.

### Prueba de Normalidad a la variable dependiente

Se trabajó con la siguiente tabla de datos

Tabla 5 Indicadores de variables

Se ma nas	Disponi bilidad_A ntes	Rendimi ento_An tes	Confiabi lidad_A ntes	OEE _Ant es	Disponibi lidad_Desp ues	Rendimie nto_Desp ues	Confiabili dad_Des pues	OEE_ Desp ues
1	0,73	0,6	0,5	0,22	0,9	0,8	0,75	0,54
2	0,82	0,6	0,67	0,33	1	0,8	1	0,8
3	0,73	0,4	0,5	0,15	0,9	0,8	0,75	0,54
4	0,73	0,6	0,75	0,33	1	0,8	1	0,8
5	0,82	0,6	0,75	0,37	0,9	0,8	1	0,72
6	0,82	0,75	0,67	0,41	1	1	0,75	0,75
7	0,73	0,6	0,5	0,22	0,9	0,8	0,75	0,54
8	0,73	0,6	0,75	0,33	1	0,8	0,8	0,64
9	0,73	0,6	0,67	0,29	0,9	1	1	0,9
10	0,82	0,6	0,67	0,33	0,9	0,8	1	0,72
11	0,73	0,6	0,75	0,33	1	0,8	1	0,8
12	0,82	0,6	0,75	0,37	1	0,8	0,8	0,64

Fuente: elaboración propia

### Análisis de la Hipótesis General

A continuación, se realiza la prueba de normalidad para la hipótesis general, se debe decidir si los antecedentes de la variable antes y después son paramétricas o

no paramétricas. Para analizar se utilizará el método estadístico de Shapiro-Wilk, debido que nuestros datos son menores a 30.

**Prueba de decisión:**

Tabla 6 Regla de decision para los datos

	ANT	DESP	CONCLUSIÓN
SIG> 0.05	SI	SI	PARAMETRICO
SIG> 0.05	SI	NO	NO PARAMETRICO
SIG> 0.05	NO	SI	NO PARAMETRICO
SIG> 0.05	NO	NO	NO PARAMETRICO

**Indicador: Índice de OEE Eficiencia Global de los equipos**

**Prueba de normalidad**

Tabla 7 Prueba de normalidad OEE

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístic o	gl	Sig.	Estadístic o	gl	Sig.
OEE_ANTES	,289	12	,006	,892	12	,125
OEE_DESPU ES	,158	12	,200*	,919	12	,274

\*. Esto es un límite inferior de la significación

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: SPSS 24

**Interpretación.** En la tabla 02, se muestra la significancia del índice del OEE en el periodo antes es de  $(0,125) < 0,05$  y el después es de  $(0,274) > 0,05$ , por lo que se observa, según la prueba de decisión, nuestros datos son Paramétricos motivo por el cual obligatoriamente se utilizara la prueba T- Student para validar las hipótesis GENERAL.



### Contrastación de la Hipótesis General:

**Ho.** La implementación del RCM no permitirá incrementar el OEE de los equipos

**Ha.** La implementación del RCM permitirá incrementar el OEE de los equipos

### La regla de la decisión:

**Ho:**  $\mu$  OEE antes  $\geq$   $\mu$  OEEdespues

**Ha:**  $\mu$  OEE antes  $<$   $\mu$  OEEdespues

Tabla 8 Rango de media en la OEE

	N	Media	Desv. Error
OEE_ANTES	12	,3067	,02154
OEE_DESPUES	12	,6992	,03452

Fuente: elaboración propia

**Interpretación:** Se puede observar que según la tabla 8 el nivel promedio de la media en la OEE se incremento de un 30.67% hasta un 69.92%.

Dentro de nuestra investigación se realizó el análisis de los datos que se obtuvieron en función de la aplicación de la herramienta que buscaba incrementar la eficiencia global de las que se encontraban dentro de la empresa, por esta razón, se tiene que observar que se realice un incremento en el sistema de mantenimiento basado en RCM se deberá visualizar un incremento en el promedio de medias del periodo después versus el periodo antes. Utilizando T-Student tenemos lo siguiente:

Tabla 9 Prueba de significancia en la OEE

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro will		
	Estadistic	Gl.	Sign.	Estadistic	GL.	Sign.
OEE_A	,280	12.0	,010	,784	12.0	,006
OEE_D	,417	12.0	,000	,608	12.0	,000

\*. Este es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de la significación de Lilliefors

Fuente: Spss 24

**La interpretación:** Según lo observado en la tabla 9, hemos podido observar que al obtener el nivel de significancia de la OEE, esta presentaba un índice en el estado anterior de (0,06); posteriormente de implementada la herramienta se obtuvo un índice de (0,000). Según lo observado que se presentó en ambos valores, el valor de la significancia tiene un valor menor a 0.05; por tal motivo:

**Ha:  $\mu_{OEE\_a}$  y  $\mu_{OEE\_d} < 0.05$ ,** se realizó la aceptación de la hipótesis alterna, dentro de la cual expresamos lo siguiente:

**El RCM incrementa la OEE de los equipos de bombas centrifugas industriales en la empresa Inversiones Damont E.I.R.L. – 2019.**

### **Análisis inferencial de la primera hipótesis específica**

A continuación, realizaremos la prueba de normalidad para el índice de disponibilidad antes y el índice de disponibilidad después, gracias a esto sabremos si el comportamiento es de una variable paramétrica o no paramétrica. Para ello utilizaremos el estadígrafo de ShapiroWilk, ya que nuestros datos son menos a 30.

**Prueba de decisión:**

Tabla 10 Regla de decisión

	ANT	DESP	CONCLUSIÓN
SIG > 0.05	SI	SI	PARAMETRICO
SIG > 0.05	SI	NO	NO PARAMETRICO
SIG > 0.05	NO	SI	NO PARAMETRICO
SIG > 0.05	NO	NO	NO PARAMETRICO

**Indicador: Índice de disponibilidad - Pruebas de normalidad**

Tabla 11 La prueba de la normalidad en la Disponibilidad

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
DISPONIBILIDAD_ANTES	,374	12	,000	,640	12	,000
DISPONIBILIDAD_DESPUES	,331	12	,001	,650	12	,000

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: spss 24

**Interpretación.** En la tabla 11, se muestra la significancia generada por los niveles de frecuencia, durante el anterior periodo en nivel de disponibilidad presentba una disponibilidad de (0,000); posteriormente a la implementación de la investigación se evidenció un nivel de (0,000), según los datos observados en la anterior tabla, guiándonos de la prueba de decisión, nuestra muestra presentaría datos que son decategoría no paramétrica , razón por la cual tendríamos la obligación de utilizar la prueba WILCOXON para validar las hipótesis.

**La contrastacion en la primera hipótesis principal:**

**Ho:** El RCM no mejora la disponibilidad de los equipos de bombas centrifugas industriales en la empresa Inversiones Damont E.I.R.L. – 2019

**Ha.** El RCM mejora la disponibilidad de los equipos de bombas centrifugas industriales en la empresa Inversiones Damont E.I.R.L. – 2019

**Regla de decisión:**

**Ho:**  $\mu$  DISPONIBILIDAD\_antes  $\geq$   $\mu$  DISPONIBILIDAD\_después

**Ha:**  $\mu$  DISPONIBILIDAD\_antes  $<$   $\mu$  DISPONIBILIDAD \_después

Tabla 12 Rango de media en la Disponibilidad

	N	Media	Desv. Error
DISPONIBILIDAD_antes	12	,7675	,04634
DISPONIBILIDAD_después	12	,9500	,05222

Fuente: Elaboración propia

**Interpretación:** Se puede observar que según la tabla 12 el nivel promedio de la media en la Disponibilidad antes presentaba un valor de 76.75% y luego de implementar la herramienta se incrementó hasta un 95.00%.

Para continuar con la investigación, estamos realizando el estudio sobre como impactara la implementación de un mantenimiento que se encuentra centrado en el nivel de confiabilidad, relacionándolo principalmente con el índice de disponibilidad que se encuentra enfocado en los equipos; por medio de esto aplicando la herramienta de Wilcoxon obtenemos:

### Pruebas NPar

Tabla 13 estadístico de Muestras emparejadas Disponibilidad

#### Estadísticas de muestras emparejadas

		Media	N	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Par 1	DISPONIBILIDAD_ANTES	,7675	12	,04634	,01338
	DISPONIBILIDAD_DESPUES	,9500	12	,05222	,01508

Fuente: spss24

Tabla 14 Significancia de la Disponibilidad

<b>Test Statistics<sup>a</sup></b>	
DISPONIBILIDAD_DESPUES - DISPONIBILIDAD_ANTES	
Z	-3,082 <sup>b</sup>
Asymp. Sig. (2-tailed)	,002

a. Wilcoxon Signed Ranks Test

b. Based on negative ranks.

Fuente spss24

**La interpretación:** Según la tabla 13 se puede observar, que luego de realizar la comparación en los índices de las medias el indicador de la disponibilidad está presentando un valor promedio anteriormente de (0,7675); y posterior a la implementación, refleja un valor de (0,95), de manera que se presenta un notable incremento en el valor de sus medias respectivamente.

También podemos observar en la tabla 11, que el valor de la significancia que arroja la herramienta tiene un valor de 0.002, este valor es inferior al límite permitido de 0.05. por tal motivo, y con relación a la regla de decisión, se expresa lo siguiente:

**Ha:**  $\mu_{\text{disponibilidad}_a} < \mu_{\text{disponibilidad}_d}$ , por tal motivo se queda demostrado y aceptado la hipótesis alterna, dentro de la cual, nos expresa que:

**El RCM mejora la disponibilidad de los equipos de bombas centrifugas industriales en la empresa Inversiones Damont E.I.R.L. – 2019**

### **Análisis inferencial de la segunda hipótesis específica**

Por último, realizaremos RENDIMIENTO de los equipos realizaremos primero la prueba de normalidad gracias a esto sabremos, que si se presenta un comportamiento relacionado hacia un indicador de tipo paramétrico o de tipo no paramétrico. Para ello utilizaremos la herramienta de ShapiroWilk, razón por la que estamos utilizando una cantidad de datos que son inferiores a 30.

**Prueba de decisión:**

Tabla 15 Regla de decisión

	ANT	DESP	CONCLUSIÓN
SIG> 0.05	SI	SI	PARAMETRICO
SIG> 0.05	SI	NO	NO PARAMETRICO
SIG> 0.05	NO	SI	NO PARAMETRICO
SIG> 0.05	NO	NO	NO PARAMETRICO

**Indicador: RENDIMIENTO**

Tabla 16 Prueba de normalidad Rendimiento

	Tests of Normality					
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
RENDIMIENTO_ANTES	,439	12	,000	,589	12	,000
RENDIMIENTO_DESPUES	,499	12	,000	,465	12	,000

a. Lilliefors Significance Correction

Fuente spss 24

**Interpretación.** Con relación a la tabla 16, se puede observar que se esta presentando un nivel dentro de la significancia que se encuentra en el RENDIMIENTO, presentando en el periodo anterior (0,000); presentando posteriormente un índice de(0,000), por lo que se observa, según la prueba de decisión, los datos presentados , son de característica no paramétricas, de manera que se emplera de manera obligada la prueba WILCOXON para validar las hipótesis.

**Contrastación de la segunda hipótesis específica 2:**

**Ho.** El RCM No mejora el rendimiento de los equipos de bombas centrifugas industriales en la empresa Inversiones Damont E.I.R.L. - 2019

**Ha:** El RCM mejora el rendimiento de los equipos de bombas centrifugas industriales en la empresa Inversiones Damont E.I.R.L. - 2019

**Regla de decisión:**

**Ho:**  $\mu\text{RENDIMIENTO\_anterior} \geq \mu\text{RENDIMIENTO\_posterior}$

**Ha:**  $\mu\text{RENDIMIENTO\_anterior} < \mu\text{RENDIMIENTO\_posterior}$

Dentro de la investigación realizada, se desarrolló el estudio que presentaría el impacto que tiene la implementación de un mantenimiento que se encuentre enfocado en mantener la confiabilidad RCM, dentro del rendimiento de los equipos de las bombas centrifugas.

Utilizando Wilcoxon validamos la hipótesis específica 2.

**Pruebas NPar**

Tabla 17 Pruebas Npar para el Rendimiento

<b>Descriptive Statistics</b>					
	N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum
RENDIMIENTO_ANTES	12	,5958	,07525	,40	,75
RENDIMIENTO_DESPUES	12	,8333	,07785	,80	1,00

Fuente Spss 24

Tabla 18 Prueba de significancia Rendimiento

<b>Test Statistics<sup>a</sup></b>	
RENDIMIENTO_DESPUES - RENDIMIENTO_ANTES	
Z	-3,213 <sup>b</sup>
Asymp. Sig. (2-tailed)	,001

a. Wilcoxon Signed Ranks Test

b. Based on negative ranks.

Fuente Spss 24

**Interpretación:** Con relación a la tabla 17, dentro de la cual se realizó la comparación del índice de medias, se obtuvo que presentó un RENDIMIENTO anteriormente de (0,5958); posteriormente se llegó a (0,8333). Por lo cual se evidencian un significativo INCREMENTO durante todo el proceso.

También según la prueba de significancia podemos observar un valor de 0.001, este resultando muestra un valor inferior al 0.05 permitido, por tal motivo y siguiendo la regla principal de decisión, que nos indica principalmente que:

**Ha:**  $\mu_{\text{RENDIMIENTO}_a} < \mu_{\text{RENDIMIENTO}_{\text{despues}}}$ , por lo que se queda completamente aceptada la hipótesis alterna, dentro de la cual queda indicado que:

**El RCM mejora el rendimiento de los equipos de bombas centrifugas industriales en la empresa Inversiones Damont E.I.R.L. - 2019**

#### **Análisis inferencial de la tercera hipótesis específica**

Por último, realizaremos CONFIABILIDAD de los equipos realizaremos primero la prueba de normalidad gracias a esto sabremos como se desarrolla el comportamiento dentro de las variables, de manera que podremos identificar si se trat de una paramétrica o una que sea no paramétrica. Para ello utilizaremos el estadígrafo de ShapiroWilk, ya que nuestros datos son menos a 30.

#### **Prueba de decisión:**

Tabla 19 Regla de decisión

	<b>ANT</b>	<b>DESP</b>	<b>CONCLUSIÓN</b>
SIG> 0.05	<b>SI</b>	<b>SI</b>	<b>PARAMETRICO</b>
SIG> 0.05	SI	NO	NO PARAMETRICO
SIG> 0.05	<b>NO</b>	<b>SI</b>	<b>NO PARAMETRICO</b>
SIG> 0.05	<b>NO</b>	<b>NO</b>	<b>NO PARAMETRICO</b>



**Indicador: CONFIABILIDAD**

Tabla 20 Prueba de normalidad en la Confiabilidad

	Tests of Normality					
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
CONFIABILIDAD_ANT ES	,285	12	,008	,758	12	,003
CONFIABILIDAD_DES PUES	,328	12	,001	,706	12	,001

a. Lilliefors Significance Correction

Fuente Spss24

**Interpretación.** Dentro de la tabl 20 , se observa el nivel de la significancia que presentó el índice de CONFIABILIDAD, en el primer escenario se presenta un valor de (0,003); posteriormente dentro del periodo llega a presentar un nivel de(0,001), por lo tanto se ha logrado observar, según la prueba de decisión, los datos utilizados presentan una razon de ser No Parámetros,por tal motivo nos vimos con la funcion de utilizar la herramiendo de la prueba de WILCOXON, necesaria para validar las hipótesis.

**Contrastación de la segunda hipótesis específica 3:**

**Ho:** El RCM no incrementa la confiabilidad de los equipos de bombas centrifugas industriales en la empresa Inversiones Damont E.I.R.L. - 2019

**Ha:** El RCM incrementa la confiabilidad de los equipos de bombas centrifugas industriales en la empresa Inversiones Damont E.I.R.L. - 2019

**La regla en la decisión:**

**Ho:**  $\mu_{\text{CONFIABILIDAD\_antes}} \geq \mu_{\text{CONFIABILIDAD\_después}}$

**Ha:**  $\mu_{\text{CONFIABILIDAD\_antes}} < \mu_{\text{CONFIABILIDAD\_después}}$

Dentro de la investigación se está desarrollando un estudio que se encuentra enfocado con relación al impacto de la gestión del mantenimiento que se encuentr enfocado en el RCM con relación a la CONFIABILIDAD de los equipos.

Utilizando Wilcoxon validamos la hipótesis específica 3.

### Pruebas NPar

Tabla 21 Prueba Npar para la Confiabilidad

Descriptive Statistics					
	N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum
CONFIABILIDAD_ANTES	12	,6608	,10344	,50	,75
CONFIABILIDAD_DESPUES	12	,8833	,12309	,75	1,00

Fuente Spss 24

Tabla 22 Prueba significancia Confiabilidad

Test Statistics <sup>a</sup>	
CONFIABILIDAD_DESPUES - CONFIABILIDAD_ANTES	
Z	-3,108 <sup>b</sup>
Asymp. Sig. (2-tailed)	,002

a. Wilcoxon Signed Ranks Test

b. Based on negative ranks.

Fuente Spss 24

**La interpretación:** En función de lo observado en la tabla 21 podemos ver la comparación de las medidas que se han presentado en el índice de CONFIABILIDAD anteriormente (0,6608) y posteriormente (0,8833); presentándose un significativo INCREMENTO después de implementar la investigación.

También podemos observar que según la tabla 22, se presenta un valor de significancia de 0.002, este resultado muestra un rango menor a 0.05, el valor máximo permitido. Por ello según la regla definida nos dice:

**Ha:  $\mu$ CONFIABILIDAD\_antes <  $\mu$  CONFIABILIDAD\_despues**, queda totalmente aceptada lo propuesto por la hipótesis que es alterna, la cual nos expresaba que:

**El RCM incrementa la confiabilidad de los equipos de bombas centrifugas industriales en la empresa Inversiones Damont E.I.R.L. - 2019**

El RCM incrementa la eficiencia global de los equipos de bombas centrifugas industriales en la empresa Inversiones Damont E.I.R.L. – 2019.

Presentando también las siguientes hiotesisi especificas:

El RCM mejora la disponibilidad de los equipos de bombas centrifugas industriales en la empresa Inversiones Damont E.I.R.L. – 2019

## V. DISCUSIÓN

### **La discusión en función de la hipótesis general**

El objetivo es determinar si la aplicación del RCM incrementara la OEE de las electrobombas, en la empresa inversiones damont E.I.R.L. El Agustino. La OEE antes y después de la aplicación del RCM, donde se suele ver que la OEE antes de la aplicación estuvo en 30.67% y luego de la aplicación fue de 69.92%, en consecuencia, se obtuvo un incremento de 39.25%. por la cual se acepta la hipótesis general, siendo validado que hay un incremento de la OEE. Este incremento también se vio observado en el trabajo de Ramirez (2012), investigación en la cual logró incrementar el nivel de confiabilidad de las aeronaves, mediante el análisis detallado y la identificación de los fallos que se realizaban durante las operaciones de vuelo, de manera que se pudo incrementar el nivel de confiabilidad de todos los equipos.

### **Discusión de la hipótesis específica 1**

Se presentó como objetivo el lograr incrementar el presente nivel de disponibilidad que se mantenía en las electrobombas de la empresa inversiones damont, donde se persive que la disponibilidad antes de la aplicación se obtuvo el 76.75% y después de la aplicación fue de 95%, en consecuencia, se obtuvo un incremento del 18.25% de disponibilidad. En consecuencia, se acepta la hipótesis general siendo validado la disponibilidad en la empresa. Esta afirmación se ve contrastada en la investigación de Vasquez (2008), dentro de la cual se desarrolló un modelo de RCM que permitiría el incremento que se manejaba en la disponibilidad con relación a los motores de Detroit Diesel que se encuentran en la empresa, realizándolo mediante el desarrollo de subsistemas que permitieron identificar a mayor detalle los métodos que generaban las fallas y sus consecuencias, de manera que se pudo obtener un incremento tanto en la disponibilidad como posteriormente en la productividad general de la empresa.

## **Discusion de la hipotesis específica 2**

Se tiene como objetivo incrementar el rendimiento de las electrobombas de la empresa inversiones damont, donde se persive el rendimiento antes de la aplicacion se obtuvo el 59.58% y despues de la aplicacion fue de 83.33, en consecuencia, se obtuvo un incremento de 23.75% del rendimiento. En consecuencia, se acepta la hipotesis general siendo validado el rendimiento en la empresa. En función de lo mencionado, tenemos el trabajo de Mejia (2017), en el cual realizo un pan de RCM que estuvo centrado en las maquinas de elaborcion de alcohol etilico, este plan le permitió diseñar un modelo de funcionamiento que permitiría mejorar la disponibilidad de estas maquinaria, como resultado de este proyecto, se generó un incremento del rendimiento de estas maquinas productoras de alcohol etilico, de manera que se logró generar un incremento considerable dentro del área de productividad presentando un margen de hasta un 7% equivalente a 24000 litros de alcohol mensual.

## **Discusion de la hipotesis específica 3**

Se presentó como nuestro principal objetivo aumentar la confiabilidad en las electrobombas que se encuentran dentro de la empresa inversiones damont, donde se persive la confiabilidad antes de la aplicacion donde se obtuvo el 66.08% y despues de la aplicacion fue de 88.33, en consecuencia, se obtuvo un incremento de 22.25% de la confiabilidad. En consecuencia, se acepta la hipotesis general siendo validado la confiabilidad en la empresa. En función de lo mencionado, tenemos a la investigación de Eguzquiza (2017), trabajo en el cual se implemento el TPM ( Mantenimiento de manera productiv total), dentro del cual se logró mejorar la productividad en el área de mantenimiento, esta implementación se realizo por medio de una unvestigacion que permitió establecer los planes de mantenimiento, los métodos, las normas y los procedimientos que generaban un aumento en la vid útil de las flotas vehiculares, se diseñó también un plan de trabajo que se enfocaba en mantenimientos independientes y por cada diseño y tipo de maquina, de mnera que se cuente con la participación de toda el rea de trabajo para de esta manera poder tener un conocimiento ms general del sistema de trabajo. Con esta

herramienta pudieron incrementar los índices de productividad desde un 0.46. hasta llegar a un 0.72. esto lo generaron logrando capacitar a todo personal para poder resolver las tareas básicas del mantenimiento y también se pudo reducir las fallas que generaban una inoperatividad de las maquinarias. Permitiendo de esta manera reforzar la confianza con los clientes y cumplir con los pedidos establecidos.

## VI. CONCLUSIONES

En la realización de este trabajo de investigación se logró analizar las deficiencias que hay en el área de mantenimiento, estas causas son, no tener registros estadísticos, electrobombas antiguas y la falta de capacitación de la cuadrilla.

1. Con relación a la hipótesis general se llegó a la conclusión que con la implementación del mantenimiento que está centrado principalmente en la confiabilidad se logra incrementar considerablemente al indicador de eficiencia global, como se puede evidenciar en el cuadro Nro. por lo tanto, el incremento de la OEE fue en un 39.25%.
2. De la hipótesis específica 1, se ha logrado concluir que el mantenimiento que se implementó centrándose en la confiabilidad logró incrementar de manera significativa al indicador de disponibilidad, como se puede evidenciar en el cuadro Nro. por lo tanto, el incremento de la disponibilidad fue en un 18.25%.
3. En función de la hipótesis específica 2, se llegó a la conclusión de que el mantenimiento que se aplicó enfocándose en la confiabilidad logra incrementar significativamente al indicador de rendimiento, como se puede evidenciar en el cuadro Nro. por lo tanto, el incremento del rendimiento fue de un 23.75%.
4. De la hipótesis específica 3, finalmente, se logró llegar a la conclusión de que utilizando el mantenimiento que se desarrolla por medio de la confiabilidad se puede incrementar considerablemente al indicador de confiabilidad, como se puede evidenciar en el cuadro Nro. por lo tanto, el incremento de la confiabilidad fue de un 22.25%.

## VII. RECOMENDACIONES

Para llevar a cabo los objetivos, será de prioridad realizar una planificación del mantenimiento proactivo y preventivo, enfocada en la corrección e identificación de todas las causas individuales que también originan las fallas en los equipos, mantener un constante seguimiento y medición de estas anomalías.

Instalar manómetros conectados a presión a los sistemas, con el fin de saber cuánto es la presión que se encuentra dentro de las líneas y poder evitar rupturas de tuberías y daño a los equipos electro mecánicos.

Incrementar la eficiencia dentro de todo el sector de mantenimiento contando con la disposición de todos los trabajadores y que estén comprometidos hacia el medio y los equipos así como capacitaciones a la cuadrilla, haci poder tener su FCE la empresa.



## REFERENCIAS

1. SOTO, Jeanpierre. Mantenimiento basado en la confiabilidad para el mejoramiento de la disponibilidad mecánica de los volquetes faw en GYM S.A. Tesis (Ingeniero mecánico). Perú: Universidad nacional del centro de Perú, 2016. 89 pp.
2. CORDOVA, Roberto. Implantación del mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM) a los hornos convertidores Pierce Smith de la fundición de cobre en southern Peru cooper corporation. Tesis (Ingeniero mecánico). Perú: Universidad Nacional de Ingenieria, 2005. 221 pp.
3. COSTA, Mastin. Aplicación del mantenimiento centrado en la confiabilidad a motores a gas de dos tiempos en pozos de alta producción. Tesis( Ingeniero mecanico). Peru : Universidad católica del Peru, 2010. 120pp.
4. HUANCAYA, Christian. Mejora de la disponibilidad mecánica y confiabilidad operacional de una flota de cosechadoras de cala de azúcar de 40t/h de capacidad. Tesis (Ingeniero mecánico). Perú: Universidad católica del Perú, 2016. 103 pp.
5. OLAZO, Renzo. Propuesta de mejora de mantenimiento utilizando RCM en la línea de producción de xantato de la industria química. Tesis (Ingeniero industrial). Perú: Universidad peruana de ciencias aplicadas, 2017. 141 pp.
6. ZAPATA, Emilio. Análisis de falla de cojinetes de biela de camiones de 2300 HP para minería. Tesis (ingeniería mecánica). Perú: universidad católica del Perú, 2007. 94 pp.
7. RAMIREZ, Yezid. Análisis de confiabilidad de la flota de aeronaves de la escuela de aviación del pacifico. Tesis (ingeniería aeronáutica). Bogotá: Universidad de san buena aventura, 2012. 153pp.

8. RAMIREZ, Samuel. Análisis de datos de falla. Tesis (Grado de maestría). Colombia: Universidad nacional de Colombia, 2014. 203pp.
9. MEJIA, Ricardo. Propuesta de un plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM) para mejorar la productividad de la empresa ERSA transportes y servicios S.R.L. Tesis (Ingeniero industrial). Colombia: Universidad católica santo Toribio de mogrovejo, 2017. 243pp.
10. SANSON FOGLIATTO Flavio, Rapid exchange of tools: method steps and case study. Laboratório de Otimização de Produtos e Processos da Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande, 2003. ISBN: 1806-9649. Revisado online el 07 de junio de 2019  
Extraído de:  
[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0104-530X2003000200004&lang=es](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-530X2003000200004&lang=es).
11. PAUKA REIS Mario, A method for the calculation of economic benefits and development of setup time reduction strategies. São José dos Campos , Brazil, 2010. ISBN: 0104-530X. Revisado online el 07 de junio de 2019  
Extraído de:  
[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0104-530X2010000300011&lang=es](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-530X2010000300011&lang=es).
12. CONCEICAO VIEIRA Samuel, Development and implementation of a SMED methodology in contract manufacturing environments. Departamento de Engenharia de Produção, Universidade Federal de Minas Gerais, 2009. ISBN: 1806-9649. Revisado online el 07 de junio de 2019  
Extraído de:  
[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0104-530X2009000300004&lang=es](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-530X2009000300004&lang=es).
13. CRUELLES y Agustín (2013), Productividad e incentivos: Cómo hacer que los tipos de fabricación se cumplan. Primera edición. México: Alfa Omega Grupo Editor, 202 pp.  
ISBN: 978-607-707-578-3

14. CRUELLES y Agustín (2013), Ingeniería Industrial Métodos de trabajo, tiempos y su Aplicación a la planificación y la mejora continua. Primera edición. México: Alfa Omega Grupo Editor, 2013. 803 pp.  
ISBN: 978-607-707-651-3
15. GUTIERREZ (2009), Control estadístico de calidad y Seis Sigma. 2ª Ed. México. Editorial MC-Graw Hill / Interamericana Editores S.A de CV
16. HERNANDEZ, Fernández, y Baptista (2014), Metodología de la investigación, 6ª Ed. México: Edamsa Impresiones, 2014. 600 pp.  
ISBN: 978-1-4562-23960.
17. HERNANDEZ Y VIZAN (2013), Lean Manufacturing conceptos, técnicas e implantación.  
ISBN: 978-8415-061403
18. RADAJELL Y SANCHEZ (2010), Lean Manufacturing la evidencia de una necesidad.  
ISBN: 978-84-7978-967-1
19. SHINGO (2013), Una revolución en la producción: el sistema SMED ISBN: 978-84-87022-02-9.
20. VALDERRAMA (2013), Santiago. Pasos para elaborar proyectos de investigación Científica cuantitativa, cualitativa y mixta. Quinta edición. Lima: Editorial San Marcos, 495 pp.  
ISBN: 978-612-302-878-7
  
21. ALONSO, Ángel. Conceptos de organización industrial. Barcelona: Marcombo S.A, 1998. 254 pp.  
ISBN: 84-267-1139-1
22. HERNANDEZ, Juan y VIZAN, Antonio. Lean Manufacturing conceptos, técnicas e implantación. Madrid: Fundación EOI, 2013. 178 pp.  
ISBN: 978-84-15061-40-3

**ANEXOS**

**ANEXO 1  
Diagrama de ISHIKAHUA**

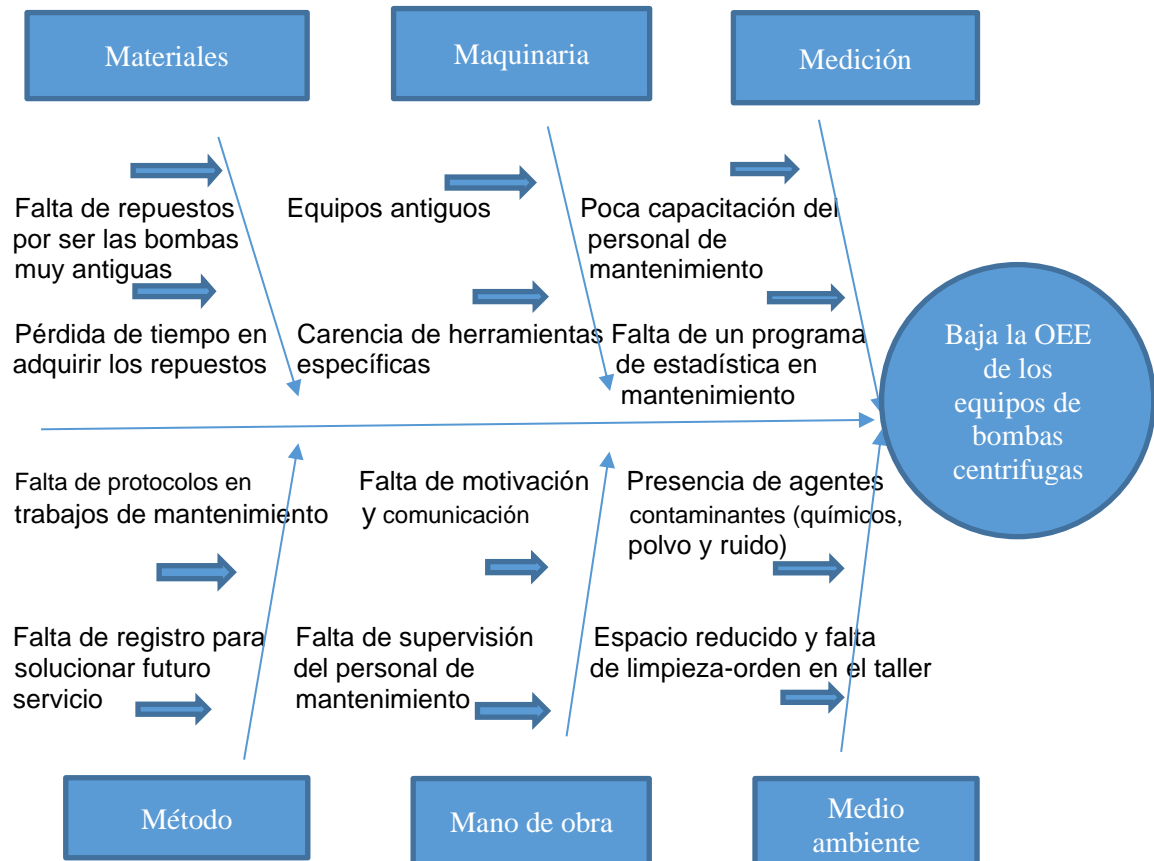
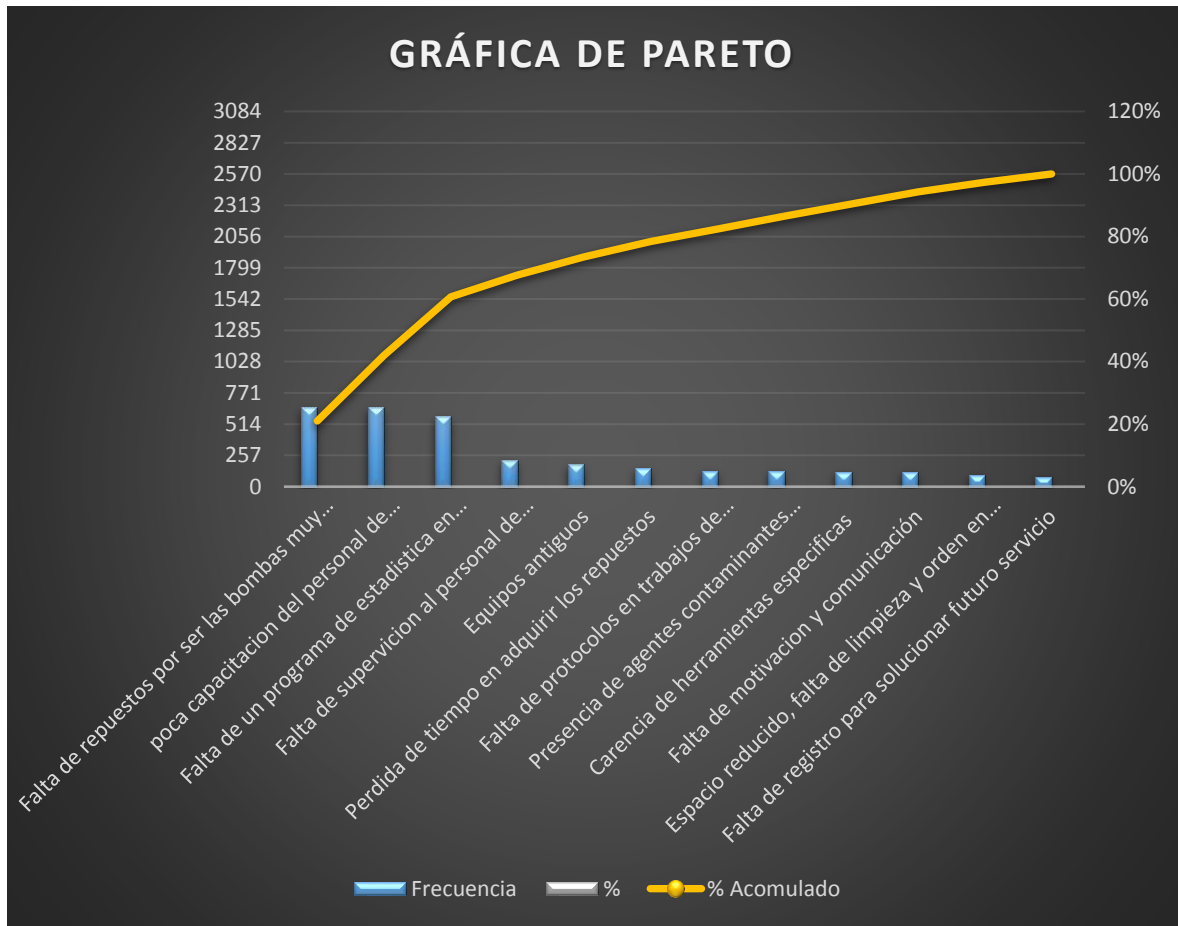



Gráfico 1. Fuente propia

ANEXO 2 Gráfica de Pareto



**ANEXO 3**
**DISPONIBILIDAD DE LOS EQUIPOS ANTES**

 <b>INVERSIONES DAMONT</b> <b>E.I.R.L. RUC.</b> <b>20451460731</b>				Disponibilidad de los equipos									
<b>EQUIPO</b>				Bombas Centrifugas			Área	Mantenimiento					
<b>INSPECCIONADO</b>				Juan Aníbal Porras Balbín									
<b>JEFE DE AREA</b>				Danny Montes Flores			Año	2019					
<b>SEMANAS</b>	Sem. 1	Sem. 2	Sem. 3	Sem. 4	Sem. 5	Sem. 6	Sem. 7	Sem. 8	Sem. 9	Sem. 10	Sem. 11	Sem. 12	
Periodo operativo de las bombas centrífugas en horas	40	45	40	40	45	45	40	40	40	45	40	45	
periodo planificado en horas	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	
Disponibilidad de los equipos	72.7 %	81.8 %	72.7 %	72.7 %	81.8 %	81.8 %	72.7 %	72.7 %	72.7 %	81.8 %	72.7 %	81.8 %	

Fuente: propia

**ANEXO 4**
**RENDIMIENTO DE LOS EQUIPOS ANTES**


 <b>INVERSIONES DAMONT</b> <b>E.I.R.L. RUC.</b> <b>20451460731</b>				Rendimiento de los equipos									
<b>EQUIPO</b>				Bombas Centrifugas			Área	Mantenimiento					
<b>INSPECCIONADO</b>				Juan Aníbal Porras Balbín									

JEFE DE ÁREA			Danny Montes Flores				Año	2019					
SEMANAS	Sem. 1	Sem. 2	Sem. 3	Sem. 4	Sem. 5	Sem. 6	Sem. 7	Sem. 8	Sem. 9	Sem. 10	Sem. 11	Sem. 12	
Número de días de trabajo	3	3	2	3	3	4	3	3	3	3	3	3	
Total, de días	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	
Rendimiento de los equipos	60%	60%	40%	60%	60%	75%	60%	60%	60%	60%	60%	60%	

Fuente: propia


### ANEXO 5

### CALIDAD DE LOS EQUIPOS ANTES

 <p>INVERSIONES DAMONT E.I.R.L. RUC. 20451460731</p>		Confiabilidad de los equipos											
EQUIPO	Bombas Centrifugas						Área	Mantenimiento					
INSPECCIONADO	Juan Aníbal Porrás Balbín												
JEFE DE AREA	Danny Montes Flores						Año	2019					
SEMANAS	Sem. 1	Sem. 2	Sem. 3	Sem. 4	Sem. 5	Sem. 6	Sem. 7	Sem. 8	Sem. 9	Sem. 10	Sem. 11	Sem. 12	
Numero de trabajos conformes	2	2	2	3	3	2	2	3	2	2	3	3	
Total, de trabajos realizados	4	3	4	4	4	3	4	4	3	3	4	4	
Calidad de los equipos	50%	66.6%	50%	75%	75%	66.6%	50%	75%	66.6%	66.6%	75%	75%	

Fuente: propia


**ANEXO 6**
**DISPONIBILIDAD DE LOS EQUIPOS DESPUÉS**

 <b>INVERSIONES DAMONT</b> <b>E.I.R.L. RUC.</b> <b>20451460731</b>				Disponibilidad de los equipos									
<b>EQUIPO</b>				<b>Bombas Centrifugas</b>			<b>Área</b>	<b>Mantenimiento</b>					
<b>INSPECCIONADO</b>				Juan Aníbal Porras Balbín									
<b>JEFE DE ÁREA</b>				Danny Montes Flores			<b>Año</b>	<b>2019</b>					
<b>SEMANAS</b>	<b>Sem. 1</b>	<b>Sem. 2</b>	<b>Sem. 3</b>	<b>Sem. 4</b>	<b>Sem. 5</b>	<b>Sem. 6</b>		<b>Sem. 7</b>	<b>Sem. 8</b>	<b>Sem. 9</b>	<b>Sem. 10</b>	<b>Sem. 11</b>	<b>Sem. 12</b>
Periodo operativo de las bombas centrifugas en horas	50	55	50	55	50	55	50	55	50	50	55	55	
periodo planificado en horas	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	
Disponibilidad de los equipos	90.9 %	100%	90.9 %	100%	90.9 %	100%	90.9	100%	90.9 %	90.9 %	100%	100%	

Fuente: propia



**ANEXO 7**
**RENDIMIENTO DE LOS EQUIPOS DESPUES**

				Rendimiento de los equipos									
INVERSIONES DAMONT E.I.R.L. RUC. 20451460731													
EQUIPO				Bombas Centrifugas			Área	Mantenimiento					
INSPECCIONADO				Juan Aníbal Porras Balbín									
JEFE DE ÁREA				Danny Montes Flores			Año	2019					
SEMANAS	Sem. 1	Sem. 2	Sem. 3	Sem. 4	Sem. 5	Sem. 6	Sem. 7	Sem. 8	Sem. 9	Sem. 10	Sem. 11	Sem. 12	
Número de días de trabajo	4	4	4	4	4	5	4	4	5	4	4	4	
Total, de días	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	
Rendimiento de los equipos	80%	80%	80%	80%	80%	100%	80%	80%	100%	80%	80%	80%	

Fuente: propia

**ANEXO 8**
**CALIDAD DE LOS EQUIPOS DESPUÉS**

		Confiableza de los equipos						
INVERSIONES DAMONT E.I.R.L. RUC. 20451460731								
EQUIPO	Bombas Centrifugas			Área	Mantenimiento			
INSPECCIONADO	Juan Aníbal Porras Balbín							
JEFE DE ÁREA	Danny Montes Flores			Año	2019			

SEMANA S	Sem. 1	Sem. 2	Sem. 3	Sem. 4	Sem. 5	Sem. 6	Sem. 7	Sem. 8	Sem. 9	Sem. 10	Sem. 11	Sem. 12
Numero de trabajos conforme s	3	3	3	4	4	3	3	4	3	3	4	4
Total, de trabajos realizado s	4	3	4	4	4	4	4	5	3	3	4	5
Calidad de los equipos	75%	100%	75%	100%	100%	75%	75%	80%	100%	100%	100%	80%

Fuente: propia

**ANEXO 9**
**VARIABLE DEPENDIENTE: EFICIENCIA GLOBAL**
**EFICIENCIA GLOBAL DE LOS EQUIPOS ANTES**

SEMANAS	Sem. 1	Sem. 2	Sem. 3	Sem. 4	Sem. 5	Sem. 6	Sem. 7	Sem. 8	Sem. 9	Sem. 10	Sem. 11	Sem. 12
Disponibilidad	0.727	0.818	0.727	0.727	0.818	0.818	0.727	0.727	0.727	0.818	0.727	0.818
Rendimiento	0.600	0.600	0.400	0.600	0.600	0.750	0.600	0.600	0.600	0.600	0.600	0.600
Confiabilidad	0.500	0.666	0.500	0.750	0.750	0.666	0.500	0.750	0.666	0.666	0.750	0.750
OEE	0.218	0.326	0.145	0.327	0.368	0.408	0.218	0.327	0.290	0.326	0.327	0.368

Fuente: propia

**EFICIENCIA GLOBAL DE LOS EQUIPOS DESPUES**

SEMANAS	Sem. 1	Sem. 2	Sem. 3	Sem. 4	Sem. 5	Sem. 6	Sem. 7	Sem. 8	Sem. 9	Sem. 10	Sem. 11	Sem. 12
Disponibilidad	0.909	1	0.909	1	0.909	1	0.909	1	0.909	0.909	1	1
Rendimiento	0.800	0.800	0.800	0.800	0.800	1	0.800	0.800	1	0.800	0.800	0.800
Confiabilidad	0.750	1	0.750	1	1	0.750	0.750	0.800	1	1	1	0.800
OEE	0.545	0.800	0.545	0.800	0.727	0.750	0.545	0.640	0.909	0.727	0.800	0.640

Fuente: propia

**APLICACIÓN DE LA VARIABLE DEPENDIENTE QUE PERMITEN CALCULAR LA EFICIENCIA GLOBAL DE LOS EQUIPOS CRITICOS**

Al aplicar los indicadores del mantenimiento presentamos los registros de falla de las electro bombas, recopilando los tiempos de funcionamiento y los tiempos de reparacion de los equipos.

**TIEMPO PROMEDIO ENTRE PARADAS**

MES	TAREA	INICIO	DURACION EN DIAS	FIN	DURACION EN HORAS (11h)
-----	-------	--------	------------------	-----	-------------------------

MAYO	1	02/05/2019	2	03/05/2019	22
	2	06/05/2019	5	10/05/2019	55
	3	13/05/2019	5	17/05/2019	55
	4	20/05/2019	5	24/05/2019	55
	5	27/05/2019	5	31/05/2019	55
TOTAL	5				242
<b>MES</b>	<b>TAREA</b>	<b>INICIO</b>	<b>DURACION EN DIAS</b>	<b>FIN</b>	<b>DURACION EN HORAS (11h)</b>
MAYO	1	02/05/2019	2	03/05/2019	22
	2	06/05/2019	5	10/05/2019	55
	3	13/05/2019	5	17/05/2019	55
	4	20/05/2019	5	24/05/2019	55
	5	27/05/2019	5	31/05/2019	55
TOTAL	5				242
<b>MES</b>	<b>TAREA</b>	<b>INICIO</b>	<b>DURACION EN DIAS</b>	<b>FIN</b>	<b>DURACION EN HORAS (11h)</b>
JULIO	1	01/07/2019	5	05/07/2019	55
	2	08/07/2019	5	12/07/2019	55
	3	15/07/2019	5	19/07/2019	55
	4	22/07/2019	5	26/07/2019	55
	5	30/07/2019	2	31/07/2019	22
TOTAL	5				242

En esta tabla se muestran el numero de paradas por cada tres meses, siendo los dias de operación de las electro bombas (11h/dia) y las horas de funcionamiento por dia, con lo cual a de calcularse el tiempo promedio entre paradas (MTBF).

$$\text{MTBF (h)} = \text{Horas operadas/numero de paradas}$$

#### Tiempos promedio entre paradas

MTBF (h)		
MESES		
MAYO	JUNIO	JULIO
48.4	55	48.4

En la tabla se muestra la sintesis de los tiempos promedio entre paradas en los meses respectivos, por consiguiente se utilizara para calcular la disponibilidad de cada mes

**TIEMPO PROMEDIO PARA REPARAR (MTTR)**

MES	TAREA	FECHA	DURACION EN HORAS
MAYO	1	08-05-19	7
	2	16-05-19	7
	3	15-05-19	7
	4	17-05-19	7
	5	21-05-19	7
	6	23-05-19	7
	7	27-05-19	7
	8	29-05-19	7
TOTAL	8		56
MES	TAREA	FECHA	DURACION EN HORAS
JUNIO	1	07-06-19	7
	2	12-06-19	7
	3	14-06-19	7
	4	17-06-19	7
	5	19-06-19	8
	6	23-06-19	7
	7	27-06-19	7
TOTAL	7		50
MES	TAREA	FECHA	DURACION EN HORAS
JULIO	1	02-07-19	8
	2	05-07-19	8
	3	08-07-19	8
	4	10-07-19	8
	5	12-07-19	7
	6	19-07-19	8
	7	24-07-19	7
TOTAL	7		54

MTTR(h) = Tiempo total de paradas/Numero de paradas

Tiempo promedio para reparar

MTTR (h)		
MES		
MAYO	JUNIO	JULIO
7	7.1	7.7

Se muestra en resumen los tiempos promedio para reparar en tres meses antes que se utilizaran para hallar la disponibilidad de cada mes.

EQUIPO		MAYO			JUNIO			JULIO		
		MTBF (h)	MTTR (h)	D %	MTBF (h)	MTTR (h)	D %	MTBF (h)	MTTR (h)	D %
ELECTROBO		48.4	7	85.5%	55	7.1	87%	48.4	7.7	84%
MBAS		48.4	7	85.5%	55	7.1	87%	48.4	7.7	84%

En la tabla se observa que en el mes de junio se presenta una disponibilidad alta de 87%, siendo para el mes de julio una disponibilidad baja de 84% y en el mes de mayo una disponibilidad de 85.5%. como se puede observar en ninguno de los meses se llega a una disponibilidad maxima al 100%, en consecuencia esto es debido a paradas y reparaciones de los equipos son continuos lo que afecta la probabilidad en las electrobombas centrifugas.

$$D = \frac{MTBF - MTTR}{MTBF} \times 100$$

MTBF: Tiempo promedio entre paradas

MTTR: Tiempo promedio para reparar

D(%): Disponibilidad

MES	TAREA	INICIO	DURACION EN DIAS	FIN	DURACION EN HORAS (11h)
AGOSTO	1	01/08/2019	2	02/08/2019	22
	2	05/08/2019	5	09/08/2019	55
	3	12/08/2019	5	16/08/2019	55
	4	19/08/2019	5	23/08/2019	55
	5	26/08/2019	5	29/08/2019	55
TOTAL	5				242
MES	TAREA	INICIO	DURACION EN DIAS	FIN	DURACION EN HORAS (11h)
SETIEMBRE	1	02/09/2019	5	06/09/2019	55
	2	09/09/2019	5	13/09/2019	55
	3	16/09/2019	5	20/09/2019	55
	4	23/09/2019	5	27/09/2019	55

	5	30/09/2019	1	30/09/2019	11
<b>TOTAL</b>	5				231
<b>MES</b>	<b>TAREA</b>	<b>INICIO</b>	<b>DURACION EN DIAS</b>	<b>FIN</b>	<b>DURACION EN HORAS (11h)</b>
<b>OCTUBRE</b>	1	01/10/2019	4	04/10/2019	44
	2	07/10/2019	5	11/10/2019	55
	3	14/10/2019	5	18/10/2019	55
	4	21/10/2019	5	25/10/2019	55
	5	28/10/2019	4	31/10/2019	44
<b>TOTAL</b>	5				253
<b>MTBF (h)</b>					
<b>MESES</b>					
<b>AGOSTO</b>	<b>SETIEMBRE</b>	<b>OCTUBRE</b>			
48.4	46.2	50.6			

MES	TAREA	FECHA	DURACION EN HORAS
<b>AGOSTO</b>	1	08-08-19	2
	2	16-08-19	3
	3	28-08-19	2
<b>TOTAL</b>	3		7
MES	TAREA	FECHA	DURACION EN HORAS
<b>SETIEMBRE</b>	1	11-09-19	4
	2	18-09-19	4
	3	27-09-19	3
<b>TOTAL</b>	3		11
MES	TAREA	FECHA	DURACION EN HORAS
<b>OCTUBRE</b>	1	07-10-19	3
	2	24-10-19	3
	3	30-10-19	3
<b>TOTAL</b>	3		9

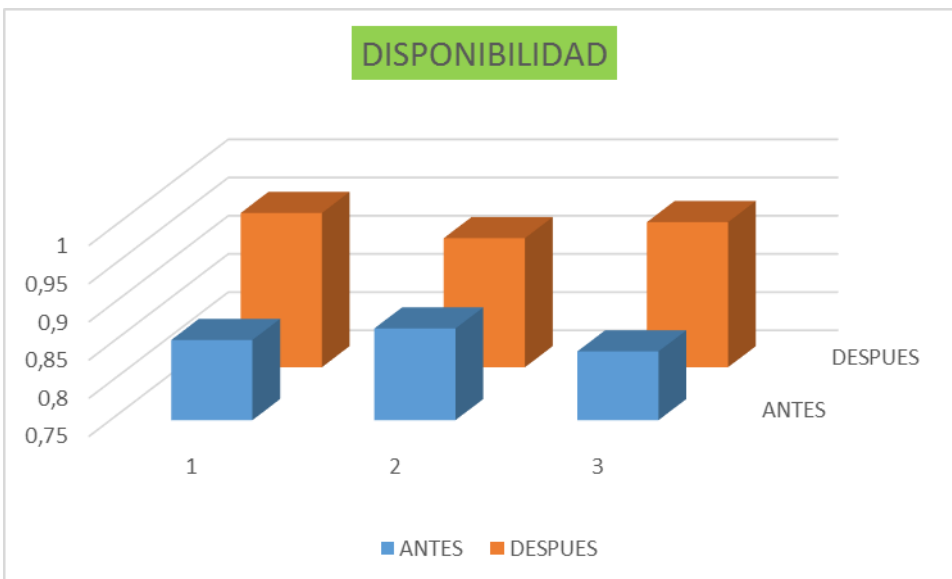
MTTR (h)		
MES		
AGOSTO	SETIEMBRE	OCTUBRE
2.3	3.7	3



## DISPONIBILIDAD (D)

EQUIPO	MESES								
	AGOSTO			SETIEMBRE			OCTUBRE		
	MTBF (h)	MTTR (h)	D %	MTBF (h)	MTTR (h)	D %	MTBF (h)	MTTR (h)	D %
ELECTROBO MBAS	48.4	2.3	95.2%	46.2	3.7	92%	50.6	3	94%

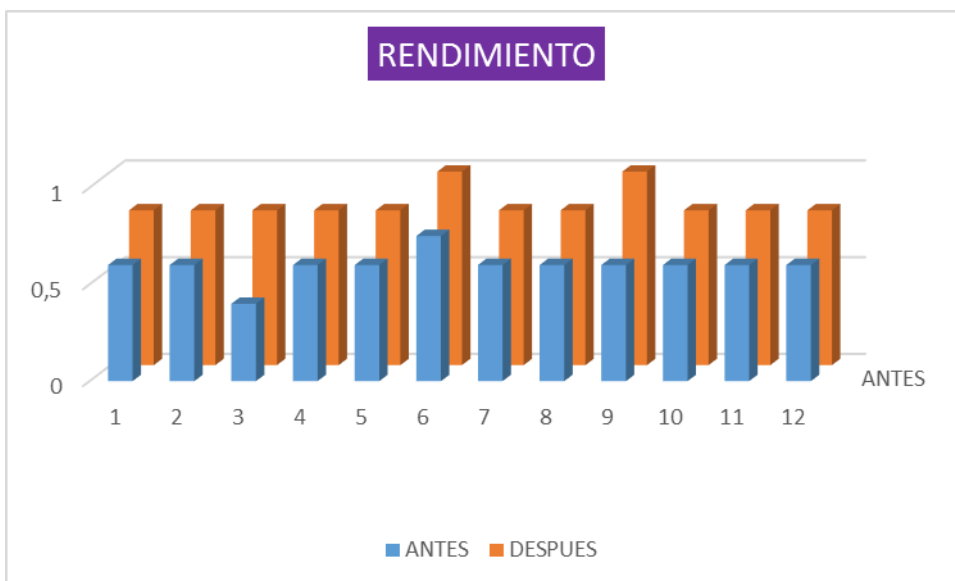
DISPONIBILIDAD		
MESES	ANTES	DESPUES
May - Ago	0,855	0,952
Jun - Set	0,87	0,919
Jul - Oct	0,84	0,94
PROMEDIO	0,855	0,937





En la tabla Nro. Y el grafico Nro. Se persibe que hay un incremento de la disponibilidad , esto es debido a la aplicación del mantenimiento centrado en la confiabilidad en la empresa inversiones damont E.I.R.L. Donde el promedio de la disponibilidad antes de la aplicación se obtuvo el 85.5% , despues de la aplicación se obtuvo como resultado el 93.73%.

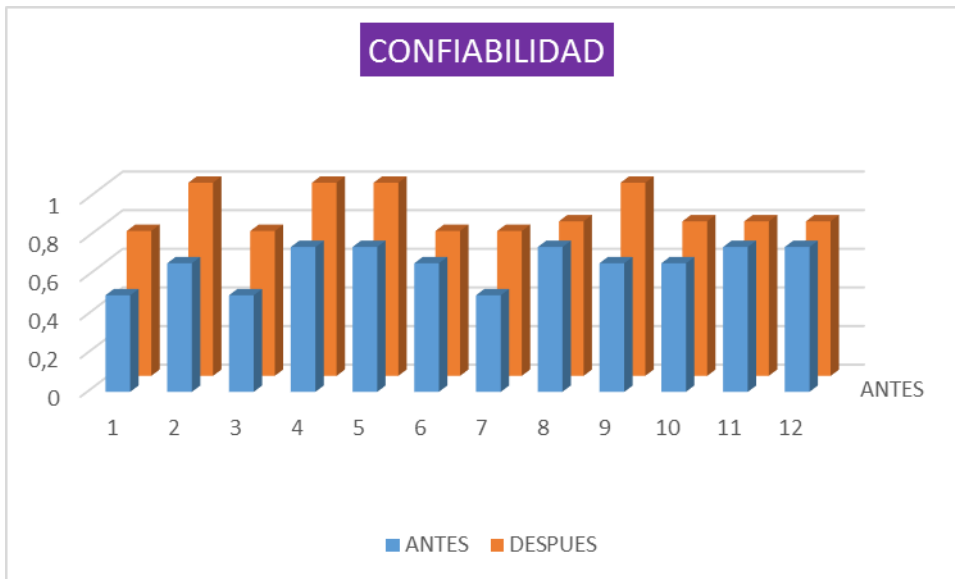
RENDIMIENTO		
SEMANA	ANTES	DESPUES
1	0,6	0,8
2	0,6	0,8
3	0,4	0,8
4	0,6	0,8
5	0,6	0,8
6	0,75	1
7	0,6	0,8
8	0,6	0,8
9	0,6	1
10	0,6	0,8
11	0,6	0,8
12	0,6	0,8
PROMEDIO	0,595833333	0,833333333



En la tabla Nro. Y el grafico Nro. Se persibe que hay un incremento del rendimiento, esto es debido a la aplicación del mantenimiento centrado en la confiabilidad en la

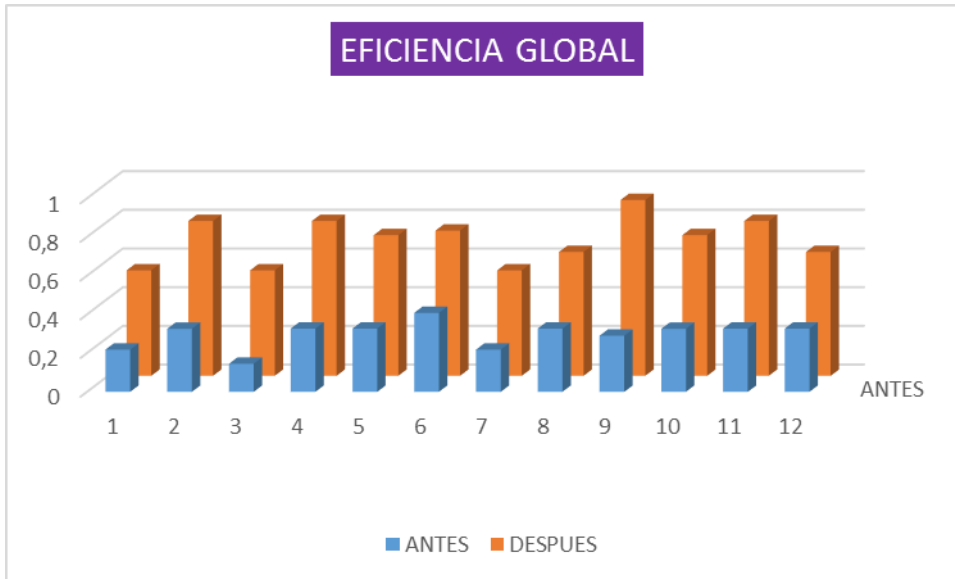
empresa inversiones damont E.I.R.L. Donde el promedio del rendimiento antes de la aplicación se obtuvo el 60% , despues de la aplicación se obtuvo como resultado el 83%.

CONFIABILIDAD		
SEMANA	ANTES	DESPUES
1	0,5	0,75
2	0,666	1
3	0,5	0,75
4	0,75	1
5	0,75	1
6	0,666	0,75
7	0,5	0,75
8	0,75	0,8
9	0,666	1
10	0,666	0,8
11	0,75	0,8
12	0,75	0,8
PROMEDIO	0,6595	0,85



En la tabla Nro. Y grafica Nro. Se persive que hay un incremento de la confiabilidad, esto es debido a la aplicación del mantenimiento centrado en la confiabilidad en la empresa inversiones damont E.I.R.L. Donde el promedio de la confiabilidad antes de la aplicación se obtuvo el 66% , despues de la aplicación se obtuvo como resultado el 85%.

EFICIENCIA GLOBAL (OEE)		
SEMANA	ANTES	DESPUES
1	0,218	0,545
2	0,326	0,8
3	0,145	0,545
4	0,327	0,8
5	0,327	0,727
6	0,408	0,75
7	0,218	0,545
8	0,327	0,64
9	0,29	0,909
10	0,326	0,727
11	0,327	0,8
12	0,327	0,64
PROMEDIO	0,29716667	0,70233333



En la tabla Nro. Y grafica Nro. Se persive que hay un incremento de la eficiencia global, esto es debido a la aplicación del mantenimiento centrado en la confiabilidad en la empresa inversiones damont E.I.R.L. Donde el promedio de la eficiencia global antes de la aplicación se obtuvo el 30% , despues de la aplicación se obtuvo como resultado el 70%.

JUCIO DE EXPERTOS					
Problemas	Jefe de mantenimiento	Docente de asesoramiento	Técnico de mantenimiento	Producto	%
Materiales					
1	9	9	8	648	21%
2	6	5	5	150	5%
Maquinas					
3	6	6	5	180	6%

4	5	6	4	120	4%
Medición					
5	9	9	8	648	21%
6	9	8	8	576	19%
Método					
7	5	5	5	125	4%
8	5	4	4	80	3%
Mano de obra					
9	5	6	4	120	4%
10	6	6	6	216	7%
Medio Ambiente					
11	5	5	5	125	4%
12	6	4	4	96	3%
Total				3084	100%
<b>VALORACIÓN DE GRAVEDAD</b>					
1 -- 3	Muy bajo				
4 --6	Bajo				
7 -- 10	Alto				

CAUSAS				
Causas	Frecuencia	Acumulado	%	% Acumulado
Falta de repuestos por ser las bombas muy antiguas	648	648	21%	21%
poca capacitación del personal de mantenimiento	648	1296	21%	42%
Falta de un programa de estadística en mantenimiento	576	1872	19%	61%
Falta de supervisión al personal de mantenimiento	216	2088	7%	68%
Equipos antiguos	180	2268	6%	74%
Pérdida de tiempo en adquirir los repuestos	150	2418	5%	78%
Falta de protocolos en trabajos de mantenimiento	125	2543	4%	82%
Presencia de agentes contaminantes (químicos, polvo y ruido)	125	2668	4%	87%
Carencia de herramientas específicas	120	2788	4%	90%
Falta de motivación y comunicación	120	2908	4%	94%
Espacio reducido, falta de limpieza y orden en el taller	96	3004	3%	97%
Falta de registro para solucionar futuro servicio	80	3084	3%	100%
<b>Total</b>	<b>3084</b>		<b>100%</b>	

Gráfico 4. Fuente propia

Variable	Definición conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de Indicadores	Metodología
<b>(Independiente)</b> Mantenimiento centrado en confiabilidad (RCM)	Según ( Duffuaa Salih, 2009. p. 362) " El mantenimiento centrado en la confiabilidad asegura que se emprendan las acciones correctas de mantenimiento preventivo o predictivo y elimina aquellas tareas que no producen ningún impacto en la frecuencia de fallos"	Es una metodología filosófica implementado para llevar a cabo la participación del personal del área de mantenimiento, el cual consiste en que el personal realizan actividades de mantenimiento para prevenir y preservar a los equipos	Analisis de criticidad de los equipos	<b>C=FXC</b> <b>C:</b> Cricidad total por riesgo <b>F:</b> Frecuencia de fallos (rango de fallos en un tiempo determinado) <b>C:</b> Consecuencias de los eventos de falla	Observacion / Registro	Observacion / Registro
			Analisis de modos y efectos de fallas (AMEF)	<b>NPR = Severidad X Ocurrencia X Deteccion</b> <b>NPR:</b> Numero de prioridad de riesgo <b>S:</b> Severidad <b>O:</b> Ocurrencia <b>D:</b> Deteccion	Observacion / Registro	Observacion / Registro
<b>(Dependiente)</b> eficiencia globas (OEE) de las bombas centrifugas industriales	Según ( Cuatrecasas,Lluis y Torrel Francesca. 2010 p. 111) "La eficiencia global de los equipos (OEE) es aquella razón porcentual que mide el rendimiento productivo de las maquinas industriales. En consecuencia, es un indicador que sirve para medir el rendimiento de los equipos".	La eficiencia global OEE está relacionado directamente proporcional con los costes de operación de los equipos, las cuales se medirán con los índices de disponibilidad, rendimiento y la confiabilidad.	Disponibilidad	<b>D= (MTBF-MTTR/MTBF)X100</b> <b>D:</b> Disponibilidad <b>MTBT:</b> Tiempo promedio entre paradas <b>MTTR:</b> Tiempo promedio para reparar	Porcentual	Observacion / Registro
			Rendimiento	<b>R = (Numero de dias de trabajo/Total de dias) x 100</b>	Porcentual	Observacion / Registro
			Confiabilidad (Calidad)	<b>C =(Numero de servicios realizados/total de servicios) x100</b>	Porcentual	Observacion / Registro

**Tabla.** Criterio de evaluación de criticidad de inversiones damont

ITEM	CODIGO	NOMBRE DEL EQUIPO	PONDERACION											ESCALA DE REFERENCIA	¿SE INCLUYE EN EL PMP?		
			1	2	3a	3b	3c	3d	4	5	6	7	8			TOTAL	
1																	
2																	
3																	
4																	
5																	
6																	
7																	
8																	
9																	
10																	
11																	
12																	
13																	
14																	
15																	
16																	
17																	
18																	
19																	

**RESUMEN:**

ESCALA DE REFERENCIA	CANTIDAD
CRITICO	
IMPORTANTE	
REGULAR	
OPCIONAL	

**Fuente:** Robert Luis García Benancio. (2013). Mejoramiento de la disponibilidad y confiabilidad mecánica de un molino de secado en una planta de etanol de ciclo combinado y cogeneración. Tesis para titulación. Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú.

TABLA DE CRITICIDAD				
ITEM	VARIABLES	CONCEPTO	PONDERACION	OBSERVACIONES
1	Impacto del servicio sobre producción			
		Detiene el proceso	4	Detiene la producción



		Reduce el proceso	2	Producción limitada
		No para el proceso	0	Producción normal
<b>2</b>	<b>Valor Técnico - Económico</b>			
	se considera el costo de adquisición, operación y mantenimiento	Alto	3	Más de \$ 20000
		Medio	2	Entre \$ 1000 y \$ 20000
		Bajo	1	Menos de \$ 1000
<b>3</b>	<b>La falla afecta</b>			
	a. Al equipo en si	Si	1	¿Deteriora otros componentes?
		No	0	
	b. Al servicio	Si	1	origina problemas a otros equipos?
		No	0	
	c. Al operador	Riesgo	1	¿Posibilidad de accidente del operador?
		Sin riesgo	0	
	d. A la seguridad en general	Si	1	posibilidad de accidentes a otras personas u otros equipos cercanos?
		No	0	
<b>4</b>	<b>Probabilidad de falla (confiabilidad)</b>			
	Probabilidad de falla del equipo	Alta	4	(60 - 100) % del total de horas paradas
		Media	2	(20 - 60) % del total de horas paradas
		Baja	0	(0 - 20) % del total de horas paradas
<b>5</b>	<b>Flexibilidad del equipo en el sistema</b>			
	Cantidad de equipos que pueden realizar la misma función del activo	Único	2	No existe otro igual o similar
		By Pass	1	El sistema puede seguir funcionando
		Stand By	0	Existe otro igual o similar no instalado

6	Dependencia Logistica			
		Extranjero	2	Los repuestos se tienen que importar
		Local/extranjero	1	algunos repuestos se compran localmente
		Local	0	Repuestos se consiguen localmente
7	Dependencia de mano de obra			
		Espec y/o tercer	2	El mantenimiento requiere contratar a especialistas y/o terceros
		Terceros/propia	1	Se requiere a terceros solo para trabajos puntuales
		Propia	0	El mantenimiento se realiza con personal propio
8	Facilidad de reparación (Mantenibilidad)			
		Bajo	1	Mantenimiento difícil
		Alto	0	Mantenimiento fácil

ÍTEM	COD.	EQUIPO	PONDERACIÓN											TOTAL	ESCALA REFERENCIA
			1	2	3a	3b	3c	3d	4	5	6	7	8		
1		Electro bomba centrifuga dump 10 hp	4	2	1	1	1	1	2	2	2	2	1	19	Critico
2		Electro bomba centrifuga dump 10 hp	4	2	1	1	1	1	2	2	2	2	1	19	Critico
3		Electro bomba centrifuga dump 6.5 hp	4	2	1	0	1	1	2	2	1	2	1	17	Critico
4		Electro bomba centrifuga dump 6.5 hp	4	2	1	0	1	1	2	2	1	2	1	17	Critico
5		Electro bomba centrifuga dump 5.7 hp	4	2	1	0	0	0	2	2	1	2	1	15	Critico
6		Electro bomba centrifuga dump 5.7 hp	4	2	1	0	0	0	2	2	1	2	1	15	Critico
7		Electro bomba centrifuga pedrollo 5 hp	2	2	1	0	0	1	0	2	1	2	1	12	Importante
8		Electro bomba centrifuga pedrollo 5 hp	2	2	1	0	0	1	0	2	1	2	1	12	Importante
9		Electro bomba centrifuga dump 3.5 hp	2	1	1	0	0	0	0	2	1	2	0	9	Regular
10		Electro bomba centrifuga dump 3.5 hp	2	1	1	0	0	0	0	2	1	2	0	9	Regular
11		Electro bomba centrifuga dump 2.6	0	1	1	0	0	0	0	2	0	2	0	6	Opcional

		hp															
12		Electro bomba centrífuga dump 2.6 hp	0	1	1	0	0	0	0	2	0	2	0	6			Opcional

Tabla: criticidad de los equipos de la Atarjea

ÍTEM	COD.	EQUIPO	PONDERACIÓN											TOTAL	ESCALA REFERENCIA
			1	2	3a	3b	3c	3d	4	5	6	7	8		
13		Electro bomba centrífuga dump 10 hp	2	2	1	1	1	1	2	2	2	2	1	17	Critico
14		Electro bomba centrífuga dump 10 hp	2	2	1	1	1	1	2	2	2	2	1	17	Critico
15		Electro bomba centrífuga dump 6.5 hp	2	2	1	0	1	1	2	2	1	2	1	15	Critico
16		Electro bomba centrífuga dump 6.5 hp	2	2	1	0	1	1	2	2	1	2	1	15	Critico
17		Electro bomba centrífuga dump 5.7 hp	2	2	1	0	0	0	2	2	1	2	1	13	Importante
18		Electro bomba centrífuga dump 5.7 hp	2	2	1	0	0	0	2	2	1	2	1	13	Importante
19		Electro bomba centrífuga pedrollo 5 hp	2	2	1	0	0	1	0	2	1	1	1	11	Importante
20		Electro bomba centrífuga pedrollo 5 hp	2	2	1	0	0	1	0	2	1	1	1	11	Importante
21		Electro bomba centrífuga dump 3.5 hp	2	1	1	0	0	0	0	2	1	1	0	8	Regular
22		Electro bomba centrífuga dump 3.5 hp	2	1	1	0	0	0	0	2	1	1	0	8	Regular
23		Electro bomba	0	1	1	0	0	0	0	2	0	1	0	5	Opcional

	centrifuga dump 2.6 hp														
24	Electro bomba centrifuga dump 2.6 hp	0	1	1	0	0	0	0	2	0	1	0	5	Opcional	

Asignación de criticidad de electro bombas centrifugas de inversiones damont

Fuente: Análisis de criticidad de electro bombas centrifugas de inversiones damont

ESCALA DE REFERENCIA	CANTIDAD
<b>CRITICO</b>	15 A 22
<b>IMPORTANTE</b>	11 A 14
<b>REGULAR</b>	7 A 10
<b>OPCIONAL</b>	0 A 6

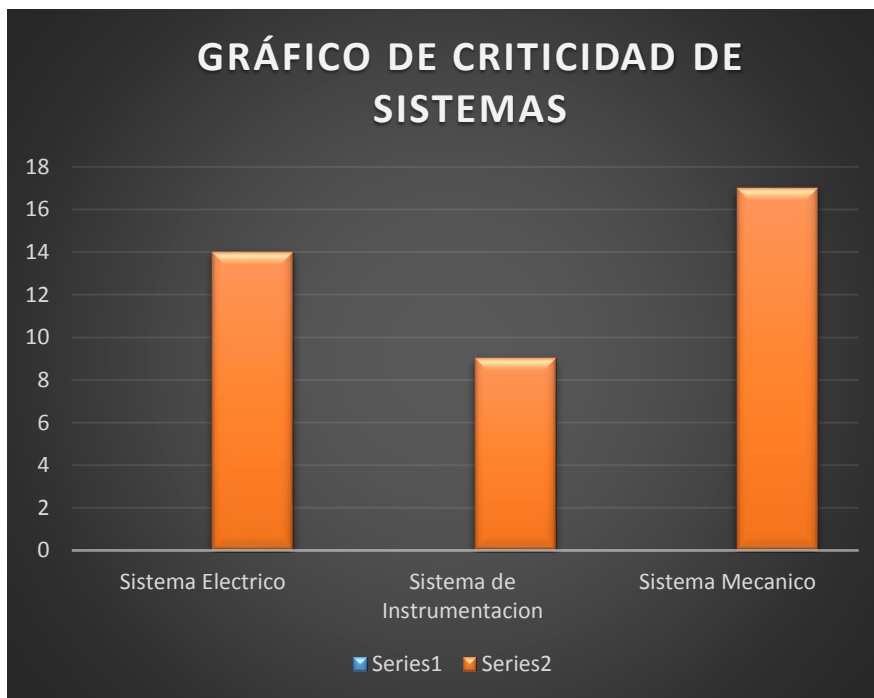
Una vez definida la criticidad de las electro bombas centrifugas, se procederá a identificar los sistemas asociados a las electro bombas (sistema eléctrico, sistema de instrumentación y sistema mecánico)

ELECTRO BOMBAS CENTRIFUGAS DE INVERSIONES DAMONT		
SISTEMA ELÉCTRICO	SISTEMA DE INSTRUMENTACIÓN	SISTEMA MECÁNICO
. Tablero eléctrico	. Cepillo Eléctrico	. Desmontaje
. Suministro y cambio de los terminales	. Llaves mixtas milimétricas, de pulgadas y de distintas medidas	. Porta sello mecánico
. Mantenimiento de interruptores, contactores y relay	. Pinzas eléctricas, amperímetro y Multímetro	. Eje porta impulsor
. Lectura de voltajes y amperajes		. Tazones
. Pruebas de aislamiento de cables de llegada		. Desmontaje de Impulsores, retiro de escoria y oxido
		. Eje de acoplamiento
		. Chavetas de impulsor
		. Copla roscada unión de ejes
		. bujes
		. Anillos rotativos
		. Anillos estacionarios

Fuente: elaboración propia

ASIGNACION DE CRITICIDAD A LAS ELECTRO BOMBAS CENTRIFUGAS															
ITEM	COD.	EQUIPO	PONDERACION											ESCALA REFERENCIA	
			1	2	3a	3b	3c	3d	4	5	6	7	8		TOTAL
1		Sistema Eléctrico	4	2	1	1	1	1	0	1	1	1	1	14	Importante
2		Sistema de Instrumentación	2	2	0	0	0	0	0	2	1	1	1	9	Regular
3		Sistema Mecánico	4	2	1	1	1	0	4	0	1	2	1	17	Crítico

ESCALA DE REFERENCIA	
CRITICO	15 A 22
IMPORTANTE	11 A 14
REGULAR	7 A 10
OPCIONAL	0 A 6



ÍTEM	EQUIPO	AMEF ANTES
1	Electro bomba centrifuga dump 10 hp	50.1
2	Electro bomba centrifuga dump 10 hp	50.1
3	Electro bomba centrifuga dump 6.5 hp	48.7
4	Electro bomba centrifuga dump 6.5 hp	48.7
5	Electro bomba centrifuga dump 5.7 hp	46.4

6	Electro bomba centrifuga dump 5.7 hp	46.4
7	Electro bomba centrifuga pedrollo 5 hp	46.2
8	Electro bomba centrifuga pedrollo 5 hp	46.2
9	Electro bomba centrifuga dump 3.5 hp	45.9
10	Electro bomba centrifuga dump 3.5 hp	45.9
11	Electro bomba centrifuga dump 2.6 hp	45.7
12	Electro bomba centrifuga dump 2.6 hp	45.7

ÍTEM	EQUIPO	AMEF DESPUÉS
13	Electro bomba centrifuga dump 10 hp	50
14	Electro bomba centrifuga dump 10 hp	50
15	Electro bomba centrifuga dump 6.5 hp	48.5
16	Electro bomba centrifuga dump 6.5 hp	48.5
17	Electro bomba centrifuga dump 5.7 hp	46.2
18	Electro bomba centrifuga dump 5.7 hp	46.2
19	Electro bomba centrifuga pedrollo 5 hp	46
20	Electro bomba centrifuga pedrollo 5 hp	46
21	Electro bomba centrifuga dump 3.5 hp	45.7
22	Electro bomba centrifuga dump 3.5 hp	45.7
23	Electro bomba centrifuga dump 2.6 hp	45.5
24	Electro bomba centrifuga dump 2.6 hp	45.5

HOJA DE INFORMACION RCM		ELECTROBOMBAS DUMPS			
FUNCION		FALLA FUNCIONAL	MODO DE FALLA	EFFECTO DE FALLA	
1	Bombear agua de una cisterna A hacia otra cisterna B, con un flujo de 350 a 400 litros por minuto	A Insuficiencia ascendente para transportar el fluido	1	Cojinete agarrotado	Eje de la botella de la electrobomba axialmente no gira, en consecuencia el motor y el reductor se averia
			2	Vibracion del impulsor	Ocasiona alteraciones en el impulsor
			3	Impulsor trabado por agentes extraños	Se detiene el motor, ocasionando posible ruptura de la carcasa y alabes de las electrobombas
			4	Motor quemado	No hay giro en el eje motriz
			5	Valvula de cuchilla atascada	la electrobomba se detiene
			6	Valvula de ingreso trabado	Debido a la baja presion de las electrobombas, el motor se detiene
	B	Transportar fluido menos de 350 L. por minuto	1	Impulsor gastado	El motor se detiene por alteraciones de las electrobombas
			2	Vibracion del impulsor	Vibracion de la electrobomba, ocasionando daño en el impulsor
			3	Desgaste de acoplamiento	Esto se debe ala vibracion axial. Elevada temperatura de acoples



**CUADRO DE DECISIÓN DE RCM**

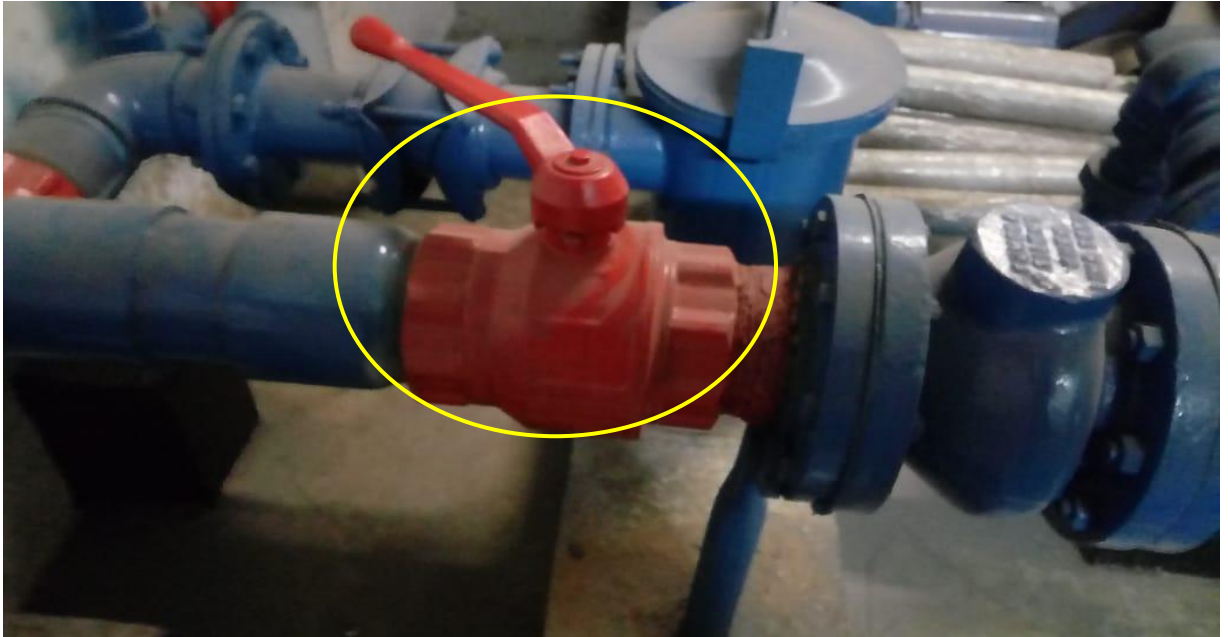
HOJA DE INFORMACION			ELECTROBOMBAS DUMPS											intervalo inicial	A realizarse por	
Referencia de informacion			Evaluacion de las consecuencias				H1	H2	H3	Accion a falta de			Tarea propuesta			
							S1	S2	S3							
F	FF	FM	H	S	E	O	O1	O2	O3	H4	H5	S4				
1	A	1	N				S							Observar el desempeño del eje, lubricacion y flujo de las electrobombas	7D	Mecanico
1	A	2	N				S							Acatar el mantenimiento predictivo y las frecuencias de inspeccion	7D/15D	Mecanico
1	A	3	S	N	N	S	S							Acatar el mantenimiento predictivo y las frecuencias de inspeccion	7D/15D	Mecanico predictivo
1	A	4	S	N	N	S	S							Acatar el mantenimiento electrico	15D	Electricista
1	A	5	S	N	N	S	S							Acatar con el constante mantenimiento por instrumentacion	15D	Instrumentacion
1	A	6	S	N	N	S	S							Acatar con el constante mantenimiento por instrumentacion	15D	Instrumentacion
1	B	1	N				N	S						Minimizar los periodos de recambio de las partes internas de las electrobombas	1M	Planeamiento
1	B	2	N				S							Acatar el mantenimiento predictivo y las frecuencias de inspeccion	7D/15D	Mecanico predictivo
1	B	3	N				S							Acatar el mantenimiento predictivo y las frecuencias de inspeccion	7D/15D	Mecanico predictivo

FOTOS DEL MOTOR





**ACTIVIDADES REALIZADAS PARA EL CAMBIO DE VALVULA DE 6 PULGADAS**



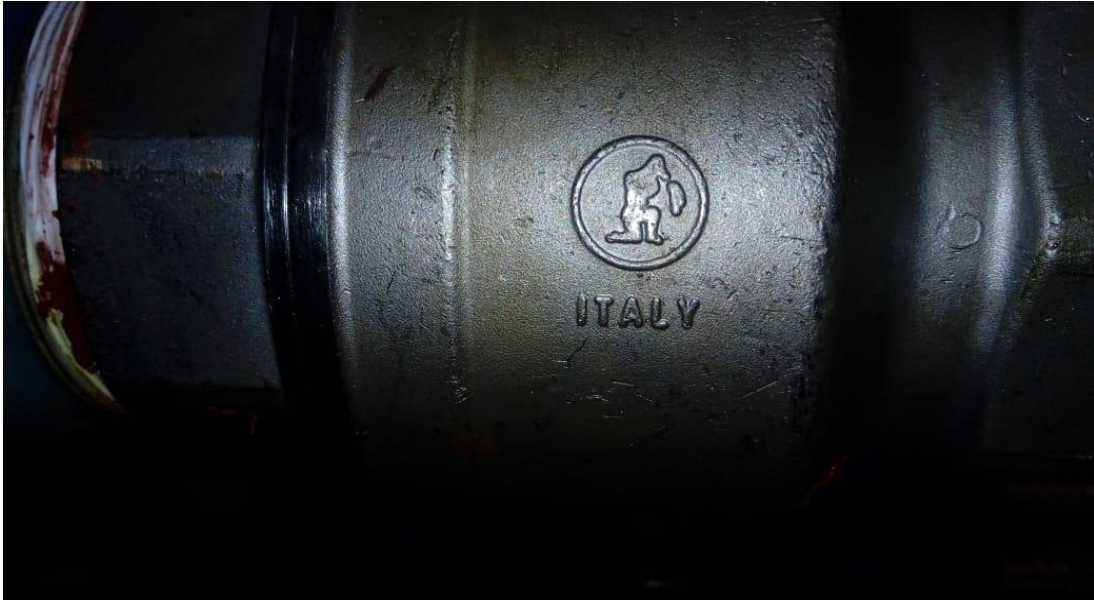
Válvula existente en mal estado, no cierra ni apertura.





Desmontaje de válvula de bola, no cierra ni apertura.





Desmontaje de válvula check.

Válvula de procedencia Italiana.



Se Instaló de 01 válvula de 6" pulgadas.

**ACTIVIDADES REALIZADAS PARA EL CAMBIO DE VALVULAS DE 2 PULGADAS EN LINEA DE IMPULSION**



Válvulas de regulación existentes, no cierran ni apertura están obstruidas.

Base de línea con sedimento y oxido.



Retiro de 03 válvulas de paso, están obstruidas.



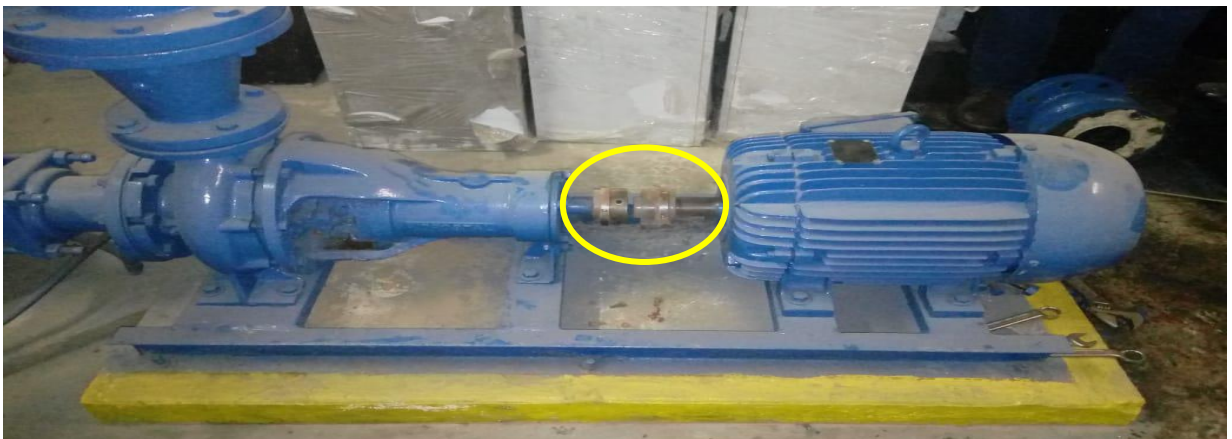
Válvulas nuevas a instalar (03), de procedencia Italiana.



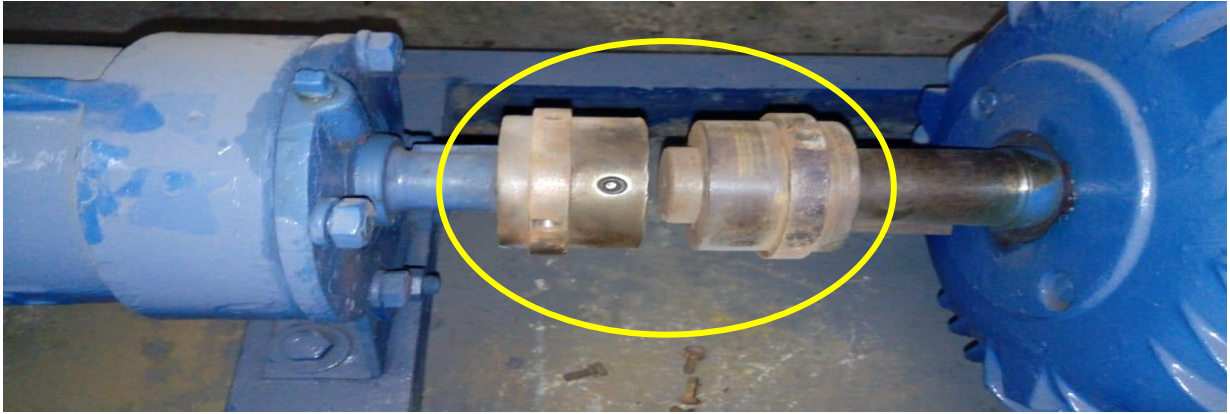


Se instalaron válvula y uniones universales en línea de impulsión.

### ACTIVIDADES REALIZADAS PARA FUNCIONAMIENTO DE ELCTROBOMBA



La electro bomba en su conjunto se alineo, limpio y engraso.



El equipo electromecánico no cuenta con acople de transmisión de fuerza.



Acople flexible instalado y alineado. Se realizó el mantenimiento a motor y bomba.

## ACTIVIDADES A REALIZAR PARA EVITAR LA FILTRACION DE AGUA



Debido al mantenimiento en las electrobombas, las válvulas y pisos de la piscina se pudieron poner en funcionamiento las piletas y la caída de agua del ascensor panorámico.



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

## **Declaratoria de Autenticidad del Asesor**

Yo RAMOS HARADA, FREDDY ARMANDO 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: "APLICACIÓN DEL MANTENIMIENTO CENTRADO EN LA CONFIABILIDAD PARA INCREMENTAR LA EFICIENCIA GLOBAL DE LOS EQUIPOS DE BOMBAS CENTRIFUGAS INDUSTRIALES EN LA EMPRESA INVERSIONES DAMONT E.I.R.L. EL AGUSTINO, 2019", del (los) autor (autores) PORTILLO CARDENAS EVA FABIOLA Y PORRAS BALBIN JUAN ANIBAL de 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, 27 de SEPTIEMBRE de 2022

<b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>	<b>Firma</b>
RAMOS HARADA FREDDY ARMANDO <b>DNI:</b> 07823251 <b>ORCID</b> 0000-0002-3619-5140	Firmado digitalmente por: FRAMOS el 27 SEPTIEMBRE 2022

