



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

**Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad para Incrementar la
Productividad en la Empresa Instalación de Redes Operativas
Cordova IDROCOR, Arequipa 2021**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO INDUSTRIAL

AUTORES:

Mena Diaz, Yenny Isabel (ORCID: 0000-0001-6681-6000)

Tairo Cañari, Kenyo Gerardo (ORCID: 0000-0002-6899-334X)

ASESOR:

Mg. Morales Chalco, Osmart Raúl (ORCID: 0000-0002-5850-4899)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Gestión Empresarial y Productiva

LIMA - PERÚ

2021

DEDICATORIA

Este trabajo lo dedicamos principalmente a Dios por permitirnos llegar hasta este momento de nuestras vidas y a nuestras familias, ya que fueron importantes en nuestro proceso de formación.

AGRADECIMIENTO

A nuestros seres queridos por todo el apoyo constante a lo largo de nuestra formación profesional, quienes nos apoyaron en todo el proceso, a la empresa IDROCOR E. I. R. L. por habernos brindado toda la información necesaria y a nuestro asesor, muchas gracias por todas sus enseñanzas.

Índice de Contenidos

Índice de Tablas	v
Índice de gráficos y figuras.....	vi
RESUMEN	vii
ABSTRACT	viii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	11
III. METODOLOGÍA	23
3.1. Tipo y diseño de investigación	23
3.2. Variables y Operacionalización	24
3.3. Población, muestra y muestreo	28
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	30
3.5. Procedimiento	34
3.6. Método de análisis de datos.....	37
3.7. Aspectos éticos	38
IV. RESULTADOS	39
V. DISCUSIÓN	74
VI. CONCLUSIONES	78
VII. RECOMENDACIONES	79
REFERENCIAS.....	80
ANEXOS	91

Índice de Tablas

Tabla 1: Relación de problemas.....	5
Tabla 2 : Elementos del diagrama de Pareto	6
Tabla 3 : Definición de Indicadores Claves	47
Tabla 4 : Listado de Codificación de Equipos.....	47
Tabla 5 : Listado de funciones y codificaciones	49
Tabla 6 : Determinación de fallos principales y secundarios.....	50
Tabla 7 : Definición de modos de fallos.....	51
Tabla 8 : Estudio de criticidad de los fallos	52
Tabla 9 : Comparativo del Índices de Productividad	59
Tabla 10 : Comparativo del Índice de Eficiencia.....	62
Tabla 11: Comparativo del Índice de Eficiencia.....	65
Tabla 12 : Prueba de normalidad de los Índices de Productividad.....	67
Tabla 13 : Estadísticas de muestras emparejadas índices de Productividad	68
Tabla 14 : Diferencias emparejadas índices de Productividad.....	68
Tabla 15 : Prueba de normalidad de los Índices de Índices de Eficiencia.....	69
Tabla 16 : Estadísticas de muestras emparejadas índices de Eficiencia	70
Tabla 17: Diferencias emparejadas índices de Eficiencia.	71
Tabla 18 : Prueba de normalidad de los Índices de Índices de Eficacia.....	72
Tabla 19 : Estadísticas de muestras emparejadas índices de Eficacia.	73
Tabla 20 : Diferencias emparejadas índices de Eficacia.	73

Índice de gráficos y figuras

Figura 1: Organigrama	3
Figura 2 :Ubicación Geográfica	4
Figura 3 : Diagrama de Pareto	7
Figura 4 : Elaboración de Diagrama de Ishikawa	8
Figura 5 : Simbología del diseño de investigación	24
Figura 6 : Registro de mantenimiento semanal maquina	32
Figura 7 : Registro de datos IDROCOR E.I.R.L.	32
Figura 8 : Orden de trabajo	33
Figura 9 : Técnico realizando una instalación de cableado.....	40
Figura 10 :Técnico revisando la falla de máquina Roscadora Eléctrica	41
Figura 11 : Técnicos realizando una Instalación de tuberías Contraincendios.....	42
Figura 12: Situación actual –diagrama de flujo.....	43
Figura 13 : Simbología Utilizada.....	44
Figura 14 : Capacitación al personal de la empresa IDROCOR E.I.R.L.....	53
Figura 15 : Pirámide de medidas de control.....	54
Figura 16 : Medios técnicos y materiales	54
Figura 17: Diagrama de Flujo para mantenimiento preventivo	55
Figura 18 : Diagrama de Flujo de mantenimiento correctivo	56
Figura 19 : Evaluación de productividad	57
Figura 20 : Comparativo de índice de productividad.	60
Figura 21: Comparativo de índices de eficiencia.	63
Figura 22 : Comparativo de índice de eficacia	66

RESUMEN

La presente investigación titulada: “Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad para incrementar la productividad en la empresa Instalación de Redes Operativas Cordova IDROCOR ,Arequipa 2021” cuyo objetivo fue determinar como la aplicación de mantenimiento centrado en la confiabilidad incrementara la productividad de la empresa Instalación de Redes Operativas Cordova IDROCOR ,Arequipa 2021.

La presente investigación es de tipo aplicada de nivel explicativo y de enfoque cuantitativa de diseño experimental de tipo pre-experimental porque se utiliza un solo grupo de estudio donde se realizó un corte longitudinal porque mide dos tiempos. La población de estudio son 15 trabajadores que son evaluados en dos semestres un antes y un después y la muestra es igual a la población. Los instrumentos utilizados fueron tablas de recolección de datos y la técnica utilizada es la observación, la validez de los instrumentos se realizó mediante el juicio de expertos, los datos recolectados fueron procesados y analizados por el software SPSS.

El estudio concluyó que, con la aplicación del mantenimiento centrado en la confiabilidad hubo incremento de la productividad en un 73.44% de la Empresa Instalación de Redes Operativas Cordova IDROCOR E.I.R.L., ubicada en Arequipa-Perú.

Palabras clave: RCM, eficiencia, eficacia, productividad.

ABSTRACT

This research entitled: "Maintenance Centered on Reliability to increase productivity in the company Installation of Operating Networks Cordova IDROCOR, Arequipa 2021" whose objective was to determine how the application of maintenance focused on reliability will increase the productivity of the company Installation of Operating Networks Cordova IDROCOR, Arequipa 2021.

The present investigation is of applied type of explanatory level and of quantitative approach of experimental design of pre-experimental type because a single study group is used where a longitudinal cut was made because it measures two times.

The study population is 15 workers who are evaluated in two semesters, one before and one after, and the sample is equal to the population. The instruments used were data collection tables and the technique used is observation, the validity of the instruments was made through the judgment of experts, the collected data were processed and analyzed by the SPSS software.

The study concluded that, with the application of maintenance focused on reliability, there was an increase in productivity by 73.44% of the Company Installation of Operating Networks Cordova IDROCOR E.I.R.L., located in Arequipa-Peru.

Keywords: RCM, efficiency, effectiveness, productivity.

I. INTRODUCCIÓN

Los siguientes capítulos mostrarán el diagnóstico del problema e identificación de los puntos de mejora existentes de la empresa en mención, con el fin de implementar metodologías y cumplir satisfactoriamente los procedimientos de los Sistemas de Gestión de Mantenimiento y Productividad.

A nivel Mundial, el RCM (Mantenimiento Centrado en la confiabilidad) Considerado como un sistema perfeccionado de la productividad, eficiencia y eficacia. Existen casos de empresas de que producen entre otras cosas, alimentos, bebidas o servicios como ALICORP, GRUPO GLORIA NESTLE, MOVISTAR, PEPSICO y su expansión a nivel de Perú y Sudamérica es constante, por lo cual el mantenimiento de la maquinaria en sus diversas dimensiones es fundamental poder lograr los objetivos de la empresa, para poder planificar y organizar a sus equipos ,se requiere de procedimientos estructurados y organizados, la vida útil y disponibilidad de estos es la razón del RCM. Diversas empresas como las hoteleras (Olguín, 2018), en donde se busca ahorrar tiempo en el corto plazo para evitar gastos innecesarios; o empresas mineras (González, 2006) implementan sistemas de mantenimiento en sus equipos aplicando tecnologías, reduciendo costos por tiempo de paradas. Otro ejemplo es PETROAMAZONAS (Castillo, 2017) donde implementaron un sistema de mantenimiento preventivo en la planta petrolera, con un software especial de análisis de árbol de fallas, con el objetivo de ganar tiempo para hacer frente a las fallas y reducir el tiempo de paradas, mejorando así la confiabilidad de los equipos de producción en la planta.

A nivel Nacional, El Mantenimiento Centrado en Confiabilidad, como parte de la metodología en base a un programa de mantenimiento y evaluación de fallas en la maquinaria, las que fueron aplicables para refinerías en Piura (Cruzado, 2020) en donde la propuesta de mantenimiento está enfocada en la unidad de destilación primaria a nivel de las bombas de carga, así como al evaluar el costo de ciclo de vida. Aplicando este plan de mantenimiento se demuestra que la confiabilidad operacional está vinculada con las actividades de operación de los equipos en base en actividades preventivas.

INSTALACIÓN DE REDES OPERATIVAS CORDOVA IDROCOR E.I.R.L-

La empresa IDROCOR E.I.R.L. es una empresa de instalación y mantenimiento de sistemas contra incendio. Una de las pocas empresas del mercado capaces de diseñar usando los más altos estándares y tecnologías de diseño, así como de instalar con mano de obra calificada propia, sistemas de seguridad integral en protección contra incendios, otorgando precios altamente competitivos y asegurando una utilidad empresarial que el crecimiento sostenible del negocio.

Aplicar la metodología RCM implica diversos aspectos a los que el personal no siempre está acostumbrado y ello requiere un proceso de capacitación y supervisión continua.

Una prueba de ello es el trabajo con la indumentaria del personal y con las máquinas también sucede lo mismo, ya que no existen reportes que indiquen la aplicación de modelos preventivos en el desempeño de la empresa y debido a ello no se hace el seguimiento del funcionamiento de las máquinas y por ende no se pueden conocer a ciencia cierta los fallos o desperfectos que puede tener una máquina ya que dicho seguimiento es la pauta para plantear modelos de prevención de riesgo y su respectiva aplicación.

MISIÓN DE LA EMPRESA INSTALACIÓN DE REDES OPERATIVAS CORDOVA IDROCOR E.I.R.L.

Somos una empresa dedicada a brindar un servicio integral y preventivo de venta e instalación y mantenimiento de equipos y accesorios contra incendio certificado por UL (Underwriters Laboratories) e instalado según las normas NFPA.

VISIÓN DE LA EMPRESA INSTALACIÓN DE REDES OPERATIVAS CORDOVA IDROCOR E.I.R.L.

Ser la primera opción en el mercado local y nacional de equipos y servicios contra incendios, reconocida a su vez como una empresa líder en brindar las soluciones operativas a nuestros clientes.

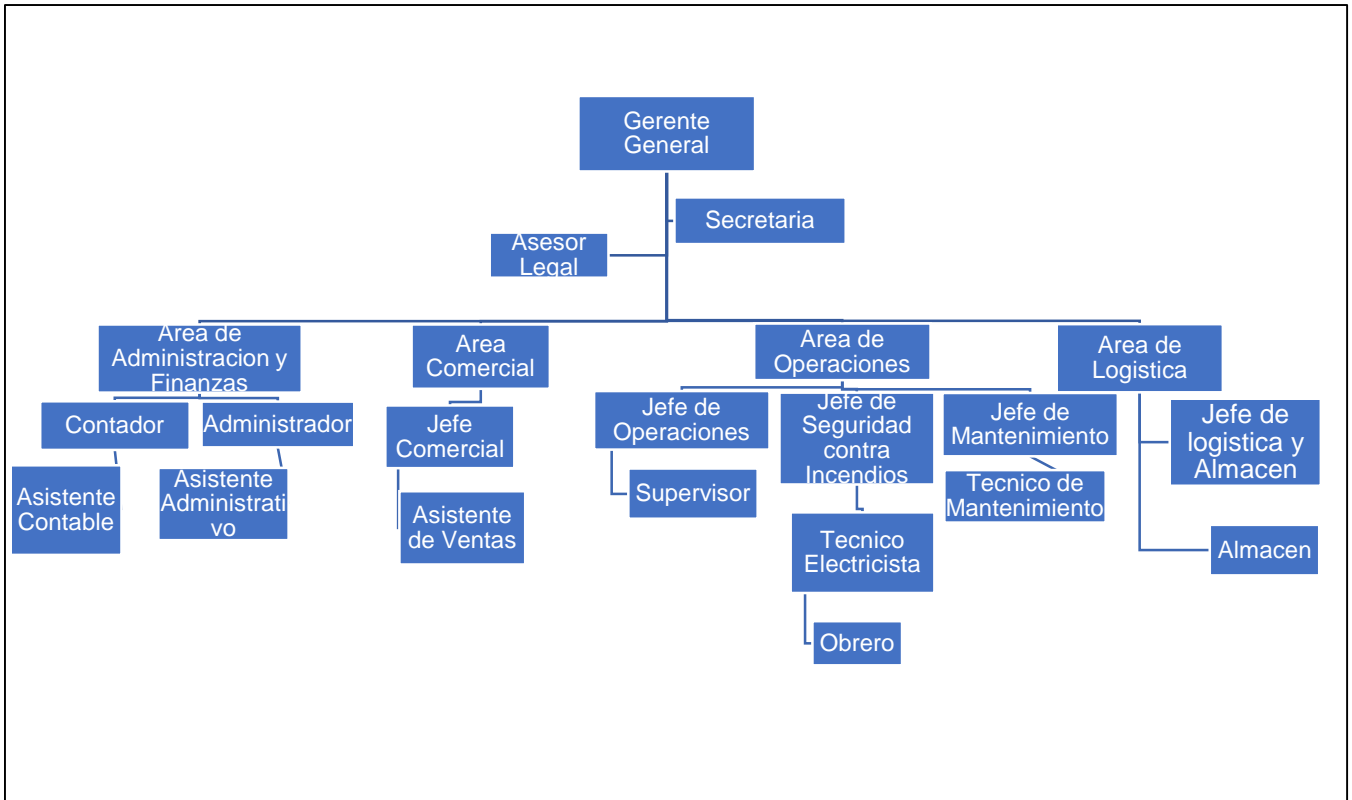


Figura 1: Organigrama

Fuente: Empresa Instalación de Redes Operativas Cordova IDROCOR E.I.R.L.

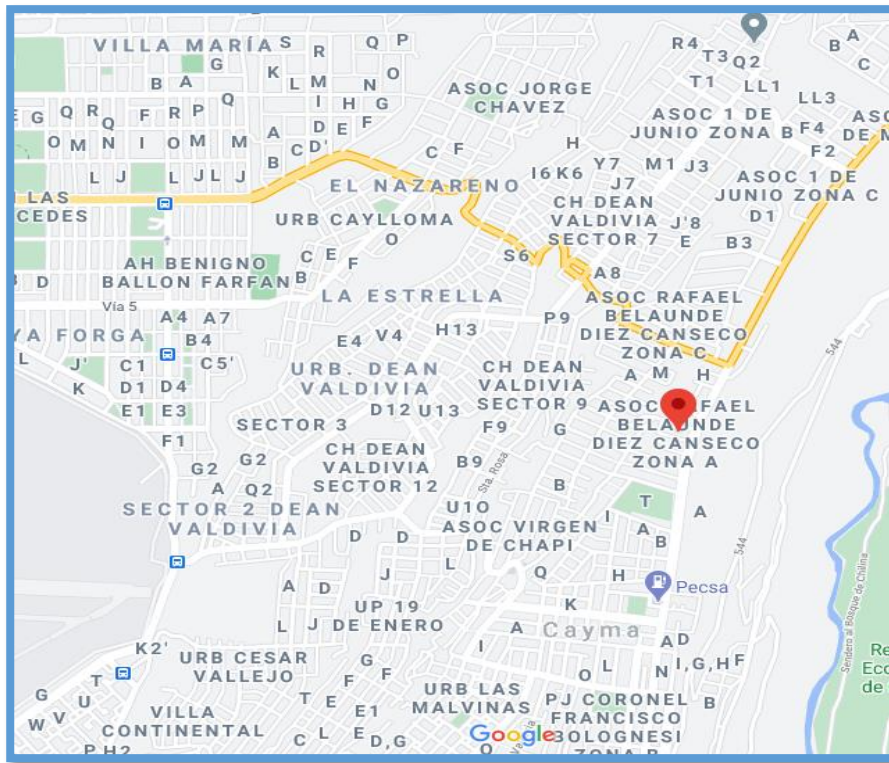


Figura 2 :Ubicación Geográfica

Fuente: Google maps

Como podemos observar en la figura N°2, La Empresa Instalación de Redes Operativas Cordova, IDROCOR E.I.R.L. está ubicada en Zona “A” Mz “E” lote 2 Upis Rafael Belaunde Arequipa – Cayma.

CAUSA	PROBLEMAS
P-01	Deficiente planificación del cronograma de mantenimiento.
P-02	Las máquinas son antiguas.
P-03	Escaso personal para la reparación de las máquinas.
P-04	Demora en la reparación de la máquina.
P-05	Demora en el traslado de materiales del almacén a zona de proyecto.
P-06	Demora en el cambio del cabezal de hilos para la máquina.
P-07	Demora en la localización apropiada para la colocación de taco expansivo para montaje de tubería.
P-08	Fallas en los accesorios para la ejecución de montaje.
P-09	Dificultad en el montaje de andamios en zonas estrechas.
P-10	Dificultad en la localización de los circuitos por falta de leyenda.
P-11	Exceso de confianza por parte del trabajador.
P-12	Bajo seguimiento por parte de los supervisores en la ejecución del proyecto
P-13	Retrasos en el inicio del funcionamiento de la máquina.
P-14	Mal manejo del tiempo por parte de los trabajadores.
P-15	Baja comunicación entre los trabajadores.
P-16	Acumulación de materiales en mal estado.
P-17	Periodos de descanso cortos.
P-18	Seguimiento y Control ineficiente
P-19	Paradas en el proyecto por causas externas.
P-20	Orden y limpieza ineficiente.

Tabla 1: Relación de problemas

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla N°1, describe los problemas frecuentes de la Empresa Instalación de Redes Operativas Cordova, IDROCOR E.I.R.L. siendo estos clasificados según la intensidad o grado de frecuencia en la empresa.

CAUSA / PROBLEMA	FRECUENCIA	PORCENTAJE	% ACUMULADO	% ACUMULADO
P-01	95	16,55%	95	16,55%
P-02	95	16,55%	190	33,10%
P-03	87	15,16%	277	48,26%
P-04	48	8,36%	325	56,62%
P-05	45	7,84%	370	64,46%
P-06	36	6,27%	406	70,73%
P-07	36	6,27%	442	77,00%
P-08	25	4,36%	467	81,36%
P-09	20	3,48%	487	84,84%
P-10	20	3,48%	507	88,33%
P-11	15	2,61%	522	90,94%
P-12	10	1,74%	532	92,68%
P-13	8	1,39%	540	94,08%
P-14	7	1,22%	547	95,30%
P-15	7	1,22%	554	96,52%
P-16	5	0,87%	559	97,39%
P-17	5	0,87%	564	98,26%
P-18	4	0,70%	568	98,95%
P-19	3	0,52%	571	99,48%
P-20	3	0,52%	574	100,00%
TOTAL	574	100,00%		

Tabla 2 : Elementos del diagrama de Pareto

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla N° 2. Se evaluó los problemas que ocurren constantemente en Empresa Instalación de Redes Operativas Cordova, IDROCOR E.I.R.L. brindándoles una ponderación según el grado de recurrencia de los ya mencionados, siendo el P-01 el problema de mayor ocurrencia y el P-20 el de menor ocurrencia.

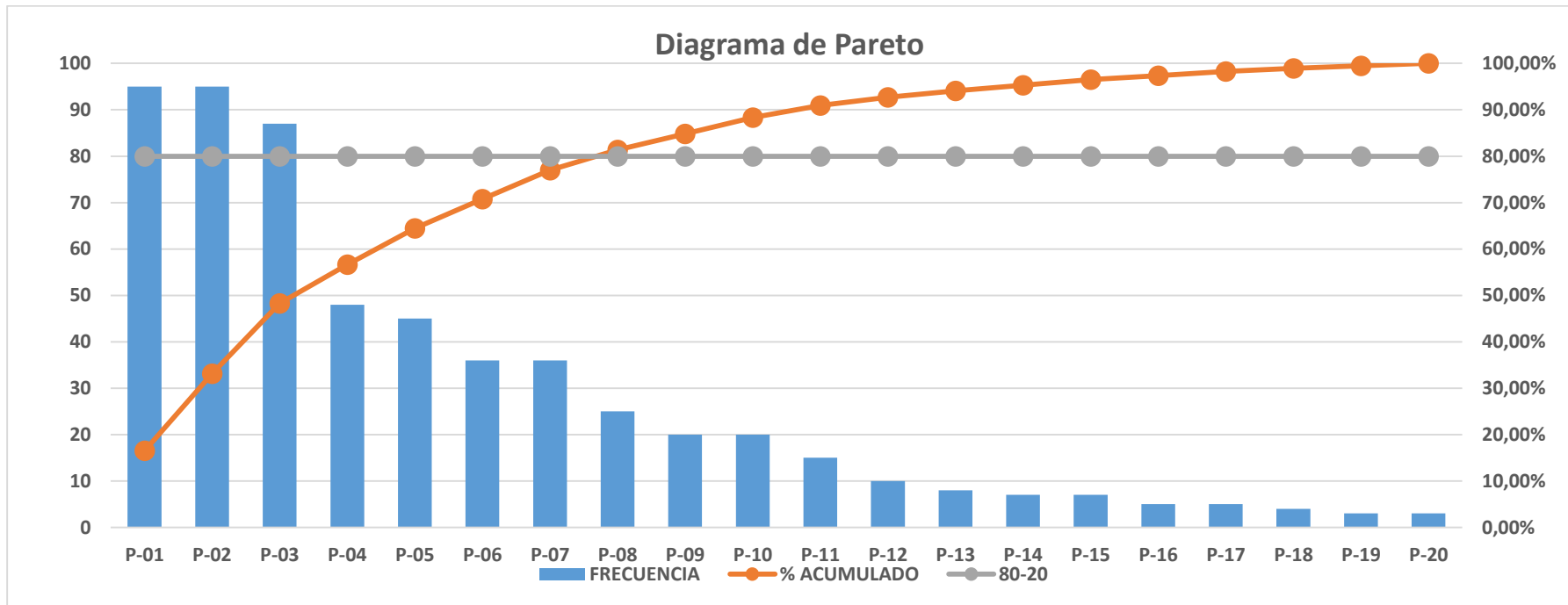


Figura 3: Diagrama de Pareto

Fuente: Elaboración propia

Como se puede visualizar en la Figura N°3, en el Diagrama de Pareto, 35% de los 7 primeros problemas provocan el 80% de retraso de producción por las fallas mecánicas y paros que hay en la maquinaria en la Empresa Instalación de Redes Operativas Cordova IDROCOR E.I.R.L.

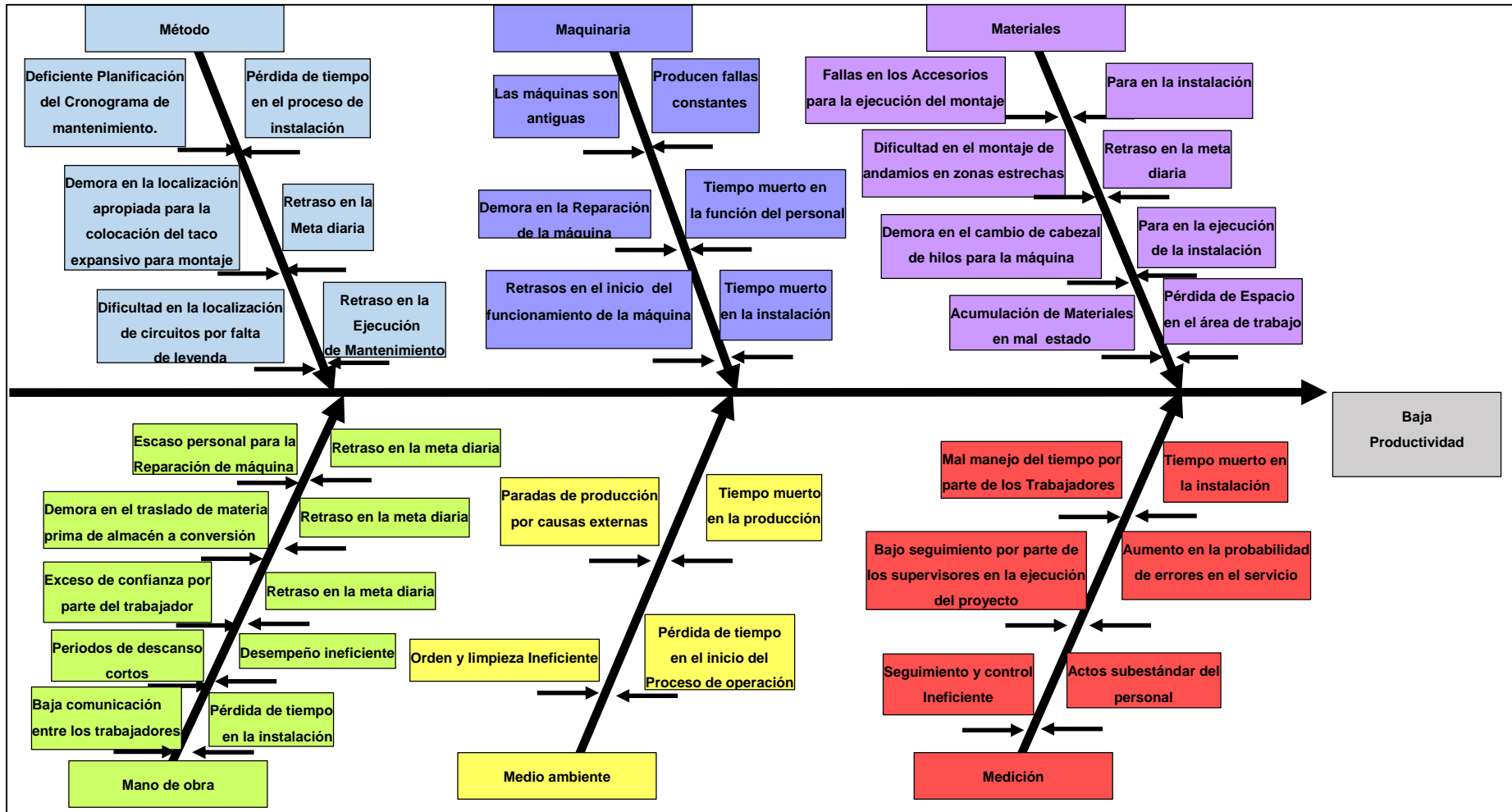


Figura 4 : Elaboración de Diagrama de Ishikawa

Fuente: Elaboración propia

En el diagrama ISHIKAWA se observan las causas de los problemas más frecuentes del área de Conversión, lo que genera retrasos en el proceso de producción.

Teniendo referencia de la realidad problemática exhibida, se establece el problema general, así como los problemas específicos para esta investigación. El problema general de la investigación es: ¿En qué medida la aplicación del mantenimiento centrado en la confiabilidad incrementará la productividad en la Empresa de Instalación de Redes Operativas Cordova IDROCOR, Arequipa 2021? La investigación a su vez presenta los siguientes problemas específicos:

- **PE1:** ¿En qué medida la aplicación del mantenimiento centrado en la confiabilidad incrementara la eficiencia en la Empresa Instalación de Redes Operativas Cordova IDROCOR, Arequipa 2021?
- **PE2:** ¿En qué medida la aplicación de mantenimiento Centrado en la Confiabilidad incrementara la eficacia en la Empresa Instalación de Redes Operativas Cordova IDROCOR, Arequipa 2021?

Tenemos la **Justificación teórica** la productividad está relacionada con los objetivos alcanzados que se adquieren durante el proceso o un sistema esto quiere decir que al incrementar la productividad se generan mejores resultados considerando los recursos empleados para generarlos (Gutiérrez, 2014, p.21). La **Justificación Económica** el presente estudio permitirá la disminución de gastos innecesarios, relativos al mantenimiento, evitando fallas, haciendo que los equipos cumplan con su función y obtener el crecimiento de productividad de la Empresa Instalación de Redes Operativas Cordova IDROCOR , Arequipa 2021, A su vez, en el futuro, brindar soluciones a los problemas de la empresa logrando mayores ganancias. La **Justificación práctica** implica que un trabajo de investigación en su desarrollo aporte una solución a un problema. El objetivo general es: Determinar en qué medida la aplicación del Mantenimiento Centrado en la confiabilidad incrementará la productividad de Empresa Instalación de Redes Operativas Cordova IDROCOR , Arequipa 2021.

Los objetivos específicos fueron los siguientes:

- **OE1:** Determinar en qué medida la aplicación de mantenimiento centrado en la confiabilidad incrementara la eficiencia en la Empresa Instalación de Redes Operativas Cordova IDROCOR , Arequipa 2021.

- **OE2:** Determinar en qué medida la aplicación de mantenimiento centrado en la confiabilidad incrementara la eficacia en la Empresa Instalación de Redes Operativas Cordova IDROCOR, Arequipa 2021.

La hipótesis general fue la aplicación de mantenimiento centrado en la confiabilidad incrementará la productividad de la empresa – Instalación de Redes Operativas Cordova IDROCOR, Arequipa 2021. Las hipótesis específicas fueron los siguientes:

- **HE1:** La aplicación de mantenimiento centrado en la confiabilidad incrementara la eficiencia en la Empresa Instalación de Redes Operativas Cordova IDROCOR, Arequipa 2021.
- **HE2:** La aplicación de Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad incrementara la eficacia en la Empresa Instalación de Redes Operativas Cordova IDROCOR, Arequipa 2021.

II. MARCO TEÓRICO

En este capítulo se señalan los antecedentes investigados a nivel internacional y nacional al momento de investigar las diferentes fuentes bibliográficas concernientes al tema de sujeto a estudio, mencionaremos en primer lugar las investigaciones Nacionales.

REAÑO, Leonardo (2019) en su tesis titulada: **“PROPUESTA DE MANTENIMIENTO CENTRADO EN LA CONFIABILIDAD EN UNA EMPRESA REPROCESADORA DE SUBPRODUCTOS DE ARROZ PARA MINIMIZAR EL NÚMERO DE AVERÍAS-2019”**. Se desarrolló en la Universidad Tecnológica del Perú, su objetivo general es el estudio basado en el análisis del servicio de máquina y procesamiento de subproductos (arrocillo) de una máquina reprocesadora de arroz. La empresa fue diagnosticada al inicio de la investigación y en el proceso de la investigación, se demostró que la producción se detiene en un 59,14% a causa de la avería de las máquinas, lo cual genera pérdidas económicas. Al aplicar la propuesta RCM se reduce a 14 el número de fallas, aumentando el nivel de producción en un 12%. Esto aumentará la eficiencia de 84% a 95%; el valor de reducción de costo por unidad producida es de S / .0.37soles, El tiempo medio de reparación aumentó de 7,24 horas a 6,79 horas, la disponibilidad máxima aumentó de 89,26% a 96,81% y la OEE aumentó a 5,44%. En conclusión el porcentaje de cada indicador nos confirma la disminución de costo por avería, lo que beneficia a la empresa.

PRADO, Nick (2018) en su tesis titulada: **“APLICACIÓN DE RCM PARA MEJORAR LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO DE EMPRESA INDUSTRIAS DE PAPEL, CHACLACAYO 2018”**. Desarrollado en la Universidad César Vallejo, el objetivo general implica tener una máxima disponibilidad de la máquina papelera, teniendo evidencia donde existían una cantidad proporcional de paros imprevistos ya que carecían de un buen programa de mantenimiento, al utilizar las herramientas del RCM, en el indicador de confiabilidad operacional, se dio un tiempo medio entre fallos de 29.46 horas /fallos y en el indicador de mantenibilidad un tiempo de reparación de 0.94 horas/reparación. De igual manera se aprueban los objetivos planteados con incrementar el índice de

mantenimiento es 90.2%, de esta forma se obtiene el resultado final, aumentando la gestión de mantenimiento en un 87.34%. En cuanto a los resultados obtenidos, se debe descartar que al obtener un nivel máximo de disponibilidad de la máquina, se obtendrá el aumento del volumen de producción, obteniendo así mayor productividad interna de la empresa, generando así beneficios.

MACEDO, José (2018) en su tesis titulada: **APLICACIÓN DEL MANTENIMIENTO CENTRADO EN LA CONFIABILIDAD (RCM) PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD DE LA LÍNEA 14 DE ENVASADO TETRA PAK-LURIGANCHO 2018**, en esta investigación se determinó la ejecución del mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM) y la mejora de la productividad de la línea de envasado 14 de Tetra Pak. Se utilizó el nivel descriptivo explicativo, con una investigación aplicada, cuantitativa, por el diseño el tipo es cuasi-experimental, por el tiempo longitudinal. Diseño de un solo grupo con pretest y postest. Se evaluó una muestra no probabilística compuesta por el área de envasado completa de tetra pak, que se dio en unos periodos de 9 meses pretest y 9 meses post. Los instrumentos utilizados fueron hojas de cálculo para las variables de investigación, la técnica aplicada que se usó fue la observación y se aplicó la evaluación de profesionales expertos para la validación de los instrumentos. Se usó el programa SPSS V.25 para el análisis de datos. El beneficio final indica que se ha incrementado en 20% la productividad con el método RCM y se dio el crecimiento en el 14% de la eficiencia en línea de envasado, reduciendo el tiempo de improductividad de las máquinas. También se organizó y capacitó a los trabajadores que participan en la línea de envasado, mejorando en un 14% de eficacia en la empresa AJEPER del distrito Lurigancho, al implementar la metodología RCM.

SOTO, Jean P. (2016) en su tesis titulada: **“MANTENIMIENTO BASADO EN LA CONFIABILIDAD PARA EL MEJORAMIENTO DE LA DISPONIBILIDAD MECANICA DE LOS VOLQUETES FAW EN GYM SA. – Perú.”** Desarrollado en la Universidad Nacional del Centro del Perú. La empresa GYM S.A. tiene una flota de camiones volquetes marca FAW tipo CA3256P2K2T1A80 que pueden

usarse para transportar diversos materiales. Debido a la falla funcional de los diferentes sistemas en el camión volquete, estos equipos no pueden funcionar con normalidad durante las horas de trabajo planificadas. La tasa de utilización mecánica promedio calculada de estas paradas inesperadas es de 90.14%, por lo que este indicador de gestión no lo permite la empresa. El propósito es mejorar la utilización mecánica de los camiones volquete, aplicar métodos de mantenimiento basados en la confiabilidad y adoptar métodos descriptivos. Se obtuvo información a través de listas de verificación, informes del operador, registro semanales, estado de revisión diaria a los equipos (Data SISME), Debido al mantenimiento indicado en la confiabilidad, se obtuvieron estrategias para tener éxito en el área de producción. Al término se aplicó esta metodología logrando alcanzar la utilidad del 92%.

Antecedentes Internacionales

JIMENEZ, Pablo (2017) en su tesis titulada: “**ELABORACIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO CENTRADO EN LA CONFIABILIDAD (RCM) PARA EL ÁREA DE BUNCHADO EN PLANTA ELECTROCABLES DE LA CIUDAD DE GUAYAQUIL**”. – Ecuador. Desarrollado en la Universidad de Guayaquil. La investigación presenta una propuesta, basada en el desarrollo de un plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad RCM, donde el objetivo es disminuir el número de fallas, horas de incidentes por fallas, tiempo promedio entre fallos MTBF y tiempo promedio de restauración de fallos MTTR. Se determina el análisis de distintas fallas y efectos AMFE que sirve para estudiar los mismos, también se ha realizado una observación AMFEC de causas de las fallas, efectos y criticidad de cada sistema de máquina en el área de Bunchado para identificar diferentes causas de fallas, efectos y criticidad con relación al impacto operacional, constancia, sostenibilidad e inspección, estos efectos se consideran para evitar el aumento exponencial crítico de equipos, máquinas, componentes y sistemas. En el análisis económico de gestión de mantenimiento se determina el costo de las paradas planificadas y no planificadas y los activos circulantes no generados durante el tiempo de no producción, el valor de un par de últimas variables del análisis es de \$ 19.680,70. Después de revisar la propuesta de RCM, se adquiere un total de US \$ 11,700.00 en costo de

reparación, lo que representa un valor de flujo de efectivo de US \$ 5,172.28 en el primer período, y un aumento de flujo de efectivo de US \$ 1,188.15 en el segundo período, lo que ilustra la importancia de este trabajo de investigación. Usando el método RCM, el tiempo promedio entre dos fallas de MTBF aumentó de 8.8 horas a 29.3 horas, y también mostró que el tiempo promedio de reparación de MTTR aumentó de 2.8 horas a 6.8 horas. Para la aplicación y continuidad de RCM, se recomienda realizar capacitaciones en los siguientes temas: mantenimiento basado en confiabilidad RCM, modo de falla, análisis de impacto y criticidad AMFEC, mantenimiento regular e independiente, metodología estándar 5 S, PAS 55.

CASTILLO, Ángel (2017) en su tesis titulada: **“PROPUESTA DE MANTENIMIENTO CENTRADO EN CONFIABILIDAD DE LAS UNIDADES DE BOMBEO HORIZONTAL MULTITAPAS DEL SISTEMA OIL DE LA ESTACIÓN ATACAPI DEL B57-LI DE PETROAMAZONAS”**. – Ecuador. Desarrollado en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo – Ecuador. Se estableció la siguiente hipótesis: Cuando se aplica la tecnología RCM al sistema Power Oil de la estación de Atacapi, se mejora significativamente el tiempo medio entre fallas, por lo que se reduce el número de fallas. Costos y horas hombre, El costo de materiales y repuestos está relacionado. Al aplicar el RCM puede reducir la duración media entre fallas de 29 días a 69. Después de conocer la declaración por incremento, la tasa de fallas se puede reducir en un 57,95%. En el análisis anteriormente realizado se observa que disminuyó 6.216 BLS en dos periodos anuales, lo cual significa el uso del RCM puede reducir el daño a un menor de 3602 BLS. La adquisición económica de reducir las tasas de quiebra para la empresa se estima en US \$ 131.302,43. (La ganancia bruta por bidón de petróleo es de \$ 36,45). El análisis histórico de los modos de falla de los equipos es esencial. Puede evaluar qué eventos tienen el impacto más adverso en el sistema en el entorno operativo real, y evaluarlo desde varias perspectivas, como la repetibilidad y el impacto en la producción. En RCM Con la ayuda de, los recursos se gestionan de forma más eficaz. El RCM no está diseñado para modificar la estructura del trabajo o agregar tareas que no se pueden completar, simplemente puede mostrar las causas de falla y que equipos tienen un alto

impacto para poner medidas preventivas y garantizar, los activos continúen cumpliendo sus funciones.

VALERA R. y VALDHER R. (2016) en su tesis titulada: **“GESTIÓN DE MANTENIMIENTO CENTRADO EN CONFIABILIDAD PARA UNA MÁQUINA PAPELERA”**, desarrollado en la Universidad de Carabobo-Naguanagua, El propósito de esto proyecto es planificar una estrategia de mantenimiento centrado en la confiabilidad El enfoque del plan es mejorar la eficiencia de los activos clave de la planta Papeles Venezolanos CA para reducir el tiempo de inactividad no planificado, aumentar la productividad del sistema y minimizar los costos relacionados con el mantenimiento. Para ello, se diagnosticó el estado actual y se recaudó conocimientos en base a informes de mantenimiento. Esta confiabilidad actual en los equipos es permisible (87%) Después de la implementación del plan, la confiabilidad general se ha incrementado entre un 4% siendo un 91%. Los costos de mantenimiento eran muy cambiantes y se estabilizaron luego de la implementación del plan RCM, con una leve disminución, además se observó un aumento del 5% en la producción, todo lo cual fue estimado en las condiciones normales de operación de la empresa. Con el desarrollo del plan de mantenimiento, estos indicadores han mejorado levemente, lo que indica que irán aumentando más con el tiempo y su uso continuado. La ejecución del proyecto desarrollado, se refiere a una reducción del material en tránsito. Después de retirarse de los trabajos de mantenimiento. Ha habido una mejora significativa en el medio ambiente, que define el marco para el desarrollo sostenible.

CORDOBA, Juan y MONTEJO, Carlos (2017) en su tesis titulada: **“ELABORACION DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO CENTRADO EN CONFIABILIDAD (RCM) PARA LA EMPRESA CITRIEXPINAL S.A.S”**. Universidad Santo Tomas – Bogotá Colombia, El propósito del proyecto es desarrollar un proyecto de mantenimiento centrado en la confiabilidad que dará seguridad en los activos e instalaciones estén operando en condiciones óptimas

y que las reparaciones se realicen asegurando la productividad de la empresa. Se puede concluir que Citriexpinal SAS ha logrado las metas generales y metas específicas y diseñó un software que tiene un anuario de tareas para sostener la prevención de los activos de la empresa, mitigando las acciones correctivas, pues por esta razón, la empresa tiene una gran pérdida de tiempo; concluido a la implementación del plan RCM la producción en el primer semestre 2017 fue de 18.860 TN aumentando 27,794 TN en segundo semestre con un porcentaje de incremento de un 8.93% en productividad, disminuyendo tiempos en paradas de maquina a porque se superó el tonelaje exportado. Diseñó con éxito un conjunto completo de software, que incluye: currículums, dibujos técnicos, órdenes de trabajo y otro soporte para cada activo de una manera simple y efectiva. Obviamente, los mantenedores están satisfechos con el software porque realizaron investigaciones y discusiones, dijeron que estaban relacionados con el programa e investigaron al personal.

RCM (MANTENIMIENTO CENTRADO EN LA CONFIABILIDAD)

El mantenimiento centrado en la confiabilidad es un método de apoyo, teniendo un formulario de estudios metódicos, objetivamente, implementado este se aplica a diferentes casos en un sistema industrial y ayuda a formular y analizar los planes de mantenimiento y llevar una mejor gestión de mantenimiento.

El objetivo de RCM es mantener las funciones más importantes del equipo al menor costo de mantenimiento y mantener su confiabilidad y disponibilidad. (J. Igba, K. Alemzadeh, I. Anyanwu, P. Gibbons, J. Friis-2013)

Parámetros fundamentales en el RCM

La gestión de la confiabilidad operacional se desarrolla en 4 términos básicos: credibilidad personal; representa el lado débil de la empresa, en donde se muestra la composición funcional de los trabajadores, referencias directorales, conocimiento empresarial y área administrativa. Todo el contenido relacionado con el proceso, resulta un conjunto de operaciones. La confiabilidad del equipo se basa en la confiabilidad desde la realización del diseño, es decir, el tipo de diseño terminado, la modificación del diseño origina un cambio en la forma y el

proceso de enlazar. La meta principal es adjuntar todas las características del diseño relacionado incremento de tiempo medio.

Filosofía del Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad

El concepto de RCM es utilizar mantenimiento preventivo (PM), mantenimiento predictivo e inspección, tecnología de mantenimiento proactivo y proactivo de una empresa integral, para aumentar la posibilidad de diseño de equipos de la manera requerida, mientras se realiza un mantenimiento y mantenimiento mínimos. El propósito es minimizar el costo de mantenimiento y garantizar la confiabilidad del sistema y la seguridad del equipo.

El análisis RCM se basa en el modo de falla de FMEA detallado y el análisis de impacto, incluidos los cálculos de probabilidad de falla y confiabilidad del sistema. El estudio se utiliza para definir actividades de sostenimiento apropiadas con dirección a la causa originada por falla encontradas.

Análisis del RCM

- Que quiere el usuario que haga la máquina.
- Razones del incumplimiento de las funciones encomendadas.
- Cuál es la razón del error
- Que pasaría se sucede el error en máquina.
- Que tan grave sería el error en la maquina

Dimensiones para el RCM

1: Definición de indicadores clave.

Antes de iniciar el proceso, primero determine los indicadores y evalúelos; se utiliza para calcular la ejecución del mantenimiento, que es consistente con los objetivos estratégicos de la organización. (Carlos Parra – Adolfo Crespo, 2012, Pag. 6).

$$FNR = FT/FRe * 100$$

2: Listado y codificación de equipos.

Para esto, es necesario obtener esquemas y gráficos. La lista debe estar representada en forma de estructura de árbol, en la que se mostrarán las dependencias entre cada elemento y los elementos restantes [...]. La codificación del equipo (p. 13) facilita el posicionamiento del equipo, la referencia en la orden de trabajo, la referencia en el plan, permite el registro detallado del historial de fallas y medidas de intervención, y nos permite calcular las áreas, equipos, elementos, sistemas, etc. índice. Y permitir controlar los costos. (García Garrido, S.- 2010).

$$LE = E1 + E2 + E3 + \dots + En$$

3: Listado de funciones y sus especificaciones.

Lo determina una lista de puestos principales y auxiliares de la especificación del sistema de todo el sistema. Lista de la función principal y auxiliares de cada subsistema. Señala que las funciones más habituales son velocidad, consumo, producción, capacidad de carga, etc. Y estos datos deben aparecer siempre en la ficha técnica de cada sistema, subsistema y equipo. Según Sánchez Gonzáles, J.; Guerrero Serrano, P.; Garrido Linares, A.; Amat Pinilla, D. (2015).

$$LF = (TFM + TFS)$$

4: Determinación de fallos principales y secundarios.

La falla mayor identificada es la falla que impide que todo el sistema realice su función principal. Las fallas secundarias son fallas parciales causadas por no evitar que el sistema realice sus funciones. Es posible que no cumpla con ciertas especificaciones del equipo, como: circulación de lubricante, enfriamiento, niveles de temperatura y ruido. Según Aguilera Nieves, A. (2011)

$$FT = FF + FTe$$

5: Determinación de los modos de fallos.

A través de investigaciones visuales que se pueden realizar in situ (con la ayuda del ojo desnudo y una lupa), se determina que se puede realizar algún diagnóstico de modos y mecanismos de falla, pero la certeza depende de la experiencia del analista. . Al utilizar el análisis de registros históricos, se tiene que brindar una atención especial a la identificación de las variables de diseño, transporte, ensamblaje, operación o mantenimiento que pueden conducir a fallas, que también dependen de la experiencia del analista. Según Espejo y Hernández (2017, p. 353).

La determinación en el análisis de fallas se trata de dos métodos complementarios: el primero es adecuado para determinar el mecanismo de falla (método físico), por lo que es adecuado para determinar el modo de falla existente en el elemento, equipo o estructura, lo que se denomina análisis. Mecanismo de falla, el segundo método está asociado con la determinación de la causa raíz de la falla, lo que se denomina análisis de causa raíz. Según (Espejo Mora, E.; Hernández Albañil, H., 2017)

$$TCF = \Sigma CFF + \Sigma CFTe$$

6: Estudio de criticidad de los fallos.

Según estas consecuencias, la falta se clasifica en grave, mayor, tolerable o sin importancia. El estudio de criticidad se basa en la probabilidad de que cada usuario pueda ser detectado por el usuario. Teniendo en cuenta la posibilidad de ocurrencia y detección de fallas y la severidad de su impacto, la información obtenida se suma a la edición ordenada de los modos de falla. Según (Sols, A., 2000).

$$CR = P * S$$

7: Determinación de las medidas preventivas.

Las acciones preventivas determinan en función del orden, limpieza, mantenimiento y condiciones de construcción. Brindan a los trabajadores

protección adecuada en seguridad para prevenir posibles riesgos en el lugar de trabajo, como caer a un nivel diferente o al mismo nivel, ser golpeados o cortados por objetos o herramientas, o que los materiales del cuerpo del trabajador colapsen. Según Cabaleiro Portela, v. (2010).

$$MP = \Sigma ME + \Sigma MS + \Sigma MCI + \Sigma MCA + \Sigma MEPP$$

8: Agrupación de medidas preventivas.

Determina la preparación del proceso de manutención, registro de cambios, plan de capacitación, métodos de operación y manutención, y registro de repuestos que se deben preparar. Mantener inventario y tomar medidas temporales en caso de falla. El plan de mantenimiento basado en RCM agrupará y enumerará las medidas preventivas que se han clasificado en la fase anterior. Según el trabajo de (Sánchez y cols. 2015, p. 295).

Se clasifican en:

- Modificaciones a realizar en la instalación.
- Tareas de mantenimiento.
- Medidas temporales tomadas en caso de avería.
- Procedimientos de operaciones a modificar.
- Instrucciones especiales de mantenimiento.
- Formación a redactar.

$$AMP = EPM + LM + PF + PO + PM + LR + MF$$

9: Implementación de los resultados.

La determinación final de los resultados que se pueden obtener durante la ejecución del plan depende no solo de la dirección, sino también de la capacidad y entusiasmo de los trabajadores para realizar las tareas propuestas. Por lo tanto, a través del proyecto de investigación y una correcta aplicación del

programa, la empresa obtendrá un historial de mantenimiento de cada uno de sus máquinas y equipos, lo que ayudará en los trabajos de mantenimiento, tomar decisiones a largo plazo y analizar si continuar con las reparaciones comprando nuevos de allí. El equipo es rentable. Y, en general, mejoró la calidad de mantenimiento y gestión de las operaciones de la empresa. (Mercado Herrera, Gutiérrez Montero, Gutiérrez Muñoz, Soriano Lerma y Villaseñor Mata, 2019, p. 244)

$$NFR = FT / FRe * 100$$

10: Evaluación de resultados.

Tiene como objetivo medir la efectividad o el grado de impacto de las medidas del sistema de gestión de seguridad y salud ocupacional sobre la salud y las condiciones de trabajo de la población trabajadora en un período específico. Pasa la detección de factores de riesgo. Según (Toro Montes, J.; Sánchez Serna, Y., 2013)

$$NFR = FT / FRe * 100$$

PRODUCTIVIDAD

La productividad final debe estar vinculada con los propósitos adquiridos en el conjunto recopilado, por ende se considera que los bienes usados tendrán un buen fin, aumentando la actividad del producto se obtendrá un buen resultado. El resultado obtenido se puede medir en unidades de producción, Las piezas se venden o rentabilizan y los bienes utilizados se podrán medir de acuerdo a la abundancia de trabajadores, la duración total contratada, el horario de trabajo realizado en máquina, etc. Es decir, la productividad se mide evaluando completamente los bienes utilizados para crear o elaborar determinadas conclusiones. Derivado (Gutiérrez, 2014, p.21).

Fórmula de la productividad

Productividad: mejora continua del sistema.

No solo se trata de una producción rápida, sino de una mejor producción.

Productividad = Eficiencia x eficacia

$$Productividad = \frac{Tiempo\ útil}{Tiempo\ total} \times \frac{Unidades\ instaladas}{Tiempo\ Util}$$

Dimensiones de la productividad

Eficiencia

Es la conjunción de las operaciones obtenidas, bienes adquiridos. Significa utilizar recursos para lograr los objetivos establecidos y garantizar que no se desperdicien recursos. Una forma de mejorar la eficiencia es hacerlo mejor reduciendo el tiempo perdido en todo el proceso en lugar de producir más rápido. (Gutiérrez, 2014, p.22).

$$Eficiencia = \frac{tiempo\ útil}{tiempo\ total}$$

Eficacia

Es la medida en que se lleva a cabo la actividad planificada y se logra el resultado planificado, es decir, al considerar la situación de obtener un resultado esperado. El propósito de la eficacia es elevar la utilidad de los equipos, recursos y procesos. Estos trabajadores deben estar capacitados para lograr las metas del plan. Además, la eficacia también está orientada a perfeccionar su desenvolvimiento de los trabajadores y crear un sistema donde facilite a los trabajadores al realizar sus labores profesionales. (Gutiérrez, 2014, p.22).

$$Eficacia = \frac{Unidades\ instaladas}{Tiempo\ útil}$$

III.METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

Tipo de investigación:

La presente **investigación es de tipo aplicada** porque trata de explicar la situación real que se presenta en la empresa de instalación de redes operativas Cordova- IDROCOR EIRL

(Serrano, 2020, p.39) definió: La investigación aplicada puede buscar respuesta a preguntas específicas que sean útiles para los humanos [...] por lo general, haga una pregunta específica y trate de encontrar una respuesta definitiva y completa. Esta investigación crea un vínculo con pruebas teóricas generadas en una investigación y datos reales logrando obtener respuestas a los problemas generados.

El **enfoque de la investigación cuantitativa** (Hernández-Sampieri y Mendoza, 2018, p.5) definió: Está relacionada con el conteo numérico y los métodos matemáticos al determinar además, “La investigación cuantitativa también representa una serie de procesos organizados que ocurren de manera ordenada, en contraste con ciertos supuestos”.

Esta investigación describe las variables, explico el método para optimizar la productividad de la empresa INSTALACION DE REDES OPERATIVAS CORDOVA – IDROCOR E.I.R.L. con los datos que serán procesados a través de procedimientos estadísticos.

Diseño de investigación

El diseño de la investigación es experimental, de tipo Pre experimental con pre y post prueba de corte longitudinal y nivel explicativa. (Hernández, R. & Mendoza, C. 2018) explica que este diseño de investigación propone un estudio previo a la aplicación de una herramienta y luego de la aplicación de la herramienta con el fin de llevar a cabo una comparación de ambos resultados con el fin de que comparativa de resultados que a generen soluciones al estudio de la investigación.

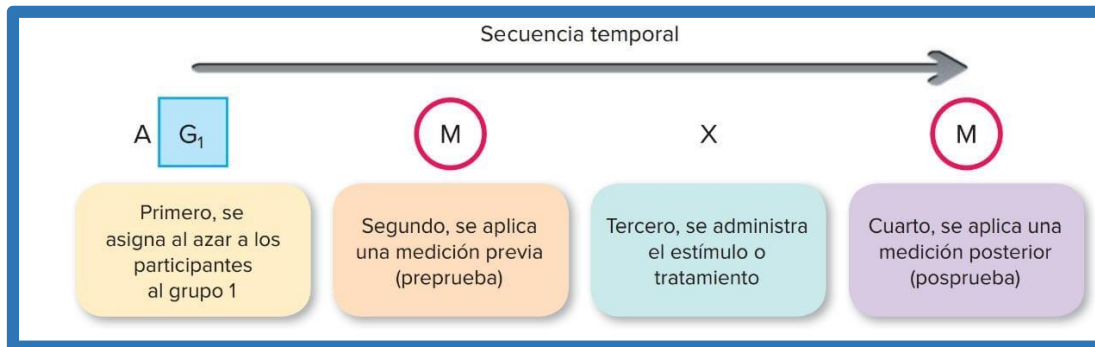


Figura 5: Simbología del diseño de investigación

Fuente: Elaboración propia

El **corte de la presente es de tipo longitudinal** (Hernández-Sampieri y Mendoza, 2018, Pag.180) definió: Son aquellos datos recolectados que se hacen varias tomas a través del tiempo a un solo grupo en diferentes momentos situaciones para inferir en la causa e impacto de un problema de la investigación.

Por lo tanto, esta investigación determinara como las aplicaciones del RCM incrementará la productividad de la Empresa Instalación de Redes Operativas Cordova - IDROCOR E.I.R.L.

Método de investigación

El estudio empleará el método empírico, debido a que, se basa en la experiencia con lo vívido en esta investigación, se emplea la observación que se registra de manera directa y permite reconocer el análisis de forma concreta para ser aplicada a la presente(Bernal,2010).

3.2. Variables y Operacionalización

Quezada (2019, Pág. 51) detalla el término variable como: todos los atributos de un determinado objeto, persona o evento con diferentes valores.

Variable independiente: “MANTENIMIENTO CENTRADO EN LA CONFIABILIDAD”

RCM o Reliability Centered Maintenance, este es un método de gestión del mantenimiento de sistemas, equipos o instalaciones industriales. El método se basa en determinar todos los fallos potenciales que puedan existir en las instalaciones, clasificarlas e implementar una serie de medidas preventivas en función de su importancia para evitarlas o minimizar sus consecuencias. (Santiago García, 2018).

El objetivo básico de realizar el RCM es optimizar la confiabilidad de la industria, es decir, reducir el tiempo de inactividad de la empresa por fallas inesperadas, resultando en el incumplimiento del plan de producción. (Santiago García, 2018).

- **Definición de indicadores clave**

Indicador:

$$FNR = \frac{Fallas\ Totales}{Fallas\ Resueltas} \times 100$$

FRN: Fallas no resueltas

Escala: Razón

- **Listado y codificación de equipos**

Indicador:

$$LE = Equipo1 + Equipo\ 2 + Equipo3 + \dots + Equipo\ n$$

LE: Lista de equipos

Escala: Razón

- **Listado de funciones y sus especificaciones**

Indicador:

$$LF = Total\ de\ funciones\ primaria + \\ Total\ de\ funciones\ secundarias$$

LF: Lista de funciones

Escala: Razón

- **Determinación de fallos principales y secundarios**

Indicador:

$$FT = \text{Fallas funcionales} + \text{Fallas técnicas}$$

FT: Fallas totales

Escala: Razón

- **Determinación de los modos de fallos**

Indicador:

$$TCF = \text{Sumatoria de causas de fallos} + \\ \text{Sumatoria de causas de fallo técnicos}$$

TCF: Total de causas de fallo

Escala: Razón

- **Estudio de criticidad de los fallos**

Indicador:

$$CR = \text{Probabilidad} \times \text{Severidad}$$

CR: Clasificación de riesgos

Escala: Razón

- **Determinación de las medidas preventivas**

Indicador:

$$MP = \text{Sumatorias de medidas de eliminacion} \\ + \text{Sumatoria de medidas de sustitucion} \\ + \text{Sumatorias de medidas de control de ingeniería} \\ + \text{Sumatoria de medidas de control administrativo} \\ + \text{Sumatoria de medidas de EPP}$$

MP: Medidas preventivas

Escala: Razón

- **Agrupación de medidas preventivas**

Indicador:

$$AMP = EPM + LM + PF + PO + PM + LR + MF$$

AMP: Agrupación de medidas preventivas

Escala: Razón

- **Implementación de los resultados**

Indicador:

$$NFR = \frac{Fallas\ totales}{Fallas\ resueltas} \times 100$$

NFR: Número de fallas resueltas

Escala: Razón

- **Evaluación de resultados**

Indicador:

$$NFR = \frac{Fallas\ totales}{Fallas\ resueltas} \times 100$$

NFR: Número de fallas resueltas

Escala: Razón

Variable dependiente: “PRODUCTIVIDAD”

“La productividad es una relación que se emplea a fin de calcular el nivel de uso de los puntos que disminuyen la fabricación del bien, también es necesario controlar la productividad. Si la productividad de la empresa obtiene un incremento de mayor tamaño, disminuye el precio del producto, por lo que alcanzaremos un nivel alto de competitividad en la industria.”
(Cruelles 2013, Pág. 10)

La productividad determina la relación creada entre los productos obtenidos, resultados utilizados. Los productos obtenidos se miden por la unidad de producción, las partes y ganancias vendidas. Los bienes obtenidos se

calculan por la cantidad de personal, la duración total utilizada y la duración de la máquina utilizada, etc. (Gutiérrez 2014, Pág. 21)

- **Eficiencia**

Indicador:

$$Eficiencia = \frac{Tiempo\ útil}{Tiempo\ total}$$

Escala: Razón

- **Eficacia**

Indicador:

$$Eficacia = \frac{Unidades\ instaladas}{Tiempo\ útil}$$

Escala: Razón

Las variables y dimensiones detalladas se encuentran en la Operacionalización de Variables (Anexo 2).

3.3. Población, muestra y muestreo

Población

(Hernández & Gonzáles 2020, Pag.50) mencionaron: “Definido por los investigadores, cualquier conjunto de elementos con una o más propiedades comunes, estos elementos pueden ir desde la realidad completa hasta un pequeño conjunto de fenómenos”.

La población es finita o determinada, debido a que se conocen los elementos de análisis. Es por eso que la población estará constituida por 15 trabajadores que laboran en el área operativa en la Empresa de Instalación de Redes Operativas Cordova IDROCOR E.I.R.L, de tal forma que la población estará constituida por:

N: 15 trabajadores que laboran en el área de proyecto.

Muestra

(Hernández & Gonzáles 2020, Pag.51) mencionaron: “La muestra es un grupo relativamente pequeño de unidades de investigación que representa las características de la población”.

Para este caso se tiene que evaluar a todo el universo muestral, de tal forma que la muestra estará constituida por 15 trabajadores con el afán de reducir el error en las pruebas estadísticas.

n: 15 trabajadores que laboran en el área de proyecto

Muestreo:

(Hernández-Sampieri & Mendoza 2018, Pag.202) mencionaron:

La muestra probabilística es fundamental para diseñar la **investigación experimental**, explicativa - causal, que están destinados para estimar las variables en la población. Las variables se valoran y se examinan con pruebas estadísticas en la muestra, en la cual los elementos que comprenden dicha población tienen una probabilidad similar para ser escogidos.

Criterios de selección

Inclusión

El estudio se centró en el personal asignado en el área de proyectos con relación a la maquinaria operativa, se enfocó en el mantenimiento preventivo aplicado en la empresa por motivo que se consideró la data de previa al estudio y después de aplicar el estudio del año 2020.

Exclusión

La investigación no tomó en consideración la data de estudio de la empresa que sea de años diferentes al 2020.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnica

La técnica utilizada en la investigación es la **observación** ya que es considerada una de las más importantes en el método científico. Se define como la evaluación de un comportamiento de conductas o eventos, que son indispensable en el área de investigación, ya que de estos mismos se obtienen datos de las conductas y eventos observados para elaborar hipótesis o teorías generales.

(Serrano, 2020, Pág. 67). La técnica que se utilizará en la presente investigación deberá de ser cuantitativos y de observación en el proceso, que permite el desarrollo del RCM que tendrá relación con la hipótesis y objetivos, con la finalidad de incrementar la productividad de la Empresa.

Instrumento de recolección de datos

Según (Palella y Martins 2012, Pág. 126) indica que los registros son herramientas muy útiles para registrar datos de evaluaciones con enfoque cuantitativo en un estado de aprendizaje. Posibilita la orientación a la observación con el fin de lograr un registro ordenado de cada situación.

Hernández & Ramos & Plascencia & Indacochea & Quimis & Moreno (2018, Pág. 81) Se considera que esta variable es la influencia de las herramientas de medición, sobre los resultados de las aplicaciones continuas

La investigación fue realizada con la data histórica de la empresa porque sin información histórica no se podría realizar una investigación. (ver anexo 6). Los indicadores fueron sometidos a un proceso de confiabilidad y validez mediante el juicio de expertos (ver anexo 3,4 y 5).

El instrumento de recolección de datos a utilizar fueron las hojas de registro porque nos permite registrar los datos o la información de las variables mediante la técnica de observación. (ver anexo 7).

Se detalla los siguientes instrumentos utilizados en de la investigación:

Hoja de Registros: Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad

- Registro de Mantenimiento: Donde se indica que maquinas sufrieron alguna avería durante la semana.
- Registro de Datos: Detalla el registro de horas útiles y horas perdidas

Hoja de Registros: Productividad

- Orden de Trabajo: Detalla las la solicitud de trabajo por el cual se dará seguimiento a las unidades instaladas en la empresa.

Los instrumentos detalladas anteriormente son desarrolladas en investigación y no han pasado por un proceso de validez o confiabilidad, pues este tenía como propósito recopilar acciones antes y posterior a la implementación del RCM como propuesta de mejora, los instrumentos detallados fueron hechos de la mano con la empresa IDROCOR según sus especificaciones, por tanto, no tiene un estudio estadístico, lo que nos impide ser sometido a valoración.


REGISTRO DE MANTENIMIENTO SEMANAL MAQUINA																									
	HORARIO	Operador Firma	V.B Tecnico Firma	Operador Firma	V.B Tecnico Firma	Operador Firma	V.B Tecnico Firma	Operador Firma	V.B Tecnico Firma																
	LUNES																								
	MARTES																								
	MIERCOLES																								
	JUEVES																								
	VIERNES																								
	SABADO																								
Fecha :																									
ACTIVIDAD	ENERO 2020		Semana1				Semana2				Semana 3				Semana 4										
	Lu	Ma	Mi	Jue	Vi	Sa	Lu	Ma	Mi	Jue	Vi	Sa	Lu	Ma	Mi	Jue	Vi	Sa	Lu	Ma	Mi	Jue	Vi	Sa	
Revision y Lubricacion	Máquina Ranuradora																								
Limpeza y Lubricacion	Máquina Roscadora																								
Revision y Lubricacion	Máquina Taladro de banca																								
Revision y Lubricacion	Máquina Rotomartillo																								
Limpeza y Lubricacion	Máquina Diamantina																								

Figura 6: Registro de mantenimiento semanal maquina
Fuente: Elaboración Propia

REGISTRO DE DATOS IDROCOR EIRL							
		AREA					
		Encargado:					
		Semana 1					
Maquina	CODIGO	FALLA FUNCIONAL	MODO DE AVERÍA	EFFECTOS DE AVER	Tiempo total	Tiempo Util	Tiempo Perdido
Máquina Ranuradora	RAN01						
Máquina Roscadora	ROS01						
Máquina Taladro de banca	TAB01						
Máquina Rotomartillo	RMA01						
Máquina Diamantina	DIA01						

Figura 7: Registro de datos IDROCOR E.I.R.L.
Fuente: Elaboración Propia



ORDEN DE TRABAJO N°001-25

DATOS CLIENTE	
Cliente:TAYLOY S.A	Fecha de Inicio:
RUC :20100049181	Fecha de culminación:
Telefono:054-228994	
Contacto:Jose Ramirez	

SERVICIO :INSTALACION DE MONTAJE DE RED SECA-HUMEDA					
ITEM	DESCRIPCION DEL SERVICIO	UNIDAD	CANTIDAD	P.UNITARIO	IMPORTE
1	Instalación del montaje de red seca húmeda que se detalla de la siguiente manera :	Unid	1	1000	S/. 1,000.00
2	· Tuberías Schelure 40	Unid	20	430	S/. 8,600.00
3	· Instalación Gabinetes	Unid	3	170	S/. 510.00
4	· Incorporación de Mangueras	Unid	4	417.6	S/. 1,670.40
5	· Válvulas	Unid	10	33	S/. 330.00
6	· Accesorios	Cto	1	200	S/. 200.00
7	· Tablero de arranque	Unid	1	230	S/. 230.00
IMPORTE :					S/. 10,780.00
IGV INCLUIDO					S/. 1,760.40
TOTAL					S/. 12,540.40

Forma de pago:

Cheque	Transferencia	Deposito	Efectivo
			S/6,270.20

SON: Doce mil Quinientos cuarenta con 400/100 Soles

OBSERVACIONES ADICIONALES:

Se hizo un adelanto del 50% del importe total quedando un saldo de S/. 6,270.20 soles

Figura 8: Orden de trabajo

Fuente: Elaboración Propia

Validez

Hernández & Ramos & Plascencia & Indacochea & Quimis & Moreno (2018, Pág. 80) definieron: “En cuanto a la validez de la investigación, en términos de su capacidad para obtener datos, representa la realidad de la investigación.”

Para realizar el proceso de validación de contenido, se tomará en cuenta tres aspectos: la claridad, pertinencia y relevancia de los ítems de los instrumentos. Por tal motivo, la validez del instrumento será evaluada por un comité conformado por tres expertos. (Anexo 3, 4,5)

Confiabilidad

En la presente investigación se utilizó los instrumentos como también técnicas reales como hojas de registros mediante la técnica de observación. Hernández & Mendoza (2018, Pag.228) mencionaron: “La confiabilidad o fiabilidad de una herramienta de medición es el grado de validez para la obtención de datos y así la aplicación al mismo sujeto de resultados iguales”.

3.5. Procedimiento

Se recolectará información obtenida de ejecución del mantenimiento centrado en la confiabilidad que incrementa una cantidad de producción en cuanto a la Empresa Instalación de Redes Operativas Cordova IDROCOR E.I.R.L., por medio de encuestas y listas de control que se aplicarán a los operadores de las máquinas y a las mismas máquinas que son parte del proceso de producción.

Dimensión 1: Definición de indicadores clave.

- Desarrollo del programa de mantenimiento.
- Identificación del cronograma de mantenimiento.
- Verificar los controles administrativos.
- Verificar los controles de ingeniería.

Dimensión 2: Listado y codificación de equipos

- Recopilación de diagramas funcionales, diagramas lógicos, etc.
- Códigos y relación de todos los sistemas y equipos que se encuentran en la empresa.
- Contar con un inventario de equipos y que estén debidamente ordenado.

Dimensión 3: Listado de funciones y sus especificaciones:

- Determinar el desempeño por maquinas.
- Determinar la función primaria y secundaria de las maquinas.
- Estudio de los sistemas y subsistemas. Fallas primarias y secundarias.
- Estudio de los equipos que componen el sistema y subsistema.
- Estudiar el funcionamiento del sistema en forma detallada.

Dimensión 4: Determinación de los fallos funcionales y fallos técnicos.

- Desarrollo por lista de fallos.
- Desarrollo por un historial de averías.
- Participación del personal de mantenimiento y operario.

Dimensión 5: Determinación de los modos de fallo.

- Desarrollo de los modos de los fallos.
- Desarrollo del diagrama de Ishikawa.
- Áreas de contenido para precisar el efecto de falla.
- Proceso de análisis de las causas de los fallos.

Dimensión 6: Estudio de la criticidad de los fallos.

- La razón de fallo.
- El efecto de fallo del bienestar de trabajadores.
- El efecto de fallo del medioambiente.
- El efecto de fallo la optimización de fuerzas
- El efecto de fallo de gatos por reparo.
- La probabilidad y severidad del fallo.
- Criticidad de los fallos: combinar dos factores.

Dimensión 7: Determinación de las medidas preventivas.

- Métodos de acciones previstas
- Diferentes actividades de mantenimiento
- Vinculación entre criticidad y actividades de mantenimiento
- Constancia en ejercer las actividades
- Acogida de acciones que ayuden a restar los efectos de fallas.
- Variación en los métodos de trabajo.
- Variación en métodos de mantenimiento
- Capacitación y aprendizaje
- El diagrama de decisión

Dimensión 8: Agrupación de las medidas preventivas.

- Preparar el plan de mantenimiento.
- Registro de mejoras.
- Planes de capacitación y formación.
- Ejecución de operación y mantenimiento.
- registro de repuestos en stock.
- Métodos provisionales.

Dimensión 9: Implementación de los resultados.

- Registro de mejoras.
- Proyecto de mantenimiento.
- Adquisición de repuestos.
- Elaboración del procedimiento.
- Realización de acciones formativas.

Dimensión 10: Seguimiento de resultados.

- Monitoreo y control.
- Incremento en la productividad.
- Indicadores de resultados.

3.6. Método de análisis de datos

Se realizará la corroboración y la categorización de la información obtenida de los cuestionarios para continuar con el procesamiento estadístico con el software estadístico SPSS que ofrece análisis estadísticos, predictivos, con la finalidad de facilitar la elección basadas en datos.

Hernández-Sampieri & Mendoza (2018, Pag.294) mencionaron: “Es necesario que se transformen las respuestas en valores numéricos. Para ello, los datos deberán ser sintetizados, codificados y dispuestos para el análisis. En tal sentido, se realizará la valoración y el recuento de los mismos para su posterior análisis. Posterior a ello, se efectuará la prueba regresión logística multinomial para establecer Existe una relación de influencia significativa entre las variables. Por otro lado, se empleara la prueba no paramétrica de chi-cuadrado para estimar la realidad de distintas características que resulta simbólico ($p < 0,05$). Sin embargo, las casillas con frecuencia menor de 5, serán excluidas para el procesamiento.

Nivel descriptivo

La estadística es una rama de la ciencia aplicada a la adquisición, organización y estudio de un grupo de informes dando una conclusión o hacer difusiones efectivas. La estadística descriptiva es un grupo de acciones estadísticas relacionado por tablas, gráfico y análisis a través de ciertos cálculos, para describir y observar un grupo de la base de datos. (Cordova, 2006, Pág. 2)

El término estadística se utiliza de muchas formas. En general, se utiliza como adquisidor de los datos. El análisis estadístico o el estudio estadístico es un conjunto de procedimientos suele pasar por las siguientes etapas:

- Elaboración asunto o la tarea.
- Estructura del invento.
- Incorporación por la data.
- clasificar, tabular y describir los resultados
- Generalizar o deducir los datos.

Nivel inferencial

La inferencia estadística se denomina conjunto de métodos que utilizan muestras para generalizar o inferir la población. El efecto tendrá resultados los cuales no serán absolutamente correctas, por lo que es necesario dar una conclusión en relación a la dimensión de fiabilidad (es decir, probabilidad). Esas 2 fases de la estadística no mantienen exclusividad, porque al aplicar metodología de inferencia estadística, es necesario comprender la metodología de estadística descriptiva. (Cordova, 2006, Pag.2).

3.7. Aspectos éticos

La información adquirida para la investigación de la Empresa Instalación de Redes Operativas Cordova - IDROCOR E.I.R.L. la misma que certifica la información y obtención de datos que se ha utilizado es de una fuente verdadera y fiable y que es de uso exclusivo para fines académicos.

En el desarrollo de la Investigación se dará importancia a la veracidad de los resultados obtenidos después de utilizar la metodología del RCM.

Por tal motivo la veracidad de los datos se expresa mediante la carta de autorización de la empresa (Anexo 10).

IV. RESULTADOS

4.1. Situación actual de la empresa

La Empresa Instalación de Redes Operativas Cordova IDROCOR E.I.R.L- fue fundada originalmente como AGELCO E.I.R.L. en el año 2014 luego nació una empresa familiar denominada IDROCOR E.I.R.L., empresa con mucha experiencia en el área de venta, instalación y mantenimiento, con más de 30 proyectos en centros comerciales, supermercados, como oficinas, almacenes y estacionamientos.

Con el paso del tiempo la empresa se ha ido consolidando como un referente en la instalación de equipos de sistemas de seguridad contra incendios desde sus inicios en el año 2014, se encuentra ubicado en la ciudad de Arequipa (Perú). De acuerdo a los indicadores de gestión presentados por el Área de Proyectos, se puede observar el incremento de fallas constantes en las máquinas utilizadas y esto repercute en la productividad debido a que al producirse una falla se da una para por parte de los trabajadores y también en otras máquinas que se encuentran operativas ya que en la instalación hay algunas máquinas que trabajan en cadena. El presupuesto para la compra de repuestos se ha incrementado de forma considerable perjudicando el presupuesto anual presentado por la Gerencia. Se considera que las causas de este problema son: deficiente planificación del cronograma de mantenimiento, las máquinas son antiguas, escaso personal para la reparación de las máquinas. Por lo tanto, se requiere mejorar la Gestión de Mantenimiento, que permitirá ejecutar las actividades de mantenimiento de máquinas por los técnicos electricistas, programar una distribución adecuada del personal para atender de forma inmediata la reparación de las máquinas y ponerlas operativas. De continuar con esta situación en la instalación del sistema contra incendio se incrementarán los costos de reparación de máquinas, retrasos en las metas programadas, disminución de las solicitudes de servicio, menores ingresos económicos, exceso de pagos de penalidades contractuales.

Por otro lado, la empresa no hace seguimiento del uso de equipos y máquinas que se utilizan durante el proyecto y no se verifican las condiciones en las que se encuentran.

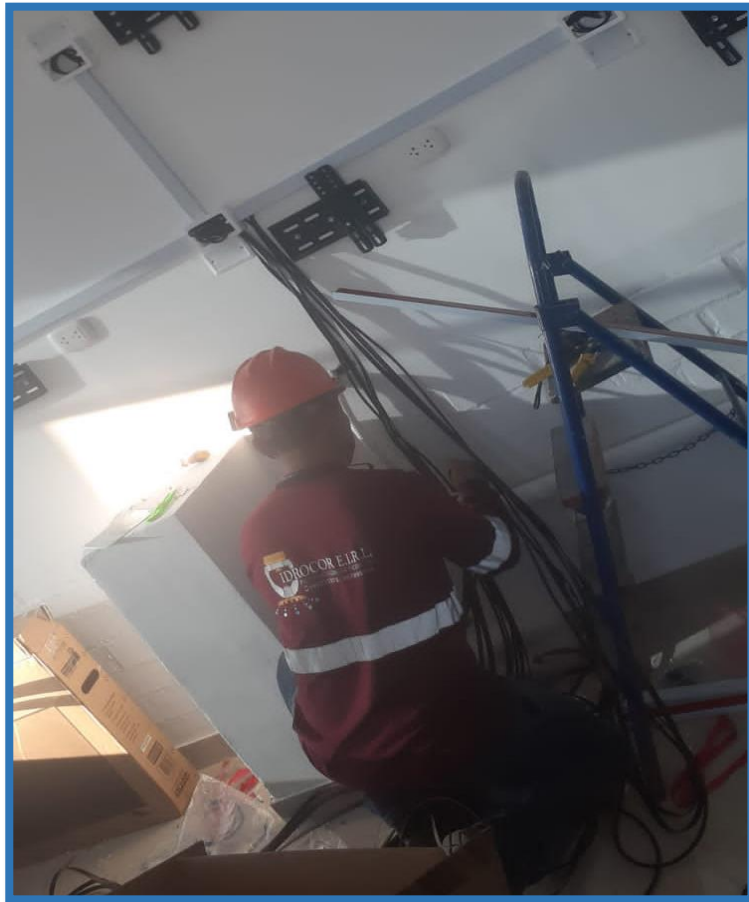


Figura 9: Técnico realizando una instalación de cableado

Fuente: IDROCOR E.I.R.L.

Como se aprecia en la Figuras N°9 , el técnico está realizando una instalación de sistema de cableado se sensores contra incendio, donde se observa que el técnico no cuenta con guantes para la realización del trabajo y el área de trabajo está totalmente desordenado, lo cual puede provocar un incidente y/o accidente al querer movilizarse por la zona.

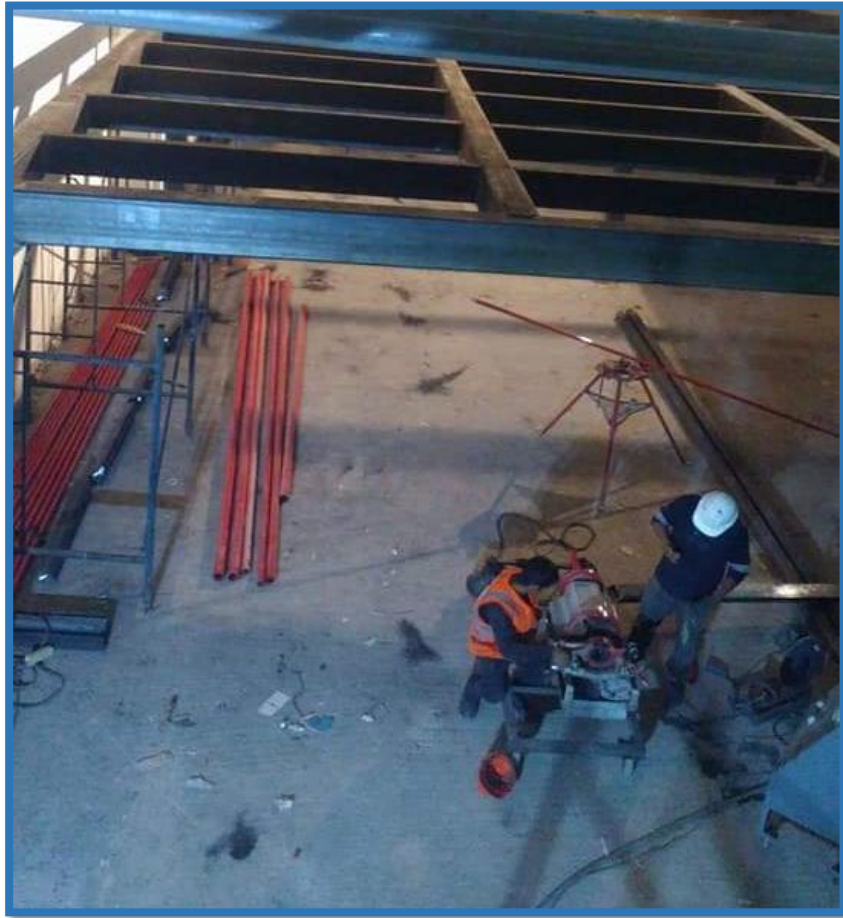


Figura 10 :Técnico revisando la falla de máquina Roscadora Eléctrica

Fuente: IDROCOR E.I.R.L.

A continuación, se puede ver en la Figura N°10 el técnico se encuentra revisando la falla de la maquina Roscadora Eléctrica. Están en una posición incómoda, no cuenta con los protocolos adecuados para realizar las actividades de mantenimiento, no cuenta con guantes, casco de protección, no existe un reporte de las fallas, no se evidencian formularios de gestión para las máquinas.



Figura 11 : Técnicos realizando una Instalación de tuberías Contra incendios.

Fuente: IDROCOR E.I.R.L

Para la instalación de tuberías contra incendios al analizar la Figura N° 11 los colaboradores no mantienen un correcto orden ni señalización del área de trabajo ya que el material a utilizar esta totalmente expuesto y pisado por uno de los técnicos, mostrando un completo desorden en el área de trabajo sin la señalización de seguridad y seguimiento y monitoreo ineficiente del supervisor a cargo del trabajo.

DIAGRAMA DE FLUJO

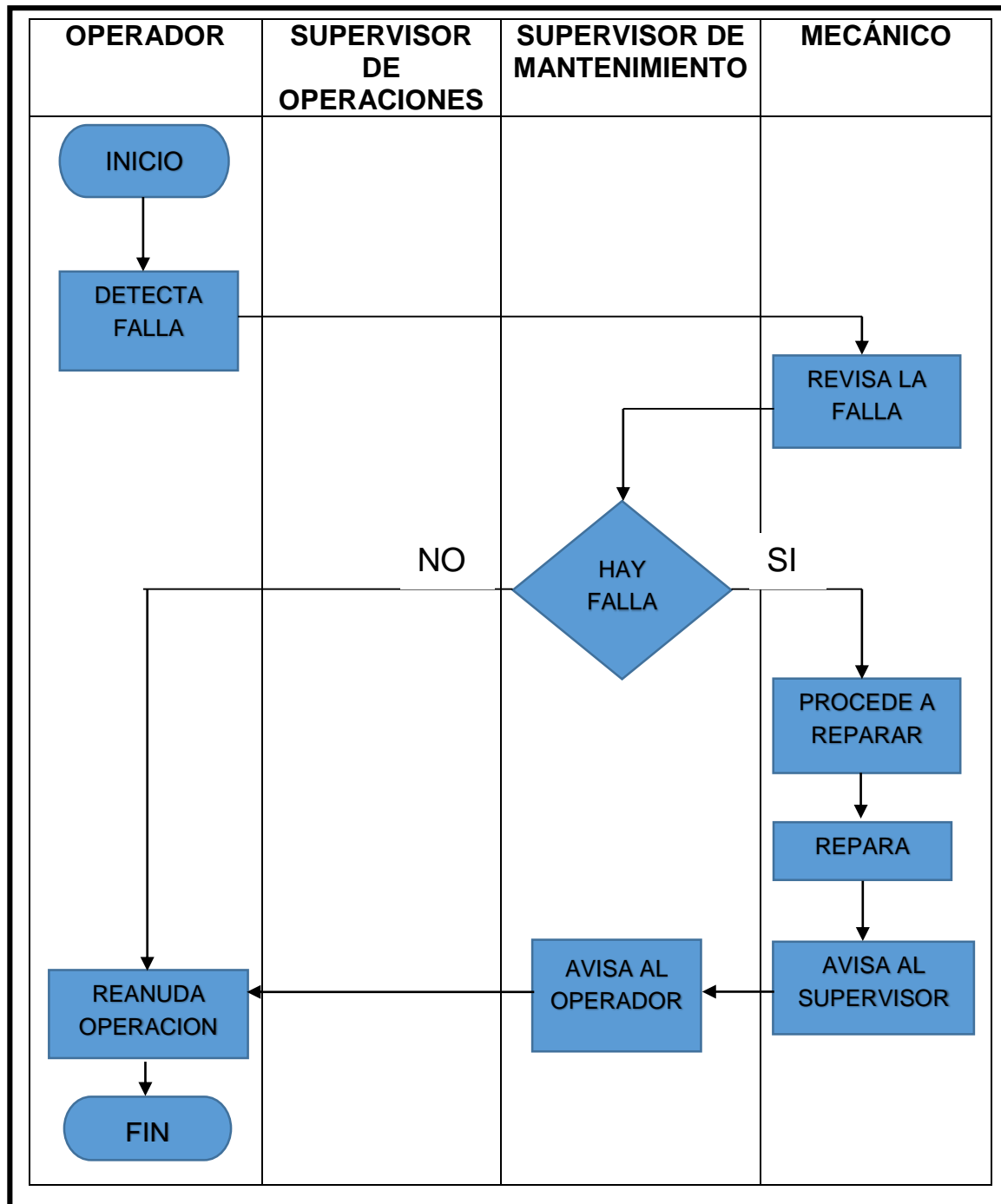


Figura 12: Situación actual –diagrama de flujo

Fuente: Elaboración Propia

Según la figura N° 12 nos muestra la situación actual de la empresa de acuerdo a la realización del proceso de actividades en cuanto al mantenimiento que se aplica al presentar una falla en las maquinas.

SIMBOLOGÍA UTILIZADA

A continuación se presenta los símbolos que se han utilizado en los diagramas de flujos para el mejor entendimiento de los diagramas y así puedan ver el proceso realizado en cada uno de ellos.



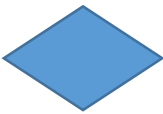


SÍMBOLO	NOMBRE	DESCRIPCIÓN
	Inicio y Fin	Se le conoce como "símbolo terminador", interpretado como el punto de origen y fin.
	Proceso	Se le conoce como "símbolo de acción", interpretado como una acción o función..
	Decisión	Indica una pregunta que se debe de responder.
	Conector	Conecta elementos separados en una página.
	Documento	Representa la entrada o salida de un documento.

Figura 13 : Simbología Utilizada

Fuente: Elaboración Propia

4.2. Situación Propuesta

La Empresa Instalación de Redes Operativas Cordova IDROCOR E.I.R.L. es una empresa orientada a desempeñar el montaje y mantenimiento de procedimientos contra incendio, una de las pocas empresas del mercado capaces de diseñar usando los más altos estándares y tecnologías de diseño, lo que le ha permitido posicionarse dentro del mercado a nivel nacional. Las diferentes empresas que son competencia directa, realizan y brindan diferentes ofertas a los clientes, y son los clientes los que eligen el servicio de su preferencia, de acuerdo a su calidad, costo y tiempo de entrega.

Para poder brindar a nuestros clientes lo ofrecido se requiere bajar el índice de fallas constantes por parte de las máquinas, implementar una metodología de mantenimiento y plantea implementar el RCM y priorizar la planificación, programación y capacitación para que el personal involucrado realice de forma correcta el mantenimiento teniendo los presupuestos necesarios.

La aplicación de la metodología del RCM en el proceso de Gestión de Mantenimiento tiene objetivo principal disminuir las fallas imprevistas por parte de las máquinas, que impidan cumplir con los planes de entrega del servicio. Para iniciar la metodología del Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (RCM) es desarrollar las 10 fases del RCM por parte del personal del área técnica en el mantenimiento de las máquinas.

1. Definición de indicadores claves

Para ver la ejecución de la gestión de mantenimiento, que sea consistente con las metas estratégicos de la organización, se ha visto por conveniente desarrollar lo que denominó "Ruta de trabajo", que se presenta a continuación.

ZONA DEL PROYECTO	RUTA DE TRABAJO	PROY-1
PROYECTO:	MANTENIMIENTO CENTRADO EN LA CONFIABILIDAD PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD EN LA EMPRESA INSTALACIÓN DE REDES OPERATIVAS CORDOVA IDROCOR, AREQUIPA 2021.	
PATROCINADO POR:	UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	
ELABORADO POR:	LOS TESISISTAS	
NECESIDAD DEL PROYECTO:		
La necesidad de este proyecto se basa en las continuas fallas presentadas en el 2020 por las máquinas, lo que ocasiona que existan una serie de pérdidas de tiempo como de materiales.		
OBJETIVO DEL PROYECTO:		
Reducir el número de fallas en las máquinas y mejorar la productividad		
META DEL PROYECTO:		
Lograr el mínimo de fallas durante el proceso de producción, realizando un trabajo preventivo		
ALCANCE DEL PROYECTO:		
Comprende desde los repuestos, maquinas, trabajadores.		
FASES DEL PROYECTO:		
<ol style="list-style-type: none"> 1. Definición de indicadores clave 2. Listado y codificación de equipos 3. Listado de funciones y sus especificaciones 4. Determinación de fallas principales y secundarios 5. Determinación de los modos de fallos 6. Estudio de criticidad de los fallos 7. Determinación de las medidas preventivas 8. Agrupación de medidas preventivas 9. Implementación de los resultados 10. Evaluación de resultados 		
PROPÓSITO DEL PROYECTO:		
Minimizar el riesgo de fallas durante la elaboración del proyecto.		
ORGANIZACIÓN DEL PROYECTO:		
EQUIPO DE TRABAJO	DESIGNACION Ingeniero industrial Ingeniero eléctrico Técnico mecánico Supervisor de producción Operario de máquina	ROL Supervisor Supervisor Mantenimiento avanzado Supervisión Mantenimiento básico/ producción
RECURSOS DEL PROYECTO:		
Equipos y herramientas Colaboradores Fichas de reporte de fallas/averías		
STAKEHOLDER:		

Gerente general Supervisor de producción Supervisor de calidad Operadores Clientes
DURACIÓN DEL PROYECTO:
Se ha considerado la duración total del proyecto por 6 meses

Tabla 3 : Definición de Indicadores Claves

Fuente: Elaboración Propia

2. Listado y codificación de equipos

En esta etapa se pretende realizar un inventario de las máquinas que participan en la ejecución del proyecto, para ello se va a crear un listado que permita dicho registro.

Los equipos en la clasificación general de la planta deben distinguirse para facilitar su identificación y/o codificación.

Nº	Código	Nombre
01	RAN01	Máquina Ranuradora
02	ROS01	Máquina Roscadora
03	ROS02	Máquina Roscadora
04	ROS03	Máquina Roscadora
05	TAB01	Máquina Taladro de banca
06	TAB02	Máquina Taladro de banca
07	RMA01	Máquina Rotomartillo
08	RMA02	Máquina Rotomartillo
09	TRO01	Máquina Trozadora
10	TRO01	Máquina Trozadora
11	DIA01	Máquina Diamantina

Tabla 4 : Listado de Codificación de Equipos

Fuente: Elaboración Propia

3. Listado de funciones y sus especificaciones

En esta dimensión se plantea la presentación de las funciones y especificaciones de las máquinas existentes en las instalaciones de la empresa, para ello se ha creado un listado en donde nos brindará información acerca de la función principal y las especificaciones de producción de las máquinas.

Además, se evalúa cada función en base a rangos de trabajo, se pueden proporcionar pruebas para demostrar el funcionamiento eficaz del equipo o sistema.

Nº	Código	Función	Especificaciones
01	RAN01	<ul style="list-style-type: none"> Hacer las ranuras a los tubos para el acople. 	Es de gran versatilidad. Tiene un sistema de accionamiento tipo leva. Hace ranuras en tubos de acero al carbono y de acero inoxidable.
02	ROS01	<ul style="list-style-type: none"> Hacer hilo a todos los tubos. 	Diámetro de 1/4" – 2" 2 Velocidades de caja de engranaje, relación 3:1. Accionado por leva. Control del motor con pedal integrado.
03	ROS02	<ul style="list-style-type: none"> Hacer hilo a todos los tubos. 	Diámetro de 1/4" – 2" 2 Velocidades de caja de engranaje, relación 3:1. Accionado por leva. Control del motor con pedal integrado.
04	ROS03	<ul style="list-style-type: none"> Hacer hilo a todos los tubos. 	Diámetro de 1/4" – 2" 2 Velocidades de caja de engranaje, relación 3:1. Accionado por leva. Control del motor con pedal integrado.
05	TAB01	<ul style="list-style-type: none"> Sacar bocado en la parte lateral de los tubos para acoples reductores. 	Capacidad de taladrado en 1,5mm – 1,6mm. Potencia del motor es 0,3 HP – 0,5 HP. Numero de velocidades: 5. Rango de velocidad: 620 rpm – 2620 rpm.
06	TAB02	<ul style="list-style-type: none"> Sacar bocado en la parte lateral de los tubos para acoples reductores. 	Capacidad de taladrado en 1,5mm – 1,6mm. Potencia del motor es 0,3 HP – 0,5 HP. Numero de velocidades: 5. Rango de velocidad: 620 rpm – 2620 rpm. Peso de la maquina: 20 kg.
07	RMA01	<ul style="list-style-type: none"> Hacer el agujero para el taco expansivo en el montaje de tubería. 	Potencia de percusión: 5J – 18J. Potencia absorbida: 1500W. Velocidad de rotación 120 rpm – 250 rpm. Peso: 11 kg.
08	RMA02	<ul style="list-style-type: none"> Hacer el agujero para el taco expansivo en el montaje de tubería. 	Potencia de percusión: 5J – 18J. Potencia absorbida: 1500W. Velocidad de rotación 120 rpm – 250 rpm. Peso: 11 kg.

09	TRO01	<ul style="list-style-type: none"> Cortar los tubos a la medida requerida. 	Gran capacidad de corte. Potencia de motor de 15 amperios. Grado de inglete de 45°.
10	TRO01	<ul style="list-style-type: none"> Cortar los tubos a la medida requerida. 	Gran capacidad de corte. Potencia de motor de 15 amperios. Grado de inglete de 45°.
11	DIA01	<ul style="list-style-type: none"> perforación del concreto para pase de tubos. 	Potencia de perforación: 3200 W. Voltaje: 220V. Broca máxima: 10".

Tabla 5 : Listado de funciones y codificaciones

Fuente: Elaboración Propia

4. Determinación de fallos principales y secundarios

En este acápite se presenta la información relacionada con las fallas principales y fallas secundarias, haciendo referencia a las fallas más recurrentes en el desempeño de cada máquina de acuerdo a su función.

Para obtener el listado de los posibles fallos funcionales, es necesario tener el historial de fallas y la participación del personal involucrado en la operación de la máquina, es fundamental para su buen desempeño. En este trabajo también debe participar el personal de mantenimiento.

A menudo, las fallas en la empresa limitan los servicios prestados. Suelen reflejarse en tasas de coste elevadas.

Nº	Código	Falla Principal	Falla Secundaria
01	RAN01	Atoramiento de poleas	Baja presión de la máquina. Falla en el sensor.
02	ROS01	Falla en los peines de la rosca	Atoramiento de poleas. Calentamiento de máquina.
03	ROS02	Falla en los peines de la rosca	Atoramiento de poleas. Calentamiento de máquina.
04	ROS03	Falla en los peines de la rosca	Atoramiento de poleas. Calentamiento de máquina.
05	TAB01	Atoramiento de poleas	Falla en las velocidades. Falla en los sensores.

06	TAB02	Atoramiento de poleas	Falla en las velocidades. Falla en los sensores.
07	RMA01	Falla en el sensor de encendido	Calentamiento de la máquina.
08	RMA02	Falla en el sensor de encendido	Calentamiento de la máquina.
09	TRO01	Falla en los sensores	Falla en la polea. Calentamiento de la máquina.
10	TRO01	Falla en los sensores	Falla en la polea. Calentamiento de la máquina.
11	DIA01	Atoramiento de poleas	Calentamiento de la maquina Falla en los sensores

Tabla 6 : Determinación de fallos principales y secundarios

Fuente: Elaboración Propia

5. Determinación de los modos de fallos

Para prever el inconveniente entre las causas de fallo y fallos funcionales, los modos de fallo se definen como parte de los fallos funcionales, por lo tanto, para fallos funcionales pueden ocurrir varias causas de fallos, por lo tanto, las causas de fallo incluyen todos los modos ocurridos y posibles fallas.

El efecto de fallo puede lograr establecer algún suceso que produzca un mal funcionamiento. Se proporciona suficiente información detallada en cada modo de fallo para que se pueda seleccionar una estrategia de gestión de fallas adecuada.

Nº	Código	Falla	Modos de Fallos
01	RAN01	Atoramiento de poleas Baja presión de la máquina. Falla en el sensor.	Mala manipulación. Desgaste de la maquina Falta de lubricante.
02	ROS01	Falla en los peines de la rosca. Atoramiento de poleas. Calentamiento de máquina.	Falta de lubricación. Mal calibrado. Mala manipulación.
03	ROS02	Falla en los peines de la rosca. Atoramiento de poleas. Calentamiento de máquina.	Falta de lubricación. Mal calibrado. Mala manipulación.
04	ROS03	Falla en los peines de la rosca.	Falta de lubricación. Mal calibrado.

		Atoramiento de poleas. Calentamiento de máquina.	Mala manipulación.
05	TAB01	Atoramiento de poleas. Falla en las velocidades. Falla en los sensores.	Mala lubricación. Sobreesfuerzo de la máquina. Desgaste de maquina
06	TAB02	Atoramiento de poleas. Falla en las velocidades. Falla en los sensores.	Mala lubricación. Sobreesfuerzo de la máquina. Desgaste de maquina
07	RMA01	Falla en el sensor de encendido. Calentamiento de la máquina.	Desgaste de la máquina. Mala manipulación. Sobreesfuerzo de la máquina.
08	RMA02	Falla en el sensor de encendido. Calentamiento de la máquina.	Desgaste de la máquina. Mala manipulación. Sobreesfuerzo de la máquina.
09	TRO01	Falla en los sensores. Falla en la polea. Calentamiento de la máquina.	Desgaste de la máquina. Falta de grasa. Sobreesfuerzo de la máquina. Mala manipulación.
10	TRO01	Falla en los sensores. Falla en la polea. Calentamiento de la máquina.	Desgaste de la máquina. Falta de grasa. Sobreesfuerzo de la máquina. Mala manipulación.
11	DIA01	Atoramiento de poleas. Calentamiento de la máquina. Falla en los sensores.	Falta de grasa. Sobreesfuerzo de la máquina. Mala manipulación. Cables sueltos.

Tabla 7: Definición de modos de fallos

Fuente: Elaboración Propia

6. Estudio de criticidad de los fallos

En este acápite se pretende evaluar probabilidad de ocurrencia y detección de los fallos más comunes, así como la severidad de sus efectos para que sean implementados en las medidas preventivas a establecerse a futuro.

Para ello se ha creado el cuadro de criticidad que se presenta a continuación

CRITICIDAD	DESCRIPCIÓN
ALTA	Las fallas que causan las siguientes condiciones se consideran de alto riesgo:
	<ol style="list-style-type: none"> 1. Necesitan recursos muy caros o importados. 2. Dañan la integridad de los operadores y de los técnicos. 3. Dañan la calidad del producto. 4. No son fáciles de identificar.
MEDIA	Las fallas que causan las siguientes condiciones de consideran de gravedad media:
	<ol style="list-style-type: none"> 1. Tendrán una breve pausa para resolver rápidamente. 2. No dañara la seguridad de los operadores o técnicos. 3. No afecta la calidad del producto. 1. Pueden detectarse en la inspección.
BAJA	Las fallas que causan las siguientes condiciones se consideran de gravedad baja:
	<ol style="list-style-type: none"> 1. Puede ser resuelto por el operador (formación previa en RCM). 2. No harán que la maquina se detenga. 3. Fácil identificación.

Tabla 8 : Estudio de criticidad de los fallos

Fuente: Elaboración Propia

7. Determinación de las medidas preventivas

Para desarrollar esto, se deben lograr las condiciones de orden, limpieza, mantenimiento y condiciones constructivas.

Para lograr esta dimensión, los trabajadores deben contar con medidas de seguridad para prevenir los riesgos que puedan ocurrir en el lugar de trabajo.

Para ello se ha creado un formato de evaluación de la formación y capacitación al personal y así ver el nivel de conocimiento que tiene los trabajadores dentro de la empresa.



Figura 14 : Capacitación al personal de la empresa IDROCOR E.I.R.L.

Fuente: IDROCOR E.I.R.L

8. Agrupación de medidas preventivas

Los operadores suelen tener una alta incidencia de problemas en las maquinas. No cabe duda de que podemos decir que esta es la medida más barata y eficaz para combatir los fallos.

El plan de mantenimiento es el termino de asociar las medidas preventivas y así precaver fallas en las máquinas, no solo permite la ejecución del plan de mantenimiento, así también ayuda a determinar una mejoría, brindar capacitación a los trabajadores, reajuste de los procedimientos de operación y mantenimiento para reduciré fallas en las máquinas.



Figura 15 : Pirámide de medidas de control

Fuente: Elaboración Propia

Para ello se recomienda a la empresa utilizar la pirámide de control de riesgo, de tal manera que minimice el daño al trabajador tanto como a la máquina

9. Implementación de los resultados

Antes de poner en marcha el plan, el equipo de RCM debe informar a los involucrados del plan y los beneficios que se obtendrá al aplicar el plan de mantenimiento y que fallas pueden ser previstos por el sistema. Por ende, antes de implementar el plan, se debe tener en cuenta que se va a usar los materiales necesarios y todos los medios técnicos.

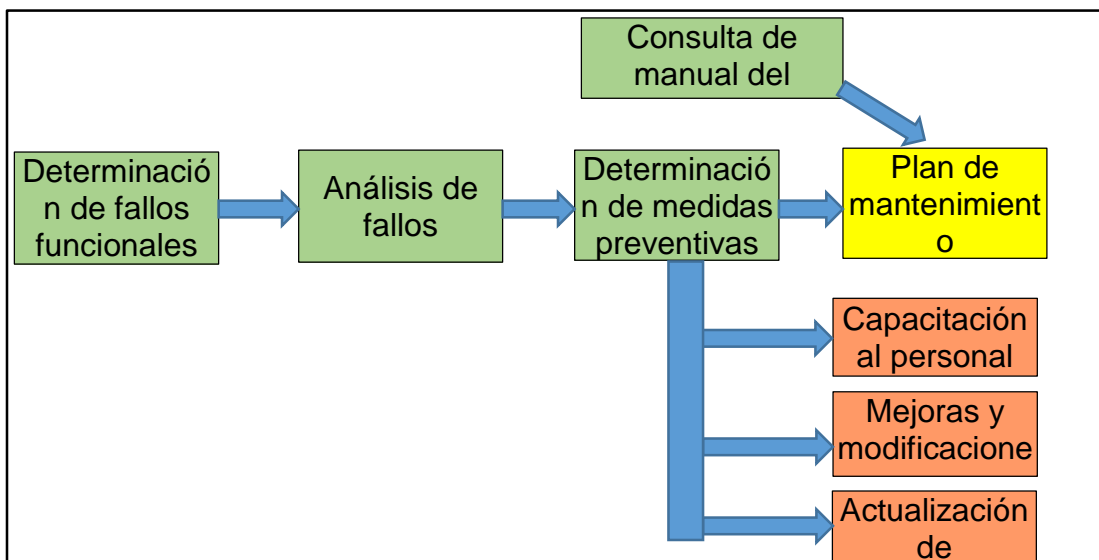


Figura 16 : Medios técnicos y materiales

Fuente: Empresa Instalación de Redes Operativas Cordova E.I.R.L

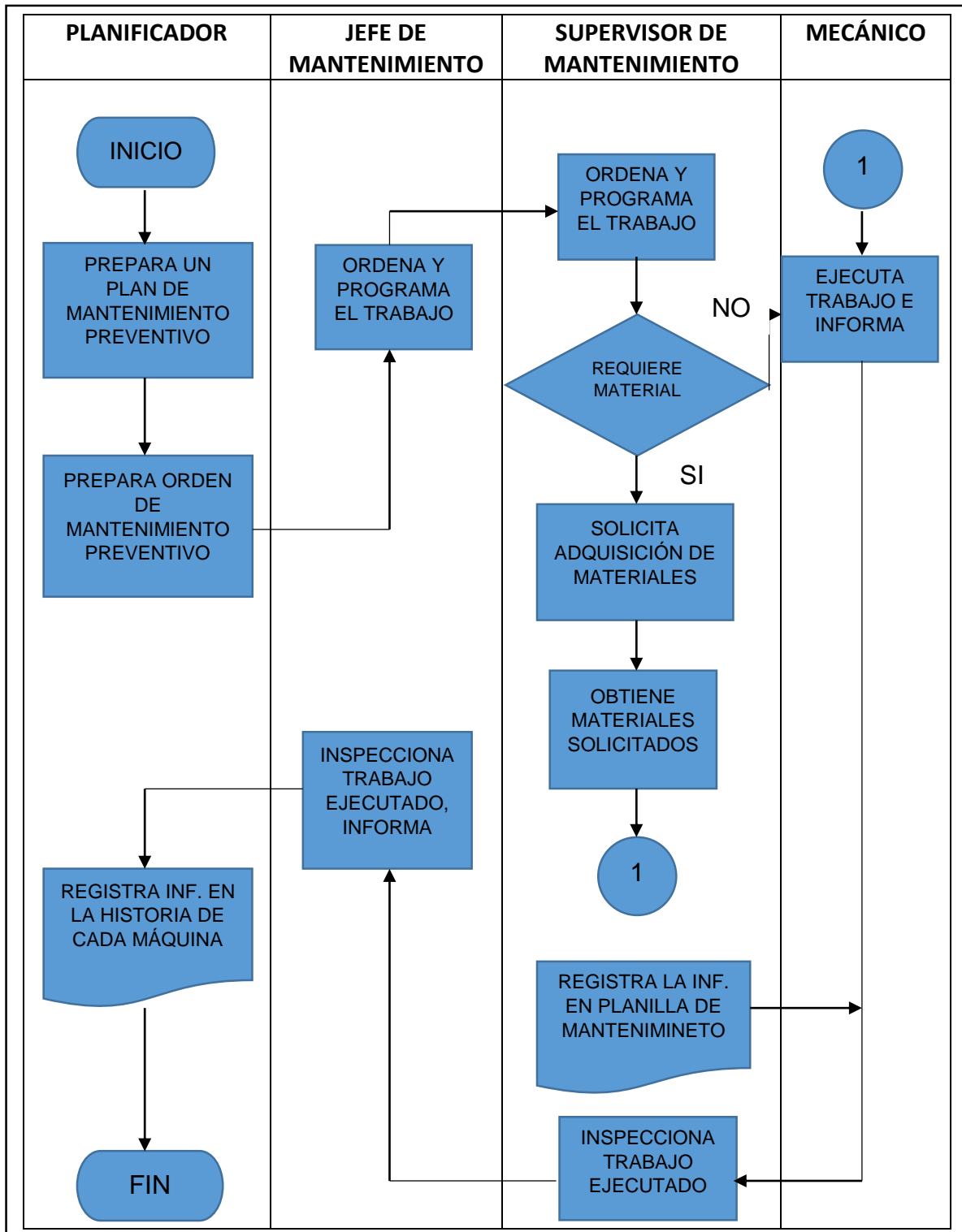


Figura 17: Diagrama de Flujo para mantenimiento preventivo

Fuente: Elaboración Propia

El diagrama de flujo fue creado con la finalidad de realizar actividades de manera adecuada y cada paso está enfocado en el tiempo ya que por fallas en las maquinas se pierde horas de trabajo y así no se llega a lo programado.

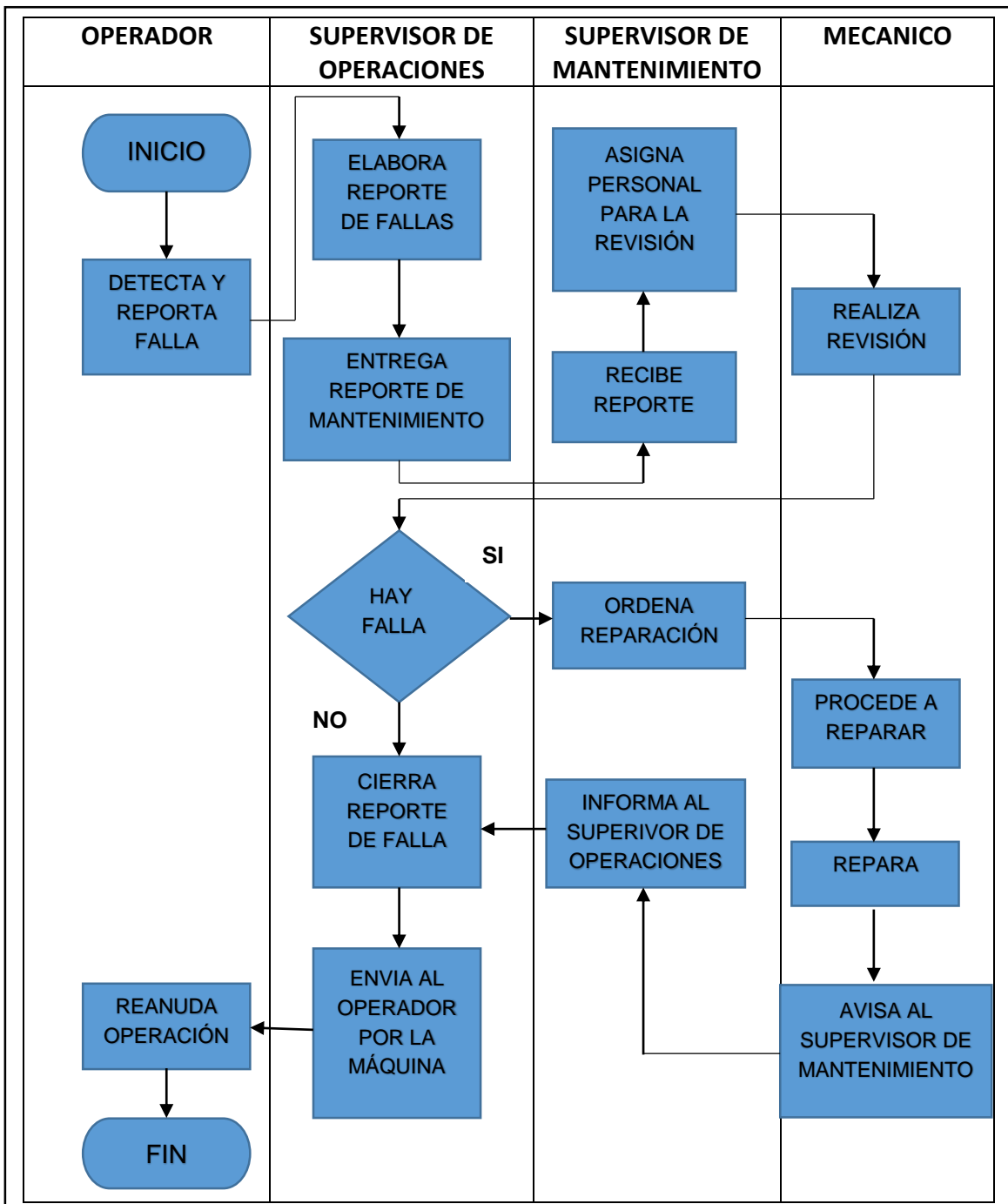


Figura 18 : Diagrama de Flujo de mantenimiento correctivo

Fuente: Elaboración Propia

Se puede observar en el diagrama de flujo de las actividades propuestas, que permitirá ejecutar las tareas de mantenimiento correctivo de manera confiable y organizada con el fin de reducir tiempo y costo.

10. Evaluación de resultados

En este acápite se tiene como objetivo ver el incremento que se obtuvo en la productividad al poner en marcha el método del RCM , por lo cual se presenta el siguiente grafico que muestra un antes y un después.

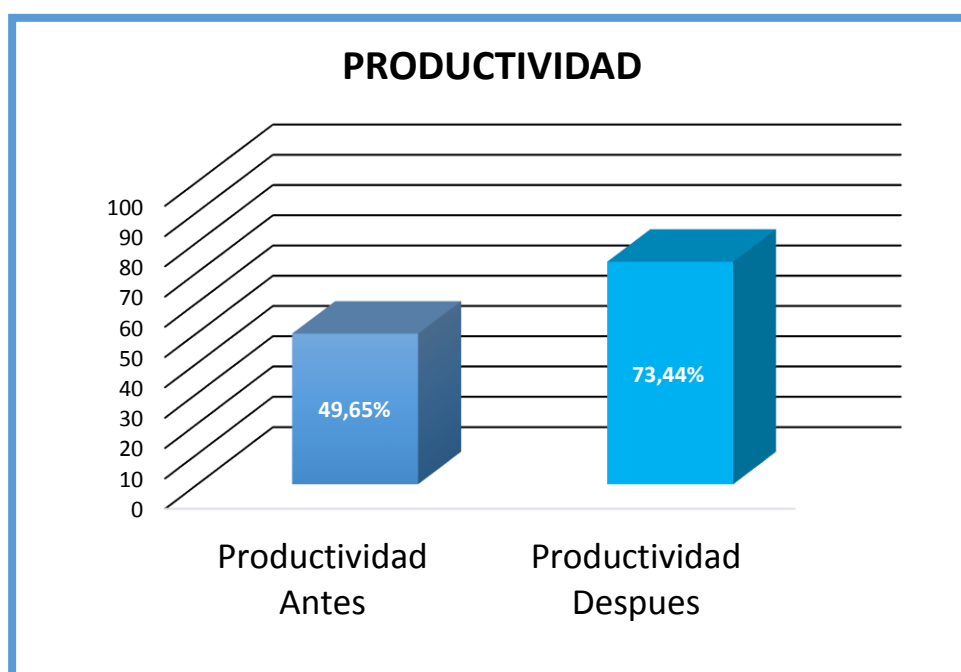


Figura 19 : Evaluación de productividad

Fuente: IDROCOR E.I.R.L

Se puede observar una productividad antes de usar la metodología del RCM, está en un 49.65% y después de ponerla en práctica se ha conseguido una productividad del 73.44% lo cual comprueba la fiabilidad de la metodología.

4.3. Análisis descriptivo

ÍNDICES DE PRODUCTIVIDAD:

A continuación, en el tabla N° 09 se muestra una comparación del Índices de Productividad obtenido desde enero del 2020, el valor promedio que se obtuvo es de 49.65% y al usar el método de Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad en la Empresa Instalación de Redes Operativas Cordova IDROCOR, Arequipa 2021, mejoró la productividad realizada desde julio del 2020 hasta el mes de diciembre del 2020, el Índice de Productividad es de 73.44%.

En el caso de la productividad el resultado semanal es producto de la siguiente formula:

$$Productividad = \frac{Eficiencia * Eficacia}{100}$$

Como ejemplo, para la semana 01 se tiene que la eficiencia fue de: 77.08% y la eficacia de: 54.05%, entonces tenemos que:

$$Poductividad = \frac{77.08 * 54.05}{100} = 41.67$$

Por ejemplo, para la semana 48 se tiene que la eficiencia fue de: 83.33

% y la eficacia de: 87.50 %, entonces tenemos que:

$$Poductividad = \frac{83.33 * 87.50}{100} = 72.91$$

COMPARATIVO DE LA PRODUCTIVIDAD					
TIEMPO		Productividad Antes (%)	TIEMPO		Productividad Después (%)
Enero 2020	Semana 1	41,67	Julio 2020	Semana 25	72,92
	Semana 2	43,75		Semana 26	75
	Semana 3	47,92		Semana 27	72,92
	Semana 4	39,58		Semana 28	66,67
Febrero 2020	Semana 5	50	Agosto 2020	Semana 29	77,08
	Semana 6	52,08		Semana 30	68,75
	Semana 7	47,92		Semana 31	75
	Semana 8	54,17		Semana 32	70,83
Marzo 2020	Semana 9	50	Setiembre 2020	Semana 33	77,08
	Semana 10	43,75		Semana 34	79,17
	Semana 11	45,83		Semana 35	68,75
	Semana 12	52,08		Semana 36	75
Abril 2020	Semana 13	39,58	Octubre 2020	Semana 37	79,17
	Semana 14	50		Semana 38	70,83
	Semana 15	43,75		Semana 39	77,08
	Semana 16	52,08		Semana 40	72,92
Mayo 2020	Semana 17	47,92	Noviembre 2020	Semana 41	72,92
	Semana 18	56,25		Semana 42	75
	Semana 19	54,17		Semana 43	70,83
	Semana 20	58,33		Semana 44	68,75
Junio 2020	Semana 21	56,25	Diciembre 2020	Semana 45	79,17
	Semana 22	52,08		Semana 46	70,83
	Semana 23	54,17		Semana 47	72,92
	Semana 24	58,33		Semana 48	72,92
PROMEDIO		49,65	PROMEDIO		73,44

Tabla 9: Comparativo de los Índices de Productividad

Fuente: Elaboración Propia

Como se observa en la tabla N° 9 se ha realizado una comparación donde se ha tomado dos periodos de 6 meses cada uno, el primer periodo es de enero a junio del 2020 y el segundo periodo es de julio a diciembre del 2020, con la finalidad de observar la diferencia en la productividad, de un antes y un después de haber utilizado el Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad.

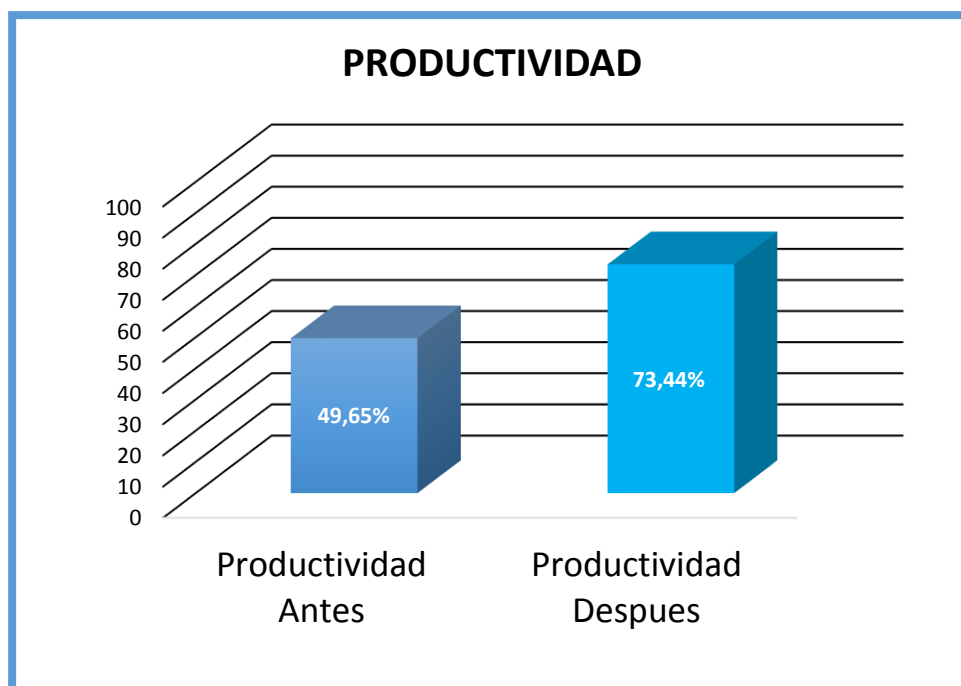


Figura 20 : Comparativo de índice de productividad.

Fuente: Elaboración Propia

Como se aprecia en la figura N° 20, la productividad ha incrementado en un 73.44%, después de haber realizado el Mantenimiento Centrado en la confiabilidad en la Empresa Instalación de Redes Operativas Cordova IDROCOR, Arequipa 2021 con respecto a meses anteriores.

ÍNDICES DE EFICIENCIA:

A continuación, en la tabla N°10 la comparación de los Índices de Eficiencia obtenida desde Enero del 2020 hasta Junio del 2020, el valor promedio que se obtuvo es de 75.09% y al usar el Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad en la Empresa Instalación de Redes Operativas Cordova IDROCOR, Arequipa 2021, mejoró la eficiencia desde julio del 2020 hasta el mes de diciembre del 2020, el Índice de Eficiencia es de 83.64%.

Para determinar la eficiencia el resultado semanal es producto de la siguiente formula:

$$Eficiencia = \frac{Tiempo\ Util}{Tiempo\ Total} * 100$$

Como ejemplo Por ejemplo, para la semana 01 se tiene que el tiempo útil calculado cantidad fue de 37hr y el tiempo total fue de 48hr, entonces tenemos que:

$$Eficiencia = \frac{37}{48} * 100 = 77.08\%$$

Por ejemplo, para la semana 25 se tiene que la cantidad de tiempo útil fue de 40hr y el tiempo total de 48hr, entonces tenemos que:

$$Eficiencia = \frac{40}{48} * 100 = 83.33\%$$

Es de esta manera que se aplicó la formula anterior y se logró hacer el cálculo del porcentaje de eficiencia para cada una de las semanas desde la semana 1 hasta la semana 48 , dividiendo los periodos de antes y después para lograr realizar una comparación descriptiva de los datos resultantes.

COMPARATIVO DE EFICIENCIA					
TIEMPO		Eficiencia Antes (%)	TIEMPO		Eficiencia Después (%)
Enero 2020	Semana 1	77,08	Julio 2020	Semana 25	83,33
	Semana 2	75		Semana 26	85,42
	Semana 3	76,04		Semana 27	83,33
	Semana 4	79,17		Semana 28	81,25
Febrero 2020	Semana 5	72,92	Agosto 2020	Semana 29	85,42
	Semana 6	77,08		Semana 30	81,25
	Semana 7	73,96		Semana 31	84,38
	Semana 8	75		Semana 32	82,29
Marzo 2020	Semana 9	76,04	Setiembre 2020	Semana 33	85,42
	Semana 10	72,92		Semana 34	85,42
	Semana 11	79,17		Semana 35	82,29
	Semana 12	75		Semana 36	85,42
Abril 2020	Semana 13	78,13	Octubre 2020	Semana 37	85,42
	Semana 14	73,96		Semana 38	82,29
	Semana 15	77,08		Semana 39	84,38
	Semana 16	73,96		Semana 40	83,33
Mayo 2020	Semana 17	72,92	Noviembre 2020	Semana 41	83,33
	Semana 18	75		Semana 42	84,38
	Semana 19	70,83		Semana 43	82,29
	Semana 20	72,92		Semana 44	82,29
Junio 2020	Semana 21	75	Diciembre 2020	Semana 45	85,42
	Semana 22	76,04		Semana 46	82,29
	Semana 23	75		Semana 47	83,33
	Semana 24	71,88		Semana 48	83,33
PROMEDIO		75,09	PROMEDIO		83,64

Tabla 10 : Comparativo del Índice de Eficiencia

Fuente: Elaboración Propia

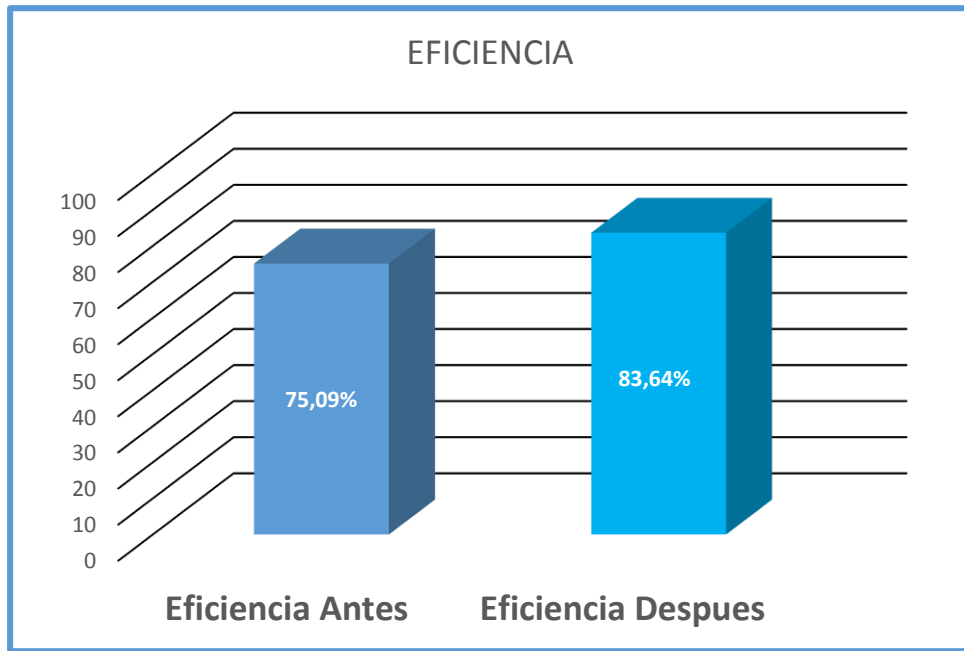


Figura 21: Comparativo de índices de eficiencia.

Fuente: IDROCOR E.I.R.L

Como se aprecia en la figura N° 21, la eficiencia ha incrementado en un 83.64%, después de haber realizado el Mantenimiento Centrado en la confiabilidad en la Empresa Instalación de Redes Operativas Cordova IDROCOR , Arequipa 2021, con respecto a meses anteriores.

ÍNDICES DE EFICACIA:

A continuación, en la tabla N°11 la comparación de la Índices de Eficacia obtenida desde Enero del 2020 hasta Junio del 2020, el valor promedio que se obtuvo es de 65.88% y al usar el Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad en la Empresa Instalación de Redes Operativas Cordova IDROCOR, Arequipa 2021, mejoró la eficacia desde julio del 2020 hasta el mes de diciembre del 2020, el Índice de Eficacia es de 87.76%.

Para determinar la eficiencia el resultado semanal es producto de la siguiente formula:

$$Eficacia = \frac{Unidades\ instaladas}{Tiempo\ Util} * 100$$

Como ejemplo, para la semana 01 se tiene que la cantidad de unidades instaladas fue de 20 y el tiempo útil utilizado en la semana fue 37 entonces tenemos que:

$$Eficacia = \frac{20}{37} * 100 = 54.05\%$$

Por ejemplo, para la semana 25 se tiene que la cantidad de unidades instaladas fue de 35 y el tiempo útil de 40, entonces tenemos que:

$$Eficiencia = \frac{35}{40} * 100 = 87.50\%$$

Es de esta manera que se aplicó la formula anterior y se logró hacer el cálculo del porcentaje de eficiencia para cada una de las semanas desde la semana 1 hasta la semana 48 , dividiendo los periodos de antes y después para lograr realizar una comparación descriptiva de los datos resultantes.

COMPARATIVO DE LA EFICACIA					
TIEMPO		Eficacia Antes (%)	TIEMPO		Eficacia Después (%)
Enero 2020	Semana 1	54,05	Julio 2020	Semana 25	87,5
	Semana 2	58,33		Semana 26	87,8
	Semana 3	63,01		Semana 27	87,5
	Semana 4	50		Semana 28	82,05
Febrero 2020	Semana 5	68,57	Agosto 2020	Semana 29	90,24
	Semana 6	67,57		Semana 30	84,62
	Semana 7	54,79		Semana 31	88,89
	Semana 8	72,22		Semana 32	86,08
Marzo 2020	Semana 9	65,75	Setiembre 2020	Semana 33	90,24
	Semana 10	60		Semana 34	92,68
	Semana 11	57,89		Semana 35	83,54
	Semana 12	69,44		Semana 36	87,8
Abril 2020	Semana 13	50,67	Octubre 2020	Semana 37	92,68
	Semana 14	67,61		Semana 38	86,08
	Semana 15	56,76		Semana 39	91,36
	Semana 16	70,42		Semana 40	87,5
Mayo 2020	Semana 17	65,71	Noviembre 2020	Semana 41	87,5
	Semana 18	75		Semana 42	88,89
	Semana 19	76,47		Semana 43	86,08
	Semana 20	80		Semana 44	83,54
Junio 2020	Semana 21	75	Diciembre 2020	Semana 45	92,68
	Semana 22	68,49		Semana 46	86,08
	Semana 23	72,22		Semana 47	87,5
	Semana 24	81,16		Semana 48	87,5
PROMEDIO		65,88	PROMEDIO		87,76

Tabla 11: Comparativo del Índice de Eficiencia

Fuente: Elaboración Propia

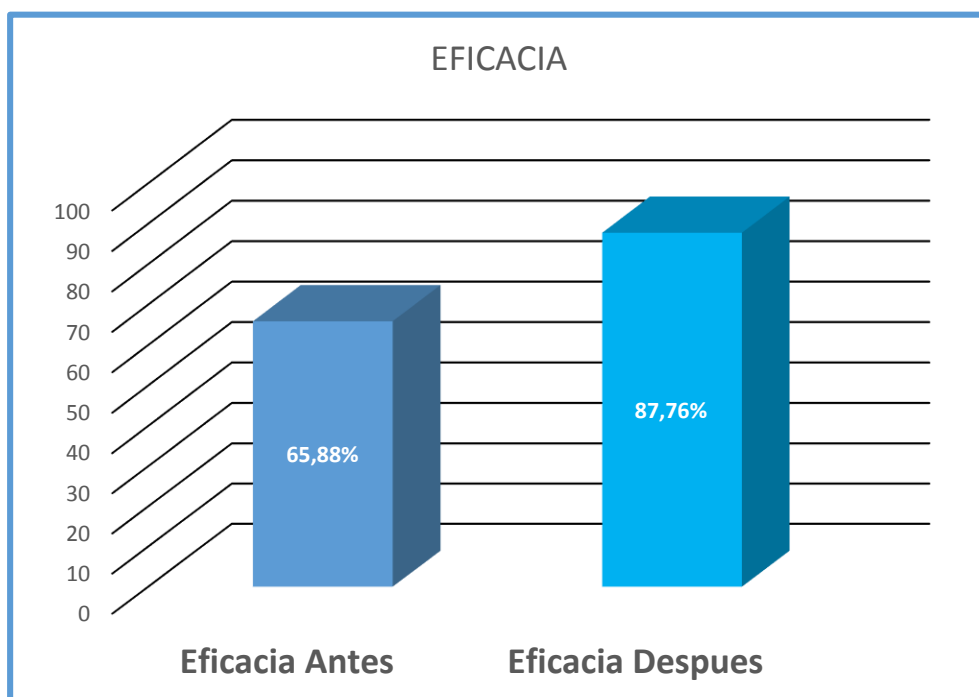


Figura 22 : Comparativo de índice de eficacia

Fuente: IDROCOR E.I.R.L.

Como se aprecia en la figura N° 22, la eficacia ha incrementado en un 87.76%, después de haber realizado el Mantenimiento Centrado en la confiabilidad en la Empresa Instalación de Redes Operativas Cordova IDROCOR , Arequipa 2021, con respecto a meses anteriores.

ANÁLISIS INFERENCIAL

Validación de la primera hipótesis General - Índices de Productividad Prueba de Normalidad

Si la P-valor es $>$ a 0.05, la data de la muestra proviene de una distribución normal, se acepta la H_0 .

Si la P- valor es $<$ a 0.05, la data de la muestra no proviene de una distribución normal, se acepta la H_a .

Pruebas de normalidad

Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
,111	24	,200*	,979	24	,875

Tabla 12 : Prueba de normalidad de los Índices de Productividad

Fuente: Elaboración Propia

Interpretación: se muestra en la tabla N° 12, el valor de “Sig”. De la variable productividad .875 es superior a 0.05, por lo tanto, la data prueba que la muestra proviene de una distribución normal, y la conclusión es que mis datos son paramétricos para constatar la hipótesis.

Para el Análisis Inferencial, tenemos:

Utilizamos T- Student por ser mis datos paramétricos

Sig. $<$ 0.05 son datos no paramétricos – Wilcoxon

Sig. $>$ 0.05 son datos paramétricos – T- Student

Validación de Hipótesis General de la variable Dependiente

H₀: el Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad no influye el índice de la productividad en la Empresa Instalación de Redes Operativas Cordova IDROCOR, Arequipa 2021.

H_a: el Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad influye el índice de la productividad en la Empresa Instalación de Redes Operativas Cordova IDROCOR, Arequipa 2021.

Regla de decisión:

$$H_0: \mu_{pa} \geq \mu_{pd}$$

$$H_a: \mu_{pa} < \mu_{pd}$$

		Estadísticos	
		productividad_despu es	productividad_antes
N	Válido	24	24
	Perdidos	0	0
Media		73,4379	49,6525
Mediana		72,9200	50,0000
Desviación estándar		3,54274	5,58560
Varianza		12,551	31,199

Tabla 13 : Estadísticas de muestras emparejadas índices de Productividad

Fuente: Elaboración Propia

Como se observa en la tabla N° 13 después de haber realizado el Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad en la Empresa Instalación de Redes Operativas Cordova IDROCOR, Arequipa 2021. La productividad obtuvo una media de 73.44%; mediana de 72.92%; desviación estándar de 3.54% y varianza de 12.55%.

Prueba de muestras emparejadas

		Diferencias emparejadas				t	gl	Sig. (bilateral)	
		Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
					Inferior				Superior
Par 1	productivida d_despues - productivida d_antes	23,7854 2	7,05632	1,44036	20,8058 0	26,7650 4	16,513	23	,000

Tabla 14 : Diferencias emparejadas índices de Productividad.

Fuente: Elaboración Propia

Interpretación: La tabla N° 14 muestra el resultado obtenido del “Sig. (Bilateral)” que es 0,000, siendo inferior a 0,05, por lo tanto se rechaza la hipótesis nula (Ho) y se admite la hipótesis alterna (H1), que muestra una mejora en la media del índices de productividad en 23.78 %, donde existe una diferencia significativa en los índices de productividad y se concluye que: el Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad influye en el índice de la productividad de la Empresa Instalación de Redes Operativas Cordova IDROCOR, Arequipa 2021.

ANÁLISIS INFERENCIAL

Validación de la segunda hipótesis específica- Índices de Eficiencia

Prueba de Normalidad

Si la P-valor es $>$ a 0.05, la data de la muestra proviene de una distribución normal, se acepta la Ho.

Si la P- valor es $<$ a 0.05, la data de la muestra no proviene de una distribución normal, se acepta la Ha.

Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
diferencia eficiencia	,158	24	,123	,936	24	,134

Tabla 15 : Prueba de normalidad de los Índices de Índices de Eficiencia.

Fuente: Elaboración Propia

Interpretación: Se muestra en la tabla N° 15, el valor de “Sig.” De la variable eficiencia 0.134, es mayor a 0.05, por lo tanto, la data de esta prueba demuestra que proviene de una distribución normal, y la conclusión es que mis datos son paramétricos para constatar la hipótesis.

Para el Análisis Inferencial, tenemos:

Utilizamos T- Student por ser mis datos paramétricos

Sig. < 0.05 son datos no paramétricos – Wilcoxon.

Sig. > 0.05 son datos paramétricos – T- Student.

Validación de Hipótesis Especifica de la variable Dependiente

Ho: el Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad no influye el índice de la Eficiencia en la Empresa Instalación de Redes Operativas Cordova IDROCOR, Arequipa 2021.

Ha: el Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad influye el índice de la Eficiencia en la Empresa Instalación de Redes Operativas Cordova IDROCOR, Arequipa 2021.

Regla de decisión:

$$H_0: \mu_{pa} \geq \mu_{pd}$$

$$H_a: \mu_{pa} < \mu_{pd}$$

Estadísticos

		Eficiencia después	Eficiencia antes
N	Válido	24	24
	Perdidos	0	0
Media		83,6375	75,0875
Mediana		83,3300	75,0000
Desviación estándar		1,42581	2,16984
Varianza		2,033	4,708

Tabla 16 : Estadísticas de muestras emparejadas índices de Eficiencia

Fuente: Elaboración Propia

Como se observa en la tabla N° 16 después de haber realizado el Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad en la Empresa Instalación de Redes Operativas Cordova - IDROCOR, Arequipa 2021 .La Eficiencia obtuvo una media de 83.64%; mediana de 83.33%; desviación estándar de 1.43% y varianza de 2.03%

Prueba de muestras emparejadas

	Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
	Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
				Inferior	Superior			
Par 1 eficiencia después eficiencia antes	8,55000	2,76457	,56432	7,38263	9,71737	15,151	23	,000

Tabla 17: Diferencias emparejadas índices de Eficiencia.

Fuente: Elaboración Propia.

Interpretación: La tabla N° 17 muestra que el resultado obtenido del “Sig. (Bilateral)” es 0,000, siendo inferior que 0,05, por lo tanto se rechaza la hipótesis nula (Ho) y se admite la hipótesis alterna (H1), que muestra la mejora de la media en el índices de eficiencia de 8.55%, donde existe una diferencia significativa en los índices de eficiencia, donde se concluye que: el Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad influye el índice de la eficiencia en la Empresa Instalación de Redes Operativas Cordova IDROCOR, Arequipa 2021.

ANÁLISIS INFERENCIAL

Validación de la segunda hipótesis específica- Índices de Eficacia.

Prueba de Normalidad

Si la P-valor es > a 0.05, la data de la muestra proviene de una distribución normal, se acepta la Ho. Si la P- valor es < a 0.05, la data de la muestra no proviene de una distribución normal, se acepta la Ha.

Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
diferencia eficacia	,138	24	,200*	,973	24	,745

Tabla 18 : Prueba de normalidad de los Índices de Eficacia.

Fuente: Elaboración Propia.

Interpretación: Se muestra en la tabla N° 18, el valor de “Sig.” De la variable Eficacia 0.745, que es superior a 0.05, por lo tanto, la data de esta prueba demuestra que proviene de una distribución normal, y la conclusión es que mis datos son paramétricos para verificar la hipótesis.

Para el Análisis Inferencial, tenemos:

Utilizamos T- Student por ser mis datos paramétricos

Sig. < 0.05 son datos no paramétricos – Wilcoxon.

Sig. > 0.05 son datos paramétricos – T- Student.

Validación de Hipótesis Especifica de la variable Dependiente

H₀: El Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad no influye el índice de la Eficacia en la Empresa Instalación de Redes Operativas Cordova IDROCOR, Arequipa 2021.

H_a: El Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad influye el índice de la Eficacia en la Empresa Instalación de Redes Operativas Cordova IDROCOR, Arequipa 2021.

Regla de decisión:

$$H_0: \mu_{pa} \geq \mu_{pd}$$

$$H_a: \mu_{pa} < \mu_{pd}$$

Estadísticos

		eficacia_despues	eficacia_antes
N	Válido	24	24
	Perdidos	0	0
Media		87,7638	65,8804
Mediana		87,5000	67,5900
Desviación estándar		2,87578	8,94002
Varianza		8,270	79,924

Tabla 19 : Estadísticas de muestras emparejadas índices de Eficacia.

Fuente: Elaboración Propia.

Como se observa en la tabla N° 19 después de haber realizado el Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad en la Empresa Instalación de Redes Operativas Cordova IDROCOR , Arequipa 2021. La Eficacia obtuvo una media de 87.76%; mediana de 87.50%; desviación estándar de 2.87% y una varianza de 8.27%.

Prueba de muestras emparejadas

		Diferencias emparejadas				t	gl	Sig. (bilateral)	
		Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
					Inferior				Superior
Par 1	eficacia_despues eficacia_antes	21,88333	9,69609	1,97921	17,78903	25,97763	11,057	23	,000

Tabla 20 : Diferencias emparejadas índices de Eficacia.

Fuente: Elaboración Propia.

Interpretación: La tabla N° 20 muestra que el resultado obtenido del “Sig. (Bilateral)” es 0,000, siendo inferior que 0,05, por lo tanto se rechaza la hipótesis nula (Ho) y se admite la hipótesis alterna (H1), que muestra la mejora de la media en el índices de eficacia de 21.88 %, donde existe una diferencia significativa en los índices de eficacia, donde concluye que: el Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad influye el índice de la Eficacia en la Empresa Instalación de Redes Operativas Cordova IDROCOR, Arequipa 2021.

V. DISCUSIÓN

Luego de la aplicación de la metodología Mantenimiento centrado en la confiabilidad, se logra un incremento a nivel porcentual en la productividad de la empresa Instalación de Redes Operativas Cordova IDROCOR ,Arequipa 2021 , se logró concretar con los objetivos desarrollados en la presente investigación , realizando la mejora en el área de producción de la empresa , percibiendo los cambios significativamente en relación al mantenimiento que realiza en la ,implementación del RCM ,aumento significativo de trabajo en equipo del personal en la empresa para obtener esa mejora productiva, también se evidencia similar obtención en los valores de los índices de eficacia y eficiencia.

1. Discusión en base al objetivo general: Productividad

Conforme con lo obtenido en la tabla N° 14 en el cual el valor calculado para $p=0.000$ tiene un valor igual a $(0,00 < 0,05)$ Se deniega la hipótesis nula y se aprueba la hipótesis alternativa, que muestra una mejora en la media del índices de productividad en 23.78%, por lo que se comprueba que la aplicación del RCM influye en la empresa Instalación de Redes Operativas Cordova IDROCOR, Arequipa 2021.

Se logra probar la implementación de la metodología mantenimiento centrado en la confiabilidad, estableciendo un crecimiento en la productividad de la empresa **Instalación de Redes Operativas Cordova IDROCOR, Arequipa 2021**, en un 73.44%, en comparación a meses anteriores y en los trabajadores resultado adecuada.

De igual modo es comparado con lo expuesto por **CORDOBA, Juan y MONTEJO, Carlos (2017)** en su tesis titulada: **“ELABORACION DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO CENTRADO EN CONFIABILIDAD (RCM) PARA LA EMPRESA CITRIEXPINAL S.A.S”** Concluido a la implementación del plan RCM la producción en el primer semestre 2017 fue de 18.860 TN aumentando 27,794

TN en segundo semestre con un porcentaje de incremento de un 8.93% en productividad.

Al aplicar la metodología del Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (RCM) en la empresa IDROCOR E.I.R.L. permitió que los trabajadores desarrollaran un sentido de compromiso con la empresa y con el trabajo que realizan para poder lograr los objetivos y metas establecidas, concediendo que los participantes en los proyectos se desenvuelvan de una mejor manera en el proceso productivo a través de un trabajo documentado y ordenado, donde se logró aplicar un plan de medidas preventivas y correctivas para evitar las continuas fallas en las máquinas y equipos y así poder aumentar la productividad de la empresa en los proyectos. Realizados, de esa manera se logró minimizar los tiempos de para producidos por los fallos constantes que existían antes de aplicar la metodología del RCM.

2. Discusión en base al objetivo general: Productividad

De acuerdo a lo obtenido en la tabla N° 14 el valor calculado para $p=0.000$ tiene un valor igual a $(0,00 < 0,05)$ donde se niega la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa, que nos muestra una mejora en el índice de productividad en 23,78%, donde se comprueba que la aplicación de la metodología del RCM influye en la productividad de la empresa IDROCOR, Arequipa 2021.

De tal manera se prueba que la aplicación de la metodología del Mantenimiento Centrado en la confiabilidad (RCM), se obtuvo un crecimiento en la productividad de la empresa IDROCOR, Arequipa 2021, en un 73,44% en comparación al primer semestre observado.

De igual manera se comparó con lo expuesto por **VALERA R. y VALDHER R. (2016)** en su tesis titulada: **“GESTIÓN DE MANTENIMIENTO CENTRADO EN CONFIABILIDAD PARA UNA MÁQUINA PAPELERA”**, en donde el enfoque es aumentar la productividad y minimizar los costos relacionados con el mantenimiento dentro de la empresa, antes la productividad era de un 87% y

después de haber aplicado la metodología del Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad se incrementó en un 4%, obteniendo un 91%. Los costos se estabilizaron al implementar el plan del RCM con una leve disminución y en base a lo obtenido se concluyó que hubo una mejora en los indicadores lo que indica que irán aumentando las cifras en forma positiva con el transcurso del tiempo y en base al uso de la metodología.

3. Discusión en base al objetivo específico: Eficiencia

Conforme a los resultados estadísticos en la tabla N° 17 donde el valor calculado para $p=0.000$ tiene un valor igual a $(0,00 < 0,05)$ se deniega la hipótesis nula y se aprueba la hipótesis alternativa que muestra la mejora de la media en el índices de eficiencia de 8.55 %, donde existe una diferencia significativa en los índices de eficiencia, donde se concluye que: el Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad influye el índice de la eficiencia en la Empresa Instalación de Redes Operativas Cordova IDROCOR ,Arequipa 2021.

Se establece la aplicación de mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM) que aumento la eficiencia; de la empresa **Instalación de Redes Operativas Cordova IDROCOR, Arequipa 2021**, en un 83.64% en comparación a meses anteriores, consiguiendo disminuir las fallas de los equipos por paradas o averías y aumentando la capacidad de trabajo del equipo para el máximo logro de los resultados de la empresa y así llegar a los objetivos planteados por la empresa durante realización del proyecto

De igual modo es comparado con lo expuesto como **REAÑO, Leonardo (2019)** en su tesis titulada: "**PROPUESTA DE MANTENIMIENTO CENTRADO EN LA CONFIABILIDAD EN UNA EMPRESA REPROCESADORA DE SUBPRODUCTOS DE ARROZ PARA MINIMIZAR EL NÚMERO DE AVERÍAS-2019**". La eficiencia se ve reflejada en un crecimiento de 84% a 95% y el valor de reducción de costos es de S / .0.37 soles por producto unitario.

4. Discusión en base al objetivo específico: Eficacia

Conforme con los resultados estadísticos en la tabla N° 20 donde el valor calculado para $p=0.000$ tiene un valor igual a $(0,00 < 0,05)$ se deniega la hipótesis nula y se aprueba la hipótesis alternativa que muestra la mejora de la media en el índices de eficacia de 21.88%, donde existe una diferencia significativa en los índices de eficacia donde concluye que el Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (RCM) influye en el índice de la Eficacia en la Empresa Instalación de Redes Operativas Cordova IDROCOR, Arequipa 2021.

Se establece la aplicación de mantenimiento centrado en la confiabilidad para incrementar la eficacia de la empresa **Instalación de Redes Operativas Cordova IDROCOR, Arequipa 2021**, en un 87.76%, en comparación a meses anteriores, logrando un mayor incremento en la producción, ya que el tiempo de paradas por fallas es menor.

De igual modo es comparado con lo expuesto por **MACEDO, José (2018)**: Con su tesis titulada: **APLICACIÓN DEL MANTENIMIENTO CENTRADO EN LA CONFIABILIDAD (RCM) PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD DE LA LÍNEA 14 DE ENVASADO TETRA PAK-LURIGANCHO 2018**. Como se puede observar que el porcentaje de eficacia de la línea 14 de envasado tetra pak, tuvo un crecimiento en un 14% y tiene mayor cumplimiento en la entrega del producto según lo planeado.

VI. CONCLUSIONES

1. Se concluye, que después del uso del mantenimiento centrado en la confiabilidad para aumentar la producción en la empresa **Instalación de Redes Operativas Cordova IDROCOR, Arequipa 2021**, se evidencia que la productividad se incrementa en 23.78%. Tiempo atrás el plan de mantenimiento preventivo de la empresa tenía una productividad en un 49.65% y después de aplicar el plan aumento a 73.44% como se aprecia en la tabla N°03. Esto quiere decir que la empresa se vuelve más competitiva en el mercado.
2. Por otro lado, luego de emplear el mantenimiento centrado en la confiabilidad para el crecimiento de nivel de producción en la empresa **Instalación de Redes Operativas Cordova IDROCOR**, se evidencia que la eficiencia incrementa en 8.55%. Tiempo atrás el plan de mantenimiento preventivo en los equipos y /o máquinas su eficiencia fue de 75.09% y luego de implementar el plan aumento a 83.64%. Esto quiere decir que el plan de mantenimiento preventivo logra aumentar horas de trabajo de las máquinas, elevando su disponibilidad mediante la disminución de tiempos de paralizaciones o averías.
3. Por otro lado, luego de usar el mantenimiento centrado en la confiabilidad para el crecimiento de la producción en la empresa **Instalación de Redes Operativas Cordova IDROCOR**, se evidencia que la eficacia incrementa en 21.88%. Antes de emplear el plan de mantenimiento preventivo de máquinas y/o equipos, la eficacia fue de un 65.88% y luego de aplicar el plan aumento a 87.76%. Por ello se incrementó la producción, obteniendo un menor número de paradas por falla.

VII. RECOMENDACIONES

1. El sistema RCM es de amplio espectro, por lo que su versatilidad se manifiesta en diversos campos de la ingeniería, en el caso de la empresa **Instalación de Redes Operativas Cordova IDROCOR**, se evidencia que este sistema se puede llevar no solamente al ámbito de producción sino también al aspecto administrativo, lo que le otorgaría aún mayor rentabilidad, al mejorar los procesos de entrega con los clientes.
2. Dado que la empresa **Instalación de Redes Operativas Córdoba IDROCOR**, realiza servicios de instalaciones de sistema de protección contra incendios, sería conveniente que realice un estudio de mercado para ampliar su campo de acción y así también incrementar su productividad.
3. Se requiere tener mayor seguimiento a equipos y máquinas a utilizar en el desarrollo de los proyectos en los que se contrata a la empresa para reducir costos y horas de trabajo perdidas.

REFERENCIAS

AGUILERA , Antonio. Gestión del mantenimiento de instalaciones de energía eólica [en línea]. Buenos Aires: Editorial Vértice, 2011. Disponible: https://books.google.com.pe/books?id=M4dKOSxvbYEC&pg=PA179&dq=Determinaci%C3%B3n+de+fallos+principales&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwjWztlp_btAhVVILkGHYFZD70Q6AEwAnoECAMQAq-v=onepage&q=Determinaci%C3%B3n%20de%20fallos%20principales&f=false ISBN 8499313027

Al-Falahi, Muath; Sai Tang; Al-Falahi, Monaaf. *Reliability-based Maintenance Planning Methods in Power Industry: A Review*. Revista de Ingeniería Industrial (Int J Ind Eng Apl Pract) [en línea]. Julio a Agosto 2016, vol.3, n°4. [Fecha de consulta: 19 de diciembre de 2020]. Disponible: https://www.researchgate.net/publication/305458178_Reliability-based_Maintenance_Planning_Methods_in_Power_Industry_A_Review

BALARAJU, J., GOVINDA Raj, M., MURTHY, C. *Estimation of reliability-based maintenance time intervals of Load-Haul-Dumper in an underground coal mine*. Revista Mining and Geology [en línea] doi: 10.22044/jme.2018.6813.1508. [fecha de consulta: 23 de diciembre de 2020]. Disponible: https://www.researchgate.net/publication/326177249_Estimation_of_reliability-based_maintenance_time_intervals_of_Load-Haul-Dumper_in_an_underground_coal_mine

BRAGLIA, M; CASTELLANO, D; GALLO, M. (2019) . *A novel operational approach to equipment maintenance: TPM and RCM jointly at work*. Journal of Quality in Maintenance Engineering. Disponible en:

<https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/JQME-05-2016-0018/full/html>

C. R. Vishnu, V. Regikumar .*Reliability Based Maintenance Strategy Selection in Process Plants: A Case Study*. Revista Procedia Technology [en línea].Septiembre 2016, vol. 25, pág. 1080-1087. [Fecha de consulta: 23 de diciembre de 2020].

Disponible:<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212017316305655>

CABALEIRO, Víctor. Prevención de riesgos laborales: Guía básica de información a los trabajadores en prevención de riesgos laborales [en línea]. Pontevedra: Ideas propias Editorial, 2010 [fecha de consulta :19 de diciembre 2020] Disponible: https://books.google.com.pe/books?id=QoWeT9sMx8YC&prints=ec=frontcover&dq=medidas+preventivas+en+seguridad+industrial&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwir_s_LtftAhVZH7kGHTHOCwsQ6AEwB3oECAkQAg-v=onepage&q=medidas%20preventivas%20en%20seguridad%20industrial&f=false
ISBN:8498392306.

CASTILLO, Ángel. Propuesta de mantenimiento centrado en confiabilidad de las unidades de bombeo horizontal multietapas del sistema power oil de la estación Atacapi del B57-LI de PETROAMAZONAS EP. Tesis (Maestría en Gestión del mantenimiento) Riobamba: Escuela Superior Politécnica del Chimborazo, 2017.
Disponible:<http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/6300/1/20T00831.pdf>

CORDOBA, Juan y MONTEJO, Carlos: Elaboración de un Plan de Mantenimiento Centrado En Confiabilidad (RCM) para la Empresa Citriexpinal S.A.S. Tesis (Pregrado Ingeniería Mecánica).Bogotá: Universidad Santo Tomas – Colombia, 2017.
Disponible en: <https://repository.usta.edu.co/handle/11634/10686>

CRUZADO, Ricardo. Aplicación del mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM) a bombas de carga en una refinería. Tesis (Licenciatura en Ingeniería Mecánica). Piura: Universidad de Piura, 2020.

Disponible en: <https://pirhua.udep.edu.pe/handle/11042/4479>.

DE SANCTIS, Ilari; PACIAROTTI, Claudia C; DI GIOVINE, Oreste. *Integration between RCM and RAM: a case study*. International Journal of Quality & Reliability Management [en línea]. Junio 2016, vol. 33, n°6. [Fecha de consulta: 20 de diciembre de 2020]. Disponible en: <https://www.deepdyve.com/lp/emerald-publishing/integration-between-rcm-and-ram-a-case-study-2T4S773CNU>

ESPEJO, Edgar; HERNÁNDEZ, Héctor. Análisis de fallas de estructuras y elementos mecánicos [en línea] Bogotá. Editorial: Universidad Nacional de Colombia, 2017 [fecha de consulta: 20 de diciembre de 2020]. Capítulo 7. Metodología del análisis de falla.

Disponible: <https://books.google.com.pe/books?id=ZKzxDwAAQBAJ&pg=PA354&dq=Determinaci%C3%B3n+de+los+modos+de+fallos&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwjMjMflqvbtAhUTK7kGHUUWDt8Q6AEwAnoECAUQAq-v=onepage&q=Determinaci%C3%B3n%20de%20los%20modos%20de%20fallos&f=false>.

ISBN: 9587838610

ESPINOSA, José, DE LA PAZ, Estrella, PÉREZ, Raúl, ACOSTA, Idalmis. Contribución del Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad para el estudio de Fallos a equipos consumidores de Energía Eléctrica. cen. az. [en línea]. 2020, vol.47, n.1 [fecha de consulta 20 de marzo del 2021]. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2223-48612020000100022&lng=es&nrm=iso.

ISSN: 0253-5777

GARCÍA, Santiago. Organización y gestión integral de mantenimiento [en línea]. Madrid: Ediciones Díaz de Santos, 2010 [fecha de consulta: 23 de diciembre].Capitulo 2.Analisis de Equipos.

Disponible en :<https://books.google.com.pe/books?id=PUovBdLioMC&pg=PA13&dq=Listado+y+codificaci%C3%B3n+de+equipos&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwi3nPSFoPbtAhVgl7kGHR1rA60Q6AEwAHoECAYQAg-%20v=onepage&q=Listado%20y%20codificaci%C3%B3n%20de%20equipos#v=snippet&q=Listado%20y%20codificaci%C3%B3n%20de%20equipos&f=false>

ISBN: 8479785772

GONZÁLES, Rene. Diseño estrategia operación centrada en confiabilidad para Minera SPENCE S.A. Tesis (Magíster en Gestión y dirección de empresas) Chile: Universidad de Chile, 2006.

Disponible en:http://www.tesis.uchile.cl/tesis/uchile/2006/gonzalez_r2/sources/gonzalez_r2.pdf

HERNÁNDEZ, Ronaldo; COELLO, Sayda .El proceso de investigación científica [en línea]. Cuba: Editorial Universitaria, 2020 [fecha de consulta 20 de marzo del 2021].Capitulo 4.Diseño Metodológico de la Investigación Científica.

Disponible: <https://books.google.com.pe/books?id=03n1DwAAQBAJ&pg=PA51&dq=investigacion+cientifica+poblacion+y+muestreo+2020&hl=es-419&sa=X&ved=2ahUKEwi24lqghtntAhXu01kKHcGdCx8Q6AEwAXoECAUQAQg-v=onepage&q=investigacion%20cientifica%20poblacion%20y%20muestreo%202020&f=false->

ISBN: 9591613075

HERNÁNDEZ, Arturo, RAMOS, Marcos, PLACENCIA, Bárbara, INACOCHEA Blanca, QUIMIS, Alex, MORENO Luis. Metodología de la investigación científica [en línea] por [et al.] Alicante: Editorial 3ciencias, 2018 [Fecha de

consulta 20 de marzo del 2021].Capitulo 10.El diseño de la Investigación Científica.

Disponible:<https://books.google.com.pe/books?id=y3NKDwAAQBAJ&prints ec=frontcover&dq=investigaci%C3%B3n+cientifica+validez+2020&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwif27DUldntAhVju1kKHUHpAHk4ChDoATAEegQIAxAC-v=onepage&q=validez&f=false>.

ISBN: 978-84-948257-0-5

IGBA Joel, ALEMZADEH , Kasem, ANYANWU-EBO,Ike ,GIBBONS,Paul , FRIIS ,John.*A Systems Approach towards Reliability-Centred Maintenance (RCM) of Wind Turbines* Revista Procedia Computer Science[en línea].Diciembre 2013, vol. 16 :814-823 [Fecha de consulta:20 de marzo del 2021].

Disponible:https://www.researchgate.net/publication/257719561_A_Systems_Approach_Towards_Reliability-Centred_Maintenance_RCM_of_Wind_Turbines

DOI: 10.1016 / j.procs.2013.01.085

JIMENEZ, Pablo. Elaboración de un Plan de Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (RCM) para el área de Bunchado en Planta Electro cables de la ciudad de Guayaquil. Tesis (Pregrado en Ingeniería Industrial).Ecuador: Universidad de Guayaquil, 2017.

Disponible: <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/24496>

KONG, Tee EKPIWHRE, Ejiroghene. *Reliability-based preventive maintenance strategies of road junction systems*. International Journal of Quality & Reliability Management. [En línea].Febrero-Abril 2019, vol 36, n. °5. [Fecha de consulta: 20 de marzo del 2021].

Disponible: <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/IJQRM-01-2018-0018/full/html>

ISSN: 0265-671X

LAYME, Raul .Propuesta de mejora del plan de Mantenimiento basado en el RCM en la línea de Extrusión 1. Tesis (Pregrado en Ingeniería Industrial).Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas del Perú, 2014. Disponible: https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/336943/layme_rr.pdf?sequence=1&isAllowed=y

LEEDEO Engineering .*Mantenimiento Centrado en la Fiabilidad de la Ingeniería RAMS: el RCM (Reliability Centered Maintenance) 2/2*.Revista IMG digital enfocada a la Ingeniería de Mantenimiento [en línea] . Abril 2020 [Fecha de consulta 20 de marzo del 2021].

Disponible: <https://www.revistaimg.com/mantenimiento-centrado-en-la-fiabilidad-de-la-ingenieria-rams-el-rcm-reliability-centered-maintenance-2-2/>

MACEDO, José. Aplicación del mantenimiento centrado en la confiabilidad (rcm) para mejorar la productividad de la línea 14 de envasado Tetra Pak-Lurigancho 2018. Tesis (Pregrado en Ingeniería Industrial) Lima: Universidad Cesar Vallejo Perú, 2018.

Disponible:https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/31940/Macedo_SJ.pdf?sequence=1&isAllowed=y

MARTIN, Hector, MOHAMMED, Frey, LAL, Kevin & Ramoutar, Shannon. *Maintenance strategy selection for optimum efficiency – application of AHP constant sum, Facilities*. Revista esmerald insight [en línea].Diciembre 2019, vol. 38,n.º(5/6) .[Fecha de consulta 20 de marzo del 2021].

Disponible en: <https://doi.org/10.1108/F-05-2018-0060>
ISSN:0263-2772

MARTINETTI, Alberto, JANSCHAKEL, Erick,AM VAN DONGEN, Leo.*Flying asset: Framework for developing scalable maintenance program for unmanned aircraft systems (UAS)*. Revista Quality in Manténganse Engineering [en línea].Mayo 2018, vol. 24, n. °2. [Fecha de consulta 20 de marzo del 2021].Disponible:<https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/JQM E-12-2016-0073/full/html>

MOHAMMED Awsan, GHAITHAN Ahmed, AL-SALEH Mashel, AL-OFI Khalaf. *Reliability-Based Preventive Maintenance Strategy of Truck Unloading Systems*. Revista Applied Sciences [en línea]. Septiembre – Octubre 2020, vol. 10, n. °19. [Fecha de consulta 20 de marzo del 2021] Disponible en: <http://dx.doi.org/10.3390/app10196957>

NAVARRO, Ignacio, MARTÍ, Jose, YEPES, Víctor. *Reliability-based maintenance optimization of corrosion preventive designs under a life cycle perspective*. Revista Environmental Impact Assessment Review [en línea]. Octubre 2018, vol. 74:23-34. [Fecha de consulta 20 de marzo del 2021]. Disponible: https://www.researchgate.net/publication/328162625_Reliability-based_maintenance_optimization_of_corrosion_preventive_designs_under_a_life_cycle_perspective

NAKURA, Emilio, RIBEIRO, Sergio. *A Privacy, Security, Safety, Resilience and Reliability Focused Risk Assessment Methodology for IIoT Systems Steps to Build and Use Secure IIoT Systems*. Conferencia Global Internet of Things Summit Bilbao ,España[en línea].Junio -Noviembre ,2018. Disponible en: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/8534521> ISBN electronico:978-1-5386-6451-3

NIU, Gang; YANG, Bosuk, PECHT, Michael. *Development of an optimized condition-based maintenance system by data fusion and reliability-centered maintenance*. *Reliability Engineering and System Safety*. Revista Environmental Impact Assessment Review [en línea] .Marzo 2010, vol. 94, n. °7. [Fecha de consulta 20 de marzo del 2021]. Disponible:https://www.researchgate.net/publication/245079171_Development_of_an_optimized_condition-based_maintenance_system_by_data_fusion_and_reliability-centered_maintenance

OLGUIN, Paul. Propuesta de implementación de un plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM), Tesis (Magíster en Ingeniería de la calidad) Veracruz: Universidad Veracruzana, 2018.

Disponible: <https://cdigital.uv.mx/bitstream/handle/1944/49411/SantiagoOlguinPaul.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

OMOYA, Olanrewaju; PAPADOPOULOU, Kassandra, Erick. *Reliability engineering application to pipeline design*. Revista International of Quality & Reliability Management [en línea]. Septiembre 2019, vol. 36, n. °9. [Fecha de consulta 20 de marzo del 2021].

Disponible en: <https://doi.org/10.1108/IJQRM-09-2017-0197>

ISSN:0265-671X

PRADO, Nick. Aplicación del RCM para mejorar la gestión de mantenimiento de la empresa Industrias del papel S.A, Chaclacayo, 2018. Tesis (Pregrado en Ingeniería Industrial). Lima: Universidad Cesar Vallejo, Perú 2018.

Disponible: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/33110>

REAÑO, Leonardo. Propuesta de mantenimiento centrado en la confiabilidad en una empresa reprocesadora de subproductos de arroz para minimizar el número de averías. Tesis (Pregrado en Ingeniería Industrial). Chiclayo: Universidad Tecnológica del Perú, 2019.

Disponible: <https://repositorio.utp.edu.pe/handle/20.500.12867/2058>

SERRANO, Jesús .Metodología de la Investigación [en línea]. Edición Gamma 2020: 1er semestre Bachillerato General Buenos Aires: Bernardo Reyes, [Fecha de consulta 05 de febrero del 2021].

Disponible: <https://books.google.com.pe/books?id=XnnkDwAAQBAJ&pg=PA38&dq=investigaci%C3%B3n+aplicada+2020&hl=es&sa=X&ved=2ahUKE>

wjJu5HModjtAhUjo1kKHf3ZDRsQ6AEwAHoECAIQAg -
v=onepage&q=investigaci%C3%B3n%20aplicada%202020&f=false
ISBN 9788489708938.

SHAHIN, Arash, AMINSABOURI, Nahid y KIANFAR, Kamran. *Developing a Decision Making Grid for determining proactive maintenance tactics*. Revista Manufacturing Technology Management [en línea]. Agosto–Octubre ,2018 ,vol. 29 ,n.º8. [Fecha de consulta 20 de marzo del 2021] Disponible : <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/JMTM-12-2017-0273/full/html>
ISSN : 1741-038X

SHAMAYLEH, Abdul Rahim ,AWAD, Mahmoud y ABDULLA, Aidah. *Criticality-based reliability-centered maintenance for healthcare*. Revista Quality in Maintenance Engineering [en línea]. Marzo 2020, vol. 26, n. º2. [Fecha de consulta 20 de marzo del 2021].
Disponible en: <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/JQME-10-2018-0084/full/html>
ISSN: 1355-2511

SOLS, Alberto. Fiabilidad, mantenibilidad, efectividad: Un enfoque sistémico [en línea]. Madrid: Universidad Pontificia Comillas ,2000 [Fecha de consulta: 20 de marzo del 2021]. Capitulo 17: Análisis de Mantenimiento.
Disponible: <https://books.google.com.pe/books?id=rpfiMPXDhU4C&pg=PA233&dq=Determinaci%C3%B3n+de+los+modos+de+fallos&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwjMjMflqvbtAhUTK7kGHUUWDt8Q6AEwAHoECAAQAg> -
v=onepage&q=Determinaci%C3%B3n%20de%20los%20modos%20de%20fallos&f=false
ISBN 8489708932

SOTO, JeanP. Mantenimiento basado en la confiabilidad para el mejoramiento de la disponibilidad mecánica de los volquetes faw en gym S.A. Tesis (Pregrado

en Ingeniería Mecánica). Huancayo: Universidad Nacional del Centro del Perú, 2016.

Disponible: <http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/UNCP/3654>

TEE, KongF.Y EKPIWHRE, Ejiroghene. Reliability-based preventive maintenance strategies of road junction systems. *Revista International of Quality & Reliability Management* [en línea]. Febrero-Abril 2019, vol 36, n. °5 [Fecha de consulta: 20 de marzo del 2021].

Disponible en: <https://doi.org/10.1108/IJQRM-01-2018-0018>

SÁNCHEZ, Juan. UF1911 - Prevención y mantenimiento en los sistemas de depuración y control de emisiones atmosféricas [en línea] Madrid: Editorial Elearning. 2015 [Fecha de consulta: 20 de marzo del 2021]. Disponible: https://books.google.com.pe/books?id=U7RWDwAAQBAJ&pg=PA295&dq=Agrupaci%C3%B3n+de+medidas+preventivas&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwjVvOzNt_btAhWYD7kGHYA3COcQ6AEwAXoECAQQAg-v=onepage&q=Agrupaci%C3%B3n%20de%20medidas%20preventivas&f=false

ISBN 9788416424238

WANG, Lin y ZHIQIANG, Lu. Proactive Approach for Production and Condition-Based Maintenance Integration Problem in a Deteriorating System. *Revista de la Universidad Jiaotong de Shanghai (ciencia)* [en línea]. Agosto 2019, vol 24:500–509 . [Fecha de consulta: 20 de marzo del 2021]. Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1007/s12204-019-2080-8>

YANG, Tang, QINGYOU, Liu, JIAJIA, Jing, YAN, Yang y ZHENGWEI, Zou. A framework for identification of maintenance significant items in reliability centered maintenance. *Revista Energy Elsevier* [en línea] 2017, vol 118, pg. 1295-1303. [Fecha de consulta: 20 de marzo del 2021].

Disponible en: <https://ideas.repec.org/a/eee/energy/v118y2017icp1295-1303.html>

VALERA R. y VALDHER R. Gestión de Mantenimiento Centrado en Confiabilidad para una Máquina Papelera. Tesis (Pregrado en Ingeniería Mecánica) Naguanagua: Universidad de Carabobo ,2016.

Disponible:<http://www.riuc.bc.uc.edu.ve/bitstream/123456789/7115/4/vvalera.pdf>

ANEXOS
Anexo 1: Matriz de Consistencia

MANTENIMIENTO CENTRADO EN LA CONFIABILIDAD PARA INCREMENTAR LA PRODUCCION EN LA EMPRESA INSTALACIÓN DE REDES OPERATIVAS CORDOVA IDROCOR E.I.R.L.-2020								
LÍNEA INVESTIGACIÓN	EMPRESA	PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSION	INDICADORES	METODOLOGÍA
GESTIÓN DE MANTENIMIENTO Y PRODUCTIVIDAD	INSTALACIÓN DE REDES OPERATIVAS CORDOVA IDROCOR E.I.R.L.-2020	Problema General ¿En qué medida la aplicación del mantenimiento centrado en la confiabilidad incrementa la productividad en la empresa Instalación de Redes Operativas?	Objetivo General ¿En qué medida la aplicación de mantenimiento centrado en la confiabilidad incrementa la productividad de la empresa – Instalación de Redes Operativas Cordova IDROCOR?	Hipótesis General La aplicación de mantenimiento centrado en la confiabilidad incrementa la productividad de la empresa – Instalación de Redes Operativas Cordova IDROCOR E.I.R.L. 2020	Variable 1 / Variable independiente: Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad	Definición de indicadores clave	FNR=FT/FRe *100 FNR: Fallas no Resueltas. FT: Fallas Total. FRe: Fallas Resueltas.	Tipo de Investigación: Aplicada. Explicativa. Cuantitativa Longitudinal Experimental Método: Empírico Diseño de Investigación: Experimental ,tipo Pre-Experimental
						Listado y codificación de equipos	LE=E1+E2+E3+...+En LE:Lista de equipos E1:Equipo 1 E2:Equipo 2 E3:Equipo 3 En: Equipo n	
						Listado de funciones y sus especificaciones	LF=(TFP+TFS) LF: Lista de Funciones. TFP:Total de Funciones Primarias TFS:Total de Funciones Secundarias	

		Cordova IDROCO R E.I.R.L. 2020?	E.I.R.L. 2020?			<p>Determinación de fallos principales y secundarios</p> <p>FT=FF+FTe FT:Fallas Totales FF:Fallas Funcionales FTe:Fallas Técnicas</p>	<p>Población y Muestra Población: 49 Trabajadores de la empresa Instalación de Redes Operativas Cordova IDROCOR E.I.R.L. Muestra: Se trabajará con el total de la población</p> <p>Técnicas: Observación</p>
					<p>Determinación de los modos de fallos</p> <p>TCF=ZCFF+ZCFTe TCF: Total de causas de Fallo ZCFF: Sumatoria de causas de fallo funcional. ZCFTe: Sumatoria de causas de fallo técnico.</p>		
					<p>Estudio de criticidad de los fallos</p> <p>CR=P*S CR:Clasificación de Riesgos P :Probabilidad S :Severidad</p>		

						<p>MP=ZME+ZMS+ZMCI+ZMCA+ZMEPP</p> <p>MP : Medidas Preventivas ZME: Sumatoria de Medidas de Eliminación. ZMS: Sumatoria de Medidas de Sustitución ZMCI: Sumatoria de Medidas de Control de Ingeniería. ZMCA: Sumatoria de Medidas de Control Administrativo ZMEPP: Sumatoria de Medidas de EPP.</p>	<p>n Directa</p> <p>Instrumentos: Kardex para Inv. Físico / Reporte de sistemas.</p> <p>Técnica de procedimiento de Datos: Calculo de promedios, Puntaje obtenidos, varianza y la prueba de T-Student</p>
					Determinación de las medidas preventivas		
					Agrupación de medidas preventivas	$AMP = EPM + LM + PF + PO + PM + LR + MF$	
					Implementación de los resultados	<p>NFR=FT/FRe*100</p> <p>NFR: Numero de fallas resueltas FT : Fallas Total FRe :Fallas resueltas</p>	

						NFR=FT/FRe*100 NFR: Numero de fallas resueltas FT : Fallas Total FRe :Fallas resueltas		
		Problema Específico ¿En qué medida la aplicación del mantenimiento centrado en la confiabilidad incrementa la eficiencia en la productividad de la empresa Instalación de Redes Operativas	Objetivo Específico Determinar en qué medida la aplicación de mantenimiento centrado en la confiabilidad incrementa la eficiencia en la productividad en la empresa Instalación de Redes Operativas IDROCOR	Hipótesis Específica la aplicación de mantenimiento centrado en la confiabilidad incrementa la eficiencia de la productividad en la empresa Instalación de Redes Operativas IDROCOR E.I.R.L. 2020.	Variable 2 / Variable Dependiente: Productividad	Eficiencia	Eficiencia = $\frac{\text{Tiempo Útil}}{\text{Tiempo Total}}$	

		Cordova IDROCO R E.I.R.L. 2020?	E.I.R.L. 2020.				
		¿En qué medida la aplicación de mantenimiento Centrado en la Confiabilidad incrementa la eficacia de la productividad en la empresa Instalación de Redes Operativas Cordova IDROCO R E.I.R.L. 2020?	Determinar en qué medida la aplicación de mantenimiento centrado en la confiabilidad incrementa la eficacia en la productividad en la empresa Instalación de Redes Operativas Cordova IDROCO R E.I.R.L. 2020.	la aplicación de Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad incrementa la eficacia de la productividad en la empresa Instalación de Redes Operativas Cordova IDROCO R E.I.R.L. 2020.		Eficacia	Eficacia= Unid. instalados Tiempo Útil

Anexo 2: Operacionalización de Variable

VARIABLES	DEF. CONCEPTUAL	DEF. OPERACIÓN	DIMENSIÓN	INDICADORES	ESCALAS Y VALORES
MANTENIMIENTO CENTRADO EN LA CONFIABILIDAD	RCM o Reliability Centered Maintenance es una forma de gestión del mantenimiento de un sistema, un equipo o una instalación industrial que se basa en determinar todos los fallos potenciales que puede tener dicha instalación, categorizarlos y poner en marcha una serie de medidas preventivas acordes con su importancia para evitarlos o minimizar sus efectos. (Santiago	El objetivo fundamental de la implantación de un Mantenimiento Centrado en Fiabilidad o RCM en una planta industrial es aumentar la fiabilidad de la instalación, es decir, disminuir el tiempo de parada de planta por averías imprevistas que impidan cumplir con los planes de producción. (Santiago García Garrido, p. 143).	Definición de indicadores clave	$FNR = FT / FRe * 100$ FNR: Fallas no Resueltas. FT: Fallas Total. FRe: Fallas Resueltas.	Razón
			Listado y codificación de equipos	$LE = E1 + E2 + E3 + \dots + En$ LE: Lista de equipos E1: Equipo 1 E2: Equipo 2 E3: Equipo 3 En: Equipo n	Razón
			Listado de funciones y sus especificaciones	$LF = (TFP + TFS)$ LF: Lista de Funciones. TFP: Total de Funciones Primarias TFS: Total de Funciones Secundarias	Razón
			Determinación de fallos principales y secundarios	$FT = FF + FTe$ FT: Fallas Totales FF: Fallas Funcionales FTe: Fallas Técnicas	Razón
			Determinación de los modos de fallos	$TCF = \sum CFF + \sum CFTe$ TCF : Total de causas de Fallo $\sum CFF$: Sumatoria de causas de fallo funcional.	Razón

García Garrido, p. 143).		Σ CFTe: Sumatoria de causas de fallo técnico.	
	Estudio de criticidad de los fallos	$CR=P*S$ CR:Clasificación de Riesgos P :Probabilidad S :Severidad	Razón
	Determinación de las medidas preventivas	$MP=\Sigma ME+\Sigma MS+\Sigma MCI+\Sigma MCA+\Sigma MEPP$ MP :Medidas Preventivas ΣME : Sumatoria de Medidas de Eliminación. ΣMS : Sumatoria de Medidas de Sustitución ΣMCI : Sumatoria de Medidas de Control de Ingeniería. ΣMCA :Sumatoria de Medidas de Control Administrativo $\Sigma MEPP$: Sumatoria de Medidas de EPP.	Razón
	Agrupación de medidas preventivas	$AMP=EPM+LM+PF+PO+PM+LR+MF$	Razón
	Implementación de los resultados	$NFR=FT/FRe*100$ NFR: Numero de fallas resueltas FT : Fallas Total FRe :Fallas resueltas	Razón
	Evaluación de resultados	$NFR=FT/FRe*100$ NFR: Numero de fallas resueltas FT : Fallas Total FRe :Fallas resueltas	Razón

PRODUCTIVIDAD	<p>“La productividad es un ratio que mide el grado de aprovechamiento de los factores que influyen a la hora de realizar un producto; se hace entonces necesario el control de la productividad. Cuanto mayor sea la productividad de nuestra empresa, menor serán los costes de producción y por lo tanto aumentará nuestra competitividad dentro del mercado.” (Cruelles, 2013 p. 10)</p>	<p>La productividad se mide por el cociente formado por los resultados logrados y los recursos empleados. Los resultados logrados pueden medirse en unidades producidas, piezas vendidas o en utilidades, mientras que los recursos empleados pueden cuantificarse por número de trabajadores, tiempo total empleado, horas máquina, etc. (Gutiérrez 2014, p. 21)</p>	Eficiencia	$\text{Eficiencia} = \frac{\text{Tiempo Útil}}{\text{Tiempo Total}}$	Razón
			Eficacia	$\text{Eficacia} = \frac{\text{Unidades instaladas}}{\text{Tiempo Útil}}$	Razón

Anexo 3: Certificado de validez de contenido de instrumento que mide el Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad y Productividad

N°	DIMENSIONES	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		SI	NO	SI	NO	SI	NO	
	DIMENSIÓN 1: Mantenimiento centrado en la confiabilidad							
1	Definición de indicadores clave FNR=FT/FRe *100	X		X		X		
2	Listado y codificación de equipos LE = E1 + E2 + E3 + ... + En	X		X		X		
3	Listado de funciones y sus especificaciones LF=(TFP+TFS)	X		X		X		
4	Determinación de fallos principales y secundarios FT=FF+FTe	X		X		X		
5	Determinación de los modos de fallos TCF=ΣCFF+ΣCFTe	X		X		X		

6	Estudio de criticidad de los fallos $CR=P*S$	X		X		X		
7	Determinación de las medidas preventivas $MP=\Sigma ME+\Sigma MS+\Sigma MCI+\Sigma MCA+\Sigma MEPP$	X		X		X		
8	Agrupación de medidas preventivas $AMP=EPM+LM+PF+PO+PM+LR+MF$	X		X		X		
9	Implementación de los resultados $NFR=FT/FRe*100$	X		X		X		
10	Evaluación de resultados $NFR=FT/FRe*100$	X		X		X		
	DIMENSIÓN 2: Productividad	SI	NO	SI	NO	SI	NO	
1	Eficiencia = $\frac{\text{Tiempo útil}}{\text{tiempo total}}$	X		X		X		
2	Eficacia = $\frac{\text{Unidades instaladas}}{\text{tiempo útil}}$	X		X		X		

Observaciones:

Opinión de aplicabilidad:

Aplicable [X] Aplicable después de corregir [] No aplicable []

Apellidos y Nombres del juez validador: Mg. Osmart Raúl Morales Chalco

DNI:

Especialidad del validador.

¹**Pertinencia:** El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

²**Relevancia:** El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

³**Claridad:** Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

30 de diciembre de 2020



Firma del Experto Informante.

Anexo 4: Certificado de validez de contenido de instrumento que mide el Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad y Productividad

Nº	DIMENSIONES	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		SI	NO	SI	NO	SI	NO	
	DIMENSIÓN 1: Mantenimiento centrado en la confiabilidad							
1	Definición de indicadores clave $FNR=FT/FRe *100$	X		X		X		
2	Listado y codificación de equipos $LE = E1 + E2 + E3 + \dots + En$	X		X		X		
3	Listado de funciones y sus especificaciones $LF=(TFP+TFS)$	X		X		X		
4	Determinación de fallos principales y secundarios $FT=FF+FTE$	X		X		X		
5	Determinación de los modos de fallos $TCF=\Sigma CFF+\Sigma CFTe$	X		X		X		
6	Estudio de criticidad de los fallos $CR=P*S$	X		X		X		

7	Determinación de las medidas preventivas $MP = \sum ME + \sum MS + \sum MCI + \sum MCA + \sum MEPP$	X		X		X		
8	Agrupación de medidas preventivas $AMP = EPM + LM + PF + PO + PM + LR + MF$	X		X		X		
9	Implementación de los resultados $NFR = FT / FRe * 100$	X		X		X		
10	Evaluación de resultados $NFR = FT / FRe * 100$	X		X		X		
	DIMENSIÓN 2: Productividad	SI	NO	SI	NO	SI	NO	
1	Eficiencia = $\frac{\text{Tiempo útil}}{\text{tiempo total}}$	X		X		X		
2	Eficacia = $\frac{\text{Unidades instaladas}}{\text{tiempo útil}}$	X		X		X		

Observaciones:

Opinión de aplicabilidad:

Aplicable Aplicable después de corregir No aplicable

Apellidos y Nombres del juez validador: Mg. Romel Darío Bazán Robles

DNI:

Especialidad del validador.

- ¹**Pertinencia:** El ítem corresponde al concepto teórico formulado.
- ²**Relevancia:** El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo
- ³**Claridad:** Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

30 de diciembre de 2020



Firma del Experto Informante.

Anexo 5: Certificado de validez de contenido de instrumento que mide el Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad y Productividad

Nº	DIMENSIONES	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		SI	NO	SI	NO	SI	NO	
	DIMENSIÓN 1: Mantenimiento centrado en la confiabilidad							
1	Definición de indicadores clave $FNR=FT/FRe *100$	X		X		X		
2	Listado y codificación de equipos $LE = E1 + E2 + E3 + \dots + En$	X		X		X		
3	Listado de funciones y sus especificaciones $LF=(TFP+TFS)$	X		X		X		
4	Determinación de fallos principales y secundarios $FT=FF+FTe$	X		X		X		
5	Determinación de los modos de fallos $TCF=\Sigma CFF+\Sigma CFTe$	X		X		X		
6	Estudio de criticidad de los fallos $CR=P*S$	X		X		X		

7	Determinación de las medidas preventivas $MP = \sum ME + \sum MS + \sum MCI + \sum MCA + \sum MEPP$	X		X		X		
8	Agrupación de medidas preventivas $AMP = EPM + LM + PF + PO + PM + LR + MF$	X		X		X		
9	Implementación de los resultados $NFR = FT / FRe * 100$	X		X		X		
10	Evaluación de resultados $NFR = FT / FRe * 100$	X		X		X		
	DIMENSIÓN 2: Productividad	SI	NO	SI	NO	SI	NO	
1	Eficiencia = $\frac{\text{Tiempo útil}}{\text{tiempo total}}$	X		X		X		
2	Eficacia = $\frac{\text{Unidades instaladas}}{\text{tiempo útil}}$	X		X		X		

Observaciones:

Opinión de aplicabilidad:

Aplicable Aplicable después de corregir No aplicable

Apellidos y Nombres del juez validador: Dr. Robert Julio Contreras Rivera

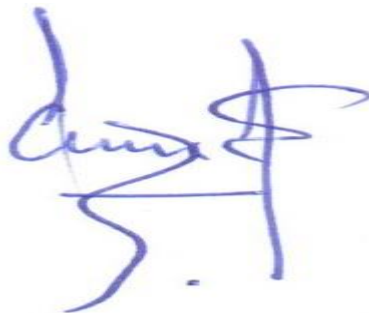
DNI:

Especialidad del validador.

- ¹**Pertinencia:** El ítem corresponde al concepto teórico formulado.
- ²**Relevancia:** El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo
- ³**Claridad:** Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

30 de diciembre de 2020




Firma del Experto Informante.

Anexo 6: Cálculo de valores porcentuales de la productividad


DESCRIPCION ANTES	Sem1	Sem2	Sem3	Sem4	Sem5	Sem6	Sem7	Sem8	Sem9	Sem10	Sem11	Sem12	Sem13	Sem14	Sem15	Sem16	Sem17	Sem18	Sem19	Sem20	Sem21	Sem22	Sem23	Sem24
Unidades instaladas	20	21	23	19	24	25	23	26	24	21	22	25	19	24	21	25	23	27	26	28	27	25	26	28
Tiempo total	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48
Tiempo perdido	11	12	11.5	10	13	11	12.5	12	11.5	13	10	12	10.5	12.5	11	12.5	13	12	14	13	12	11.5	12	13.5
Tiempo util	37	36	36.5	38	35	37	35.5	36	36.5	35	38	36	37.5	35.5	37	35.5	35	36	34	35	36	36.5	36	34.5
Eficiencia	77.08	75.00	76.04	79.17	72.92	77.08	73.96	75.00	76.04	72.92	79.17	75.00	78.13	73.96	77.08	73.96	72.92	75.00	70.83	72.92	75.00	76.04	75.00	71.88
Eficacia	54.05	58.33	63.01	50.00	68.57	67.57	64.79	72.22	65.75	60.00	57.89	69.44	50.67	67.61	56.76	70.42	65.71	75.00	76.47	80.00	75.00	68.49	72.22	81.16
Productividad	41.67	43.75	47.92	39.58	50.00	52.08	47.92	54.17	50.00	43.75	45.83	52.08	39.58	50.00	43.75	52.08	47.92	56.25	54.17	58.33	56.25	52.08	54.17	58.33
DESCRIPCION DESPUES	Sem 25	Sem 26	Sem 27	Sem 28	Sem 29	Sem 30	Sem 31	Sem 32	Sem 33	Sem 34	Sem 35	Sem 36	Sem 37	Sem 38	Sem 39	Sem 40	Sem 41	Sem 42	Sem 43	Sem 44	Sem 45	Sem 46	Sem 47	Sem 48
Unidades instaladas	35	36	35	32	37	33	36	34	37	38	33	36	38	34	37	35	35	36	34	33	38	34	35	35
Tiempo total	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48
Tiempo perdido	8	7	8	9	7	9	7.5	8.5	7	7	8.5	7	7	8.5	7.5	8	8	7.5	8.5	8.5	7	8.5	8	8
Tiempo util	40	41	40	39	41	39	40.5	39.5	41	41	39.5	41	41	39.5	40.5	40	40	40.5	39.5	39.5	41	39.5	40	40
Eficiencia	83.33	85.42	83.33	81.25	85.42	81.25	84.38	82.29	85.42	85.42	82.29	85.42	85.42	82.29	84.38	83.33	83.33	84.38	82.29	82.29	85.42	82.29	83.33	83.33
Eficacia	87.50	87.80	87.50	82.05	90.24	84.62	88.89	86.08	90.24	92.68	83.54	87.80	92.68	86.08	91.36	87.50	87.50	88.89	86.08	83.54	92.68	86.08	87.50	87.50
Productividad	72.92	75.00	72.92	66.67	77.08	68.75	75.00	70.83	77.08	79.17	68.75	75.00	79.17	70.83	77.08	72.92	72.92	75.00	70.83	68.75	79.17	70.83	72.92	72.92

Anexo 7: Hoja de Registro

Registro de Plan de Mantenimiento Semanal Maquina

REGISTRO DE PLAN MANTENIMIENTO SEMANAL MAQUINA																									
	HORARIO	Operador	Operador	Operador	V.B Tecnico	Operador	V.B Tecnico	Operador	Operador	Firma	Firma	Firma	Firma	Firma	Firma	Firma	Firma	Firma	Firma						
	LUNES	Carlos C.	Juvenal F	Gelbert O.	Efrain Cu	Bryan C	Percy G.	Jose Quispe	Angel E.																
	MARTES	Carlos C.	Juvenal F	Gelbert O.	Efrain Cu	Bryan C	Percy G.	Jose Quispe	Angel E.																
	MIERCOLES	Carlos C.	Juvenal F	Gelbert O.	Efrain Cu	Bryan C	Percy G.	Jose Quispe	Angel E.																
	JUEVES	Carlos C.	Juvenal F	Gelbert O.	Efrain Cu	Bryan C	Percy G.	Jose Quispe	Angel E.																
	VIERNES	Carlos C.	Juvenal F	Gelbert O.	Efrain Cu	Bryan C	Percy G.	Jose Quispe	Angel E.																
	SABADO	Carlos C.	Juvenal F	Gelbert O.	Efrain Cu	Bryan C	Percy G.	Jose Quispe	Angel E.																
	Encargado :Supervisor Diego Alatrasta																								
ACTIVIDAD	ENERO	Semana1						Semana2						Semana 3						Semana 4					
	2020	Lu	Ma	Mi	Jue	Vi	Sa	Lu	Ma	Mi	Jue	Vi	Sa	Lu	Ma	Mi	Jue	Vi	Sa	Lu	Ma	Mi	Jue	Vi	Sa
Revision y Lubricacion	Máquina Ranuradora						X								X										
Limpeza y Lubricacion	Máquina Roscadora	X								X							X								
Revision y Lubricacion	Máquina Taladro de banca																								X
Revision y Lubricacion	Máquina Rotomartillo					X																			
Limpeza y Lubricacion	Máquina Diamantina																	X						X	

REGISTRO DE DATOS IDROCOR EIRL

		AREA	Proyectos IDROCOR				
		Encargado:	TMO1002-DIEGO ALATRISTA				
		Semana 1					
Maquina	CODIGO	FALLA FUNCIONAL	MODO DE AVERÍA	EFFECTOS DE AVER	Tiempo total	Tiempo Util	Tiempo Perdido
Máquina Ranuradora	RAN01	Falla Estructural	Averia en el tubo ranurado	La existencia de humedad dentro de la sala eléctrica puede causar graves fallas en los equipos.	48	37	11
Máquina Roscadora	ROS01	-	-	-			
Máquina Taladro de banca	TAB01	Falla electrica	Mala manipulacion	Los componentes de los cuadros eléctricos fallan y provocan fallos en los equipos.			
Máquina Rotomartillo	RMA01	-	-	-			
Máquina Diamantina	DIA01	Falla electrica	Falta de seguridad	La falta de seguridad de intrusión en la celda provoca un gran riesgo de provocar o recibir graves daños sobre la persona.			

Orden de Trabajo IDROCOR EIRL



ORDEN DE TRABAJO N°001-25

DATOS CLIENTE	
Cliente:TAYLOY S.A	Fecha de Inicio:
RUC :20100049181	Fecha de culminación:
Telefono:054-228994	
Contacto:Jose Ramirez	

SERVICIO :INSTALACION DE MONTAJE DE RED SECA-HUMEDA					
ITEM	DESCRIPCION DEL SERVICIO	UNIDAD	CANTIDAD	P.UNITARIO	IMPORTE
1	Instalación del montaje de red seca húmeda que se detalla de la siguiente manera :	Unid	1	1000	S/. 1,000.00
2	· Tuberias Schelure 40	Unid	20	430	S/. 8,600.00
3	· Instalación Gabinetes	Unid	3	170	S/. 510.00
4	· Incorporación de Mangueras	Unid	4	417.6	S/. 1,670.40
5	· Válvulas	Unid	10	33	S/. 330.00
6	· Accesorios	Cto	1	200	S/. 200.00
7	· Tablero de arranque	Unid	1	230	S/. 230.00
IMPORTE :					S/. 10,780.00
IGV INCLUIDO					S/. 1,760.40
TOTAL					S/. 12,540.40

Forma de pago:

Cheque	Transferencia	Deposito	Efectivo
			S/6,270.20

SON: Doce mil Quinientos cuarenta con 400/100 Soles

OBSERVACIONES ADICIONALES:

Se hizo un adelanto del 50% del importe total quedando un saldo de S/. 6,270.20 soles

Anexo 8: Datos SPSS23

Data Productividad

*Sin título3 [ConjuntoDatos2] - IBM SPSS Statistics Editor de datos

Archivo Editar Ver Datos Transformar Analizar Marketing directo Gráficos Utilidades Ventana Ayuda

Visible: 3 de 3 variables

	productividad antes	productividad despues	diferencia_prc ductividad	var	var	var	var	var	var	var	var	var	var	var	var	var
1	41,67	72,92	31,25													
2	43,75	75,00	31,25													
3	47,92	72,92	25,00													
4	39,58	66,67	27,09													
5	50,00	77,08	27,08													
6	52,08	68,75	16,67													
7	47,92	75,00	27,08													
8	54,17	70,83	16,66													
9	50,00	77,08	27,08													
10	43,75	79,17	35,42													
11	45,83	68,75	22,92													
12	52,08	75,00	22,92													
13	39,58	79,17	39,59													
14	50,00	70,83	20,83													
15	43,75	77,08	33,33													
16	52,08	72,92	20,84													
17	47,92	72,92	25,00													
18	56,25	75,00	18,75													
19	54,17	70,83	16,66													
20	58,33	68,75	10,42													
21	56,25	79,17	22,92													
22	52,08	70,83	18,75													

Vista de datos Vista de variables

IBM SPSS Statistics Processor está listo Unicode:ON

Fuente: SPSS23

Data Eficiencia

eficiencia.sav [ConjuntoDatos0] - IBM SPSS Statistics Editor de datos

Archivo Editar Ver Datos Transformar Analizar Marketing directo Gráficos Utilidades Ventana Ayuda

1: diferencia_eficiencia 6,25 Visible: 3 de 3 variables

	eficiencia_antes	eficiencia_despues	diferencia_eficiencia	var	var	var	var	var	var	var	var	var	var	var	var	var	var
1	77,08	83,33	6,25														
2	75,00	85,42	10,42														
3	76,04	83,33	7,29														
4	79,17	81,25	2,08														
5	72,92	85,42	12,50														
6	77,08	81,25	4,17														
7	73,96	84,38	10,42														
8	75,00	82,29	7,29														
9	76,04	85,42	9,38														
10	72,92	85,42	12,50														
11	79,17	82,29	3,12														
12	75,00	85,42	10,42														
13	78,13	85,42	7,29														
14	73,96	82,29	8,33														
15	77,08	84,38	7,30														
16	73,96	83,33	9,37														
17	72,92	83,33	10,41														
18	75,00	84,38	9,38														
19	70,83	82,29	11,46														
20	72,92	82,29	9,37														
21	75,00	85,42	10,42														
22	76,04	82,29	6,25														

Vista de datos Vista de variables

Fuente: SPSS23

Data Eficacia

eficacia.sav [ConjuntoDatos1] - IBM SPSS Statistics Editor de datos

Archivo Editar Ver Datos Transformar Analizar Marketing directo Gráficos Utilidades Ventana Ayuda

22 : Visible: 3 de 3 variables

	eficacia_antes	eficacia_despues	diferencia_eficacia	var	var	var	var	var	var	var	var	var	var	var	var	var	va
1	54,05	87,50	33,45														
2	58,33	87,80	29,47														
3	63,01	87,50	24,49														
4	50,00	82,05	32,05														
5	68,57	90,24	21,67														
6	67,57	84,62	17,05														
7	54,79	88,89	34,10														
8	72,22	86,08	13,86														
9	65,75	90,24	24,49														
10	60,00	92,68	32,68														
11	57,89	83,54	25,65														
12	69,44	87,80	18,36														
13	50,67	92,68	42,01														
14	67,61	86,08	18,47														
15	56,76	91,36	34,60														
16	70,42	87,50	17,08														
17	65,71	87,50	21,79														
18	75,00	88,89	13,89														
19	76,47	86,08	9,61														
20	80,00	83,54	3,54														
21	75,00	92,68	17,68														
22	68,49	86,08	17,59														

Fuente: SPSS23

Anexo 9: Fotos de figuras y evidencias



Anexo 10: Carta de Autorización de la empresa



“AÑO DEL BICENTENARIO DEL PERÚ: 200 AÑOS DE INDEPENDENCIA”

CARTA DE AUTORIZACIÓN

Arequipa, 18 de Noviembre del 2020

Yo Oliver Cordova Panca, identificado con DNI N°45236266 en calidad de representante legal de la empresa Instalaciones de Redes Operativas Cordova – IDROCOR E.I.R.L.

AUTORIZO a la Srta. Yenny Isabel Mena Diaz, identificado con DNI N°74025920 y al Sr. Kenyo Gerardo Tairo Cañari, identificado con DNI N°47565979, bachilleres en la carrera de Ingeniería Industrial en la Universidad Cesar Vallejo, para realizar las investigaciones y estudios que consideren necesarios para el desarrollo de la Tesis titulada: **“Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad para incrementar la productividad en la empresa Instalación de Redes Operativas Cordova – IDROCOR E.I.R.L. 2021”**

Se expide la presente Autorización para fines pertinentes.

Atentamente.

Oliver Cordova Panca
GERENTE GENERAL

Oliver Cordova Panca
Gerente General