

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Industrial

“PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN UNA EMPRESA DE ESTACIONAMIENTO APLICANDO LA METODOLOGÍA RCM PARA LA MEJORA DE LA DISPONIBILIDAD DE LOS EQUIPOS, LIMA, 2021”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Industrial

Autor:

Junior Nestor Solis Villanueva

Asesor:

Ing. Mg. Fernando Páez Espinal

Lima - Perú

2021



UNIVERSIDAD
PRIVADA
DEL NORTE

DEDICATORIA

A Dios

Por permitirme llegar a esta etapa de mi vida, por brindarme salud y por poner a las personas correctas en mi camino que han apoyado a lograr mis objetivos.

A mi madre Carmen y Maura

Por su constante apoyo, por sus consejos, por corregirme cuando era necesario, por ser los pilares fundamentales en la persona que soy y sobre todo por el inmenso amor.

A mis hijos Yamile, Stefano y Arianna

Por la inspiración, por quererme y más aún por la comprensión de estar alejados este tiempo.

A mi novia María del Pilar

Por el aliento constante que me brinda, por creer en mí y por permanecer a mi lado siempre dándome fuerzas para lograr este objetivo.

A mis familiares

Por ser un ejemplo y brindarme su experiencia en esta etapa de mi vida.

Finalmente, a todas aquellas personas que me ayudaron directa o indirectamente en esta etapa universitaria.

AGRADECIMIENTO

Agradecer en primer lugar a Dios por bendecirme con un día más de vida y por permitirme cumplir con los objetivos que me trace al inicio de esta etapa universitaria.

En segundo lugar, a mi madre Carmen, mi abuela Maura, mis hijos Yamile, Stefano y Arianna, mi novia María del Pilar, mis familiares y amigos que siempre estuvieron a mi lado brindándome sus consejos y apoyo constante.

En tercer lugar, al profesor por las palabras correctas y asesoría para lograr realizar este proyecto.

Asimismo, el agradecimiento a mi jefe Erick Coloma por la comprensión y las facilidades brindadas.

Tabla de contenidos

DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTO.....	3
ÍNDICE DE TABLAS.....	5
ÍNDICE DE FIGURAS	7
RESUMEN	8
ABSTRACT	9
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	10
CAPÍTULO II. MÉTODO.....	29
2.1. Tipo de investigación	29
2.2. Población y muestra	29
2.3. Técnicas e instrumentos de recolección	30
2.4. Procedimiento	30
2.5. Análisis de datos	32
2.6. Consideraciones éticas	32
CAPÍTULO III. RESULTADOS	34
CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	77
REFERENCIAS.....	81
ANEXOS	85

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Ejemplo de fallas funcionales de los equipos de las playas de estacionamientos...	25
Tabla 2 Reporte de fallas de los equipos de la playa de estacionamiento 1	34
Tabla 3 Reporte de fallas de los equipos de la playa de estacionamiento 2	38
Tabla 4 Reporte de fallas de los equipos de la playa de estacionamiento 3	42
Tabla 5 Reporte de fallas de los equipos de la playa de estacionamiento 4	44
Tabla 6 Medición de la situación actual con los indicadores MTBF y MTTR en la playa de estacionamiento 1	47
Tabla 7 Medición de la situación actual con los indicadores MTBF y MTTR en la playa de estacionamiento 2	48
Tabla 8 Medición de la situación actual con los indicadores MTBF y MTTR en la playa de estacionamiento 3	49
Tabla 9 Medición de la situación actual con los indicadores MTBF y MTTR en la playa 4	50
Tabla 10 Lista de equipos de la playa de estacionamiento 1	54
Tabla 11 Lista de equipos de la playa de estacionamiento 2	56
Tabla 12 Lista de equipos de la playa de estacionamiento 3	58
Tabla 13 Lista de equipos de la playa de estacionamiento 4	61
Tabla 14 Lista de componente de los equipos de las playas de estacionamiento	63
Tabla 15 Matriz vester de la baja disponibilidad de los equipos en las playas de estacionamiento	72
Tabla 16 Listado de causas de baja disponibilidad de los equipos en las playas de estacionamiento	73
Tabla 17 Ponderación de IPR en las playas de estacionamiento	74
Tabla 18 Matriz de sistema AMFE de los equipos en las playas de estacionamiento en el 2021	75
Tabla 19 Plan de capacitación para el mantenimiento de los equipos en las playas de estacionamiento en el 2021	66
Tabla 20 Número de minutos de parada por mantenimiento de los equipos en las playas de estacionamiento 1,2,3, y 4 en el 2021	67
Tabla 21 Medición de la situación mejorado con los indicadores MTBF y MTTR en la playa de estacionamiento 1	68

Tabla 22 Medición de la situación mejorada con los indicadores MTBF y MTTR en la playa de estacionamiento 2	69
Tabla 23 Medición de la situación mejorada con los indicadores MTBF y MTTR en la playa de estacionamiento 3	69
Tabla 24 Medición de la situación mejorada con los indicadores MTBF y MTTR en la playa 4.....	70
Tabla 25 Ahorro económico mensual en relación a la disponibilidad de los equipos en las playas de estacionamiento después de aplicar el RCM	71
Tabla 26 Costo total de los repuestos de los equipos en relación a la disponibilidad de los equipos en las playas de estacionamiento después de aplicar el RCM	72
Tabla 27 Inversión en mano de obra en relación a la disponibilidad de los equipos en las playas de estacionamiento	73
Tabla 28 Inversión por año en relación a la disponibilidad de los equipos en las playas de estacionamiento	74
Tabla 29 Flujo de efectivo en relación a la disponibilidad de los equipos en las playas de estacionamiento	75
Tabla 30 Cálculo de VAN y TIR.	75

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Transformaciones en las expectativas del mantenimiento	20
Figura 2. Transformaciones en las técnicas de mantenimiento	21
Figura 3. Clasificación de los equipos	22
Figura 4. Ecuación para calcular la disponibilidad	22
Figura 5. 7 preguntas norma SAE JA.....	24
Figura 6. Procedimiento de recolección de datos	31
Figura 7. Diagrama Gantt de la implementación del plan de mantenimiento preventivo aplicando la metodología RCM	51
Figura 8. Diagrama de Ishikawa en de baja disponibilidad de los equipos en las playas de estacionamiento.....	71
Figura 9. Diagrama de Pareto relacionado a la baja disponibilidad de los equipos en las playas de estacionamiento	74

RESUMEN

El presente trabajo tuvo como objetivo llevar a cabo la propuesta de implementación de un plan de mantenimiento preventivo en una empresa de estacionamiento aplicando la metodología RCM para la mejora de la disponibilidad de los equipos en Lima, 2021 mediante la determinación de la influencia de la metodología RCM aplicado en la disponibilidad de los equipos en una empresa de estacionamiento, el diseño de la propuesta de un plan de mantenimiento preventivo aplicando la metodología RCM en la empresa de estacionamiento contemplando el sistema AMFE, la medida del impacto en el indicador de disponibilidad de los equipos luego de la implementación de la propuesta de mantenimiento y el cálculo de la viabilidad económica de la propuesta de implementación de mantenimiento preventivo bajo la metodología RCM en la empresa de estacionamiento. Dentro de su marco, se caracterizó por contar con un enfoque cuantitativo, aplicado y experimental, con el cual se logró concluir que se puede aumentar la disponibilidad de los equipos de un 33% hasta 98%.

Palabras clave: Mantenimiento, RCM, disponibilidad

ABSTRACT

The objective of this work was to carry out the proposal for the implementation of preventive maintenance in a parking company applying the RCM methodology to improve the availability of parking equipment in Lima, 2021 by determining the influence of the RCM methodology applied in the availability of equipment in a parking company, the design of the proposal of a preventive maintenance plan applying the RCM methodology in the parking company contemplating the FMEA system, the measurement of the impact on the equipment availability indicator after the implementation of the maintenance proposal and the calculation of the economic feasibility of the proposal for the implementation of preventive maintenance under the RCM methodology in the parking company. Within its framework, it was characterized by having a quantitative, applied and experimental approach, with which it was possible to conclude that the availability of the equipment can be increased from 33% to 98%.

Keywords: Maintenance, RCM, availability

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1 Realidad problemática.

Desde la perspectiva mundial, desde el surgimiento de la revolución industrial, donde se llevaban a cabo procesos manuales, en donde se comenzó a evaluar la poca factibilidad de llevar los procedimientos sin utilizar equipos, dado que los empleados invertían largas jornadas laborales para corregir fallas en las maquinarias, y donde también surgió la necesidad de conocer el origen y ubicación de las fallas, y evaluar los tiempos que se aplicaban en conseguir el repuesto de piezas con averías o diseñar piezas para luego reemplazar y colocar en funcionamiento los equipos, por lo cual, se desarrollan las máquinas con partes intercambiables, con la finalidad de no detener la producción en las empresas (Sánchez, 2017)

Posteriormente, con el crecimiento industrial, lo cual dio inicio a la segunda guerra mundial, en donde quedó demostrado el interés, por desarrollar métodos de trabajo, y administrar los RRHH para obtener mayores índices de productividad, lo que conllevó a la instauración de nuevas tecnologías para establecer la producción industrial masiva, con el objeto de reducir los costos y poder cubrir la demanda de muchos consumidores más, sin embargo, se sigue implementando el mantenimiento correctivo en las empresas a través de los empleados (Tenuco, 2021).

Y con la aparición de la primera guerra mundial, el mercado comenzó a exigir mayor eficiencia en los procesos productivos por la alta demanda de los productos, para lo cual, se comienzan a implementar las medidas preventivas, y se integraron los procesos relacionados con la planeación, organización, integración, ejecución y control, herramientas estadísticas, metodologías, y principios, sin embargo, no se logra el éxito en la gestión, por lo que, surgen

los ciclos de mejora continua que trajeron consigo el incremento de la disponibilidad de las máquinas y reducir al mínimo las paradas no programadas (Espinosa-Martínez et al., 2020).

Partiendo de una óptica más específica, existe una necesidad latente hacia la optimización de las unidades y componentes industriales eléctricos, mecánicos o electrónicos de cualquier empresa pequeña, mediana o grande. De ese modo, la adopción del mantenimiento comenzó a ser una obligación en poder asegurar la disponibilidad total de los sistemas a lo largo de todo el desempeño de las operaciones, lo cual se sustenta en el análisis de las fallas y errores. La concepción del mantenimiento debe ser que este brinde todas las condiciones óptimas para que el desempeño de los equipos se lleve a cabo sin interrupciones por factores internos como el ambiente sobre el cual sea sometido el sistema (Gutiérrez C. , 2019)

El programa de mantenimiento preventivo representa el esfuerzo por mejorar el proceso de mantenimiento y se encarga de reducir la cantidad de mantenimiento a través de la eficacia de otras prácticas en el proceso de mantenimiento efectivo (Consuegra-Díaz, et al., 2017). Por lo cual, la mayoría de los programas de mantenimiento preventivo, requieren que las administraciones hagan cumplir los calendarios estrictamente, tanto en el proceso, como en la plata y flota de equipos, en donde también se busca evitar tareas repetidas, definir la frecuencia correcta de las actividades, garantizar la reducción de los gastos innecesarios de algunas tareas, sino que generen algún valor y definir las tareas en función de las condiciones del equipo, y modos de fallas (Maldonado, 2019).

No obstante, el mantenimiento puede ser gestionado desde la autonomía de todo un sistema y empleando todo un conjunto de técnicas, así como herramientas para propulsar las buenas prácticas en el mismo y evitar las paradas no programadas, todo esto llevando un

control del uso de recursos y la optimización de los costes asociados. Es así como el mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM) juega un rol fundamental en la cual, dado que mediante el análisis estadístico como principal herramienta en la toma de decisiones gerenciales, sirve para facilitar el diseño de un marco de trabajo rentable, si ya se cuenta con un sistema preventivo consolidado con sus registros de control, parte de ahí para alcanzar grandes mejoras con una asignación de recursos adecuada, logrando que el personal perteneciente al área de mantenimiento se enfoque en problemas mayores de operación (Llontop, 2020).

Dentro del marco peruano, el país ha acoplado estas prácticas para optimizar sus trabajos y evitar incurrir en impactos sobre la infraestructura de costos planteada en sus proyectos. Sin embargo, aún existen deficiencias en torno al conocimiento o implantación de los sistemas de mantenimiento centrados en la disponibilidad y ello se ve evidenciado en sus estadísticas de paradas.

Tal es el caso de una empresa que brinda el servicio de estacionamientos, en busca de simplificar la vida de sus clientes acercándolos a su destino. La cual está presente en los principales distritos, centros comerciales y retails del país, se encuentra integrada con un equipamiento que permite el funcionamiento de los servicios y que está comprendido por: Equipamiento de control de acceso vehicular (Dispensadores de ticket, Verificadores de tickets, barreras de parking, entre otros), y equipos electromecánicos propio de la infraestructura de la playa de estacionamiento (Grupos electrógenos, sistema de bomba contraincendios, sistema de bombeo de agua, sub estación eléctrica, sistema de extracción de CO, etc.).

El estudio en mención abarca las playas de estacionamiento denominadas Megaplayas, de una empresa de servicios de estacionamientos. El reporte de fallas, por los correctivos realizados, muestran la reducción de la disponibilidad de los equipos e incremento en el costo del mantenimiento. Todo esto se debe a un deficiente plan de mantenimiento preventivo, ausencia de mano obra calificada en el personal técnico y contratistas, así como un descontrol de inventarios de stock de repuestos, todo lo cual puede ocasionar brindar un mal servicio, ausencia de clientes, aumento de reclamos por parte de clientes que impactan directamente las metas, con respecto a las ventas proyectadas. Por ello, es importante la implementación de un plan de mantenimiento preventivo aplicando la metodología RCM para mejorar la disponibilidad de los activos de las playas de estacionamiento.

La importancia de abarcar un estudio de esta magnitud centrado en las empresas que brindan servicios de parking en el Perú conlleva, desde la óptica práctica, a ejemplificar los escenarios donde ocurren las fallas, así como las causas asociadas a las mismas para proceder a realizar un análisis de criticidad acerca de aquellos equipos que representen mayor importancia en la atención y programación de actividades de mantenimiento. Todo esto con el propósito de sentar las bases de planeamiento, ejecución, control y verificación correspondiente que enmarca el mantenimiento preventivo bajo la metodología RCM a fin de evidenciar las reducciones en paradas no programadas y aumento de la disponibilidad en un periodo determinado por el investigador.

Del mismo modo, a nivel teórico, el estudio requiere de la investigación a profundidad de las teorías y fundamentos relacionados al mantenimiento preventivo y centrado en fiabilidad, con el propósito de recopilar los conocimientos necesarios que

enriquezcan la propuesta a plantear y adecuarla a las condiciones actuales en el sitio de estudio.

Finalmente, a nivel metodológico, el estudio permitirá dejar un precedente para llevar a cabo los procesos de diagnóstico, diseño, evaluación y medición del sistema de mantenimiento bajo una metodología RCM, la cual se caracteriza por llevar un control estricto de los indicadores de disponibilidad de los equipos enlistados en la matriz de criticidad y proveer las acciones preventivas o correctivas para mitigar la incidencia de fallas o averías en el sistema. Esto representará un aporte a la comunidad científica que desarrolle investigaciones relacionadas al presente tema y deseen contrastar sus resultados con los evidenciados en este trabajo de investigación.

1.2 Antecedentes

1.2.1 Antecedentes internacionales

Chopra (2021) desarrolló una investigación que tuvo como finalidad dar a conocer las aplicaciones del mantenimiento basado en la fiabilidad RCM en distintas empresas. El estudio permitió describir el objeto de estudio. Destacó que, las entidades requieren la implementación de estrategias de mantenimiento efectivas y eficientes, como el mantenimiento basado en fiabilidad RCM. Concluyó que, un mantenimiento acorde y efectivo constituye el rendimiento completo de la entidad, la productividad, y la calidad también. Del mismo modo, tendrá una ventaja competitiva a nivel global, lo que permitirá una imagen óptima de la organización con rentabilidad mayor y clientes conformes.

Priyanka (2021) efectuó un estudio que tuvo como propósito indagar los mejores procesos y mantenimiento de la industria en administración de instalaciones, y el mantenimiento basado en la metodología RCM. Destacó que, el uso de la metodología RCM

conlleva a determinar elementos de mantenimiento concretos para llevar a cabo las operaciones del sistema del equipo, asimismo, el fallo funcional y potencial de la curva de activos del equipo que conllevan a establecer fallos potenciales antes de que se generen, de igual manera, permite desarrollar un rol fundamental en la gestión del mantenimiento y la operatividad. Concluyó que, se reconoce el potencial del desenvolvimiento de un programa basado en RCM ligado con un enfoque CMM que incorpore tecnologías digitales, análisis de datos, presupuesto y formación de medios para gestionar el mantenimiento de la gestión.

Elhalim et al. (2019) desempeñó un estudio que tuvo como finalidad proponer el uso de la metodología RCM a fin de solventar las problemáticas. Destacó que el mantenimiento fundamentado en la confiabilidad de RCM es una alternativa efectiva y una herramienta de mucho poder para poder optimizar el sistema industrial. Asimismo, se ejecutó un análisis íntegro manejando el marco planteado que produce un plano de mantenimiento con respecto a sistemas industriales. Los resultados evidenciaron que existen elementos críticos como la operatividad, los costos, disponibilidad entre otros. Concluyeron que, es necesario continuar en la determinación de fallas y encontrar sus causas, asimismo, aplicar el método a fin de optimizar los procesos y conseguir el desempeño deseado.

Olgúin (2018) desarrolló una investigación que se centró en plantear la incorporación de un plan de mantenimiento partiendo de la metodología RCM. Metodológicamente contó con la descripción del fenómeno de estudio. Destacó que, el RCM constituye una alternativa eficaz para solventar problemas, sobre todo para incrementar la disponibilidad de los equipos y disminuir sus fallas. Los resultados evidenciaron que, es necesario capacitar al personal de acuerdo al RCM, a fin de que su conocimiento permita la operatividad de los equipos al momento de su vida útil. Concluyó que, se considera fundamental estar en constante

actualización del plan con el objeto de indagar si los equipos han mejorado su condición y diagnosticar los equipos que presenten fallas.

Ren et al. (2018) llevó a cabo un estudio que se fundamentó en plantear un sistema para la gestión de mantenimiento de parques basado en la metodología RCM. Metodológicamente contó con la descripción del objeto de estudio y el diseño se englobó en uno no experimental. Destacó que, es indispensable tener presente las interrelaciones entre las infraestructuras y su ambiente a fin de determinar los riesgos potenciales. Mencionó que es necesaria la implementación de un sistema para la gestión centrado en la fiabilidad de la metodología RCM y en el empleo integral del sistema de información y gestión de edificaciones. Concluyeron que, el sistema es necesario para desarrollar sistemas de software que permitan respaldar diferentes organizaciones y prevenir problemas de gestión de mantenimiento y lograr una mayor producción.

1.2.2 Antecedentes Nacionales

Gutiérrez (2021) desempeñó un estudio que se basó en el planteamiento de un plan de mantenimiento preventivo centrado en la aplicación del método RCM. Metodológicamente contó con la descripción del objeto de estudio y el diseño se englobó en uno no experimental. A través del diagrama de Ishikawa se determinó que la empresa no cuenta con un plan de mantenimiento preventivo, no existe software de mantenimiento, hay deficiencia en capacitación de mantenimiento, entre otros. Asimismo, los resultados expresaron que hubo una optimización de 68% a 97% de disponibilidad mecánica del cargador frontal Caterpillar 938G, y del mismo modo, la evaluación económica determinó una inversión de S/87.093,02. Concluyó que, tal planteamiento constituye una optimización de la disponibilidad mecánica de la maquinaria pesada, disminuyendo las paradas no planificadas e incrementando los ingresos de alquiler.

Chávez (2019) ejecutó un estudio que tuvo como eje fundamental plantear un programa de mantenimiento preventivo respecto a la producción de una entidad mediante la metodología RCM y aumentar la utilidad de la entidad. Con el análisis de criticidad, se procedió a diseñar un árbol de problemas. Los resultados expresaron que, con la implementación del método, se incrementó la utilidad no percibida en S/ 188.77,054, asimismo, el tiempo muerto se disminuyó en 224,7 horas, y 87% de la disponibilidad. Concluyó que, es necesario continuar con un plan minucioso de compras y abastecimiento de repuestos, contemplando el aspecto logístico del manejo de mantenimiento.

Vilca (2018) llevó a cabo un estudio que tuvo como objeto la propuesta de aplicación de un plan de mantenimiento centrado en la metodología RCM para aumentar la operatividad de los equipos. Metodológicamente contó con la descripción del fenómeno de estudio y están dentro de lo aplicado. Los resultados expresaron que, basándose en los análisis de los diferentes años, en el 2016 hubo un sobre costo de mantenimiento de \$19.400 y un aumento de \$31.800 correspondientes al 2017. Concluyó que, es fundamental que el área de mantenimiento tenga en consideración el método RCM, y que debe ser aplicado para obtener resultados beneficiosos, asimismo, que el responsable de mantenimiento tenga continuidad periódica de las metas planteadas, la mejora continua y el cumplimiento del RCM.

Díaz (2018) elaboró un estudio que tuvo como finalidad plantear un programa de mantenimiento preventivo que ayude a la optimización del desenvolvimiento del sistema de trenes de aterrizaje partiendo de la metodología RCM. Con respecto al método, se basó en describir el objeto de estudio y el diseño se vio englobado en uno no experimental. Los resultados determinaron que, la incorporación de un programa de mantenimiento preventivo con base en RCM da oportunidad de disminuir las acciones correctivas de mantenimiento de aviones de la entidad aérea. Asimismo, perfecciona la operatividad del sistema al minimizar

tiempos, costos por mantenimiento y degradación menor. Concluyó que, es necesario capacitar al personal de mantenimiento en las diferentes funciones a fin de aumentar la base de datos exigida para el análisis de casos y sistemas a futuro.

1.2.3 Antecedentes locales

Durand (2018) efectuó una investigación que se basó en la reducción de los plazos de tiempo de paradas no planificadas motivadas por fallas mecánicas, por lo tanto, se implementará la metodología RCM centrada en confiabilidad y mantenimiento. El estudio permitió un estudio de índole aplicado y el diseño se desarrolló en uno no experimental. Los resultados indicaron que, el análisis de las causas conlleva a un 96% de disponibilidad promedio, asimismo, 67% del total de paradas no planificadas fueron motivadas a fallas mecánicas en los autobuses. La valoración económica del plan identificó un 85% del TIR y S/43.000 del VAN. Concluyó que, es fundamental que la administración esté comprometida de forma íntegra con la aplicación de la propuesta a fin de brindar la confiabilidad deseada y cumplir con los objetivos.

1.3 Bases teóricas

1.3.1. Mantenimiento preventivo

Su labor se basa en conservar un cierto nivel de servicio en los equipos, proyectando las rectificaciones de los desperfectos en el momento adecuado. Esta forma de mantenimiento es programable y está destinada a impedir las averías. Entre las intervenciones se destacan: Regulación, limpieza, engrasado, calibración y otras (Tudón et al., 2019).

1.3.2. Metodología RCM

El RCM constituye una de las modalidades elaboradas en distintos ámbitos industriales por las que se determinan acciones para perfeccionar las operaciones de los activos fijos. En los

años 70, los Estados Unidos de América deseaban conocer mejor esta filosofía y encargaron un informe industrial preparado por los empleados de United Airlines Tom Matteson, Stanley Nowlan y Howard Heap (Fuentes et al., 2018).

Ahora bien, *Reliability Centered Maintenance* (RCM) se trata de una de las posibilidades de establecer un programa de conservación que proporciona una importante serie de beneficios con relación a otras técnicas. Originalmente concebido para el ámbito de la aviación, en donde los altos niveles de costes resultantes de la reposición sistemática de componentes amenazaban la viabilidad de las empresas aéreas, fue trasladado más adelante a la industria a raíz de los resultados obtenidos en el sector de la aviación (Tale, 2019).

1.3.2.1. Mantenimiento centrado en la fiabilidad

a. Primera generación

Esta época abarca el período comprendido entre 1930 y la Segunda Guerra Mundial, momento en el que la industria todavía no estaba demasiado mecanizada y el plazo de interrupción no era excesivo. La prevención de averías no era una preocupación prioritaria y los equipos eran simples y sobredimensionados, y por lo tanto razonablemente fiables y sencillos de reparar. Por tanto, las medidas de mantenimiento únicamente sistemáticas eran la limpieza y la lubricación (Maya, 2018).

b. Segunda generación

A lo largo de esta etapa, la mecanización se acentúa, principalmente debido a que la mano de obra es inferior y la fabricación precisa ser veloz y solvente para suministrar a los mercados. Aumentan considerablemente los costes de mantenimiento y la programación y el seguimiento del mismo se hacen cada vez más difíciles (Braglia et al., 2019).

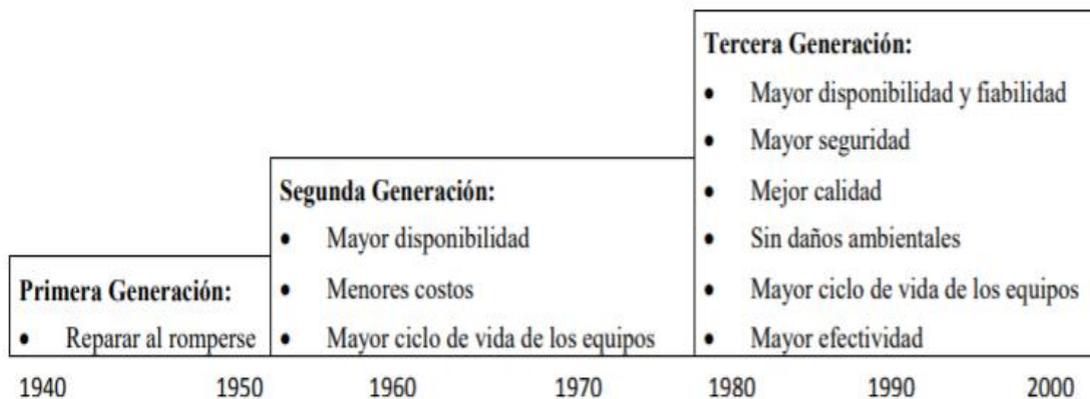
c. Tercera generación

Esta época arranca a mitad de la década de los 70, momento en el que se produjeron grandes transformaciones en el ámbito de la industria al crearse expectativas, investigaciones y técnicas nuevas (Rosmiati, 2019).

A continuación, se indican las transformaciones en las expectativas de mantenimiento de acuerdo a los años.

Figura 1.

Transformaciones en las expectativas del mantenimiento



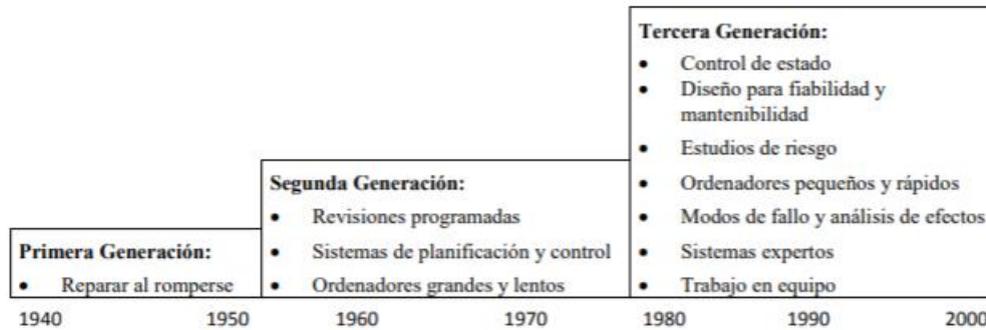
Nota. Tomado de García (2017).

Durante los últimos 30 años, la conservación se ha convertido de un gasto escasamente regulado a una preocupación prioritaria de controlar los costes. Los hallazgos de la investigación y las nuevas exigencias han transformado la concepción del envejecimiento y las averías. En los últimos 20 años se ha registrado un enorme aumento en el despliegue de nuevas técnicas de mantenimiento (Vera et al., 2020).

A continuación, se indican las transformaciones en las mencionadas técnicas.

Figura 2.

Transformaciones en las técnicas de mantenimiento



Nota. Tomado de García (2017).

El RCM alude al mecanismo a través del cual se establecen las exigencias de mantenimiento de un sistema en su entorno funcional. Constituye un enfoque que facilita la definición de lo que es necesario llevar a cabo para garantizar que un activo siga cumpliendo con los objetivos de sus usuarios en su contexto operativo (Azid et al., 2019).

Conforme con Braglia et al. (2019) la implementación de un plan de mantenimiento basado en la fiabilidad busca lo mencionado, a continuación:

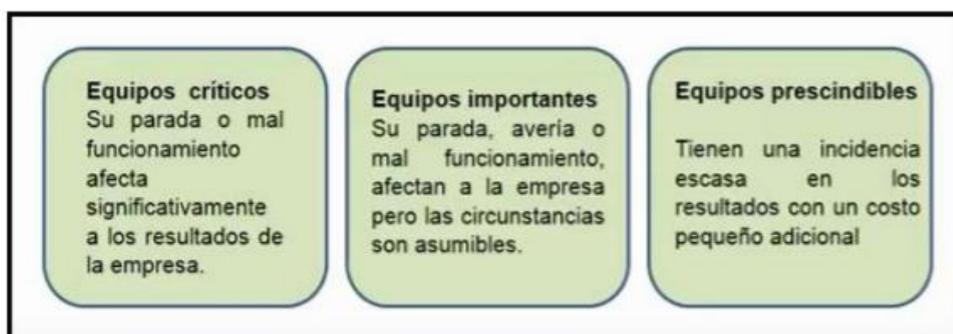
- Saber las fallas o averías posibles determinados como el no cumplimiento de unas operaciones concretas con uno parámetros establecidos.
- Saber los mecanismos para identificar los fallos oportunamente con el fin de evitarlos.
- Tener presente las consecuencias que generan los fallos al generarse por medio de una valoración de efecto acerca de la organización: ambiente, operación y personas.
- Tener conocimiento de las causas que lo producen.
- Saber la relevancia del fallo a través de la probabilidad de ocurrencia y la criticidad.

1.3.3. Análisis de criticidad

Al realizar un análisis de criticidad, se busca establecer un método para definir la jerarquía de los procedimientos, sistemas y equipos de una instalación compleja, de tal forma que se puedan repartir los componentes en apartados que puedan ser manejados de una manera controlada y auditable (Gupta, 2017).

Figura 3.

Clasificación de los equipos



Nota. Tomado de Vilca (2018).

1.3.4. Disponibilidad

Constituye el principal indicador en el mantenimiento y, por consiguiente, el de mayor potencial de gestión. Su cálculo adecuado es muy simple: es el cociente entre el número de horas que una unidad estuvo disponible para la producción y el número total de horas en un período (Khasanah et al., 2021).

Figura 4.

Ecuación para calcular la disponibilidad

CÁLCULO DE DISPONIBILIDAD

$$\% \text{ DISPONIBILIDAD} = \frac{\text{MTBF}}{\text{MTBF} + \text{MTTR}} \times 100$$

Nota. Tomado de Braglia et al. (2019).

MTBF significa «Mean Time Between Failures», que significa tiempo medio entre fallas, y MTTR significa «Mean Time To Repair», es decir, el tiempo medio para reparar. Estos datos sirven para medir la confiabilidad de los equipos. Ambos índices se utilizan como punto de referencia para la toma de decisiones en las empresas. El objetivo es siempre aumentar el MTBF y disminuir el MTTR (Mian et al., 2020).

Podemos utilizarlos para aumentar el conocimiento de los procesos de una empresa. Esto es especialmente útil para los equipos de mantenimiento formados por personas que trabajan en varias áreas al mismo tiempo. Una vez que haya determinado la frecuencia óptima para controlar estos dos indicadores, proceda con los siguientes pasos:

- **Identificación de fallas:** con este informe se puede rastrear la aparición de fallos por tipo y el impacto de estos fallos en el tiempo de inactividad. De este modo, puede identificar el tipo de fallo y averiguar si hay un problema con un componente concreto.
- **Reducción del tiempo de inactividad:** ahora sabe qué componente está causando más problemas y puede solucionarlo.
- **Diseñar un proceso de mantenimiento predictivo:** No cometa el error de realizar siempre un mantenimiento correctivo sin intentar comprender la causa del problema.

1.3.5. Norma SAE JA 1011

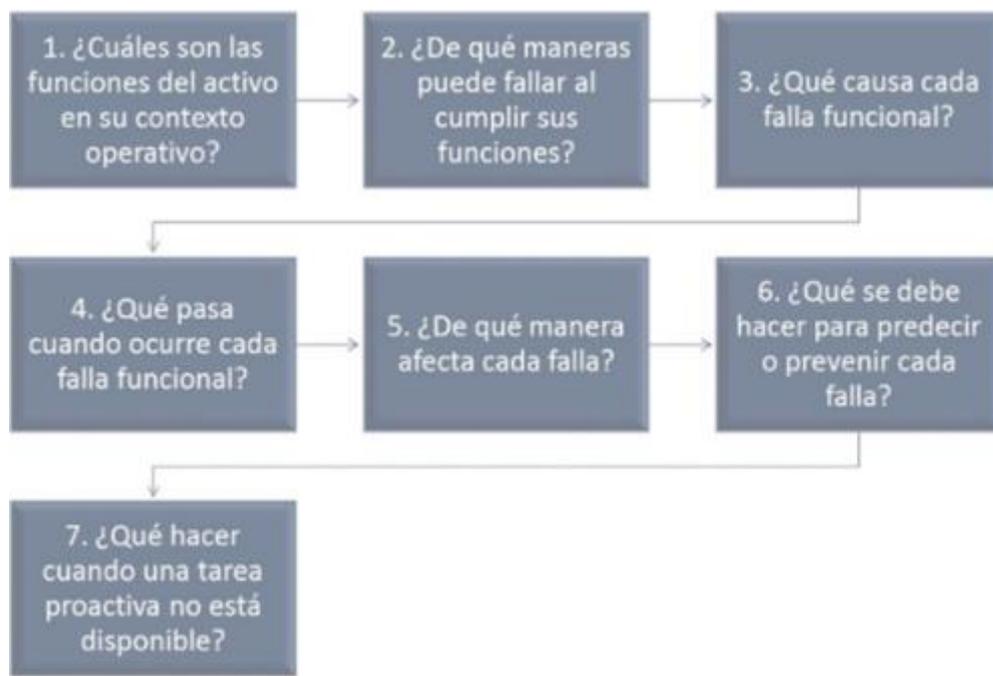
En la actualidad, el RCM se utiliza a menudo no sólo para definir las tareas de mantenimiento, sino también como base para analizar los riesgos en las plantas, clasificar los componentes importantes para el mantenimiento o identificar las oportunidades de mejora en el mantenimiento de plantas complejas, como las turbinas eólicas. Además, se está intentando mejorar los resultados del RCM combinándolo con otros métodos como el

mantenimiento radical, el mantenimiento basado en la condición y los métodos jerárquicos analíticos (Campos et al., 2019).

La norma SAE JA1011 especifica los criterios mínimos que debe cumplir un método para ser definido como RCM. Establece que todo proceso de GCR debe garantizar que responde satisfactoriamente a las siguientes preguntas (Campos et al., 2019).

Figura 5.

7 preguntas norma SAE JA



Nota. Tomado de Campos et al. (2019).

1.3.5.1 Respuesta a las 7 preguntas básicas del RCM

Pregunta 1: ¿Cuáles son las funciones del activo en su contexto operativo?

Las funciones de los equipos en estudio, son de garantizar la operatividad de las playas de estacionamiento; tanto para los servicios de control de acceso vehicular, como los servicios complementarios (agua, desagüe, energía eléctrica, HVAC, sistema de seguridad, etc.).

Pregunta 2: ¿De qué manera puede fallar al cumplir sus funciones?

Los equipos de la playa de estacionamiento pueden llegar a registrar fallas por desconocimiento del manejo de los equipos, por falta de mantenimiento preventivo, ausencia de mano calificada, falta de instructivos, procedimientos y capacitaciones al personal técnico y operativo.

Pregunta 3: ¿Qué causa cada falla funcional?

La falla funcional puede llegar a provocar la pérdida parcial o total de la función de un equipo en el contexto operacional.

Tabla 1

Ejemplo de fallas funcionales de los equipos de las playas de estacionamientos

EJEMPLO DE FALLAS FUNCIONALES
Perdida de aislamiento de bobinado del motor eléctrico
Recalentamiento en contactos de interruptor térmico y diferenciales
Falso contacto en la estación manual del sistema DACI
Obstrucción de filtro de combustible del GE
Cargador de baterías inoperativo

Pregunta 4: ¿Qué pasa cuando ocurre cada falla funcional?

Al presentarse una falla funcional en determinado equipo, puede llegar a ocasionar diferentes problemas en dicho equipo.

- Se reduce el ciclo de vida del equipo
- Desgaste prematuro de piezas
- Falsas alarmas
- Inoperatividad parcial o total del equipo

Pregunta 5: ¿De qué manera afecta cada falla?

Las fallas pueden llegar a ocasionar consecuencias operacionales, no operacionales, de seguridad y medio ambiente.

Pregunta 6: ¿Qué se debe hacer para predecir o prevenir cada falla?

El desarrollo del presente estudio, utiliza los métodos del diagrama de Ishikawa y la gráfica de Pareto, para el análisis de las fallas y la elaboración de la matriz AMFE para las medidas preventivas que debe contemplar el plan de mantenimiento de los equipos.

Pregunta 7: ¿Qué hacer cuando una tarea proactiva no está disponible?

Se debe realizar la evaluación de la tarea, frecuencias y tiempo de ejecución propuesto y de ser posible reformularlo o reestructurarlo.

1.4 Formulación del problema

Fundamentándose en la realidad problemática y las evidencias empíricas presentadas, surge la necesidad de brindar una respuesta a la siguiente interrogante:

PG: ¿Cómo la implementación de un Plan de mantenimiento preventivo en una empresa de estacionamiento aplicando la metodología RCM permite la mejora de la disponibilidad de los equipos, Lima, 2021?

En el mismo orden, se muestran las siguientes interrogantes específicas a responder:

PE1: ¿Cómo influenciará la metodología RCM aplicado en la disponibilidad de los equipos en una empresa de estacionamiento, Lima, 2021?

PE2: ¿Cómo diseñar un plan de mantenimiento preventivo aplicando la metodología RCM para mejorar la disponibilidad de los equipos en una empresa de estacionamiento, Lima, 2021?

PE3: ¿Cuál es el impacto en el indicador de disponibilidad de los equipos luego de la implementación de la propuesta de mantenimiento bajo la metodología RCM en una empresa de estacionamiento, Lima, 2021?

PE4: ¿Cómo impactará económicamente la implementación del mantenimiento preventivo bajo la metodología RCM en una empresa de estacionamiento; Lima, 2021?

1.5 Objetivos

1.5.1. Objetivo general

Implementar un plan de mantenimiento preventivo en una empresa de estacionamiento aplicando la metodología RCM para mejorar la disponibilidad de los equipos, Lima, 2021.

1.5.2. Objetivos específicos

OE1: Determinar la influencia de la metodología RCM aplicado en la disponibilidad de los equipos en una empresa de estacionamiento, Lima, 2021

OE2: Diseñar un plan de mantenimiento preventivo aplicando la metodología RCM para mejorar la disponibilidad de los equipos en una empresa de estacionamiento, Lima, 2021.

OE3: Determinar el impacto en el indicador de disponibilidad de los equipos luego de la implementación de la propuesta de mantenimiento bajo la metodología RCM en una empresa de estacionamiento, Lima, 2021.

OE4: Calcular el impacto económico de la implementación de un plan de mantenimiento preventivo bajo la metodología RCM en una empresa de estacionamiento.

1.6 Hipótesis

1.6.1. Hipótesis general

La implementación de un plan de mantenimiento preventivo en una empresa de estacionamiento aplicando la metodología RCM mejora la disponibilidad de los equipos, Lima, 2021.

1.6.1. Hipótesis específicas

HE1: Con la influencia de la aplicación de la metodología RCM se mejora la disponibilidad de los equipos en una empresa de estacionamiento, Lima, 2021.

HE2: El diseño de un plan de mantenimiento preventivo aplicando la metodología RCM en la empresa de estacionamiento mejora la disponibilidad de los equipos en una empresa de estacionamiento, Lima, 2021.

HE3: El indicador de disponibilidad de los equipos se verá impactado, luego de la implementación de la propuesta de mantenimiento bajo la metodología RCM en una empresa de estacionamiento, Lima, 2021.

HE4: El impacto económico de la implementación de un plan de mantenimiento preventivo bajo la metodología RCM en una empresa de estacionamiento, es favorable por presentar un VAN y TIR positivos.

CAPÍTULO II. MÉTODO

2.1. Tipo de investigación

En este capítulo se expondrá el método a seguir para conseguir los datos necesarios para su posterior análisis y respuesta a las preguntas de investigación planteadas. Primeramente, esta investigación se destaca por ser de enfoque cuantitativo. De acuerdo a Ñaupas et al. (2018) es un método de investigación que utiliza principalmente herramientas de análisis matemático y estadístico para describir, explicar y predecir fenómenos a partir de datos numéricos.

Por otro lado, también se puede enmarcar dentro de un tipo de investigación aplicada, de acuerdo a Carrasco (2017) busca adquirir nuevos conocimientos técnicos que puedan aplicarse directamente a un problema concreto. Este tipo de investigación se basa en los resultados de la investigación básica, que a su vez está subordinada a una necesidad social que debe ser satisfecha.

Asimismo, de acuerdo a Hernández y Mendoza (2018) la investigación fue de diseño experimental, se trata de un conjunto de métodos y técnicas para recoger datos e información sobre el objeto de estudio. La experimentación es la repetición voluntaria de fenómenos para comprobar una hipótesis. Además, será de corte longitudinal, esto debido a que la recolección de datos se aplicará previo a la implementación y posterior a ella para analizar el impacto de la misma.

2.2. Población y muestra

La población es el conjunto de unidades de análisis (objetos, procesos o personas) de los cuales se extraerán los datos pertinentes para la investigación (Carrasco, 2017). En este caso está compuesto por todas las playas de estacionamiento del tipo Mega playa de una empresa que brinda servicios de estacionamiento.

Por otra parte, se considera el muestreo no probabilístico o por conveniencia, por cuanto este depende de la accesibilidad a la información y suele ser un muestreo más flexible que el estadístico; asimismo no posee un error estadístico debido a la naturaleza del muestreo. Esto se ha seleccionado de esta forma ya que es el número de playas a las cuales se tiene acceso a toda la información necesaria para llevar a cabo la presente investigación (Hernández y Mendoza, 2018).

Para el caso de la muestra, es una representación significativa de la población escogida para responder a las preguntas de investigación, el cual se ha tomado con el muestreo antes mencionado (Hernández y Mendoza, 2018). La muestra entonces estará conformada de la misma forma por todas las playas de estacionamiento del tipo Mega playa en una empresa que brinda servicios de estacionamiento.

2.3. Técnicas e instrumentos de recolección

Como técnica se utilizó la observación, la cual se enfoca en ver y analizar el comportamiento de las variables a través de fuentes secundarias (Carrasco, 2017). Los datos se recabaron utilizando una ficha de observación, la cual es un instrumento sencillo que permite la selección de criterios para ser tomados en cuenta por el individuo encargado de realizar el análisis (Carrasco, 2017).

2.4. Procedimiento

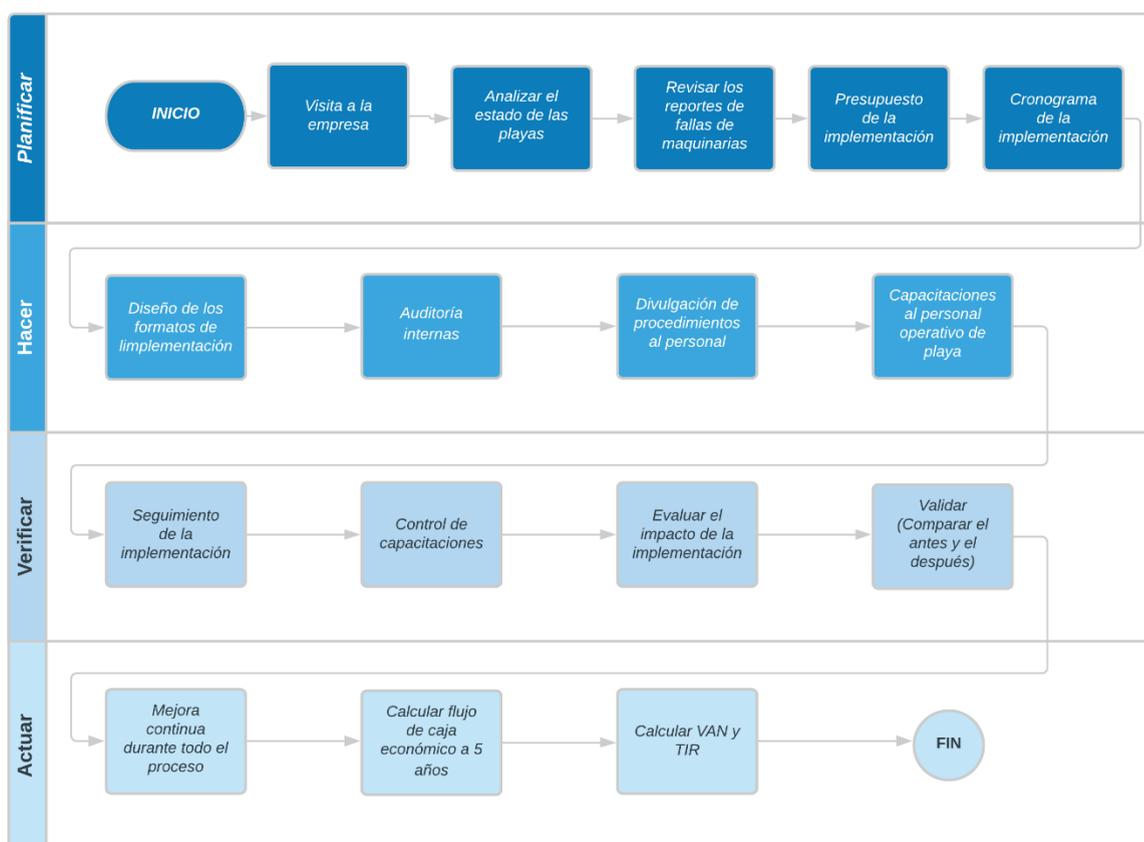
La recogida de datos utiliza el ciclo Deming, un sistema destinado a optimizar continuamente las operaciones de la empresa en cuatro etapas. Una vez alcanzada la última etapa, la empresa debe empezar desde cero, fomentando una autoevaluación constante que identifique las oportunidades de mejora en cada proceso. El ciclo Deming también se denomina ciclo PHVA, que significa Planificar, Hacer, Comprobar y Actuar. La aplicación

de estas 4 fases del ciclo Deming permite reevaluar repetidamente los procesos en ciclos, garantizando así el progreso continuo de la organización.

Siempre hay oportunidades de mejora continua en la logística de la empresa, por eso es tan importante el ciclo Deming, que permite identificarlas y aprovecharlas. La aplicación del concepto PHVA permite al departamento de logística identificar soluciones nuevas y mejoradas a lo largo del tiempo, lo que supone un reto constante y permite actualizar gradualmente las prácticas obsoletas. Es por ello que se muestra a continuación el flujograma de trabajo.

Figura 6.

Procedimiento de recolección de datos



Nota. Elaboración propia.

Como se puede observar en la figura 6, para el apartado de planificar, se visitó la empresa y se analizó el estado de las playas, así como se revisaron los reportes de fallas y disponibilidad de las maquinarias, se elaboró el presupuesto de implementación requerido y se creó el cronograma pertinente.

En segundo lugar, se procedió al apartado de hacer, en este se diseñaron las fichas de registro de fallas, se hicieron las auditorías necesarias, se divulgó el procedimiento a seguir a los trabajadores y se capacitó al personal de mantenimiento.

Seguidamente, en el apartado de verificar, se hizo el seguimiento del impacto de la implementación, para ello se hizo un control de las capacitaciones, se determinó cuantitativamente el impacto, es decir, el índice de mejora, y se validó la implementación comparando las fallas y disponibilidad de la maquinaria de las playas antes y después de las mejoras.

Para el último, apartado de actuar, se aplicó la mejora continua en todas las fases de la implementación y se calculó el efecto económico y su rentabilidad.

2.5. Análisis de datos

Por otro lado, existen muchos programas que permiten trabajar con datos de investigaciones para poder tabularlos y analizarlos. El programa usado para esta investigación es Microsoft Excel, el cual permite a través de sus hojas de cálculos poder contabilizar la frecuencia de las apariciones de los problemas encontrados en la empresa analizada.

2.6. Consideraciones éticas

Con relación a las consideraciones éticas el investigador utilizó los resultados de la investigación con fines educativos, además de garantizar el anonimato de los participantes, respetando la intención de participación. De igual forma, se respetó el derecho del autor al

colocar las referencias, también la información se obtuvo de fuentes confiables como Redalyc, Renati, Dialnet, portales de universidades, entre otras (Droppelmann, 2018).

CAPÍTULO III. RESULTADOS

3.1 Determinar la influencia de la metodología RCM aplicado en la disponibilidad de los equipos en una empresa de estacionamiento, Lima, 2021.

Para determinar la influencia de la metodología RCM aplicado a la disponibilidad, primero se solicita el reporte de fallas de los últimos 6 meses (abril a setiembre) de cada una de las playas de estacionamiento del presente estudio, para tomar la medición del tiempo de inoperatividad de los equipos.

En la siguiente tabla se muestra el reporte de fallos desde el mes abril hasta setiembre del 2021 en la playa de estacionamiento, como se presenta a continuación:

Tabla 2
Reporte de fallas de los equipos de la playa de estacionamiento 1

Ítem	Activo	MANTENIMIENTO CORRECTIVO 2021 LOS PORTALES ESTACIONAMIENTOS						Reporte de fallos
		abr-21	may-21	jun-21	jul-21	ago-21	sept-21	
		Minutos						
1	Dispensador de tickets N° 01		30				30	No emite tickets por obstrucción de tickets en la boquilla del equipo, el técnico retira el ticket trabado.
					60			Emite tickets con impresión borrosa por desajuste de cabezal de impresión, el técnico realiza el ajuste de los pernos.
2	Dispensador de tickets N° 02			1440				Impresión de tickets por debajo de lo permitido, el técnico reemplaza el cabezal de impresión del equipo.
		60						Pantalla display apagado por desconexión de cable de control, el técnico realiza la conexión.
3	Validador de tickets N° 01	30						No lee los tickets por sensor obstruido, el técnico realiza la limpieza del sensor
			30					No recibe ticket por obstrucción de tickets en la boquilla del equipo, el técnico retira el ticket trabado.
					180			Problema en detectar tarjeta de abonados, por tener desconectado el cable de red.
4	Validador de tickets N° 02						120	Equipo apagado debido a la desconexión del interruptor diferencial, por falso contacto en la conexión eléctrica del equipo
5	Barrera N° 01	60						Barrera sube y automáticamente se baja, por descalibración de la sensibilidad del loop
			150					Sección gris dañada por choque vehicular, se retira y reemplaza sección gris
							40	Desajuste en mecanismo en barrera por equipo descuadrado, se ajusta mecanismo
					120			Barra octogonal no sube por bisagra rota, se reemplaza bisagra

6	Barrera N° 02		150				Sección gris dañada por choque vehicular, se retira y reemplaza sección gris	
					90		Barrera revirada por choque vehicular, de ajusta los pernos de fijación.	
						240	Equipo inestable por desajuste de pernos de fijación.	
							60	Barrera sube y automáticamente se baja, por descalibración de la sensibilidad del loop
7	Cajero de pago automático N° 01 (APS)	300					Equipo con fuga a tierra, se ajustan la conexión a tierra y verifica el mantenimiento preventivo del SPAT	
			60				Billete atascado en Bill to bill	
				120				Cajero no entrega vuelto, se ajusta mecanismo del cassette del bill to bill
						90		Equipo fuera de servicio, por desconexión de cable de red
						120	Equipo con monedas atascadas, se retiran monedas.	
8	Cajero de pago automático N° 02 (APS)		120				Cajero no entrega vuelto, se ajusta mecanismo del cassette del bill to bill	
					120			Equipo con monedas atascadas, se retiran monedas.
							60	Equipo no imprime comprobante, se retira papel trabado en impresora.
9	Electrobomba de agua	480					No bombea agua por fallas en el control de nivel	
				2880				No bombea agua por rodete bloqueado
						480		No bombea agua por desconexión de la llave térmica
10	Electrobomba sumergible		4320				No bombea liquido por fusible cerámico averiado, debido al recalentamiento del motor por funcionar en modo manual	
11	Tableros eléctricos					180	Tablero desenergizado por falso contacto en los cables que conectan la llave térmica general	
12	Sub estación eléctrica			1200			Recalentamiento en el transformador por sobrecarga	
						480		Descalibración de taps de conexión de transformador
13	Grupo electrógeno		480				No arranca porque las baterías no están cargadas.	
				360				Cargador de batería inoperativo, se reemplazó el cargador de batería
					60			Fuga de combustible por rotura de mangueras y válvulas.
							2880	Equipo no enciende por tener problemas en la bomba de combustible.
14	Extracción de CO		480				Equipo apagado por fusible averiado, se reemplaza fusible.	
				4320				Motor quemado por recalentamiento, se rebobina y se vuelve a conectar
						900		Ruido excesivo por desgaste en las chumaceras, se procede a lubricar
15	Detección y alarma contraincendios	300					Error en panel por sensor averiado, se reemplaza el sensor de humo	
				420				Estación manual activada por error, se restablece dispositivo en posición inicial
							120	Sonido de alarma en panel por desconexión de cable de baterías.
16	Bomba de agua contraincendios		600				Baterías averiadas por estar descargadas	
					60			Tablero de control apagado
						180		Tanque de la motobomba no cuenta con combustible
				1440				Bomba jockey quemado por recalentamiento por funcionamiento, estando apagado la bomba principal
17	UPS					30	Se apagó el equipo por mala manipulación	

	Total (min)	1290	6420	12180	690	2370	3540	
--	--------------------	------	------	-------	-----	------	------	--

En relación a la tabla mostrada anteriormente, en donde se detecta que la totalidad de minutos vinculados a las fallas para el mes de abril del 2021, son 1290 minutos, para el mes de mayo del 2021, es de 6420 minutos, así mismo, para el mes junio del 2021 en la sumatoria se obtiene que son 12180 minutos los equipos en mantenimiento correctivo, para el mes de julio del 2021 un total de 690 minutos, para agosto un total de 2370 minutos y para el mes de septiembre de 2021 la totalidad de horas invertidas en mantenimiento para los equipos es de 3540 minutos. En donde se detecta que el dispensador de ticket N°1 presenta fallas en la emisión de ticket y la impresión borrosa por desajuste de cabezal, para lo cual se aplica alrededor de 60 minutos en reparación en 2 fases discontinua, y presenta con respecto a la impresión el mantenimiento se lleva a cabo en un lapso de 60 minutos por un técnico que aplica reparaciones menores como ajuste de personas o retiro de ticket trabado.

Con respecto al dispensador de tickets N.º 02, se detecta que la falla se relaciona con la impresión de tickets por debajo de lo permitido, y la pantalla display apagado por desconexión de cable de control, para lo cual se aplican alrededor de 1500 minutos para realizar el mantenimiento menor por parte del técnico, el cual se encarga de reemplazar el cabezal de impresión del equipo y realizar la conexión nuevamente, en cuanto al validador de tickets N°01, las fallas que presenta el equipo se relaciona con dificultad para la lectura de los tickets por sensor obstruido, y la falta de recepción de ticket por obstrucción de tickets en la boquilla del equipo, el problema en detectar tarjeta de abonados, en donde se detectó que el técnico aplica 240 minutos para limpiar el sensor, retiro del ticket trabado y la conexión el cable de red. Y en cuanto al validador de tickets N°02, se reporta una falla en apagado debido a la desconexión del interruptor diferencial, por falso contacto en la conexión eléctrica del equipo y se repara en 120 minutos.

En función de la barrera N.º 01 en donde se aplican 370 minutos para el mantenimiento correctivo ante la presencia de fallas relacionadas con la barrera la cual sube y automáticamente se baja, por descalibración de la sensibilidad del loop, la sección gris dañada por choque vehicular, desajuste en mecanismo en barrera por equipo descuadrado y la barra octogonal no sube por bisagra rota, y en cuanto a la barrera N.º02 en donde se aplica 540 minutos ante fallas en la sección gris dañada por choque vehicular, barrera revirada por choque vehicular, equipo inestable por desajuste de pernos de fijación, la barrera sube y automáticamente se baja, por descalibración de la sensibilidad del loop.

En relación al cajero de pago automático N.º01 (APS), en donde se aplican 690 minutos, ante el reporte de fallas vinculas con que equipo con fuga a tierra, los billetes atascados en Bill to bill, el cajero no entrega vuelto, el equipo fuera de servicio, y equipo con monedas atascadas, y con el cajero de pago automático N.º02 (APS) en donde se aplican 300 minutos para las fallas reportadas dado que el cajero no entrega vuelto, equipo con monedas atascadas, y el quipo no imprime comprobante. Así mismo, con respecto a la electrobomba de agua en donde se aplican 3840 minutos para corregir las fallas relacionadas a la falta de bombeo de agua por fallas en el control de nivel, a la falta de bombea agua por rodete bloqueado y la falta bombea agua por desconexión de la llave térmica.

En lo relacionado con la electrobomba sumergible en donde se aplica 4320 minutos dado que el No bombea liquido por fusible cerámico averiado, debido al recalentamiento del motor por funcionar en modo manual, en cuanto a los tableros eléctricos se invierten 180 minutos en la reparación de un tablero desenergizado por falso contacto en los cables que conectan la llave térmica general, en lo relacionado con la subestación eléctrica se utilizan 168 minutos por problemas de recalentamiento en el transformador por sobrecarga y descalibración de taps de conexión de transformador, y con respecto al grupo electrógeno, se

aplican 3780 minutos por problemas relacionadas al arranque de las baterías por falta de carga, cargador de batería inoperativo, fuga de combustible por rotura de mangueras y válvulas, y el equipo no enciende por tener problemas en la bomba de combustible.

Así mismo, cabe resaltar que el equipo de extracción de CO, requiere de 5700 minutos ante la presencia de fallas relacionadas al equipo apagado por fusible averiado, motor quemado por recalentamiento, se rebobina y se vuelve a conectar, ruido excesivo por desgaste en las chumaceras, en la detención y alarma contraincendios se aplican 840 minutos por la presencia de error en panel por sensor averiado, estación manual activada por error, y sonido de alarma en panel por desconexión de cable de baterías. Mientras que las bombas de agua contraincendios presentan fallas en cuanto a las baterías averiadas por estar descargadas, tablero de control apagado, tanque de la motobomba no cuenta con combustible y bomba jockey quemado por recalentamiento por funcionamiento, estando apagado la bomba principal al cual se le aplica mantenimiento por un periodo de 2280 minutos y el UPS se apagó el equipo por mala manipulación y se requiere 30 minutos para el proceso de mantenimiento.

Tabla 3
Reporte de fallas de los equipos de la playa de estacionamiento 2

Item	Activo	MANTENIMIENTO CORRECTIVO 2021 LOS PORTALES ESTACIONAMIENTOS						Reporte de fallos
		abr -21	may -21	jun -21	jul -21	ago -21	sept -21	
		Minutos						
1	Dispensador de tickets N° 01	120						No emite tickets por obstrucción de tickets, el técnico retira el ticket trabado.
							1440	Impresión de tickets por debajo de lo permitido, el técnico reemplaza el cabezal de impresión del equipo.
2	Dispensador de tickets N° 02		60					Equipo no emite tickets, por colocar estar mal colocada la caja de tickets
		45				45		No emite tickets por obstrucción de tickets, el técnico retira el ticket trabado.
				120				Equipo fuera de servicio, por desconexión de cable de red
2	Validador de tickets N° 01		180				180	No lee los tickets por sensor obstruido, el técnico realiza la limpieza del sensor
				180				No recibe ticket por obstrucción de tickets, el técnico retira el ticket trabado.

2	Validador de tickets N° 02				30 0			Problema en detectar tarjeta de abonados, por tener desconectado el cable de red.	
3	Barrera N° 01	90						Barrera sube y automáticamente se baja, por descalibración de la sensibilidad del loop	
					48 0			Barra octogonal no sube por bisagra rota, se reemplaza bisagra	
							90	Barra octogonal no sube por desajuste en pernos de brida, se ajustan pernos	
4	Barrera N° 02		300					Barrera revirada por choque vehicular, de ajusta los pernos de fijación.	
					48 0			Barra octogonal no sube por bisagra rota, se reemplaza bisagra	
							90	Barrera sube y automáticamente se baja, por descalibración de la sensibilidad del loop	
5	Cajero de pago automático N° 01 (APS)		120					Equipo con fuga a tierra, se ajustan la conexión a tierra y verifica el mantenimiento preventivo del SPAT	
		240						Billete atascado en Bill to bill	
				240				240	Equipo con monedas atascadas, se retiran monedas con cinta scotch.
7	Electrobomba de agua						960	No bombea agua por fallas en el control de nivel	
				480					No bombea agua por rodete bloqueado
		144 0							No bombea agua por tener el motor quemado, al funcionar con las fases invertidas
8	Electrobomba sumergible			720 0				No bombea por recalentamiento en bobinado del motor por tiempo de funcionamiento mayor al recomendado	
					28 80				No bombea liquido por contactor averiado
9	Tableros eléctricos		480					Tablero desenergizado por recalentamiento en interruptor general por sobrecarga.	
							180	Tablero desenergizado por desconexión de interruptor diferencial, por fuga a tierra.	
10	Sub estación eléctrica						60	Recalentamiento en el transformador por sobrecarga	
							60	Descalibración de taps de conexión de transformador	
11	Grupo electrógeno						432 0	Equipo no enciende por tener problemas en la bomba de combustible.	
		144 0							Radiador obstruido por oxido, se retira y cambia el radiador
12	Extracción de CO			144 0				Centrifugo no extrae CO por tener las fajas rotas.	
							300	Variador no enciende por mostrar error falla fase de motor	
13	Pozo a tierra			60				Los equipos presentan fuga de corriente por rotura desconexión de cable a tierra	
14	Bomba de agua contraincendios		144 0					Sistema despresurizado por fuga de agua en tubería	
							300	Sistema despresurizado por fuga de agua en válvula angular	
	Total (min)	337 5	2580	972 0	414 0	475 5	351 0		

En relación a la tabla mostrada anteriormente, en donde se detecta que la totalidad de minutos vinculados a las fallas para el mes de abril del 2021, son 3370 minutos, para el mes de mayo del 2021, es de 2580 minutos, así mismo, para el mes junio del 2021 en la sumatoria se obtiene que son 9720 minutos los equipos en mantenimiento correctivo, para el mes de julio del 2021 un total de 4140 minutos, para agosto un total de 4755 minutos y para el mes de septiembre de 2021 la totalidad de horas invertidas en mantenimiento para los equipos es

de 3510 minutos. En donde se detecta que el dispensador de ticket N°1 presenta fallas en la emisión de ticket y la impresión de tickets por debajo de lo permitido, para lo cual se aplica alrededor de 1560 minutos en reparación por un técnico que aplica reparaciones menores como ajuste de personas o retiro de ticket trabado.

Con respecto al dispensador de tickets N.º 02, se detecta que la falla se relaciona con la falta de emisión de tickets, la emisión de tickets por obstrucción, y equipos fuera de servicios por desconexión de cable de control, para lo cual se aplican alrededor de 270 minutos para realizar el mantenimiento menor por parte del técnico, en cuanto al validador de tickets N°01, las fallas que presenta el equipo se relaciona con dificultad para la lectura de los tickets por sensor obstruido, y la falta de recepción de ticket por obstrucción de tickets en la boquilla del equipo, el problema en detectar tarjeta de abonados, en donde se detectó que el técnico aplica 540 minutos para limpiar el sensor, retiro del ticket trabado y la conexión el cable de red. Y en cuanto al validador de tickets N°02, se reporta una falla en la detección de tarjeta de abonados, por tener desconectado el cable de red, y se repara en 30 minutos.

En función de la barrera N°01 en donde se aplican 660 minutos para el mantenimiento correctivo ante la presencia de fallas relacionadas con que la barrera sube y automáticamente se baja, por des calibración de la sensibilidad del loop, la barra octogonal no sube por bisagra rota, y la barra octogonal no sube por desajuste en pernos de brida, y en cuanto a la barrera N°02 en donde se aplica 870 minutos ante fallas por barrera revirada por choque vehicular, de ajusta los pernos de fijación., barra octogonal no sube por bisagra rota, se reemplaza bisagra y que la barrera sube y automáticamente se baja, por des calibración de la sensibilidad del loop. En relación al cajero de pago automático N°01 (APS), en donde se aplican 840

minutos, ante el reporte de fallas vinculas con que equipo con fuga a tierra, los billetes atascados en Bill to bill, y equipo con monedas atascadas.

Asimismo, con respecto a la electrobomba de agua en donde se aplican 2880 minutos para corregir las fallas relacionadas a la falta de bombeo de agua por fallas en el control de nivel, falta de bombeo de agua por rodete bloqueado y la falta de bombea agua por tener el motor quemado. En lo relacionado con la electrobomba sumergible en donde se aplica 10080 minutos dado que no bombea por recalentamiento en bobinado del motor por tiempo de funcionamiento mayor al recomendado y no bombea liquido por contactor averiado, en cuanto a los tableros eléctricos se invierten 660 minutos en la reparación de un tablero desenergizado por recalentamiento en interruptor general por sobrecarga y tablero desenergizado por desconexión de interruptor diferencial, por fuga a tierra; igualmente en cuanto a la subestación eléctrica en donde se detectaron fallas de recalentamiento en el transformador por sobrecarga y descalibración de taps de conexión de transformador en un periodo de 120 minutos se repara.

Y con respecto al grupo electrógeno, se aplican 5760 minutos por problemas relacionas al equipo no enciende por tener problemas en la bomba de combustible y el radiador obstruido por oxido, así mismo, cabe resaltar que el equipo de extracción de CO, requiere de 1470 minutos ante la presencia de fallas relacionadas al centrifugo no extrae CO por tener las fajas rotas y variador no enciende por mostrar error falla fase de motor. Mientras que el pozo a tierra requiere de 60 minutos para la corrección de las fallas de los equipos que presentan fugas de corriente por rotura desconexión de cable a tierra y en cuanto a las bombas de agua contraincendios presentan fallas del sistema despresurizado por fuga de agua en tubería y sistema despresurizado por fuga de agua en válvula angular al cual se le aplica mantenimiento por un periodo de 1470 minutos.

Tabla 4
Reporte de fallas de los equipos de la playa de estacionamiento 3

Ítem	Activo	MANTENIMIENTO CORRECTIVO 2021 LOS PORTALES ESTACIONAMIENTOS						Reporte de fallos
		abr -21	may -21	jun -21	jul -21	ago -21	sept -21	
		Minutos						
1	Dispensador de tickets		180			180		No emite tickets por obstrucción de tickets, el técnico retira el ticket trabado.
2	Validador de tickets	180		180				No lee los tickets por sensor obstruido, el técnico realiza la limpieza del sensor
					240			Equipo tiene la estructura caliente, el técnico regula el termostato del equipo.
					180	180		No recibe ticket por obstrucción de tickets, el técnico retira el ticket trabado.
3	Barrera N° 01		120					Barrera sube y automáticamente se baja, por descalibración de la sensibilidad del loop
						480		Barra octogonal no sube por bisagra rota, se reemplaza bisagra
4	Barrera N° 02	480						Barra octogonal no sube por bisagra rota, se reemplaza bisagra
				180				Equipo inestable por desajuste de pernos de fijación.
							600	Barra octogonal colgada, por rotura del pistón del brazo articulado.
5	Electrobomba de agua					1440		No bombea agua por fallas en el impulsor, se encuentra rajado.
				300				No bombea agua por desconexión de la llave térmica
					2880			No bombea agua por tener el motor quemado, al funcionar con las fases invertidas
6	Electrobomba sumergible		2880					No bombea por recalentamiento en bobinado del motor por tiempo de funcionamiento mayor al recomendado
					300			No bombea por tener selector en posición 0
7	Tableros eléctricos					300		El interruptor térmico tiene recalentamiento y solo funciona dos de las tres fases.
8	Grupo eléctrico			900				Obstrucción del filtro de combustible, se realiza limpieza de tanque de combustible y reemplazo de filtro
							1440	Cargador de batería inoperativo, se reemplazó el cargador de batería
						720		Fuga de combustible por rotura de mangueras y válvulas.
9	Extracción de CO				1440			Motor eléctrico quemado por recalentamiento, por rodamiento averiado en el acoplamiento.
		480						Centrifugo no extrae CO por tener las fajas rotas.
				600				Sistema funciona sin detenerse por tener el sensor de CO averiado.
10	Bomba de agua contraincendios		300					Sistema despresurizado por estar en posición 0 el selector
							300	Sistema despresurizado por contactor averiado
11	Detección y alarma contraincendios				180			Estación manual activada por error, se restablece dispositivo en posición inicial
	Total (min)	1140	3480	2160	5220	3300	2340	

En relación a la tabla mostrada anteriormente, en donde se detecta que la totalidad de minutos vinculados a las fallas para el mes de abril del 2021, son 1140 minutos, para el mes

de mayo del 2021, es de 3480 minutos, así mismo, para el mes junio del 2021 en la sumatoria se obtiene que son 2160 minutos los equipos en mantenimiento correctivo, para el mes de julio del 2021 un total de 5220 minutos, para agosto un total de 3300 minutos y para el mes de septiembre de 2021 la totalidad de horas invertidas en mantenimiento para los equipos es de 2340 minutos. En donde se detecta que el dispensador de ticket presenta fallas en la emisión de ticket por obstrucción de tickets, para lo cual se aplica alrededor de 180 minutos en reparación por un técnico que aplica reparaciones menores como ajuste de personas o retiro de ticket trabado.

En cuanto al validador de tickets, las fallas que presenta el equipo se relacionan con dificultad para la lectura de los tickets por sensor obstruido, equipo tiene la estructura caliente, y no recibe ticket por obstrucción de tickets, el técnico retira el ticket trabado, en donde se detectó que el técnico aplica 600 minutos para limpiar el sensor, retiro del ticket trabado y la conexión el cable de red. En función de la barrera N°01 en donde se aplican 600 minutos para el mantenimiento correctivo ante la presencia de fallas relacionadas cuando la barrera sube y automáticamente se baja, por des calibración de la sensibilidad del loop y la barra octogonal no sube por bisagra rota, y en cuanto a la barrera N°02 en donde se aplica 1260 minutos ante fallas por barra octogonal no sube por bisagra rota, , equipo inestable por desajuste de pernos de fijación y barra octogonal colgada, por rotura del pistón del brazo articulado,

Asimismo, con respecto a la electrobomba de agua en donde se aplican 1740 minutos para corregir las fallas relacionadas a la falta de bombeo de agua por fallas en el impulsor, la falta de bombeo de agua por desconexión de la llave térmica y la falta de bombeo agua por tener el motor quemado, al funcionar con las fases invertidas, en lo relacionado con la electrobomba sumergible en donde se aplica 3180 minutos dado que no bombea por

recalentamiento en bobinado del motor por tiempo de funcionamiento mayor al recomendado y no bombea por tener selector en posición 0, y con respecto al tablero eléctrico se invierten 300 minutos en la reparación de un interruptor térmico tiene recalentamiento y solo funciona dos de las tres fases.

Y con respecto al grupo electrógeno, se aplican 3060 minutos por problemas relacionas al equipo no enciende por tener problema en la obstrucción del filtro de combustible, en el cargador de batería inoperativo, y la fuga de combustible por rotura de mangueras y válvulas, así mismo, cabe resaltar que el equipo de extracción de CO, requiere de 1920 minutos ante la presencia de fallas relacionadas al motor eléctrico quemado por recalentamiento, por rodamiento averiado en el acoplamiento, centrifugo no extrae CO por tener las fajas rotas y sistema funciona sin detenerse por tener el sensor de CO averiado. Mientras que la bomba de agua contraincendios requiere de 600 minutos para la corrección de las fallas de los equipos en el sistema despresurizado por estar en posición 0 el selector y sistema despresurizado por contactor averiado y en cuanto al equipo de detección y alarma contraincendios en donde se aplica un periodo de 180 minutos para la corrección de la estación manual activada por error.

Tabla 5
Reporte de fallas de los equipos de la playa de estacionamiento 4

Ítem	Activo	MANTENIMIENTO CORRECTIVO 2021 LOS PORTALES ESTACIONAMIENTOS						Reporte de fallos
		abr -21	may -21	jun -21	jul -21	ago -21	sept -21	
		Minutos						
1	Dispensador de tickets N° 01		300			300		No emite tickets por obstrucción de tickets, el técnico retira el ticket trabado.
						1440		Impresión de tickets por debajo de lo permitido, el técnico reemplaza el cabezal de impresión del equipo.
1	Dispensador de tickets N° 02					300		No emite tickets por obstrucción de tickets, el técnico retira el ticket trabado.
				300				Equipo emite ticket mal cortado por descalibración de cutter
2	Validador de tickets N° 01	180					180	No recibe ticket por obstrucción de tickets, el técnico retira el ticket trabado.
					180			Equipo apagado debido a la desconexión del interruptor diferencial, por falso contacto en la conexión eléctrica del equipo
2	Validador de tickets N° 02			180				No recibe ticket por obstrucción de tickets, el técnico retira el ticket trabado.

					180			Equipo no detecta vehículo por descalibración de la sensibilidad del loop
3	Barrera N° 01						120	Barrera sube y automáticamente se baja, por descalibración de la sensibilidad del loop
			150					Barra octogonal no sube por bisagra rota, se reemplaza bisagra
4	Barrera N° 02				180			Equipo inestable por desajuste de pernos de fijación.
3	Barrera N° 03			600				Barra octogonal colgada, por rotura del pistón del brazo articulado.
3	Barrera N° 04						300	Barra octogonal no sube por bisagra rota, se reemplaza bisagra
7	Electrobomba de agua						300	No bombea agua por fallas en el control de nivel
				240				No bombea agua por rotura en el impulsor por golpe de ariete al tener la Válvula Check inoperativa
		480						No bombea agua por tener contactor averiado
8	Electrobomba sumergible		2880					No bombea por recalentamiento en bobinado del motor por tiempo de funcionamiento mayor al recomendado
					180			No bombea por tener selector en posición 0
11	Grupo electrógeno			720				Obstrucción del filtro de combustible, se realiza limpieza de tanque de combustible y reemplazo de filtro
		1440						No arranca porque las baterías no están cargadas.
							1440	Radiador obstruido por oxido, se retira y cambia el radiador
11	Detección y alarma contraincendios			180				Estación manual activada por error, se restablece dispositivo en posición inicial
	Total (min)	2100	3330	2220	720	2340	2040	

En relación a la tabla mostrada anteriormente, en donde se detecta que la totalidad de minutos vinculados a las fallas para el mes de abril del 2021, son 2100 minutos, para el mes de mayo del 2021, es de 3330 minutos, así mismo, para el mes junio del 2021 en la sumatoria se obtiene que son 2220 minutos los equipos en mantenimiento correctivo, para el mes de julio del 2021 un total de 720 minutos, para agosto un total de 2340 minutos y para el mes de septiembre de 2021 la totalidad de horas invertidas en mantenimiento para los equipos es de 2040 minutos. En donde se detecta que el dispensador de ticket N°1 presenta fallas en la emisión de tickets por obstrucción de tickets, e impresión de tickets por debajo de lo permitido, para lo cual se aplica alrededor de 60 minutos en reparación por un técnico que aplica reparaciones menores como ajuste de personas o retiro de ticket trabado.

Con respecto al dispensador de tickets N.º 02, se detecta que la falla se relaciona con la falta de emisión de tickets por obstrucción de tickets, y equipo emite ticket mal cortado por descalibración de cutter, para lo cual se aplican alrededor de 60 minutos para realizar el

mantenimiento menor por parte del técnico, en cuanto al validador de tickets N°01, las fallas que presenta el equipo se relaciona con dificultad de recibir los tickets por sensor obstruido, y que los equipo apagado debido a la desconexión del interruptor diferencial, por falso contacto en la conexión eléctrica del equipo, en donde se detectó que el técnico aplica 540 minutos para limpiar el sensor, retiro del ticket trabado y la conexión el cable de red. Y en cuanto al validador de tickets N°02, se reporta una falla en apagado debido a la falta de recepción de ticket por obstrucción de tickets, y el equipo no detecta vehículo por des calibración de la sensibilidad del loop y se repara en 360 minutos.

En función de la barrera N.º 01 en donde se aplican 270 minutos para el mantenimiento correctivo ante la presencia de fallas relacionadas con la barrera la cual sube y automáticamente se baja, por des calibración de la sensibilidad del loop, y la barra octogonal no sube por bisagra rota, y en cuanto a la barrera N°02 en donde se aplica 180 minutos ante fallas en los equipos inestables por desajuste de pernos de fijación, en la barrera N°03 en donde se aplica el mantenimiento en un lapso de 600 minutos, ante fallas en la barra octogonal colgada, por rotura del pistón del brazo articulado y en la barrera N°04 se aplica 300 minutos por fallas en la barra octogonal no sube por bisagra rota. Así mismo, con respecto a la electrobomba de agua en donde se aplican 1020 minutos para corregir las fallas relacionadas a la falta de bombeo de agua por fallas en el control de nivel, a la falta de bombea agua por rotura en el impulsor por golpe de ariete al tener la válvula check inoperativa y la falta bombea agua por tener contactor averiado.

En lo relacionado con la electrobomba sumergible en donde se aplica 3600 minutos dado que el equipo presenta obstrucción del filtro de combustible, no arranca porque las baterías que no están cargadas y el radiador obstruido por oxido, y el equipo de detección y

alarma contra incendios se requiere de 180 minutos para corregir las fallas relacionadas a la estación manual activada por error, se restablece dispositivo en posición inicial.

3.1.1. Indicadores de disponibilidad

Luego de calcular el tiempo total de fallo por equipo de cada playa de estacionamiento, se proceder a calcular el indicador de disponibilidad antes de la implementación de la mejora del plan de mantenimiento preventivo.

En cuanto a los indicadores de medición se detectan los MTBF, en donde el tiempo medio que transcurre entre dos averías consecutivas y MTTR representa el tiempo medio que se encuentra parado el equipo, lo cual permite conocer las averías que se producen en un equipo, como se muestra a continuación:

Tabla 6

Medición de la situación actual con los indicadores MTBF y MTTR en la playa de estacionamiento 1

	Tiempo total (minuto)	Total de en reparación correctiva (minutos)	Nº de reparaciones correctivas o averías (unidades)	MTTR: Nº de horas de paro por avería/Nº de averías	MTBF: Nº de Tiempo total- Tiempo de reparación / Nº de averías	Disponibilidad: MTBF/(MTTR+ MTBF)
Abril	18000	1230	6	205	2795	0.93
Mayo	18000	6420	10	642	1158	0.64
Junio	18000	12180	8	1522.5	727.5	0.33
Julio	18000	630	6	105	2895	0.96
Agosto	18000	2370	6	395	2605	0.86
Septiembre	18000	3610	9	401.1	1599	0.79

En función de la tabla anterior se deduce que la disponibilidad en el mes de abril presenta un porcentaje del 93%, considerada como un funcionamiento regular, sin embargo, para los meses de mayo y junio, se nota una disponibilidad bastante baja que oscila entre 33% y 64%, lo cual influye negativamente en el desempeño de las funciones de los equipos y de las playas de estacionamiento, mientras que para los meses de julio, agosto y septiembre

mejora notablemente, sin embargo, muestra un comportamiento en descenso dado que en los meses junio y julio la empresa tomó medidas pero no fueron sostenibles en el tiempo. A continuación, se presenta la situación actual de los indicadores de MTBF y MTTR en la playa de estacionamiento 2:

Tabla 7

Medición de la situación actual con los indicadores MTBF y MTTR en la playa de estacionamiento 2

	Total de horas de tiempo analizado (minutos)	Total de reparación correctiva (minutos)	Nº de reparaciones correctivas o averías (unidades)	MTTR: Nº de minutos de paro por avería/Nº de averías	MTBF: Tiempo total- Tiempo de reparación / Nº de averías	Nº de Disponibilidad: MTBF/(MTTR+MTBF)
Abril	18000	3375	6	562.5	2438	0.78
Mayo	18000	2580	6	430	2570	0.86
Junio	18000	9720	7	1388.57	1183	0.45
Julio	18000	4140	4	1035	3465	0.77
Agosto	18000	4635	4	1158.75	3342	0.74
Septiembre	18000	3510	7	501.43	300	0.80

En función de la tabla anterior se deduce que la disponibilidad en el mes de abril presenta un porcentaje del 78%, considerada como un funcionamiento insuficiente, lo cual representa la media de la tendencia del comportamiento en los siguientes meses en donde se observa que, en el mes de junio, se obtuvo una disponibilidad de 45%, la cual representa un índice muy bajo de los equipos, lo cual influye negativamente en el desempeño de las funciones de los equipos y de las playas de estacionamiento. A continuación, se presenta la situación actual de los indicadores de MTBF y MTTR en la playa 3.

Tabla 8

Medición de la situación actual con los indicadores MTBF y MTTR en la playa de estacionamiento 3

	Total de horas de tiempo analizado (minutos)	Total, de reparación correctiva (minutos)	Nº de reparaciones correctivas o averías (unidades)	MTTR: Nº de minutos de paro por avería/Nº de averías	MTBF: Tiempo total- Tiempo de reparación / Nº de averías	Nº de	Disponibilidad: MTBF/ (MTTR+MTBF)
Abril	18000	1140	3	380	5620		0.94
Mayo	18000	3480	4	870	3630		0.81
Junio	18000	2160	5	432	3168		0.88
Julio	18000	5220	6	870	2130		0.71
Agosto	18000	3300	5	660	2940		0.82
Septiembre	18000	2340	3	780	5220		0.87

De acuerdo a la tabla anterior se deduce que la disponibilidad en el mes de abril presenta un porcentaje del 94%, considerada como un funcionamiento regular, lo cual representa medidas insuficientes tomadas por la empresa en función mejorar la disponibilidad de los equipos, sin embargo, se observa que a partir del mes de mayo hasta el mes de septiembre, se detecta un comportamiento decreciente arrojando una disponibilidad muy baja de los equipos, lo cual influye negativamente en el desempeño de las funciones de los equipos y de las playas de estacionamiento. A continuación, se presenta la situación actual de los indicadores de MTBF y MTTR en la playa de estacionamiento 4:

Tabla 9

Medición de la situación actual con los indicadores MTBF y MTTR en la playa 4

	Total de horas de tiempo analizado (minutos)	Total de reparación correctiva (minutos)	Nº de reparaciones correctivas o averías (unidades)	MTTR: Nº de minutos de paro por avería/Nº de averías	MTBF: Tiempo total-Tiempo de reparación / Nº de averías	Nº Disponibilidad: MTBF/ (MTTR+MTBF)
Abril	18000	2100	3	700	5300	0.88
Mayo	18000	3300	3	700	4900	0.88
Junio	18000	2220	6	350	2634	0.88
Julio	18000	720	4	525	4320	0.89
Agosto	18000	2340	4	525	3915	0.88
Septiembre	18000	2040	4	525	3990	0.88

De acuerdo a la tabla anterior se deduce que la disponibilidad desde el mes de abril presenta un porcentaje del 88% al 89% considerada como un funcionamiento regular, lo cual representa medidas insuficientes tomadas por la empresa en función mejorar la disponibilidad de los equipos.

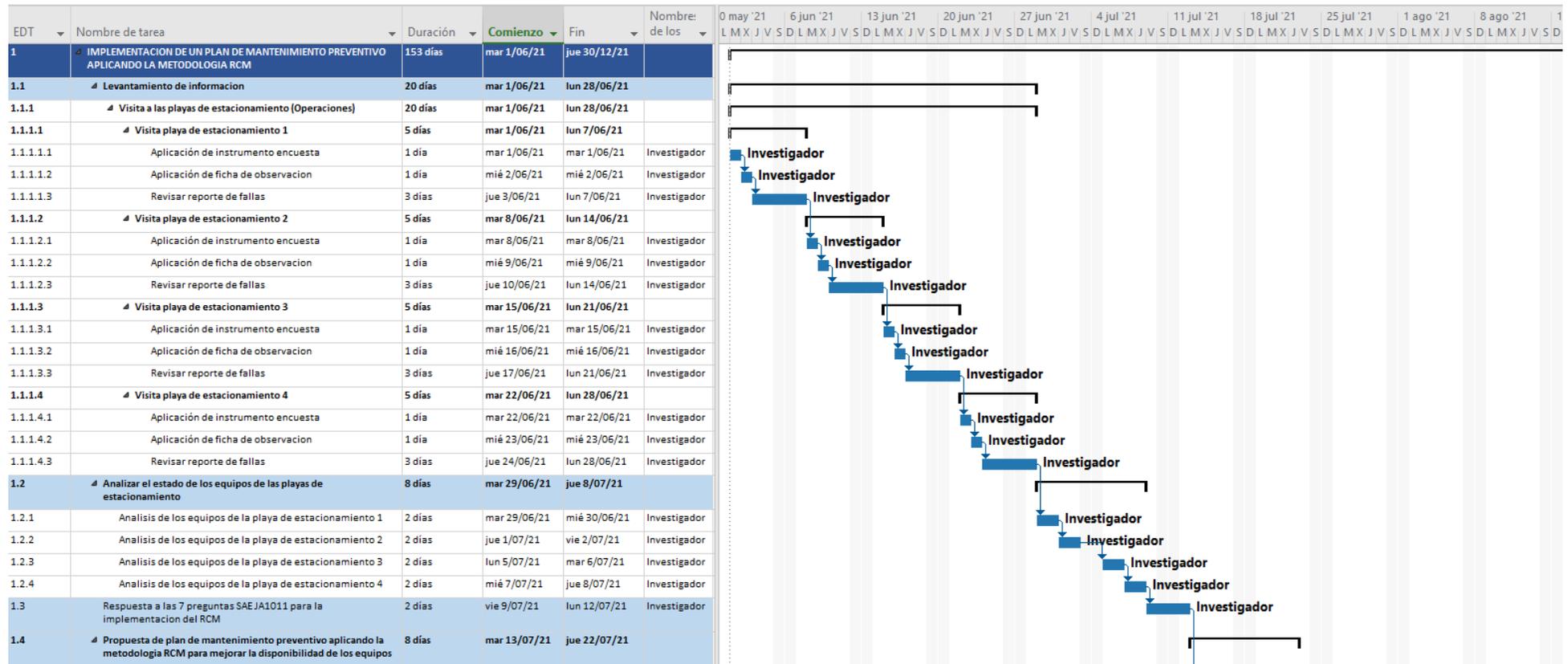
El cálculo de disponibilidad, muestra valores aleatorios; lo cual refleja un inestable indicador de disponibilidad y un deficiente plan de mantenimiento preventivo de los equipos de cada una de las playas de estacionamiento del tipo Megaplaya.

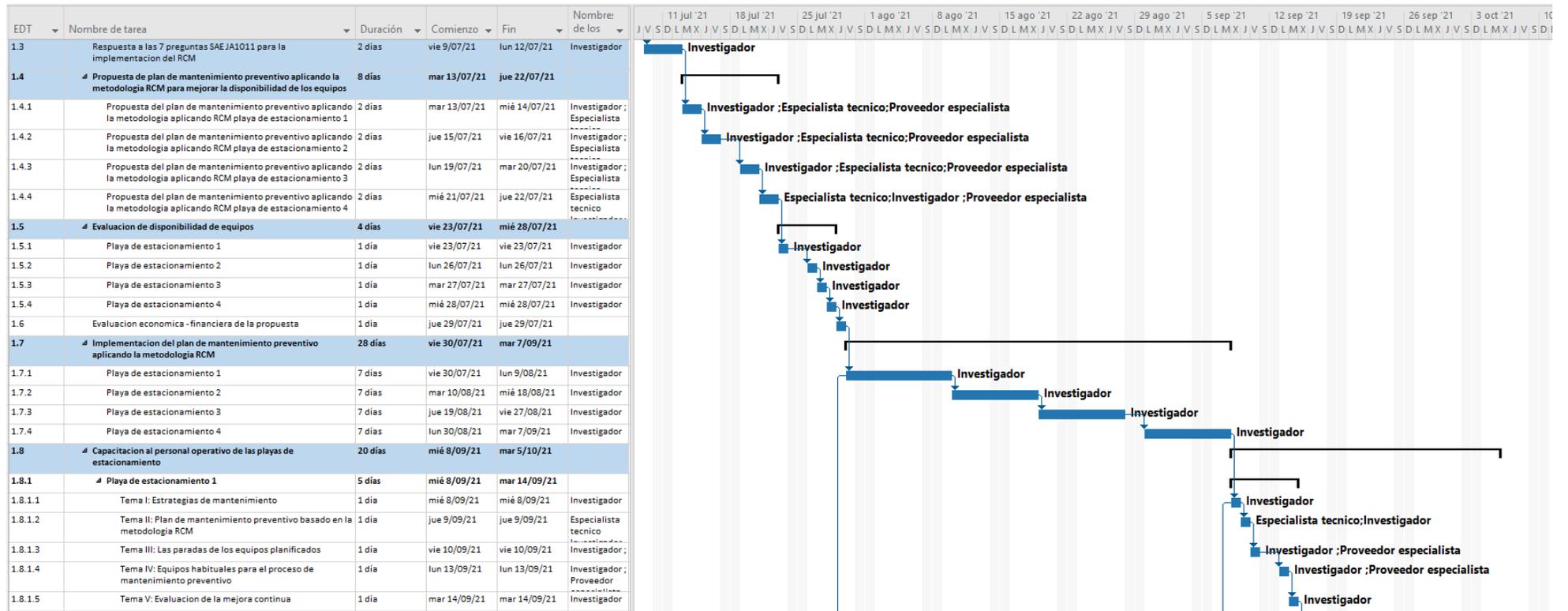
3.2. Diseñar un plan de mantenimiento preventivo aplicando la metodología RCM para mejorar la disponibilidad de los equipos en una empresa de estacionamiento, Lima, 2021.

Se elabora un cronograma de actividades (Gantt) que detalla los pasos para la implementación del plan de mantenimiento preventivo aplicando la metodología RCM, donde se contemplan las acciones necesarias para lograr aumentar la disponibilidad de los equipos en los estacionamientos, como se muestra a continuación:

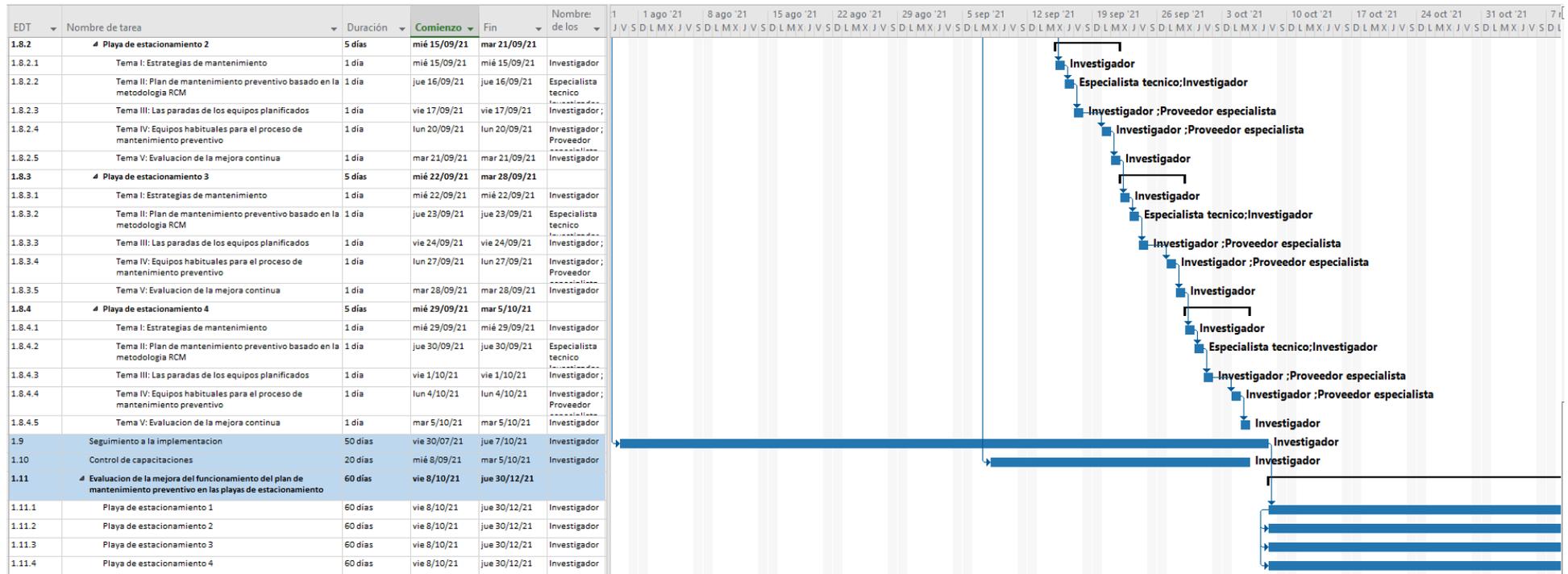
Figura 7.

Diagrama Gantt de la implementación del plan de mantenimiento preventivo aplicando la metodología RCM





Propuesta de implementación de un plan de mantenimiento preventivo en una empresa de estacionamiento aplicando la metodología RCM para la mejora de la disponibilidad de los equipos, Lima, 2021



En función del Diagrama Gantt de la implementación del plan de mantenimiento preventivo aplicando la metodología RCM para mejorar la disponibilidad de los equipos en una empresa de estacionamiento, Lima, 2021, en donde se considera que inicia el proyecto en el mes de junio, y finaliza el proceso de monitoreo en mes de diciembre del 2021, considerando un proceso de evaluación de la mejora desde octubre hasta enero, para garantizar el cumplimiento de la implementación del plan en los estacionamientos.

3.2.1. Listados con especificaciones de los equipos de cada playa de estacionamiento

A continuación, se presenta los equipos que componen cada playa de estacionamiento, donde se señala la potencia, marca, sistema, y modelo

Tabla 10

Lista de equipos de la playa de estacionamiento 1

Ítem	Tipo de playa	Sistema	Equipo	Potencia	Marca	Modelo
1	Megaplaya 1	Ventilación mecánica extracción CO	Motor eléctrico N° 01	40 HP	WEG	S/M
2	Megaplaya 1	Ventilación mecánica extracción CO	Motor eléctrico N° 02	40 HP	WEG	S/M
3	Megaplaya 1	Ventilación mecánica extracción CO	Centrífugo N° 01	45,000 CFM	S/M	S/M
4	Megaplaya 1	Ventilación mecánica extracción CO	Centrífugo N° 02	45,000 CFM	S/M	S/M
5	Megaplaya 1	Ventilación mecánica extracción CO	Variador de velocidad N° 01	40 HP	ABB	ACS550-01
6	Megaplaya 1	Ventilación mecánica extracción CO	Variador de velocidad N° 02	40 HP	DANFOSS	FC-102
7	Megaplaya 1	Ventilación mecánica extracción CO	Sensor de CO N° 01	100 PPM	MACURCO INC.	CM-21A
8	Megaplaya 1	Ventilación mecánica extracción CO	Sensor de CO N° 02	100 PPM	MACURCO INC.	CM-21A
9	Megaplaya 1	Ventilación mecánica extracción CO	Sensor de CO N° 03	100 PPM	MACURCO INC.	CM-21A
10	Megaplaya 1	Ventilación mecánica extracción CO	Sensor de CO N° 04	100 PPM	MACURCO INC.	CM-21A
11	Megaplaya 1	Ventilación mecánica extracción CO	Sensor de CO N° 05	100 PPM	MACURCO INC.	CM-21A
12	Megaplaya 1	Ventilación mecánica extracción CO	Sensor de CO N° 06	100 PPM	MACURCO INC.	CM-21A
13	Megaplaya 1	Ventilación mecánica extracción CO	Sensor de CO N° 07	100 PPM	MACURCO INC.	CM-21A
14	Megaplaya 1	Ventilación mecánica extracción CO	Sensor de CO N° 08	100 PPM	MACURCO INC.	CM-21A
15	Megaplaya 1	Bombas alternadas de agua	Electrobomba N° 01	5.7 HP	Hidrostal	S/M
16	Megaplaya 1	Bombas alternadas de agua	Electrobomba N° 02	5.7 HP	Hidrostal	S/M
17	Megaplaya 1	Bombas alternadas de agua	Tablero eléctrico de control	S/P	Promelsa	S/M

18	Megaplaya 1	Bombas alternadas de pozo séptico	Electrobomba sumergible N° 01	6.6 HP	Hidrostral	S/M
19	Megaplaya 1	Bombas alternadas de pozo séptico	Electrobomba sumergible N° 02	6.6 HP	Hidrostral	S/M
20	Megaplaya 1	Bombas alternadas de pozo séptico	Tablero eléctrico de control	S/P	Promelsa	S/M
21	Megaplaya 1	Bombeo de riego	Electrobomba N° 01	5.7 HP	Hidrostral	S/M
22	Megaplaya 1	Bombeo de riego	Tablero eléctrico de control	S/P	Promelsa	S/M
23	Megaplaya 1	Sub estación	Celda de remonte	10 Kv	Promelsa	S/M
24	Megaplaya 1	Sub estación	Celda de salida	0.25 Kv	Promelsa	S/M
25	Megaplaya 1	Sub estación	Transformador de potencia	160 KVA	Compañía Electro andina SA	T3D0
26	Megaplaya 1	Tableros eléctricos	Tablero eléctrico general	3x500 A	Promelsa	S/M
27	Megaplaya 1	Tableros eléctricos	Sub tablero de distribución N°01	3x125 A	Promelsa	S/M
28	Megaplaya 1	Tableros eléctricos	Sub tablero de distribución N°02	3x125 A	Promelsa	S/M
29	Megaplaya 1	Tableros eléctricos	Sub tablero de distribución N°03	3x125 A	Promelsa	S/M
30	Megaplaya 1	Tableros eléctricos	Sub tablero de distribución N°04	3x125 A	Promelsa	S/M
31	Megaplaya 1	Sistema puesta a tierra	Pozo a tierra MT	< 5 OHM	S/M	S/M
32	Megaplaya 1	Sistema puesta a tierra	Pozo a tierra BT N° 01	< 5 OHM	S/M	S/M
33	Megaplaya 1	Sistema puesta a tierra	Pozo a tierra BT N° 02	< 5 OHM	S/M	S/M
34	Megaplaya 1	Sistema puesta a tierra	Pozo a tierra BT N° 03	< 5 OHM	S/M	S/M
35	Megaplaya 1	Sistema Agua Contra incendios	Motobomba contra incendios	172 HP	Caterpillar	3306
36	Megaplaya 1	Sistema Agua Contra incendios	Cisterna de agua contra incendios	300 m3	S/M	S/M
37	Megaplaya 1	Sistema Agua Contra incendios	Electrobomba jockey	3 HP	Baldor	S/M
38	Megaplaya 1	Sistema Agua Contra incendios	Tablero de control contra incendios	S/P	Firetrol Inc.	FTA1100-EL24N
39	Megaplaya 1	Sistema Agua Contra incendios	Red húmeda	100 PSI	S/M	S/M
40	Megaplaya 1	Grupo Electrónico	Tablero de transferencia automática	3x100A	TRIANOM	S/M
41	Megaplaya 1	Grupo Electrónico	Grupo electrónico	150 KW	Onan Cummins	150DGFA
42	Megaplaya 1	Grupo Electrónico	Cargador de baterías	12 VDC	S/M	3292946
43	Megaplaya 1	Sistema de energía estabilizada	UPS 6KVA online tipo Torre	6 KVA	Emerson	GXT5-60000IRT5UXLE
44	Megaplaya 1	Sistema de energía estabilizada	Sub tablero de distribución ET (energía estabilizada)	30 AMP	Fluisa	S/M
45	Megaplaya 1	Detección y alarma contra incendios	Panel centralizado convencional 6 zonas	S/P	Ravel	RE-2554
46	Megaplaya 1	Detección y alarma contra incendios	Detector de humo N° 01	S/P	Mircom	SD-4WP
47	Megaplaya 1	Detección y alarma contra incendios	Detector de humo N° 02	S/P	Mircom	SD-4WP
48	Megaplaya 1	Detección y alarma contra incendios	Detector de humo N° 03	S/P	Mircom	SD-4WP
49	Megaplaya 1	Detección y alarma contra incendios	Detector de humo N° 04	S/P	Mircom	SD-4WP
50	Megaplaya 1	Detección y alarma contra incendios	Detector de humo N° 05	S/P	Mircom	SD-4WP
51	Megaplaya 1	Detección y alarma contra incendios	Detector de humo N° 06	S/P	Mircom	SD-4WP
52	Megaplaya 1	Detección y alarma contra incendios	Estación manual N° 01	S/P	Mircom	MS-401U
53	Megaplaya 1	Detección y alarma contra incendios	Estación manual N° 02	S/P	Mircom	MS-401U
54	Megaplaya 1	Detección y alarma contra incendios	Estación manual N° 03	S/P	Mircom	MS-401U

55	Megaplaya 1	Detección y alarma contra incendios	Estación manual N° 04	S/P	Mircom	MS-401U
56	Megaplaya 1	Detección y alarma contra incendios	Luz estroboscópica N° 01	S/P	Mircom	FHS-340R
57	Megaplaya 1	Detección y alarma contra incendios	Luz estroboscópica N° 02	S/P	Mircom	FHS-340R
58	Megaplaya 1	Detección y alarma contra incendios	Luz estroboscópica N° 03	S/P	Mircom	FHS-340R
59	Megaplaya 1	Detección y alarma contra incendios	Luz estroboscópica N° 04	S/P	Mircom	FHS-340R
60	Megaplaya 1	Control de acceso vehicular	Dispensador de tickets ingreso N° 01	350 watts	Teratronik	KTIM
61	Megaplaya 1	Control de acceso vehicular	Dispensador de tickets ingreso N° 02	350 watts	Teratronik	KTIM
62	Megaplaya 1	Control de acceso vehicular	Dispensador de tickets ingreso N° 03	350 watts	Teratronik	KTIM
63	Megaplaya 1	Control de acceso vehicular	Validador de tickets salida N° 01	350 watts	Teratronik	KETV
64	Megaplaya 1	Control de acceso vehicular	Validador de tickets salida N° 02	350 watts	Teratronik	KETV
65	Megaplaya 1	Control de acceso vehicular	Barrera ingreso N° 01	300 watts	Magnetic Autocontrol	MA-PK
66	Megaplaya 1	Control de acceso vehicular	Barrera ingreso N° 02	300 watts	Magnetic Autocontrol	MA-PK
67	Megaplaya 1	Control de acceso vehicular	Barrera ingreso N° 03	300 watts	Magnetic Autocontrol	MA-PK
68	Megaplaya 1	Control de acceso vehicular	Barrera salida N° 01	300 watts	Magnetic Autocontrol	MA-PK
69	Megaplaya 1	Control de acceso vehicular	Barrera salida N° 02	300 watts	Magnetic Autocontrol	MA-PK
70	Megaplaya 1	Control de acceso vehicular	Cajero de pago automático N° 01	600 watts	Teratronik	KAPS
71	Megaplaya 1	Control de acceso vehicular	Cajero de pago automático N° 02	600 watts	Teratronik	KAPS

Tabla 11
Lista de equipos de la playa de estacionamiento 2

Ítem	Tipo de playa	Sistema	Equipo	Potencia	Marca	Modelo
1	Megaplaya 2	Ventilación mecánica extracción CO	Motor eléctrico N° 01	10 HP	WEG	S/M
2	Megaplaya 2	Ventilación mecánica extracción CO	Motor eléctrico N° 02	10 HP	WEG	S/M
3	Megaplaya 2	Ventilación mecánica extracción CO	Motor eléctrico N° 03	10 HP	WEG	S/M
4	Megaplaya 2	Ventilación mecánica extracción CO	Motor eléctrico N° 04	10 HP	WEG	S/M
3	Megaplaya 2	Ventilación mecánica extracción CO	Extractor Axial N° 01	25000 CFM	NOVOVENT	S/M
4	Megaplaya 2	Ventilación mecánica extracción CO	Extractor Axial N° 02	25000 CFM	NOVOVENT	S/M
5	Megaplaya 2	Ventilación mecánica extracción CO	Extractor Axial N° 03	25000 CFM	NOVOVENT	S/M
6	Megaplaya 2	Ventilación mecánica extracción CO	Extractor Axial N° 04	25000 CFM	NOVOVENT	S/M
5	Megaplaya 2	Ventilación mecánica extracción CO	Variador de velocidad N° 01	10 HP	DANFOSS	FC-101
6	Megaplaya 2	Ventilación mecánica extracción CO	Variador de velocidad N° 02	10 HP	DANFOSS	FC-101
7	Megaplaya 2	Ventilación mecánica extracción CO	Variador de velocidad N° 03	10 HP	DANFOSS	FC-101
8	Megaplaya 2	Ventilación mecánica extracción CO	Variador de velocidad N° 04	10 HP	DANFOSS	FC-101
7	Megaplaya 2	Ventilación mecánica extracción CO	Sensor de CO N° 01	50 PPM	GREYSTONE	S/M
8	Megaplaya 2	Ventilación mecánica extracción CO	Sensor de CO N° 02	50 PPM	GREYSTONE	S/M

9	Megaplaya 2	Ventilación mecánica extracción CO	Sensor de CO N° 03	50 PPM	GREYSTONE	S/M
10	Megaplaya 2	Ventilación mecánica extracción CO	Sensor de CO N° 04	50 PPM	GREYSTONE	S/M
11	Megaplaya 2	Ventilación mecánica extracción CO	Sensor de CO N° 05	50 PPM	GREYSTONE	S/M
12	Megaplaya 2	Ventilación mecánica extracción CO	Sensor de CO N° 06	50 PPM	GREYSTONE	S/M
13	Megaplaya 2	Ventilación mecánica extracción CO	Sensor de CO N° 07	50 PPM	GREYSTONE	S/M
14	Megaplaya 2	Ventilación mecánica extracción CO	Sensor de CO N° 08	50 PPM	GREYSTONE	S/M
15	Megaplaya 2	Bombas alternadas de agua	Electrobomba N° 01	5 HP	Hidrostral	S/M
16	Megaplaya 2	Bombas alternadas de agua	Electrobomba N° 02	5 HP	Hidrostral	S/M
17	Megaplaya 2	Bombas alternadas de agua	Tablero eléctrico de control	S/P	S/M	S/M
18	Megaplaya 2	Bombas alternadas de pozo séptico	Electrobomba sumergible N° 01	2 HP	Hidrostral	S/M
19	Megaplaya 2	Bombas alternadas de pozo séptico	Electrobomba sumergible N° 02	2 HP	Hidrostral	S/M
20	Megaplaya 2	Bombas alternadas de pozo séptico	Tablero eléctrico de control	S/P	S/M	S/M
21	Megaplaya 2	Bombeo de riego	Electrobomba N° 01	2 HP	Hidrostral	S/M
22	Megaplaya 2	Bombeo de riego	Tablero eléctrico de control	S/P	S/M	S/M
23	Megaplaya 2	Sub estación	Celda de remonte	10 KV	Promelsa	S/M
24	Megaplaya 2	Sub estación	Celda de salida	0.23 KV	Promelsa	S/M
25	Megaplaya 2	Sub estación	Transformador de potencia	160 KVA	Compañía Electro Andina SA	S/M
26	Megaplaya 2	Tableros eléctricos	Tablero eléctrico general	3x400 A	Promelsa	S/M
27	Megaplaya 2	Tableros eléctricos	Sub tablero de distribución N°01	3x60 A	Promelsa	S/M
28	Megaplaya 2	Tableros eléctricos	Sub tablero de distribución N°02	3x60 A	Promelsa	S/M
29	Megaplaya 2	Tableros eléctricos	Sub tablero de distribución N°03	3x60 A	Promelsa	S/M
30	Megaplaya 2	Tableros eléctricos	Sub tablero de distribución N°04	3x60 A	Promelsa	S/M
31	Megaplaya 2	Sistema puesta a tierra	Pozo a tierra MT	< 1 OHM	S/M	S/M
32	Megaplaya 2	Sistema puesta a tierra	Pozo a tierra BT N° 01	< 5 OHM	S/M	S/M
33	Megaplaya 2	Sistema puesta a tierra	Pozo a tierra BT N° 02	< 5 OHM	S/M	S/M
34	Megaplaya 2	Sistema puesta a tierra	Pozo a tierra BT N° 03	< 5 OHM	S/M	S/M
35	Megaplaya 2	Sistema Agua Contraincendios	Electrobomba contraincendios	14 HP	US Electrical Motors	S/M
36	Megaplaya 2	Sistema Agua Contraincendios	Cisterna de agua contraincendios	45 m3	S/M	S/M
37	Megaplaya 2	Sistema Agua Contraincendios	Electrobomba jockey	0.5 HP	Fire Pump motors	S/M
38	Megaplaya 2	Sistema Agua Contraincendios	Tablero de control contraincendios	S/P	Metron Inc.	M300-15-2300
39	Megaplaya 2	Sistema Agua Contraincendios	Red húmeda	60 PSI	S/M	S/M
40	Megaplaya 2	Grupo Electrónico	Tablero de transferencia automática	3x200A	LIANA	S/M
41	Megaplaya 2	Grupo Electrónico	Grupo electrónico	50 KW	Onan Cummins	50DGCA
42	Megaplaya 2	Grupo Electrónico	Cargador de baterías	12 VDC	S/M	3446516
43	Megaplaya 2	Sistema de energía estabilizada	UPS tipo Torre On line	4KVA	ABB	S/M
45	Megaplaya 2	Detección y alarma contraincendios	Panel centralizado convencional 6 zonas	06 zonas	Mircom	FA-106R
46	Megaplaya 2	Detección y alarma contraincendios	Detector de humo N° 01	S/P	Mircom	SD-4WP
47	Megaplaya 2	Detección y alarma contraincendios	Detector de humo N° 02	S/P	Mircom	SD-4WP

48	Megaplaya 2	Detección y alarma contraincendios	Detector de humo N° 03	S/P	Mircom	SD-4WP
49	Megaplaya 2	Detección y alarma contraincendios	Detector de humo N° 04	S/P	Mircom	SD-4WP
52	Megaplaya 2	Detección y alarma contraincendios	Estación manual N° 01	S/P	Mircom	MS-401U
53	Megaplaya 2	Detección y alarma contraincendios	Estación manual N° 02	S/P	Mircom	MS-401U
54	Megaplaya 2	Detección y alarma contraincendios	Estación manual N° 03	S/P	Mircom	MS-401U
55	Megaplaya 2	Detección y alarma contraincendios	Estación manual N° 04	S/P	Mircom	MS-401U
56	Megaplaya 2	Detección y alarma contraincendios	Estación manual N° 05	S/P	Mircom	MS-401U
57	Megaplaya 2	Detección y alarma contraincendios	Estación manual N° 06	S/P	Mircom	MS-401U
58	Megaplaya 2	Detección y alarma contraincendios	Estación manual N° 07	S/P	Mircom	MS-401U
59	Megaplaya 2	Detección y alarma contraincendios	Estación manual N° 08	S/P	Mircom	MS-401U
56	Megaplaya 2	Detección y alarma contraincendios	Luz estroboscópica N° 01	S/P	Mircom	FHS-340R
57	Megaplaya 2	Detección y alarma contraincendios	Luz estroboscópica N° 02	S/P	Mircom	FHS-340R
58	Megaplaya 2	Detección y alarma contraincendios	Luz estroboscópica N° 03	S/P	Mircom	FHS-340R
59	Megaplaya 2	Detección y alarma contraincendios	Luz estroboscópica N° 04	S/P	Mircom	FHS-340R
60	Megaplaya 2	Detección y alarma contraincendios	Luz estroboscópica N° 05	S/P	Mircom	FHS-340R
61	Megaplaya 2	Detección y alarma contraincendios	Luz estroboscópica N° 06	S/P	Mircom	FHS-340R
62	Megaplaya 2	Detección y alarma contraincendios	Luz estroboscópica N° 07	S/P	Mircom	FHS-340R
63	Megaplaya 2	Detección y alarma contraincendios	Luz estroboscópica N° 08	S/P	Mircom	FHS-340R
60	Megaplaya 2	Control de acceso vehicular	Dispensador de tickets ingreso N° 01	350 watts	Teratronik	KTIM
61	Megaplaya 2	Control de acceso vehicular	Dispensador de tickets ingreso N° 02	350 watts	Teratronik	KTIM
63	Megaplaya 2	Control de acceso vehicular	Validador de tickets salida N° 01	350 watts	Teratronik	KETV
64	Megaplaya 2	Control de acceso vehicular	Validador de tickets salida N° 02	350 watts	Teratronik	KETV
65	Megaplaya 2	Control de acceso vehicular	Barrera ingreso N° 01	300 watts	Magnetic Autocontrol	MA-PK
66	Megaplaya 2	Control de acceso vehicular	Barrera ingreso N° 02	300 watts	Magnetic Autocontrol	MA-PK
67	Megaplaya 2	Control de acceso vehicular	Barrera salida N° 01	300 watts	Magnetic Autocontrol	MA-PK
68	Megaplaya 2	Control de acceso vehicular	Barrera salida N° 02	300 watts	Magnetic Autocontrol	MA-PK
69	Megaplaya 2	Control de acceso vehicular	Cajero de pago automático N° 01	600 watts	Teratronik	KAPS

Tabla 12
Lista de equipos de la playa de estacionamiento 3

Ítem	Tipo de playa	Sistema	Equipo	Potencia	Marca	Modelo
1	Megaplaya 3	Ventilación mecánica extracción CO	Motor eléctrico N° 01	1 HP	WEG	S/M
2	Megaplaya 3	Ventilación mecánica extracción CO	Motor eléctrico N° 02	1 HP	WEG	S/M
3	Megaplaya 3	Ventilación mecánica extracción CO	Motor eléctrico N° 03	1 HP	WEG	S/M
4	Megaplaya 3	Ventilación mecánica extracción CO	Motor eléctrico N° 04	1 HP	WEG	S/M
5	Megaplaya 3	Ventilación mecánica extracción CO	Motor eléctrico N° 05	1 HP	WEG	S/M

6	Megaplaya 3	Ventilación mecánica extracción CO	Motor eléctrico N° 06	2 HP	WEG	S/M
7	Megaplaya 3	Ventilación mecánica extracción CO	Motor eléctrico N° 07	2 HP	WEG	S/M
8	Megaplaya 3	Ventilación mecánica extracción CO	Motor eléctrico N° 08	2 HP	WEG	S/M
9	Megaplaya 3	Ventilación mecánica extracción CO	Motor eléctrico N° 09	2 HP	WEG	S/M
10	Megaplaya 3	Ventilación mecánica extracción CO	Motor eléctrico N° 10	2 HP	WEG	S/M
11	Megaplaya 3	Ventilación mecánica extracción CO	Extractor Axial N° 01	10788 CFM	S/M	S/M
12	Megaplaya 3	Ventilación mecánica extracción CO	Extractor Axial N° 02	10788 CFM	S/M	S/M
13	Megaplaya 3	Ventilación mecánica extracción CO	Extractor Axial N° 03	10788 CFM	S/M	S/M
14	Megaplaya 3	Ventilación mecánica extracción CO	Extractor Axial N° 04	10788 CFM	S/M	S/M
15	Megaplaya 3	Ventilación mecánica extracción CO	Extractor Axial N° 05	10788 CFM	S/M	S/M
16	Megaplaya 3	Ventilación mecánica extracción CO	Extractor Axial N° 06	22882 CFM	S/M	S/M
17	Megaplaya 3	Ventilación mecánica extracción CO	Extractor Axial N° 07	22882 CFM	S/M	S/M
18	Megaplaya 3	Ventilación mecánica extracción CO	Extractor Axial N° 08	22882 CFM	S/M	S/M
19	Megaplaya 3	Ventilación mecánica extracción CO	Extractor Axial N° 09	22882 CFM	S/M	S/M
20	Megaplaya 3	Ventilación mecánica extracción CO	Extractor Axial N° 10	22882 CFM	S/M	S/M
21	Megaplaya 3	Ventilación mecánica extracción CO	Sensor de CO N° 01	15 PPM	KELE	S/M
22	Megaplaya 3	Ventilación mecánica extracción CO	Sensor de CO N° 02	15 PPM	KELE	S/M
23	Megaplaya 3	Ventilación mecánica extracción CO	Sensor de CO N° 03	15 PPM	KELE	S/M
24	Megaplaya 3	Ventilación mecánica extracción CO	Sensor de CO N° 04	15 PPM	KELE	S/M
25	Megaplaya 3	Ventilación mecánica extracción CO	Sensor de CO N° 05	15 PPM	KELE	S/M
26	Megaplaya 3	Ventilación mecánica extracción CO	Sensor de CO N° 06	15 PPM	KELE	S/M
27	Megaplaya 3	Ventilación mecánica extracción CO	Sensor de CO N° 07	15 PPM	KELE	S/M
28	Megaplaya 3	Ventilación mecánica extracción CO	Sensor de CO N° 08	15 PPM	KELE	S/M
29	Megaplaya 3	Bombas alternadas de agua	Electrobomba N° 01	3.4 HP	Hidrostral	S/M
30	Megaplaya 3	Bombas alternadas de agua	Electrobomba N° 02	3.4 HP	Hidrostral	S/M
31	Megaplaya 3	Bombas alternadas de agua	Tablero eléctrico de control	S/P	Manufacturas Eléctricas SA	S/M
32	Megaplaya 3	Bombas alternadas de pozo séptico	Electrobomba sumergible N° 01	1.5 HP	Hidrostral	S/M
33	Megaplaya 3	Bombas alternadas de pozo séptico	Electrobomba sumergible N° 02	1.5 HP	Hidrostral	S/M
34	Megaplaya 3	Bombas alternadas de pozo séptico	Tablero eléctrico de control	S/P	Manufacturas Eléctricas SA	S/M
35	Megaplaya 3	Bombeo de riego	Tablero eléctrico de control	S/P	Manufacturas Eléctricas SA	S/M
36	Megaplaya 3	Tableros eléctricos	Tablero eléctrico general	3x200 A	Manufacturas Eléctricas SA	S/M
37	Megaplaya 3	Tableros eléctricos	Sub tablero de distribución N°01	3x70 A	Manufacturas Eléctricas SA	S/M
38	Megaplaya 3	Tableros eléctricos	Sub tablero de distribución N°02	3x70 A	Manufacturas Eléctricas SA	S/M
39	Megaplaya 3	Tableros eléctricos	Sub tablero de distribución N°03	3x70 A	Manufacturas Eléctricas SA	S/M
40	Megaplaya 3	Sistema puesta a tierra	Pozo a tierra BT N° 01	< 5 OHM	S/M	S/M
41	Megaplaya 3	Sistema puesta a tierra	Pozo a tierra BT N° 02	< 5 OHM	S/M	S/M

42	Megaplaya 3	Sistema Agua Contra incendios	Electrobomba contra incendios	11.5 HP	Hidrostral	S/M
43	Megaplaya 3	Sistema Agua Contra incendios	Cisterna de agua contra incendios	60 m3	S/M	S/M
44	Megaplaya 3	Sistema Agua Contra incendios	Electrobomba jockey	0.5 HP	S/M	S/M
45	Megaplaya 3	Sistema Agua Contra incendios	Tablero de control contra incendios	S/P	Manufacturas Eléctricas SA	S/p
46	Megaplaya 3	Sistema Agua Contra incendios	Red húmeda	60 PSI	S/M	S/M
47	Megaplaya 3	Grupo Electrónico	Tablero de transferencia automática	3x70 A	Manufacturas Eléctricas SA	S/M
48	Megaplaya 3	Grupo Electrónico	Grupo electrónico	25 KW	Onan Cummins	25DKF A
49	Megaplaya 3	Grupo Electrónico	Cargador de baterías	12 VDC	S/M	S/M
50	Megaplaya 3	Sistema de energía estabilizada	UPS 3KVA tipo Torre	3 KVA	Tridecom	HC3KV A
51	Megaplaya 3	Detección y alarma contra incendios	Panel centralizado convencional 6 zonas	06 zonas	Mircom	FA-106R
52	Megaplaya 3	Detección y alarma contra incendios	Detector de humo N° 01	S/P	Mircom	SD-4WP
53	Megaplaya 3	Detección y alarma contra incendios	Detector de humo N° 02	S/P	Mircom	SD-4WP
54	Megaplaya 3	Detección y alarma contra incendios	Detector de humo N° 03	S/P	Mircom	SD-4WP
55	Megaplaya 3	Detección y alarma contra incendios	Detector de humo N° 04	S/P	Mircom	SD-4WP
56	Megaplaya 3	Detección y alarma contra incendios	Estación manual N° 01	S/P	Mircom	MS-401U
57	Megaplaya 3	Detección y alarma contra incendios	Estación manual N° 02	S/P	Mircom	MS-401U
58	Megaplaya 3	Detección y alarma contra incendios	Estación manual N° 03	S/P	Mircom	MS-401U
59	Megaplaya 3	Detección y alarma contra incendios	Estación manual N° 04	S/P	Mircom	MS-401U
60	Megaplaya 3	Detección y alarma contra incendios	Estación manual N° 05	S/P	Mircom	MS-401U
61	Megaplaya 3	Detección y alarma contra incendios	Estación manual N° 06	S/P	Mircom	MS-401U
62	Megaplaya 3	Detección y alarma contra incendios	Estación manual N° 07	S/P	Mircom	MS-401U
63	Megaplaya 3	Detección y alarma contra incendios	Estación manual N° 08	S/P	Mircom	MS-401U
64	Megaplaya 3	Detección y alarma contra incendios	Luz estroboscópica N° 01	S/P	Mircom	FHS-340R
65	Megaplaya 3	Detección y alarma contra incendios	Luz estroboscópica N° 02	S/P	Mircom	FHS-340R
66	Megaplaya 3	Detección y alarma contra incendios	Luz estroboscópica N° 03	S/P	Mircom	FHS-340R
67	Megaplaya 3	Detección y alarma contra incendios	Luz estroboscópica N° 04	S/P	Mircom	FHS-340R
68	Megaplaya 3	Detección y alarma contra incendios	Luz estroboscópica N° 05	S/P	Mircom	FHS-340R
69	Megaplaya 3	Detección y alarma contra incendios	Luz estroboscópica N° 06	S/P	Mircom	FHS-340R
70	Megaplaya 3	Detección y alarma contra incendios	Luz estroboscópica N° 07	S/P	Mircom	FHS-340R
71	Megaplaya 3	Detección y alarma contra incendios	Luz estroboscópica N° 08	S/P	Mircom	FHS-340R
72	Megaplaya 3	Control de acceso vehicular	Dispensador de tickets ingreso N° 01	350 watts	Teratronik	KTIM
73	Megaplaya 3	Control de acceso vehicular	Validador de tickets salida N° 01	350 watts	Teratronik	KETV
74	Megaplaya 3	Control de acceso vehicular	Barrera ingreso N° 01	300 watts	Magnetic Autocontrol	MA-PK
75	Megaplaya 3	Control de acceso vehicular	Barrera salida N° 01	300 watts	Magnetic Autocontrol	MA-PK

Tabla 13
Lista de equipos de la playa de estacionamiento 4

Ítem	Tipo de playa	Sistema	Equipo	Potencia	Marca	Modelo
1	Megaplaya 4	Bombas alternadas de agua	Electrobomba N° 01	3.4 HP	Hidrostral	S/M
2	Megaplaya 4	Bombas alternadas de agua	Electrobomba N° 02	3.4 HP	Hidrostral	S/M
3	Megaplaya 4	Bombas alternadas de agua	Tablero eléctrico de control	S/P	S/M	S/M
4	Megaplaya 4	Bombas alternadas de pozo séptico	Electrobomba sumergible N° 01	2 HP	Hidrostral	S/M
5	Megaplaya 4	Bombas alternadas de pozo séptico	Electrobomba sumergible N° 02	2 HP	Hidrostral	S/M
6	Megaplaya 4	Bombas alternadas de pozo séptico	Tablero eléctrico de control	S/P	S/M	S/M
9	Megaplaya 4	Tableros eléctricos	Tablero eléctrico general	3x200 A	S/M	S/M
10	Megaplaya 4	Tableros eléctricos	Sub tablero de distribución N°01	3x100 A	S/M	S/M
11	Megaplaya 4	Tableros eléctricos	Sub tablero de distribución N°02	3x100 A	S/M	S/M
12	Megaplaya 4	Tableros eléctricos	Sub tablero de distribución N°03	3x100 A	S/M	S/M
13	Megaplaya 4	Tableros eléctricos	Sub tablero de distribución N°04	3x100 A	S/M	S/M
14	Megaplaya 4	Tableros eléctricos	Sub tablero de distribución N°05	3x100 A	S/M	S/M
15	Megaplaya 4	Sistema puesta a tierra	Pozo a tierra BT N° 01	< 5 OHM	S/M	S/M
16	Megaplaya 4	Sistema puesta a tierra	Pozo a tierra BT N° 02	< 5 OHM	S/M	S/M
17	Megaplaya 4	Sistema puesta a tierra	Pozo a tierra BT N° 03	< 5 OHM	S/M	S/M
18	Megaplaya 4	Sistema puesta a tierra	Pozo a tierra BT N° 04	< 5 OHM	S/M	S/M
19	Megaplaya 4	Sistema Agua Contra incendios	Electrobomba contra incendios	40 HP	Hidrostral	S/M
20	Megaplaya 4	Sistema Agua Contra incendios	Cisterna de agua contra incendios	43 m ³	S/M	S/M
21	Megaplaya 4	Sistema Agua Contra incendios	Electrobomba jockey	0.5 HP	S/M	S/M
22	Megaplaya 4	Sistema Agua Contra incendios	Tablero de control contra incendios	S/P	S/M	S/M
23	Megaplaya 4	Sistema Agua Contra incendios	Red húmeda	110 PSI	S/M	S/M
24	Megaplaya 4	Grupo Electrónico	Tablero de transferencia automática	3x150 A	S/M	S/M
25	Megaplaya 4	Grupo Electrónico	Grupo electrónico	122 KW	Perkins	MLS-122
26	Megaplaya 4	Grupo Electrónico	Cargador de baterías	12 VDC	S/M	S/M
27	Megaplaya 4	Detección y alarma contra incendios	Panel centralizado direccional 6 zonas	100 puntos	Simplex 4007ES	4007 ES
28	Megaplaya 4	Detección y alarma contra incendios	Detector de humo N° 01	24 VDC	Simplex 4098	4098-9714
29	Megaplaya 4	Detección y alarma contra incendios	Detector de humo N° 02	24 VDC	Simplex 4098	4098-9714
30	Megaplaya 4	Detección y alarma contra incendios	Detector de humo N° 03	24 VDC	Simplex 4098	4098-9714
31	Megaplaya 4	Detección y alarma contra incendios	Detector de humo N° 04	24 VDC	Simplex 4098	4098-9714
32	Megaplaya 4	Detección y alarma contra incendios	Estación manual N° 01	S/P	Simplex 2099 9754	2099-9754
33	Megaplaya 4	Detección y alarma contra incendios	Estación manual N° 02	S/P	Simplex 2099 9754	2099-9754
34	Megaplaya 4	Detección y alarma contra incendios	Estación manual N° 03	S/P	Simplex 2099 9754	2099-9754
35	Megaplaya 4	Detección y alarma contra incendios	Estación manual N° 04	S/P	Simplex 2099 9754	2099-9754
36	Megaplaya 4	Detección y alarma contra incendios	Estación manual N° 05	S/P	Simplex 2099 9754	2099-9754

37	Megaplaya 4	Detección y alarma contraincendios	Estación manual N° 06	S/P	Simplex 2099 9754	2099-9754
38	Megaplaya 4	Detección y alarma contraincendios	Estación manual N° 07	S/P	Simplex 2099 9754	2099-9754
39	Megaplaya 4	Detección y alarma contraincendios	Estación manual N° 08	S/P	Simplex 2099 9754	2099-9754
40	Megaplaya 4	Detección y alarma contraincendios	Estación manual N° 09	S/P	Simplex 2099 9754	2099-9754
41	Megaplaya 4	Detección y alarma contraincendios	Estación manual N° 10	S/P	Simplex 2099 9754	2099-9754
42	Megaplaya 4	Detección y alarma contraincendios	Estación manual N° 11	S/P	Simplex 2099 9754	2099-9754
43	Megaplaya 4	Detección y alarma contraincendios	Estación manual N° 12	S/P	Simplex 2099 9754	2099-9754
44	Megaplaya 4	Detección y alarma contraincendios	Luz estroboscópica N° 01	24 VDC	Simplex 4906 9127	4906-9127
45	Megaplaya 4	Detección y alarma contraincendios	Luz estroboscópica N° 02	24 VDC	Simplex 4906 9127	4906-9127
46	Megaplaya 4	Detección y alarma contraincendios	Luz estroboscópica N° 03	24 VDC	Simplex 4906 9127	4906-9127
47	Megaplaya 4	Detección y alarma contraincendios	Luz estroboscópica N° 04	24 VDC	Simplex 4906 9127	4906-9127
48	Megaplaya 4	Detección y alarma contraincendios	Luz estroboscópica N° 05	24 VDC	Simplex 4906 9127	4906-9127
49	Megaplaya 4	Detección y alarma contraincendios	Luz estroboscópica N° 06	24 VDC	Simplex 4906 9127	4906-9127
50	Megaplaya 4	Detección y alarma contraincendios	Luz estroboscópica N° 07	24 VDC	Simplex 4906 9127	4906-9127
51	Megaplaya 4	Detección y alarma contraincendios	Luz estroboscópica N° 08	24 VDC	Simplex 4906 9127	4906-9127
52	Megaplaya 4	Detección y alarma contraincendios	Luz estroboscópica N° 09	24 VDC	Simplex 4906 9127	4906-9127
53	Megaplaya 4	Detección y alarma contraincendios	Luz estroboscópica N° 10	24 VDC	Simplex 4906 9127	4906-9127
54	Megaplaya 4	Detección y alarma contraincendios	Luz estroboscópica N° 11	24 VDC	Simplex 4906 9127	4906-9127
55	Megaplaya 4	Detección y alarma contraincendios	Luz estroboscópica N° 12	24 VDC	Simplex 4906 9127	4906-9127
56	Megaplaya 4	Control de acceso vehicular	Dispensador de tickets ingreso N° 01	350 watts	Teratronik	KTIM
57	Megaplaya 4	Control de acceso vehicular	Dispensador de tickets ingreso N° 02	350 watts	Teratronik	KTIM
58	Megaplaya 4	Control de acceso vehicular	Validador de tickets salida N° 01	350 watts	Teratronik	KETV
59	Megaplaya 4	Control de acceso vehicular	Validador de tickets salida N° 02	350 watts	Teratronik	KETV
60	Megaplaya 4	Control de acceso vehicular	Barrera ingreso N° 01	300 watts	Magnetic Autocontrol	MA-PK
61	Megaplaya 4	Control de acceso vehicular	Barrera ingreso N° 02	300 watts	Magnetic Autocontrol	MA-PK
62	Megaplaya 4	Control de acceso vehicular	Barrera salida N° 01	300 watts	Magnetic Autocontrol	MA-PK
63	Megaplaya 4	Control de acceso vehicular	Barrera salida N° 02	300 watts	Magnetic Autocontrol	MA-PK

3.2.2. Listado de componentes de los equipos de las playas de estacionamiento

Solo podemos garantizar el correcto funcionamiento del sistema, si los elementos que lo conforman cumplen su función. A continuación, se elaboró la lista de los componentes de cada sistema instalado en las playas de estacionamiento.

Tabla 14

Lista de componente de los equipos de las playas de estacionamiento

Ítem	Tipo de playa	Sistema	Equipo	Sub equipo	Componentes mantenibles	Parte
1	Megaplaya	Ventilación mecánica - extracción CO	Motor eléctrico N° 01	Motor de corriente alterna	Carcasa Estator Rotor Rodamiento	Carcasa Eje Bobinado Rodamiento Placa de características Estator Rotor Ventilador
2	Megaplaya	Ventilación mecánica extracción CO	Motor eléctrico N° 02	Motores de corriente alterna	Carcasa Estator Rotor Rodamiento	Carcasa Eje Bobinado Rodamiento Placa de características Estator Rotor Ventilador
3	Megaplaya	Ventilación mecánica extracción CO	Centrífugo N° 01	Centrífugo con rodete de pala radial Centrífugo con rodete de álabes adelantado Centrífugo con rodete de pala atrasada	Freno Rotor Control de velocidad Tacómetro	Gabinete o cámara Rotor Porta muestras Base Tacómetro Interruptor de encendido Marcador de tiempo Freno Control de velocidad
4	Megaplaya	Ventilación mecánica extracción CO	Centrífugo N° 02	-Centrífugo con rodete de pala radial -Centrífugo con rodete de álabes adelantado -Centrífugo con rodete de pala atrasada	Freno Rotor Control de velocidad Tacómetro	Gabinete o cámara Rotor Porta muestras Base Tacómetro Interruptor de encendido Marcador de tiempo Freno Control de velocidad
5	Megaplaya	Ventilación mecánica extracción CO	Variador de velocidad N° 01	-Variador de velocidad de eléctrico-electrónico	Circuito rectificador Circuito intermedio Inversor Circuito de control	Circuito rectificador Circuito intermedio Inversor Circuito de control
6	Megaplaya	Ventilación mecánica extracción CO	Variador de velocidad N° 02	-Variador de velocidad de eléctrico-electrónico	Circuito rectificador Circuito intermedio Inversor Circuito de control	Circuito rectificador Circuito intermedio Inversor Circuito de control
7	Megaplaya	Ventilación mecánica extracción CO	Sensor de CO N° 01	Sensor de CO 100 PPM	Entrada de alimentación entre 12 y 24VDC Relé de salida con contactos libres de tensión Indicador acústico intermitente LED verde/amarilla fallo sensor Indicador acústico intermitente Pulsador de TEST manual	Módulo de seguridad Entrada de alimentación entre 12 y 24VDC Relé de salida con contactos libres de tensión Indicador acústico intermitente LED verde/amarilla fallo sensor LED rojo indicador de alarma Pulsador de TEST manual Carcasa ABS Soporte de pared
8	Megaplaya	Ventilación mecánica	Sensor de CO N° 02	Sensor de CO 100 PPM	Entrada de alimentación	Módulo de seguridad

		extracción CO			entre 12 y 24VDC Relé de salida con contactos libres de tensión Indicador acústico intermitente Pulsador de TEST manual	Entrada de alimentación entre 12 y 24VDC Relé de salida con contactos libres de tensión Indicador acústico intermitente LED verde/amarilla fallo sensor LED rojo indicador de alarma Pulsador de TEST manual Carcasa ABS Soporte de pared
9	Megaplaya	Ventilación mecánica extracción CO	Sensor de CO N° 03	Sensor de CO 100 PPM	Entrada de alimentación entre 12 y 24VDC Relé de salida con contactos libres de tensión Indicador acústico intermitente Pulsador de TEST manual	Módulo de seguridad Entrada de alimentación entre 12 y 24VDC Relé de salida con contactos libres de tensión Indicador acústico intermitente LED verde/amarilla fallo sensor LED rojo indicador de alarma Pulsador de TEST manual Carcasa ABS Soporte de pared
10	Megaplaya	Ventilación mecánica extracción CO	Sensor de CO N° 04	Sensor de CO 100 PPM	Entrada de alimentación entre 12 y 24VDC Relé de salida con contactos libres de tensión Indicador acústico intermitente Pulsador de TEST manual	Módulo de seguridad Entrada de alimentación entre 12 y 24VDC Relé de salida con contactos libres de tensión Indicador acústico intermitente LED verde/amarilla fallo sensor LED rojo indicador de alarma Pulsador de TEST manual Carcasa ABS Soporte de pared
11	Megaplaya	Ventilación mecánica extracción CO	Sensor de CO N° 05	Sensor de CO 100 PPM	Entrada de alimentación entre 12 y 24VDC Relé de salida con contactos libres de tensión Indicador acústico intermitente Pulsador de TEST manual	Módulo de seguridad Entrada de alimentación entre 12 y 24VDC Relé de salida con contactos libres de tensión Indicador acústico intermitente LED verde/amarilla fallo sensor LED rojo indicador de alarma Pulsador de TEST manual Carcasa ABS Soporte de pared
12	Megaplaya	Ventilación mecánica extracción CO	Sensor de CO N° 06	Sensor de CO 100 PPM	Entrada de alimentación entre 12 y 24VDC Relé de salida con contactos libres de tensión Indicador acústico intermitente Pulsador de TEST manual	Módulo de seguridad Entrada de alimentación entre 12 y 24VDC Relé de salida con contactos libres de tensión Indicador acústico intermitente LED verde/amarilla fallo sensor LED rojo indicador de alarma Pulsador de TEST manual Carcasa ABS Soporte de pared
13	Megaplaya	Ventilación mecánica extracción CO	Sensor de CO N° 07	Sensor de CO 100 PPM	Entrada de alimentación entre 12 y 24VDC Relé de salida con contactos libres de tensión	Módulo de seguridad Entrada de alimentación entre 12 y 24VDC Relé de salida con contactos libres de tensión Indicador acústico intermitente LED verde/amarilla fallo sensor

					Indicador acústico intermitente Pulsador de TEST manual	LED rojo indicador de alarma Pulsador de TEST manual Carcasa ABS Soporte de pared
14	Megaplaya	Ventilación mecánica extracción CO	Sensor de CO N° 08	Sensor de CO 100 PPM	Entrada de alimentación entre 12 y 24VDC Relé de salida con contactos libres de tensión Indicador acústico intermitente Pulsador de TEST manual	Módulo de seguridad Entrada de alimentación entre 12 y 24VDC Relé de salida con contactos libres de tensión Indicador acústico intermitente LED verde/amarilla fallo sensor LED rojo indicador de alarma Pulsador de TEST manual Carcasa ABS Soporte de pared
15	Megaplaya	Bombas alternadas de agua	Electrobomba N° 01	Electrobomba centrífuga Electrobomba periférica	Caja de rodamiento Rodete Rodamientos axiales Voluta Venteo	Caja de rodamiento Rodete Rodamientos axiales Voluta Venteo Entrada de agua Salida de agua Drenaje Álabes Sello mecánico Caja de sellos
16	Megaplaya	Bombas alternadas de agua	Electrobomba N° 02	Electrobomba centrífuga Electrobomba periférica	Caja de rodamiento Rodete Rodamientos axiales Voluta Venteo	Caja de rodamiento Rodete Rodamientos axiales Voluta Venteo Entrada de agua Salida de agua Drenaje Álabes Sello mecánico Caja de sellos
17	Megaplaya	Bombas alternadas de agua	Tablero eléctrico de control	Conductor eléctrico	Protección eléctrica Accionamiento de las bombas Entrada de alimentación trifásica con neutro y tierra Salida trifásica a bomba 1 Salida trifásica a bomba 2 Entrada de cables del automático del tanque cisterna Entrada de cables del automático del tanque de reserva	Protección eléctrica Accionamiento de las bombas Entrada de alimentación trifásica con neutro y tierra Salida trifásica a bomba 1 Salida trifásica a bomba 2 Entrada de cables del automático del tanque cisterna Entrada de cables del automático del tanque de reserva Tapa protectora e identificada
18	Megaplaya	Bombas alternadas de pozo séptico	Electrobomba sumergible N° 01	Electrobomba centrífuga Electrobomba periférica	Caja de rodamiento Rodete Rodamientos axiales Voluta Venteo	Caja de rodamiento Rodete Rodamientos axiales Voluta Venteo Entrada de agua Salida de agua Drenaje Álabes Visor Sello mecánico Caja de sellos

19	Megaplaya	Bombas alternadas de pozo séptico	Electrobomba sumergible N° 02	Electrobomba centrífuga Electrobomba periférica	Caja de rodamiento Rodete Rodamientos axiales Voluta Venteo	Caja de rodamiento Rodete Rodamientos axiales Entrada de agua Salida de agua Drenaje Álabes Sello mecánico Caja de sellos
20	Megaplaya	Bombas alternadas de pozo séptico	Tablero eléctrico de control	Conductor eléctrico	Protección eléctrica Accionamiento de las bombas Entrada de alimentación trifásica con neutro y tierra Salida trifásica a bomba 1 Salida trifásica a bomba 2 Entrada de cables del automático del tanque cisterna Entrada de cables del automático del tanque de reserva	Protección eléctrica Accionamiento de las bombas Entrada de alimentación trifásica con neutro y tierra Salida trifásica a bomba 1 Salida trifásica a bomba 2 Entrada de cables del automático del tanque cisterna Entrada de cables del automático del tanque de reserva Tapa protectora e identificada
21	Megaplaya	Bombeo de riego	Electrobomba N° 01	Electrobomba centrífuga Electrobomba periférica	Caja de rodamiento Rodete Rodamientos axiales Voluta Venteo	Caja de rodamiento Rodete Rodamientos axiales Voluta Entrada de agua Salida de agua Drenaje Álabes Sello mecánico Caja de sellos
22	Megaplaya	Bombeo de riego	Tablero eléctrico de control	Conductor eléctrico	Protección eléctrica Accionamiento de las bombas Entrada de alimentación trifásica con neutro y tierra Salida trifásica a bomba 1 Salida trifásica a bomba 2 Entrada de cables del automático del tanque cisterna Entrada de cables del automático del tanque de reserva	Protección eléctrica Accionamiento de las bombas Entrada de alimentación trifásica con neutro y tierra Salida trifásica a bomba 1 Salida trifásica a bomba 2 Entrada de cables del automático del tanque cisterna Entrada de cables del automático del tanque de reserva Tapa protectora e identificada
23	Megaplaya	Sub estación	Celda de remonte	Celda de remonte de media tensión	Celda de línea Celda de protección con fusible Celda de protección con interruptor automático Celda de remonte	Celda de línea Celda de protección con fusible Celda de protección con interruptor automático Celda de remonte Celda de seccionamiento pasante Celda de medida

					Celda de seccionamiento pasante	
24	Megaplaya	Sub estación	Celda de salida	Celda de salida de media tensión	Indicador de posición para el interruptor Indicador de posición para el seccionador de tierra Socket para operación manual Socket para operación manual del seccionador de tierra Interruptor ND	Componente de control Indicador de posición para el interruptor Indicador de posición para el seccionador de tierra Socket para operación manual Socket para operación manual del seccionador de tierra Interruptor ND Placas de restricciones Pulsador de apertura motorizada
25	Megaplaya	Sub estación	Transformador de potencia	Transformador de potencia trifásico	Indicador de nivel Depósito de expansión Pasa-tapas de entrada Pasa-tapas de salida Mando conmutador	Indicador de nivel Depósito de expansión Pasa-tapas de entrada Pasa-tapas de salida Mando conmutador Grifo de llenado Placa de características
26	Megaplaya	Tableros eléctricos	Tablero eléctrico general	Tipo Nab	Interruptor termo magnético Interruptor diferencial Borneras Cable canal Seccionadora porta fusible	Interruptor termo magnético Interruptor diferencial Borneras Cable canal Seccionadora porta fusible Pilotos luminosos Pulsadores Para de emergencia
27	Megaplaya	Tableros eléctricos	Sub tablero de distribución N°01	Sub tablero de distribución 3x125A	Medidor de eléctrico Tablero de distribución Circuitos	Medidor de eléctrico Tablero de distribución Iluminación Palancas Circuitos
28	Megaplaya	Tableros eléctricos	Sub tablero de distribución N°02	Sub tablero de distribución 3x125A	Medidor de eléctrico Tablero de distribución Circuitos	Medidor de eléctrico Tablero de distribución Iluminación Palancas Circuitos
29	Megaplaya	Tableros eléctricos	Sub tablero de distribución N°03	Sub tablero de distribución 3x125A	Medidor de eléctrico Tablero de distribución Circuitos	Medidor de eléctrico Tablero de distribución Iluminación Palancas Circuitos
30	Megaplaya	Tableros eléctricos	Sub tablero de distribución N°04	Sub tablero de distribución 3x125A	Medidor de eléctrico Tablero de distribución Circuitos	Medidor de eléctrico Tablero de distribución Toma Corrientes Iluminación Palancas Circuitos
31	Megaplaya	Sistema puesta a tierra	Pozo a tierra MT	Pozo a tierra MT < 5 OHM	Espiral Conector de presión de cobre Cable desnudo	Espiral Conector de presión de cobre Cable desnudo Electrodos Tierra de cultivo Tapa de concreto armado Tubería de PVC Varilla de cobre Dosis química

32	Megaplaya	Sistema puesta a tierra	Pozo a tierra BT N° 01	Pozo a tierra BT < 5 OHM	Bornes de puesta a tierra Conductor de tierra Línea principal de tierra Toma de tierra	Bornes de puesta a tierra Conductor de tierra Línea principal de tierra Conductor de protección Conductor de uniones equipo tensionales Toma de tierra
33	Megaplaya	Sistema puesta a tierra	Pozo a tierra BT N° 02	Pozo a tierra BT < 5 OHM	Bornes de puesta a tierra Conductor de tierra Línea principal de tierra Toma de tierra	Bornes de puesta a tierra Conductor de tierra Línea principal de tierra Conductor de protección Conductor de uniones equipo tensionales Toma de tierra
34	Megaplaya	Sistema puesta a tierra	Pozo a tierra BT N° 03	Pozo a tierra BT < 5 OHM	Bornes de puesta a tierra Conductor de tierra Línea principal de tierra Toma de tierra	Bornes de puesta a tierra Conductor de tierra Línea principal de tierra Conductor de protección Conductor de uniones equipo tensionales Toma de tierra
35	Megaplaya	Sistema Agua Contra incendios	Motobomba contra incendios	Motobomba 172 HP	Caja de rodamiento Rodete Rodamientos axiales Voluta Venteo	Caja de rodamiento Rodete Rodamientos axiales Entrada de agua Salida de agua Drenaje Álabes Sello mecánico Caja de sellos
36	Megaplaya	Sistema Agua Contra incendios	Cisterna de agua contra incendios	Cisterna de agua contra incendios 300 m3	Bomba vertical Filtro Tazones con impulsores	Bomba vertical Nivel de agua Filtro Tazones con impulsores
37	Megaplaya	Sistema Agua Contra incendios	Electrobomba jockey	Electrobomba centrífuga	Caja de rodamiento Rodete Rodamientos axiales Voluta Venteo	Caja de rodamiento Rodete Rodamientos axiales Entrada de agua Salida de agua Drenaje Álabes Sello mecánico Caja de sellos
38	Megaplaya	Sistema Agua Contra incendios	Tablero de control contra incendios	Tablero de control contra incendios I	Elementos de detención de la presión en la línea de presión Base soporte del piso Panel de operación y control Alarma sonora Doble protección eléctrica	Manilla de manejo de emergencia Elementos de detención de la presión en la línea de presión Base soporte del piso Panel de operación y control Alarma sonora Doble protección eléctrica Bomba principal motor eléctrico Bomba auxiliar
39	Megaplaya	Grupo Electrónico	Tablero de transferencia automática	Tablero de transferencia automática 3x100	Control eléctrico Relevador inteligente	Control eléctrico Controlador de transferencia
40	Megaplaya	Grupo Electrónico	Grupo Electrónico	Grupo electrónico 150 KW	Motor Regulador de motor Sistema eléctrico del motor Sistema de refrigeración Alternador	Motor Regulador de motor Sistema eléctrico del motor Sistema de refrigeración Alternador Depósito de combustible y bancada Silenciador y sistema de escape
41	Megaplaya	Sistema de energía estabilizada	Sub tablero de distribución ET (energía estabilizada)	Sub tablero de distribución 300A	Medidor de eléctrico Tablero de distribución	Medidor de eléctrico Tablero de distribución Iluminación Palancas

					Circuitos	Circuitos
42	Megaplaya	Detección y alarma contraincendios	Panel centralizado convencional	Panel centralizado convencional 6 zonas	Dispositivo de iniciación Dispositivo audible y visual Batería Dispositivo de control	Panel de control Dispositivo de iniciación Dispositivo audible y visual Batería Dispositivo de control Estaciones manuales Detectores de calor Fuente de calor Bobina y estrobos
43	Megaplaya	Detección y alarma contraincendios	Detector de humo N° 01	Detector de humo convencional	Célula foto eléctrica Receptor de luz	Fuente de luz Laberinto 2-4% humo Receptor de luz Célula foto eléctrica Rayo de luz reflejado
44	Megaplaya	Detección y alarma contraincendios	Detector de humo N° 02	Detector de humo convencional	Célula foto eléctrica Receptor de luz	Fuente de luz Laberinto 2-4% humo Receptor de luz Célula foto eléctrica Rayo de luz reflejado
45	Megaplaya	Detección y alarma contraincendios	Detector de humo N° 03	Detector de humo convencional	Célula foto eléctrica Receptor de luz	Fuente de luz Laberinto 2-4% humo Receptor de luz Célula foto eléctrica Rayo de luz reflejado
46	Megaplaya	Detección y alarma contraincendios	Detector de humo N° 04	Detector de humo convencional	Célula foto eléctrica Receptor de luz	Fuente de luz Laberinto 2-4% humo Receptor de luz Célula foto eléctrica Rayo de luz reflejado
47	Megaplaya	Detección y alarma contraincendios	Detector de humo N° 05	Detector de humo convencional	Célula foto eléctrica Receptor de luz	Fuente de luz Laberinto 2-4% humo Receptor de luz Célula foto eléctrica Rayo de luz reflejado
48	Megaplaya	Detección y alarma contraincendios	Detector de humo N° 06	Detector de humo convencional	Célula foto eléctrica Receptor de luz	Fuente de luz Laberinto 2-4% humo Receptor de luz Célula foto eléctrica Rayo de luz reflejado
49	Megaplaya	Control de acceso vehicular	Dispensador de tickets ingreso N° 01	Dispensador de tickets ingreso 350 watts	Modulo THSP Tarjeta principal	Cabezal de impresión térmica Cutter Display
50	Megaplaya	Control de acceso vehicular	Dispensador de tickets ingreso N° 02	Dispensador de tickets ingreso 350 watts	Modulo THSP Tarjeta principal	Cabezal de impresión térmica Cutter Display
51	Megaplaya	Control de acceso vehicular	Dispensador de tickets ingreso N° 03	Dispensador de tickets ingreso 350 watts	Modulo THSP Tarjeta principal	Cabezal de impresión térmica Cutter Display
52	Megaplaya	Control de acceso vehicular	Cajeros automáticos	Cajeros automáticos 3120	Bill to Bill Modulo NRI	Hopper POS visa Cassette scrow Display Teclado numérico Fuente de alimentación Tarjeta I/O

En función de la tabla anterior, se detecta que en la playa de estacionamiento del tipo Mega playa, se cuantifican 51 equipos, en donde se consideran los motores eléctricos, centrífugos, variadores de velocidad, sensores, electrobomba, electrobomba sumergible,

tablero eléctrico de control, celda de remonte, celda de salida, transformador de potencia, tablero eléctrico general, sub tableros de distribución, pozo a tierra MT, pozos a tierra BT, motobomba contraincendios, cisterna de agua contraincendios, electrobomba jockey, tablero de control contraincendios y control de acceso vehicular

Así mismo, red húmeda, tablero de transferencia automática, grupo electrógeno, cargador de baterías, UPS 6KVA online tipo Torre, sub tablero de distribución ET (energía estabilizada), panel centralizado convencional 6 zonas y detectores de humo, las estaciones manuales, luces estroboscópicas, dispensadores de tickets ingreso, validadores de tickets salida y cajeros de pago automático.

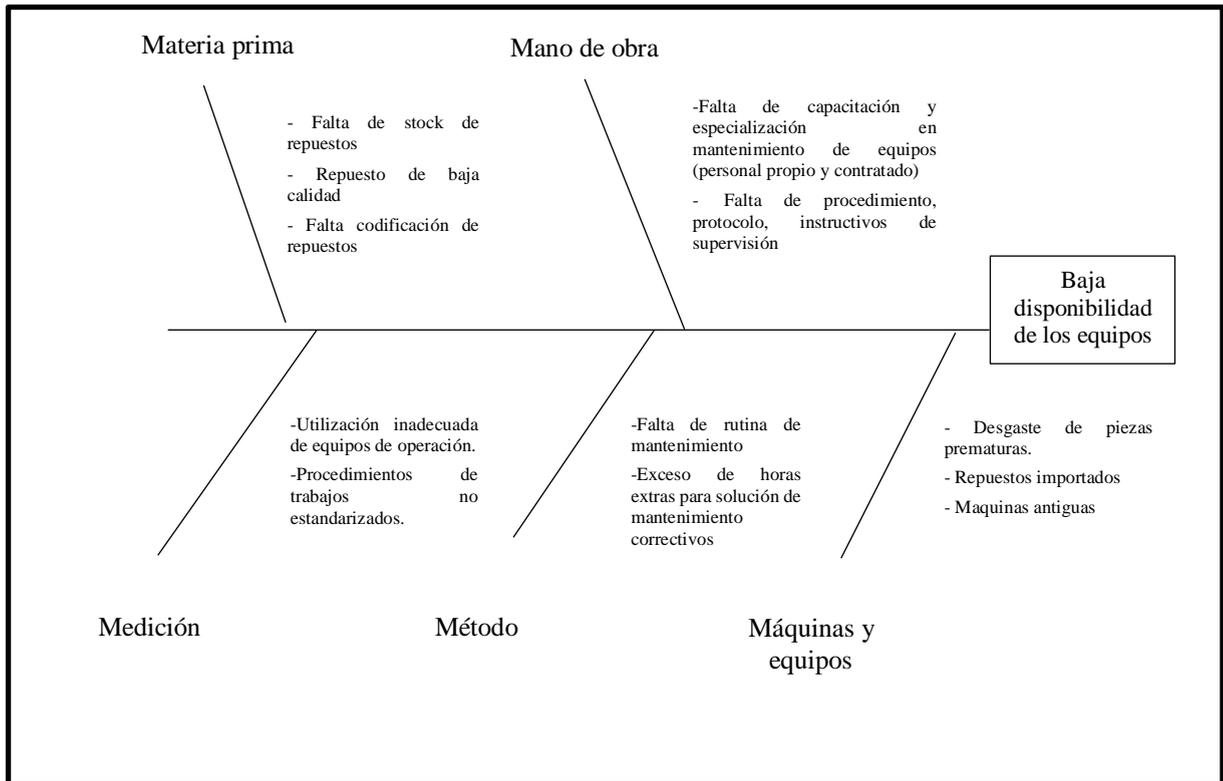
3.2.3. Determinación de fallas funcionales y técnicas

3.2.3.1. Determinación de modos de falla (AMFE- Análisis de modos de fallas y efectos)

En el siguiente diagrama causa efecto, se muestran las variables que influyen en la baja disponibilidad mecánica de los equipos en las playas de estacionamiento como se muestra a continuación:

Figura 8.

Diagrama de Ishikawa en de baja disponibilidad de los equipos en las playas de estacionamiento



En función de la problemática relacionada a la baja disponibilidad de los equipos, en donde se detectan excesos de horas en la corrección de fallas, no existe una rutina de mantenimiento, asimismo, se percibe un uso inadecuado de equipos, existe falta de inspección, falta de capacitación y especialización en mantenimiento de equipos, vida útil de los equipos obsoleta, procedimientos de trabajos no estandarizados y falta de repuestos para llevar a cabo las actividades de mantenimiento en las playas de estacionamiento.

En función de la problemática relacionada a la baja disponibilidad de los equipos, en donde se detectan excesos de horas en la corrección de fallas, no existe una rutina de mantenimiento, así mismo, se percibe un uso inadecuada de equipos, existe falta de inspección, falta de capacitación y especialización en mantenimiento de equipos, vida útil de

los equipos obsoleta, procedimientos de trabajos no estandarizados y falta de repuestos para llevar a cabo las actividades de mantenimiento en las playas de estacionamiento a continuación se presenta la matriz de vester, considerando las causas de devolución de productos, como se muestra:

Tabla 15

Matriz vester de la baja disponibilidad de los equipos en las playas de estacionamiento

Ítem	Causas de baja Disponibilidad de equipos	Código	C01	C02	C03	C04	C05	C06	C07	C08	C09	C10	C11	C12	Puntaje
1	Exceso de horas extras para solución de mantenimientos correctivos	C01	0	4	4	4	1	1	1	3	2	1	0	4	25
2	Falta de rutina de mantenimiento	C02	1	0	2	4	2	1	0	1	4	2	4	2	23
3	Falta de capacitación y especialización en mantenimiento de equipos (personal propio y contratado)	C03	0	0	0	3	1	0	1	4	3	1	0	4	17
4	Falta de procedimientos, protocolos e instructivos de supervisión	C04	3	4	4	0	0	0	0	3	3	0	0	3	20
5	Falta de stock de repuestos	C05	0	0	3	0	0	4	2	0	3	2	2	2	18
6	Repuestos de baja calidad	C06	0	0	4	0	2	0	0	0	3	1	3	0	13
7	Falta codificación de repuestos	C07	0	0	4	0	3	2	0	0	0	0	3	0	12
8	Utilización inadecuada de equipos de operación	C08	0	4	4	3	0	1	0	0	4	2	1	2	21
9	Procedimientos de trabajos no estandarizados	C09	0	1	4	4	0	0	0	1	0	0	0	3	13
10	Desgaste de piezas prematuras	C10	0	3	4	2	1	4	1	2	1	0	0	1	19
11	Repuestos importados	C11	0	0	1	1	3	2	0	0	2	1	0	1	11
12	Maquinarias antiguas	C12	0	0	4	4	2	1	0	4	3	0	0	0	18

En función de la tabla anterior, en donde se detecta que la principal problemática se relaciona con el exceso de horas para la corrección de fallas, y posteriormente la falta de rutina de mantenimiento, lo cual, permitió construir el listado de causas de baja disponibilidad, que se muestra continuación y que permite la construcción del diagrama de pareto:

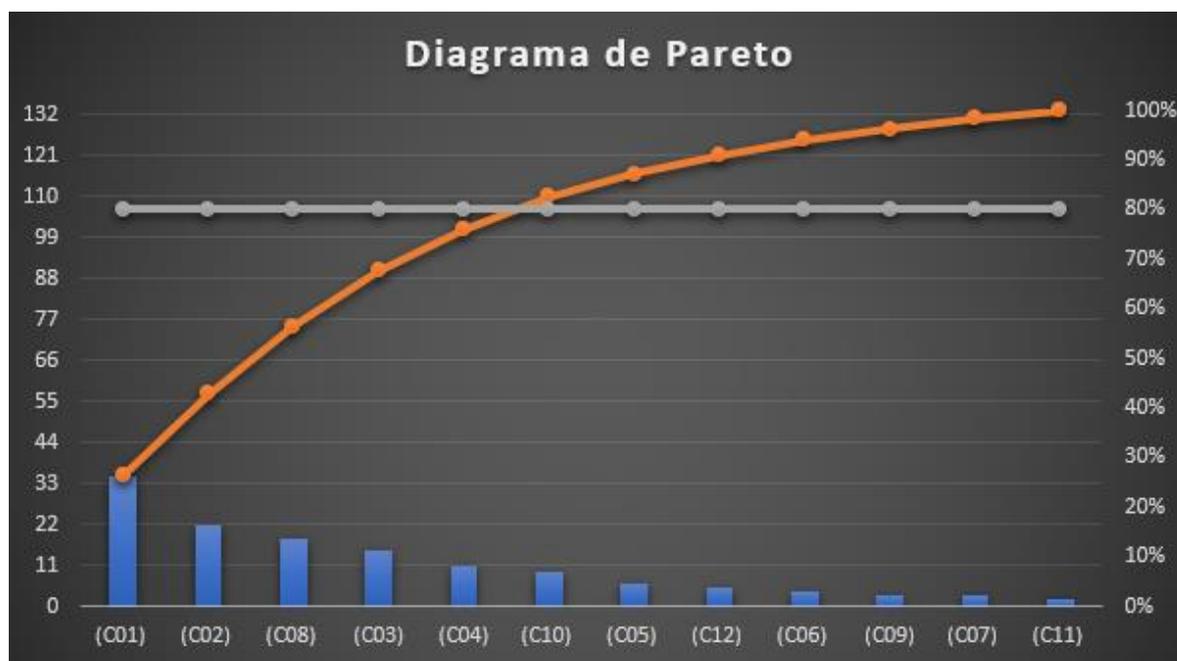
Tabla 16

Listado de causas de baja disponibilidad de los equipos en las playas de estacionamiento

Descripción	Código	Frecuencia	Frecuencia acumulada	Porcentaje	Acumulado
Exceso de horas extras para solución de mantenimientos correctivos	(C01)	35	35	26%	26%
Falta de rutina de mantenimiento	(C02)	22	57	17%	43%
Utilización inadecuada de equipos de operación	(C08)	18	75	14%	56%
Falta de capacitación y especialización en mantenimiento de equipos (personal propio y contratado)	(C03)	15	90	11%	68%
Falta de procedimientos, protocolos e instructivos de supervisión	(C04)	11	101	8%	76%
Procedimientos de trabajos no estandarizados	(C10)	9	110	7%	83%
Falta de stock de repuestos	(C05)	6	116	5%	87%
Maquinarias antiguas	(C12)	5	121	4%	91%
Repuestos de baja calidad	(C06)	4	125	3%	94%
Desgaste de piezas prematuras	(C09)	3	128	2%	96%
Falta codificación de repuestos	(C07)	3	131	2%	98%
Repuestos importados	(C11)	2	133	2%	100%
		133		100%	

Figura 9.

Diagrama de Pareto relacionado a la baja disponibilidad de los equipos en las playas de estacionamiento



En función de lo mencionado anteriormente, permitió llevar a cabo una propuesta de AMFE, considerando los siguientes valores mostrados en la siguiente tabla:

Tabla 17

Ponderación de IPR en las playas de estacionamiento

IPR= Gravedad*Frecuencia*Detectabilidad	
500-1000	Alto riesgo de falla
125-499	Riesgo de falla medio
1-124	Riego de falla bajo
0	No existe riesgo de falla

A continuación, se presenta la propuesta de AMFE para el mantenimiento de los equipos en las playas de estacionamiento en el 2021:

Tabla 18
Matriz de sistema AMFE de los equipos en las playas de estacionamiento en el 2021

SISTEMA	FALLA FUNCIONAL	COD	MODO DE FALLA	CAUSAS DE LA FALLA	ACCIÓN CORRECTIVA	RESPONSABLE	G	F	D	IP R	
MOTOR, falla mecánica recalentamiento del motor por funcionar en modo manual	No bombeo líquido por fusible cerámico averiado	AM 001	Fusible cerámico	Mal funcionamiento del equipo	Capacitación	Técnico de mto.	5	4	3	60	
				Mala operación	Combinar experiencia profesional	Técnico de mto	4	5	4	80	
				Presión excesiva de aceite	Capacitación del funcionamiento delMotor	Técnico de mto.	6	6	2	72	
			Pérdida de potencia del motor	Fugas y sellos	Capacitación del funcionamiento delMotor	Técnico de mto	7	6	2	84	
				Mal mantenimiento	Inspecciones diarias.	Técnico de mto.	7	3	4	84	
				Medidor de combustible	Sensor de presión de combustible defectuoso	Capacitación del funcionamiento del Sistema de	Técnico de mto	7	5	2	70
					Mala Operación	Combinar experiencia profesional	Técnico de mto.	5	4	2	40
SISTEMA DE COMBUSTIBLE falla mecánica en el tanque de la motobomba	Bajo presión de combustible	AM 002	Reducción de la potencia del equipo	Válvula reguladora de lapresión de Combustible	Capacitación del funcionamiento del Sistema de Combustible	Técnico de mto	6	6	2	72	
				Filtros obstruidos, filtros de combustible sucio y obstruidos	Capacitación del funcionamiento del Sistema de Combustible	Técnico de mto.	5	8	2	80	
			Mal mantenimiento	Inspecciones diarias.	Técnico de mto	4	6	3	72		
			Bloqueo salida de la bomba	Capacitación del funcionamiento de la bomba	Técnico de mto.	6	5	2	60		
			Pérdida de potencia del Motor	Válvula check inoperativa	Capacitación del funcionamiento de la bomba	Técnico de mto	6	5	3	90	
Bomba defectuosa	Capacitación del funcionamiento de la bomba	Técnico de mto.		5	5	3	75				

Bomba contraincendios	Sistema despresurizado	AM 004	Falta de presión	Mala Operación	Combinar experiencia profesional y capacitar al operador	Técnico de mtto	5	6	2	60
				Fuga de agua en tubería	Combinar experiencia profesional y capacitar al operador	Técnico de mtto.	2	5	7	70
				Tapa del radiador y termostato defectuosos	Capacitación del funcionamiento del Sistema de presión del sistema	Técnico de mtto	3	6	5	90
				Mal mantenimiento	Inspecciones diarias.	Técnico de mtto.	2	5	6	60
SISTEMA ELÉCTRICO falla eléctrica	Desconexión de cable y desconexión de interruptor	AM 008	Perdida de voltaje en el sistema eléctrico	Mal mantenimiento	Inspecciones diarias	Personal especializado	6	5	3	70

En función de la implementación del RCM, se deduce que existe un riesgo de falla bajo dado que los valores de IPR oscilan entre 60 y 90 puntos, por lo que se designaron al técnico de mantenimiento para garantizar el buen funcionamiento de las playas de estacionamiento 1,2,3, y 4, en donde se incluyen acciones correctivas de las fallas, la capacitación, la combinación de la experiencia profesional, la capacitación del funcionamiento de los equipos, inspecciones diarias, capacitación del funcionamiento del sistema de combustible, y capacitación del funcionamiento de la bomba y sistemas eléctricos. Así mismo, se propone un plan de capacitación para el personal técnico y operario, como se muestra a continuación:

Tabla 19

Plan de capacitación para el mantenimiento de los equipos en las playas de estacionamiento en el 2021

Descripción	Temática	Aporte	Responsable	Duración
Tema I: Estrategias de mantenimiento	-Tipos de tareas de mantenimiento preventivo	-Permite basar al mantenimiento en la estrategia correctiva, sistemática, alta disponibilidad y alta disponibilidad y fiabilidad	RRHH- Personal especializado	8 horas
Tema II: Plan de mantenimiento basado en la metodología RCM	-Codificación de los equipos -Determinación de fallas técnicas y fallas funcionales -Fracasos en la implementación de proyectos de mantenimiento basado en el RCM -Equipos requeridos para la implementación de la metodología RCM	-Permite al personal conocer las posible incertidumbre que se pueden suscitar en el proceso de implementación de la metodología RCM -Permite al personal desarrollar habilidad para el manejo y mantenimiento del equipo.	RRHH- Personal especializado	12 horas
Tema III: Las paradas planificadas	-Revisión de las paradas sistemáticas planificadas -Revisión de los sistemas eléctricos -Herramientas y medios técnicos con planificación de las tareas	-Permite orientar al personal hacia las revisiones junto con los medios y herramientas para realizar los trabajos	RRHH- Personal especializado	8 horas
Tema IV: Equipos habituales para el proceso de mantenimiento preventivo	-Características y especificaciones de equipo del motor, sistema de combustible, bomba y sistema de presión del sistema -Características de los equipos de Protección personal -Mantenimiento de herramientas y medios	-Proporciona habilidades para abordar el mantenimiento en las instalaciones con los recursos disponibles -Proporciona un mantenimiento eficaz a los equipos de mayor uso de la empresa y que	RRHH- Personal especializado	36 horas

	técnicos basado en el RCM	presentan mayor falla		
Tema V: Evaluación de mejora continua	-Fases de la realización de la evaluación de mejora: análisis, tipo de evaluación, documentación, normativas y elaboración de informes.	-Permite conocer el seguimiento de las mejoras implementadas en el proyecto	RRHH- Personal especializado	16 horas
Total (horas)				80

La capacitación se llevará a cabo dentro de la jornada laboral 2 hora diaria al día por una jornada de 40 días laborales, lo cual garantizará mejores resultados en la organización, a continuación se presenta una tabla en donde se contempla el número de minutos de parada por mantenimiento de los equipos en las playas de estacionamiento:

Tabla 20

Número de minutos de parada por mantenimiento de los equipos en las playas de estacionamiento 1,2,3, y 4 en el 2021

MES	ANTES DEL RCM					DESPUÉS DEL RCM			
	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Promedio de minutos paradas de mantenimiento en la playa 1	1230	6420	12480	630	2370	3610	730	720	-
Promedio de minutos paradas de mantenimiento en la playa 2	3375	2580	9720	4140	4635	3510	530	620	-
Promedio de minutos paradas de mantenimiento en la playa 3	1140	3480	2160	5220	3300	2340	330	420	-
Promedio de minutos paradas de mantenimiento en la playa 4	2100	3330	2220	710	2340	2040	230	320	-
Total minutos	7845	15810	26580	10700	12645	11500	1820	2080	

En función de la tabla anterior, se observa que la sumatoria mensual de horas de parada por mantenimiento antes del RCM en donde en el periodo entre abril y septiembre los periodos son entre 7845 y 26580 minutos, y luego se midió a través de una ficha de registro de observación, después del RCM en donde se reduce significativamente los minutos de corrección de fallas en las playas de estacionamiento a 1820 minutos y 2080 minutos para los meses de octubre y noviembre.

3.3. Determinar el impacto en el indicador de disponibilidad de los equipos luego de la implementación de la propuesta de mantenimiento bajo la metodología RCM en una empresa de estacionamiento, Lima, 2021.

En función de los datos obtenidos anteriormente en donde se procede a determinar el impacto en el indicador de disponibilidad de los equipos luego de la implementación de la metodología RCM, como se muestra a continuación:

Tabla 21

Medición de la situación mejorado con los indicadores MTBF y MTTR en la playa de estacionamiento 1

	Total de horas de tiempo analizado (minutos)	Total de reparación correctiva (minutos)	Nº de reparaciones correctivas o averías (unidades)	MTTR: Nº de minutos de paro por avería/Nº de averías	MTBF: Nº de Tiempo total-Tiempo de reparación / Nº de averías	Disponibilidad: MTBF/(MTTR+MTBF)
Octubre	18000	730	6	122	2878	0.96
Noviembre	18000	720	10	72	1728	0.96

En función de la tabla anterior se deduce que la disponibilidad en los meses de octubre, noviembre representa un 96% en donde se nota notablemente la mejora en el funcionamiento de los equipos y en las playas de estacionamiento. A continuación, se presenta la situación mejorada de los indicadores de MTBF y MTTR en la playa de estacionamiento 2:

Tabla 22

Medición de la situación mejorada con los indicadores MTBF y MTTR en la playa de estacionamiento 2

	Total de horas de tiempo analizado (minutos)	Total de reparación correctiva (minutos)	N° de reparaciones correctivas o averías (unidades)	MTTR: N° de minutos de paro por avería/N° de averías	MTBF: N° de Tiempo total-Tiempo de reparación / N° de averías	Disponibilidad: MTBF/(MTTR+MTBF)
Octubre	18000	530	6	88	2912	0.97
Noviembre	18000	620	6	103	2897	0.97

En función de la tabla anterior se deduce que la disponibilidad en los meses de octubre y noviembre se encuentran en un rango del 97%, en donde se nota notablemente la mejora en el funcionamiento de los equipos y en las playas de estacionamiento. A continuación, se presenta la situación mejorada de los indicadores de MTBF y MTTR en la playa de estacionamiento 3:

Tabla 23

Medición de la situación mejorada con los indicadores MTBF y MTTR en la playa de estacionamiento 3

	Total de horas de tiempo analizado (minutos)	Total de reparación correctiva (minutos)	N° de reparaciones correctivas o averías (unidades)	MTTR: N° de minutos de paro por avería/N° de averías	MTBF: N° de Tiempo total-Tiempo de reparación / N° de averías	Disponibilidad: MTBF/(MTTR+MTBF)
Octubre	18000	330	3	110	5890	0.98
Noviembre	18000	420	4	105	4395	0.98

De acuerdo a la tabla anterior se deduce que la disponibilidad en los meses de octubre y, noviembre, se encuentran en un 98% en donde se nota notablemente la mejora en el funcionamiento de los equipos y en las playas de estacionamiento. A continuación, se presenta la situación mejorada de los indicadores de MTBF y MTTR en la playa de estacionamiento 4:

Tabla 24

Medición de la situación mejorada con los indicadores MTBF y MTTR en la playa 4

	Total de horas de tiempo analizado (minutos)	Total de reparación correctiva (minutos)	Nº de reparaciones correctivas o averías (unidades)	MTTR: Nº de minutos de paro por avería/Nº de averías	MTBF: Tiempo total-Tiempo de reparación / Nº de averías	Nº Disponibilidad: MTBF/ (MTTR+MTBF)
Octubre	18000	230	3	77	5923	0.99
Noviembre	18000	320	3	107	5893	0.98

De acuerdo a la tabla anterior se deduce que la disponibilidad en los meses de octubre y noviembre se encuentran en un rango entre 98%-99% en donde se nota notablemente la mejora en el funcionamiento de los equipos y en las playas de estacionamiento.

3.4. Calcular el impacto económico de la implementación de un plan de mantenimiento preventivo bajo la metodología RCM en una empresa de estacionamiento.

El cálculo del impacto económico contempla el costo de la inversión (repuestos, capacitaciones, etc.) y el ahorro económico generado (horas hombre) por la implementación del plan de mantenimiento preventivo bajo la metodología RCM.

A continuación, se presenta el ahorro económico de la implementación de un plan preventivo bajo la metodología RCM en una empresa de estacionamiento, comparando los meses de estudio desde abril a setiembre 2021 con respecto a enero 2022, como se muestra a continuación:

Tabla 25

Ahorro económico mensual en relación a la disponibilidad de los equipos en las playas de estacionamiento después de aplicar el RCM

Descripción	Minutos totales de mantenimiento	Promedio minutos parados (Abr-Sep. 21) (a)	Precio de minutos HH de parada por mantenimiento (S.) (b)	Gastos en parada de mtto (S.) C=a*b	Promedio minutos parados enero 22 (proyección) (a)	Precio de minutos HH de parada por mantenimiento (b)	Gastos en parada de mtto (S.) C=a*b
Playa de estacionamiento 1	18000	4456.67	0.13	557.08	100	0.13	12.50
Playa de estacionamiento 2	18000	4660.00	0.13	582.50	100	0.13	12.50
Playa de estacionamiento 3	18000	2940.00	0.13	367.50	100	0.13	12.50
Playa de estacionamiento 4	18000	2123.33	0.13	265.42	100	0.13	12.50
Total				1772.50			50.00
Ahorro mensual (S./)							1722.50

El ahorro que implica la proyección es de S./ 1,722.50, en donde se detecta que, en función del mes de abril a setiembre, con respecto al mes de enero 2022, se podría reducir significativamente, dado que se reduce los minutos de paradas hasta en 100 minutos por playa de estacionamiento.

Así mismo, es importante indicar que antes de la implementación del plan de mantenimiento preventivo, solo existía un stock de repuestos para equipos de control vehicular (Dispensador, verificador, barreras y APS), lo que limitaba el mantenimiento del resto de los equipos.

A continuación, se muestra una tabla donde se detallan los repuestos de equipos, y el costo total que representa la adquisición como parte de la implementación RCM para la mejora de la disponibilidad de los equipos.

Tabla 26

Costo total de los repuestos de los equipos en relación a la disponibilidad de los equipos en las playas de estacionamiento después de aplicar el RCM

Equipo	Repuesto	Cantidad	Precio (S.)	Costo total
Motor eléctrico	Ventiladores	3	220	660
	Rollo de bobina de cobre esmaltado	2	420	840
	Conmutador inversor	2	160	320
	Capacitores	3	44	132
	Anillo de ejes	6	36	216
	Bridas para motores	5	80	400
	Borneras	10	16	160
	Centrífugos	4	80	320
	Grupo de accesorios	10	20	200
Centrífugos	Soplante	1	2000	2000
	Mangueras de vacío (m)	100	2	200
	Varillas	100	1	100
	Grupo de accesorios	3	20	60
Variador de velocidad	Cable (m)	500	0,5	250
	Tiristores	10	48	480
	Capacitores	20	8	160
	Tarjeta de control	1	920	920
	Fusibles	10	20	200
	Borneras	10	40	400
	Ventilador	5	44	220
Sensor de CO	Sensor doble original	10	24	240
	Cable (m)	100	0,5	50
Electrobomba	Capacitor	30	20	600
	Sello mecánico	40	4	160
	Rodete	2	60	120
	Ventilador	4	28	112
	Presostato	4	32	128
	Manómetros	5	32	160
	Rodamientos	20	12	240
Tablero eléctrico de control	Cable (m)	500	0,5	250
	Interruptores	200	4	800
	Carburador	6	140	840

Motobomba contraincendios	Trompos	6	40	240
	Bielas	4	120	480
	Bujías	10	36	360
	Kit de accesorios	12	20	240
Panel Alarma contraincendios	Estación Manual	6	72	432
	Detector de humo	8	120	960
	Kit de accesorios	12	20	240
Grupo eléctrico	Pistón de motor	10	60	600
	Regulador de voltaje	2	500	1000
	Bielas	4	100	400
	Bulbos de aceite	2	200	400
	Tapa de arranque	4	100	400
	Turbina de motor	4	40	160
	Cargador de baterías	2	480	960
	Bornera	10	4	40
	Aceite (galón)	50	2	100
Dispensador de ticket	Cabezal de impresión THSP	2	400	800
	Botón pulsador	10	120	1200
			Total (S./)	20.950

Es importante resaltar que el ahorro proviene de un costo de implementación de la metodología, como se muestra a continuación:

Tabla 27

Inversión en mano de obra en relación a la disponibilidad de los equipos en las playas de estacionamiento

Recurso	Actividades	Costo unitario HH	Tiempo requerido en la implementación y evaluación de mejora	Costo total (S./)
02 técnicos de mantenimiento	Capacitación	S./20.00	40	800.00
Personal especializado de mantenimiento	Capacitación y apoyo en creación del plan de mantenimiento	S./10.00	40	400.00
Operadores	Capacitación	S./ 10.50	40	420.00

Material de apoyo (guías impresas, folletos, y evaluaciones)	Capacitación	-	-	500.00
Coffe break (café, jugo y sándwich)	Capacitación	-	-	500.00
Insumos (tabla 24)	Recursos	-	-	20,950.00
Salario anual del departamento mecánico de la playa 1, 2, 3 y 4	Recursos			
Técnico especialista		S./12.00	800	9,600.00
			Total (S./)	33,170.00

La inversión del plan de mantenimiento fundamentado en RCM es de S./33,170.00, considerando el proceso de capacitación y apoyo en la estructura del proceso de mantenimiento, en donde se aplicaron varios días para la recopilación de la información, y para asegurar el cumplimiento del 100% de la metodología RCM. Por lo cual, se muestra a continuación la tabla que representa la inversión anual que se tiene que realizar considerando un incremento del 5% anual por 4 años consecutivos, como se muestra a continuación:

Tabla 28

Inversión por año en relación a la disponibilidad de los equipos en las playas de estacionamiento

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4
Inversión	S./ 33,170.00				
Capacitación de reforzamiento		S/2,620.00	S/2,620.00	S/2,620.00	S/2,620.00

En función de la tabla anterior, de la información con la cual se debe invertir S/33,170.00 al inicio de la implementación del plan de mantenimiento preventivo aplicando la

metodología RCM; posterior a ello, de forma anual debemos considerar en dicho flujo los S/2,630.00 correspondiente a las capacitaciones de reforzamiento que se debe brindar por la alta rotación que tienen el personal operativo en las playas de estacionamiento.

Tabla 29

Flujo de efectivo en relación a la disponibilidad de los equipos en las playas de estacionamiento

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Ingreso		S/72,000.00	S/75,600.00	S/79,380.00	S/83,349.00	S/87,516.45
Egreso	33170	S/2,620.00	S/2,620.00	S/2,620.00	S/2,620.00	S/2,620.00
Flujo efectivo	-33170	S/69,380.00	S/72,980.00	S/76,760.00	S/80,729.00	S/84,896.45
VAN	S/298,343.91					
TIR	213%					

Tabla 30

Cálculo de VAN y TIR.

Tasa de descuento	VAN
0%	S/351,575.45
5%	S/298,343.91
10%	S/255,740.71
15%	S/221,180.35
20%	S/192,798.31
25%	S/169,227.79
30%	S/149,451.76
35%	S/132,702.98
55%	S/86,056.45
80%	S/53,244.14
85%	S/48,589.22
90%	S/44,376.26
TIR	213.46%

En cuanto a la tabla anterior, se utilizó la fórmula del archivo Excel para hallar el cálculo del VAN (=VNA (tasa; valor1; valor2...)-egreso) y TIR (=TIR (-egreso+valor1+valor2...)) respectivamente. Se obtuvo que el VAN obtenido es de S/.284,137.06 representando un

número superior al cero, representando un alto nivel de viabilidad y con un TIR del 213.46% de retorno de inversión, siendo viable el presente estudio.

CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1. DISCUSIÓN

En cuanto a lo referente a la determinación de la influencia de la metodología RCM aplicado en la disponibilidad de los equipos en una empresa de estacionamiento, Lima, 2021, se determinó que en el estacionamiento pueden sufrir fallas relacionadas a la calidad, y obstrucción de la impresión de los tickets, bisagras rotas, pernos desajustados, bombeo de agua deficiente, deficiencias en el sensor de humo, baterías averiadas, falta de combustible, la mala manipulación de los equipos, la sobrecarga de energía, lo cual puede afectar la vida útil de los equipos y desmejorar el servicio en los estacionamientos, el cual se analizó a través de un diagrama de Ishikawa y diagrama de Pareto. Por consiguiente, Chávez (2019) indica que ejecutó un estudio que tuvo como eje fundamental plantear un programa de mantenimiento preventivo respecto a la producción de una entidad mediante la metodología RCM y aumentar la utilidad de la entidad, con el análisis de criticidad, se procedió a diseñar un árbol de problemas.

Así mismo, con respecto a diseñar un plan de mantenimiento preventivo aplicando la metodología RCM para mejorar la disponibilidad de los equipos en una empresa de estacionamiento, Lima, 2021, en cuanto al diseño del plan se contemplaron las características y especificaciones que se requieren de los equipos, y el sistema AMFE lo cual, permitió tomar nuevamente las muestras para deducir las horas disponibles antes de la implementación y después de la implementación. Por su parte, Priyanka (2021) indica que la metodología RCM conlleva a determinar elementos de mantenimiento concretos para llevar a cabo las operaciones del sistema del equipo, asimismo, el fallo funcional y potencial de la curva de activos del equipo

que conlleven a establecer fallos potenciales antes de que se generen; de igual manera, permite desarrollar un rol fundamental en la gestión del mantenimiento y la operatividad

En cuanto a la determinación del impacto en el indicador de disponibilidad de los equipos luego de la implementación de la propuesta de mantenimiento bajo la metodología RCM en una empresa de estacionamiento, Lima, 2021, en donde se obtuvo que las horas utilizadas después de la implementación en la sumatoria de las 4 estacionamiento de playas en donde en octubre se obtuvo un total de 1820 minutos y para el mes de noviembre de 2080 minutos, reduciendo significativamente la inversión de las largas jornadas en el mantenimiento, arrojando unos índices de disponibilidad del equipo que van desde 96-98%. Así mismo, Gutiérrez (2021) hace referencia que en su investigación los resultados expresaron que hubo una optimización de 68% a 97% de disponibilidad mecánica del cargador frontal, lo cual constituye una optimización de la disponibilidad mecánica de la maquinaria pesada, disminuyendo las paradas no planificadas e incrementando los ingresos de alquiler.

Y con respecto al cálculo del impacto económico de la implementación de un plan de mantenimiento preventivo bajo la metodología RCM en una empresa de estacionamiento en donde se determinó que se requiere de una inversión en un periodo de 05 meses de S./33,170.00 el cual representará un desembolso cada año, con una VAN de S/.298,343.91 y un TIR de 213% para retorno de la inversión. De igual manera, Durand (2018) efectuó una investigación que se basó en la reducción de los plazos de tiempo de paradas no planificadas motivadas por fallas mecánicas, con una valoración económica del plan identificó un 85% del TIR y S/43.000 del VAN. Concluyó que, es fundamental que la administración esté comprometida de forma íntegra con la aplicación de la propuesta a fin de brindar la confiabilidad deseada y cumplir con los objetivos.

4.2. CONCLUSIONES

En cuanto a la determinación la influencia de la metodología RCM aplicado en la disponibilidad de los equipos en una empresa de estacionamiento, se detectaron 81 fallas en la sumatoria de los equipos que se encuentran en el estacionamiento de las playas, representando 26440 minutos de paradas de mantenimiento para la playa 1, 27960 minutos paradas de mantenimiento para la playa 2, 17640 minutos de paradas de mantenimiento para la playa 3 y 12750 minutos de paradas de mantenimiento para la playa 4 en un periodo de abril a septiembre, lo cual representa muy baja disponibilidad de los equipos en la empresa de estacionamiento.

Con respecto al diseño del plan de mantenimiento logró vincular la responsabilidad del técnico de mantenimiento para poder delegar y llevar a cabo correctamente los mantenimiento en las operaciones, así mismo, se dedujo las posibles fallas críticas y como mejorar el estudio de criticidad de los equipos cuando se refiere a incrementar la vida útil de equipo, las especificaciones técnicas con las que deben contar los equipos para su adquisición y las capacitaciones que debe recibir el personal técnico y operativo, lo cual representa información importante, para evitar una mala manipulación de los equipos.

Con la aplicación del RCM se logró superar la disponibilidad de los equipos arrojando unos índices de disponibilidad del equipo que van desde 96% hasta 98%, lo cual representa una mejora considerable, sin embargo, se requiere de un trabajo entre las partes interesadas para lograr reducir en los próximos 6 meses reducir los tiempos mensuales de mantenimiento, y que conlleve a menor cantidad de paradas y mayor rentabilidad para la organización.

En referencia al análisis económico, se determinó que se requiere de una inversión en un periodo de 5 meses de S./33,170.00 el cual representará un desembolso cada año de S./2620.00 por concepto de reforzamiento en capacitaciones al personal. Finalmente, la

implementación tiene un VAN de S/.284,137.06 y un TIR del 213% para retorno de la inversión, lo cual hace viable el presente estudio y permite aumentar los niveles de rentabilidad de la empresa de estacionamientos.

4.3. RECOMENDACIONES

Se propone la implementación del software de RCM++-Reliability centered maintenance software para facilitar las operaciones de mantenimiento en las playas de estacionamiento, y controlar mejor el uso de insumos en las instalaciones.

Se recomienda realizar cada año un diagnóstico de la situación actual de la empresa para evaluar las mejoras, los logros obtenidos, objetivos alcanzados y las deficiencias presentadas, las actividades inconclusas y los resultados inconclusos, y establecer una curva de aprendizaje que permita que la empresa conserve altos márgenes de rendimiento.

Se recomienda llevar a cabo un seguimiento de la propuesta y realizar la inversión anual vinculados a la cantidad de insumos necesarios para que los técnicos puedan llevar a cabo en mantenimiento preventivo basado en la RCM.

Se recomienda llevar a cabo 2 veces al año una capacitación al personal en materia de mantenimiento para que se desarrollen mayores técnicas que contribuyan al buen funcionamiento de los equipos, así mismo, en el proceso de inducción se debe brindar la capacitación al personal operativo de la playa que recién se está incorporando en la empresa, lo que representa una disminución significativa y efectiva de los minutos invertidos en la corrección de fallas y garantizar la seguridad de los trabajadores en sus puestos de trabajos.

REFERENCIAS

- Álvarez, I. (2017). *Implementación de la metodología RCM para los vehículos de emergencia del benemérito cuerpo de bomberos voluntarios de Cuenca [Tesis de pregrado]*. Universidad Politécnica Salesiana, Cuenca, Ecuador.
- Azid, N., Shamsudin, S., Yusoff, M., y Samat, H. (2019). Conceptual Analysis and Survey of Total Productive Maintenance (TPM) and Reliability Centered Maintenance (RCM) Relationship. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 530(1), 012050.
- Braglia, M., Castellano, D., y Gallo, M. (2019). A novel operational approach to equipment maintenance: TPM and RCM jointly at work. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*.
- Carrasco, D. (2017). *Metodología de la Investigación Científica*. Lima: Editorial San Marcos.
- Chávez, O. (2019). *Propuesta de un plan de mantenimiento preventivo en el proceso de producción de una planta chancadora de piedra para incrementar la utilidad [Tesis de pregrado]*. Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, Chiclayo, Perú.
- Chopra, A. (2021). Applications and barriers of reliability centered maintenance (RCM) in various industries: a review. *Industrial engineering journal*, 14(1), 15-24.
- Consuegra-Díaz, F., Díaz-Concepción, A., Cruz-Bayo, A., Benítez-Montalvo, R., del Castillo-Serpa, A., y Rodríguez-Piñeiro, A. (2017). Diseño del método de disponibilidad Dupont como soporte a la toma de decisiones en el mantenimiento. *Ingeniería mecánica*, 20(3), 1-17. Obtenido de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1815-59442017000300003
- Díaz, D. (2018). *Propuesta de implementación de un programa de mantenimiento preventivo mediante la metodología del RCM aplicable a los trenes de aterrizaje de aviones Boeing 737-clásicos de la empresa Peruvian Airlines [Tesis de pregrado]*. Universidad Tecnológica del Perú, Lima, Perú.
- Droppelmann, G. (2018). La instrumentalización metodológica en la ética de la investigación. *EIDON*(49), 102-114. Obtenido de <https://www.google.com/url?sa=tyrct=jyq=yesrc=sysource=webycd=ycad=rjayuact=8yved=2ahUKEwi5iM2VicDuAhUQvVvKkHSS9ASQQFjABegQIBBACyurl=https%3A%2F%2Frevistaeidon.es%2Findex.php%2Frevistaeidon%2Farticle%2Fview%2F38yusg=AOvVaw0nu886M8nzEtvDxyUfLdf0>
- Durand, H. (2018). *Propuesta de mejora para disminuir los tiempos de paradas no programadas de los buses en una empresa de transporte público a través de la metodología RCM y un mantenimiento autónomo [Tesis de pregrado]*. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima, Perú.

- Elhalim, E., Abdel, R., Afefy, I., y Aly, M. (2019). An Efficient Maintenance Plan Using Proposed Framework of RCM Made Simple Approach. *Industrial Engineering y Management Systems*, 18(2), 12. doi:10.7232/iems.2019.18.2.222
- Espinosa-Martínez, J., Paz-Martínez, E., Pérez, R., y Acosta, I. (2020). Contribución del mantenimiento centrado en la confiabilidad para el estudio de fallos a equipos consumidores de energía eléctrica. *Centro azúcar*, 47(1), 1-20. Obtenido de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttextypid=S2223-48612020000100022
- Fuentes, M., González, D., Sifuentes, M., y Praga, R. (2018). RCM implementation on plastic injection molding machine considering correlated failure modes and small size sample. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 95(9), 3465-3473. doi:<https://doi.org/10.1007/s00170-017-1402-y>
- Gupta, G. (2017). A Failure Mode Effect and Criticality Analysis of Conventional Milling Machine Using Fuzzy Logic: Case Study of RCM. *Quality and reliability engineering international*, 33(2), 347-356. doi:<https://doi.org/10.1002/qre.2011>
- Gutiérrez, C. (2019). *Plan de gestión de mantenimiento basado en la metodología RCM para mejorar la disponibilidad de bombas concreteras Putzmeister. Caso: Concretos Supermix S.A [Tesis de maestría]*. Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Arequipa, Perú.
- Gutiérrez, E. (2021). *Propuesta de un plan de mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad mecánica de la maquinaria pesada en una municipalidad [Tesis de pregrado]*. Universidad Privada del Norte, Trujillo, Perú. Obtenido de <https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/27099/Tesis.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Hernández, R., y Mendoza, C. (2018). *Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. México: McGrawHill.
- INEI. (Agosto 2021). *Flujo vehicular por unidades de peaje*. Lima - Peru.
- Khasanah, R., Sodikin, I., Penirewod, A., Rachmad, B., y Pratama, N. (2021). The Reliability-Centered Maintenance (RCM) effect on plant availability and downtime loss in the process industry. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 1072(1), 012054.
- Llontop, F. (2020). *Propuesta de mejora del plan de mantenimiento preventivo para aumentar la disponibilidad de motores diésel en los camiones 730E, Bayovar-Piura, 2018 [Tesis de pregrado]*. Universidad Privada del Norte, Trujillo, Perú. Obtenido de <https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/23826/LLontop%20Bellodas%20Fernando.pdf?sequence=2&isAllowed=y>
- Maldonado, N. (2019). *Plan de mantenimiento basado en la metodología: optimización de planes de mantenimiento (PMO) para incrementar la confiabilidad de la flota de camiones 797F de minero Chinalco Perú [Tesis de pregrado]*. Universidad Nacional del Callao, Callao, Perú.

- Maya, J. (2018). *Aplicación de RCM como estrategia de implementación del mantenimiento predictivo para la metodología TPM [Tesis de maestría]*. Universidad Nacional de Colombia, Medellín, Colombia.
- Mian, Z., Jia, S., S. X., Tang, C., Chen, J., y Gao, Y. (2020). A Model-based RCM Analysis Method. *IEEE 20th International Conference on Software Quality, Reliability and Security Companion (QRS-C)*, 301-307. doi:10.1109/QRS-C51114.2020.00059
- Ñaupas, H., Valdivia, M., Palacios, J., y y Romero, H. (2018). *Metodología de la investigación cuantitativa - cualitativa y redacción de la tesis*. Bogotá: Ediciones de la U.
- Olguín, P. (2018). *Propuesta de implementación de un plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM), en el gran hotel Xalapa [Tesis de maestría]*. Universidad Veracruzana, Xalapa, México.
- Oré, T. (2018). Mitigando riesgos en estacionamientos vehiculares desde la perspectiva de los incentivos. *Revista de la competencia y la propiedad intelectual N°9 - PUCP*, 107.
- Priyanka, K. (2021). *Rehability centered maintenance methodology to manage facilities [Tesis doctoral]*. Pratt Institute, New York, Estados Unidos.
- Ren, Y., Ma, Z., y Song, X. (2018). A system framework for RCM-based facility maintenance management in a park area. *Proceedings of the Creative Construction Conference*, 979-986. doi:10.3311/CCC2018-127
- Rosmiati, T. (2019). Maintenance Of Decision Engineering Programs In The Distribution Of Sea Water Pump In PT. KMI With The RCM-II Approach. *International Journal of Engineering, Information Science and Applied Sciences (IJEIS-AS)*, 2(1), 1-10.
- Sánchez, A. (2017). *Técnicas de mantenimiento predictivo. Metodología de aplicación en las organizaciones*. Bogotá, Colombia: Universidad Católica de Colombia.
- Tale, T. (2019). Reliability Centered Maintenance (RCM): Methodology and Benefits. *International Journal of Commerce and Management Studies (IJCAMS)*, 4(3).
- Tenuco, R. (2021). *Propuesta de un plan de mantenimiento para mejorar la disponibilidad y confiabilidad de la maquinaria pesada en la empresa mediterráneo operadores logísticos S.A.C. Arequipa - Perú 2020 [Tesis de pregrado]*. Universidad Autónoma San Francisco, Arequipa, Perú. Obtenido de <http://repositorio.uasf.edu.pe/bitstream/UASF/402/1/TRABAJO%20INVESTIGACION-REUSSHEMAN%20TENUCO%20CALDERON.pdf>
- Tudón, A., Zúñiga, M., Lerma, M., y Méndez, L. (2019). Implementation of the RCM methodology in pleating machine. *Journal of Quantitative and Statistical Analysis*, 6(4), 13-15.
- Vera, F., Pagán, J., Hernández, J., y Albaladejo, D. (2020). Improvements of a Failure Database for Marine Diesel Engines Using the RCM and Simulations. *Energies*, 13(1), 104. doi:<https://doi.org/10.3390/en13010104>
- Vilca, P. (2018). *Propuesta de implementación de un plan de mantenimiento basado en la metodología RCM para la mejora de la disponibilidad de los equipos del sistema de*

carga y transporte en una empresa minera, Lima, 2018 [Tesis de pregrado].
Universidad Privada del Norte, Lima, Perú.

ANEXOS

ANEXO N.º 1. Matriz de consistencia.

Problema General	Objetivo General	Hipótesis General	Variables	Metodología
¿Como la implementación de un Plan de mantenimiento preventivo en una empresa de estacionamiento aplicando la metodología RCM permite la mejora de la disponibilidad de los equipos, Lima, 2021?	Implementar un plan de mantenimiento preventivo en una empresa de estacionamiento aplicando la metodología RCM para mejorar la disponibilidad de los equipos, Lima, 2021.	La implementación de un plan de mantenimiento preventivo en una empresa de estacionamiento aplicando la metodología RCM mejora la disponibilidad de los equipos, Lima, 2021.	Variable 1: Plan de mantenimiento preventivo con método RCM Variable 2: Disponibilidad de los equipos del parking	Enfoque: Cuantitativo. Tipo de investigación: Aplicada. Diseño investigación: Experimental. Corte: Longitudinal. Población: 4 playas de estacionamiento del tipo mega playa. Muestra: 4 playas de estacionamiento del tipo mega playa. Instrumento: Ficha de observación
Problemas Específicos	Objetivos Específicos	Hipótesis específicas		
<p>PE1: ¿Cómo influenciará la metodología RCM aplicado en la disponibilidad de los equipos en una empresa de estacionamiento, Lima, 2021?</p> <p>PE2: ¿Cómo diseñar un plan de mantenimiento preventivo aplicando la metodología RCM para mejorar la disponibilidad de los equipos en una empresa de estacionamiento, Lima, 2021?</p> <p>PE3: ¿Cuál es el impacto en el indicador de disponibilidad de los equipos luego de la implementación de la propuesta de mantenimiento bajo la metodología RCM en una empresa de estacionamiento, Lima, 2021?</p> <p>PE4: ¿Cómo impactará económicamente la implementación del mantenimiento preventivo bajo la metodología RCM en una empresa de estacionamiento; Lima, 2021?</p>	<p>OE1: Determinar la influencia de la metodología RCM aplicado en la disponibilidad de los equipos en una empresa de estacionamiento, Lima, 2021</p> <p>OE2: Diseñar un plan de mantenimiento preventivo aplicando la metodología RCM para mejorar la disponibilidad de los equipos en una empresa de estacionamiento, Lima, 2021.</p> <p>OE3: Determinar el impacto en el indicador de disponibilidad de los equipos luego de la implementación de la propuesta de mantenimiento bajo la metodología RCM en una empresa de estacionamiento, Lima, 2021.</p> <p>OE4: Calcular el impacto económico de la implementación de un plan de mantenimiento preventivo bajo la metodología RCM en una empresa de estacionamiento.</p>	<p>HE1: Con la influencia de la aplicación de la metodología RCM se mejora la disponibilidad de los equipos en una empresa de estacionamiento, Lima, 2021.</p> <p>HE2: El diseño de un plan de mantenimiento preventivo aplicando la metodología RCM en la empresa de estacionamiento mejora la disponibilidad de los equipos en una empresa de estacionamiento, Lima, 2021.</p> <p>HE3: El indicador de disponibilidad de los equipos se verá impactado, luego de la implementación de la propuesta de mantenimiento bajo la metodología RCM en una empresa de estacionamiento, Lima, 2021.</p> <p>HE4: El impacto económico de la implementación de un plan de mantenimiento preventivo bajo la metodología RCM en una empresa de estacionamiento, es favorable por presentar un VAN y TIR positivos.</p>		

ANEXO N.º 2. Matriz de operacionalización.

Variables	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de Medición
Mantenimiento preventivo	Su labor se basa en conservar un cierto nivel de servicio en los equipos, proyectando las rectificaciones de los desperfectos en el momento adecuado. Esta forma de mantenimiento es programable y está destinada a impedir las averías. Entre las intervenciones se destacan: Regulación, limpieza, engrasado, calibración y otras (Tudón et al., 2019)	Es el mantenimiento continuo para evitar que se dañen las máquinas de las playas de estacionamiento a analizar.	Nivel de servicio	<ul style="list-style-type: none"> • Disponibilidad • Operatividad 	Razón
			Mantenimiento	<ul style="list-style-type: none"> • Calibrado • Limpieza • Engrasado 	
Metodología RCM	El RCM constituye una de las modalidades elaboradas en distintos ámbitos industriales por las que se determinan acciones para perfeccionar las operaciones de los activos fijos. Se trata de una de las posibilidades de establecer un programa de conservación que proporciona una importante serie de beneficios con relación a otras técnicas (Tale, 2019).	Es la metodología base que servirá para plantear la mejora de la gestión de la maquinaria.	Identificación de fallos	<ul style="list-style-type: none"> • Tipos de fallas • Razón de fallas 	Razón
			Reducción de tiempo de inactividad	<ul style="list-style-type: none"> • Arreglo oportuno 	
			Mantenimiento predictivo	<ul style="list-style-type: none"> • Gestión de fallas • Arreglos continuos 	

ANEXO N.º 3. Ficha de observación.

Número	Tipo de falla	Fecha	Observación
1			
2			
3			
...			

ANEXO N.º 4. Ficha de observación.

Ficha de observación

Nombre: _____

Cargo: _____

Fecha: _____

Ítem	Observaciones	Cumple	No cumple
1	El personal está calificado para hacer su trabajo		
2	El personal tiene la experiencia en el mantenimiento de máquinas del parking		
3	Se aplican capacitaciones contantes al personal para mejorar su desempeño		
4	Las máquinas se encuentran en buen estado físico		
5	Las máquinas operan de forma adecuada		
6	Se aplican contantemente chequeos para conocer el estado de las mismas		
7	Suelen haber pocas fallas en las máquinas del parking		
8	Se aplica el mantenimiento adecuado a las máquinas		

ANEXO N.º 5. Reporte de mantenimiento correctivo 2021 para la playa 1

Ítem	Activo	MANTENIMIENTO CORRECTIVO 2021 LOS PORTALES ESTACIONAMIENTOS		
		oct-21	nov-21	Reporte de fallos
		Minutos		
1	Dispensador de tickets N° 01		10	No emite tickets por obstrucción de tickets en la boquilla del equipo, el personal operativo retira el ticket trabado.
				Emite tickets con impresión borrosa por desajuste de cabezal de impresión, el personal operativo realiza el ajuste de los pernos.
2	Dispensador de tickets N° 02			Impresión de tickets por debajo de lo permitido, el técnico reemplaza el cabezal de impresión del equipo.
		60		Pantalla Display apagado por desconexión de cable de control, el personal operativo realiza la conexión.
3	Validador de tickets N° 01	30		No lee los tickets por sensor obstruido, el personal operativo realiza la limpieza del sensor
			10	No recibe ticket por obstrucción de tickets en la boquilla del equipo, el personal operativo retira el ticket trabado.
				Problema en detectar tarjeta de abonados, por tener desconectado el cable de red.
4	Validador de tickets N° 02			Equipo apagado debido a la desconexión del interruptor diferencial, por falso contacto en la conexión eléctrica del equipo
5	Barrera N° 01			Barrera sube y automáticamente se baja, por descalibración de la sensibilidad del loop
			15	Sección gris dañada por choque vehicular, se retira y reemplaza sección gris
		60		Desajuste en mecanismo en barrera por equipo descuadrado, se ajusta mecanismo
				Barra octogonal no sube por bisagra rota, se reemplaza bisagra
6	Barrera N° 02		70	Sección gris dañada por choque vehicular, se retira y reemplaza sección gris
				Barrera revirada por choque vehicular, de ajusta los pernos de fijación.
				Equipo inestable por desajuste de pernos de fijación.
				Barrera sube y automáticamente se baja, por descalibración de la sensibilidad del loop
7	Cajero de pago automático N° 01 (APS)		60	Equipo con fuga a tierra, se ajustan la conexión a tierra y verifica el mantenimiento preventivo del SPAT
				Billete atascado en Bill to bill
		150		Cajero no entrega vuelto, se ajusta mecanismo del cassette del bill to bill
				Equipo fuera de servicio, por desconexión de cable de red
8	Cajero de pago automático N° 02 (APS)			Equipo con monedas atascadas, se retiran monedas.
			12	Cajero no entrega vuelto, se ajusta mecanismo del cassette del bill to bill
				Equipo con monedas atascadas, se retiran monedas.
9	Electrobomba de agua			Equipo no imprime comprobante, se retira papel trabado en impresora.
		180		No bombea agua por fallas en el control de nivel
				No bombea agua por rodete bloqueado
10	Electrobomba sumergible		173	No bombea liquido por fusible cerámico averiado, debido al recalentamiento del motor por funcionar en modo manual
11	Tableros eléctricos			Equipo con monedas atascadas, se retiran monedas.
12	Sub estación eléctrica			Tablero desenergizado por falso contacto en los cables que conectan la llave térmica general
				Recalentamiento en el transformador por sobrecarga
13	Grupo electrógeno			Descalibracion de taps de conexión de transformador
				No arranca porque las baterías no están cargadas.
				Cargador de batería inoperativo, se reemplazó el cargador de batería

				Fuga de combustible por rotura de mangueras y válvulas.
			180	Equipo no enciende por tener problemas de nivel de combustible.
14	Extracción de CO		90	Equipo apagado por fusible averiado, se reemplaza fusible.
				Motor quemado por recalentamiento, se rebobina y se vuelve a conectar
				Ruido excesivo por desgaste en las chumaceras, se procede a lubricar
				Error en panel por sensor averiado, se reemplaza el sensor de humo
15	Detección y alarma contraincendios	250		Estación manual activada por error, se restablece dispositivo en posición inicial
				Sonido de alarma en panel por desconexión de cable de baterías.
			100	Equipo apagado por mala manipulación
16	Bomba de agua contraincendios			Tablero de control apagado
				Tanque de la motobomba no cuenta con combustible
				Bomba jockey quemado por recalentamiento por funcionamiento, estando apagado la bomba principal
	Total (min)	730	720	

ANEXO N.º 6. Reporte de mantenimiento correctivo 2021 para la playa 2

Íte m	Activo	MANTENIMIENTO CORRECTIVO 2021 LOS PORTALES ESTACIONAMIENTOS			
		oct-21	nov-21	Reporte de fallos	
		Minutos			
1	Dispensador de tickets N° 01	110		No emite tickets por obstrucción de tickets, el personal operativo retira el ticket trabado.	
				Impresión de tickets por debajo de lo permitido, el técnico reemplaza el cabezal de impresión del equipo.	
2	Dispensador de tickets N° 02		60	Equipo no emite tickets, por colocar estar mal colocada la caja de tickets	
		45		No emite tickets por obstrucción de tickets, el personal operativo retira el ticket trabado.	
2	Validador de tickets N° 01		130	Equipo fuera de servicio, por desconexión de cable de red	
				No lee los tickets por sensor obstruido, el técnico realiza la limpieza del sensor	
2	Validador de tickets N° 02			No recibe ticket por obstrucción de tickets, el personal operativo retira el ticket trabado.	
3	Barrera N° 01	45		Problema en detectar tarjeta de abonados, por tener desconectado el cable de red.	
				Barrera sube y automáticamente se baja, por descalibración de la sensibilidad del loop	
				Barra octogonal no sube por bisagra rota, se reemplaza bisagra	
4	Barrera N° 02		60	Barra octogonal no sube por desajuste en pernos de brida, se ajustan pernos	
				Barrera revirada por choque vehicular, de ajusta los pernos de fijación.	
				Barra octogonal no sube por bisagra rota, se reemplaza bisagra	
5	Cajero de pago automático N° 01 (APS)			Barrera sube y automáticamente se baja, por descalibración de la sensibilidad del loop	
			100	Equipo con fuga a tierra, se ajustan la conexión a tierra y verifica el mantenimiento preventivo del SPAT	
		50		Billete atascado en Bill to bill	
7	Electrobomba de agua	140		Equipo con monedas atascadas, se retiran monedas con cinta scotch.	
				No bombea agua por fallas en el control de nivel	
				No bombea agua por rodete bloqueado	
8	Electrobomba sumergible			No bombea agua por tener el motor quemado, al funcionar con las fases invertidas	
				No bombea por recalentamiento en bobinado del motor por tiempo de funcionamiento mayor al recomendado	
9	Tableros eléctricos			No bombea liquido por contactor averiado	
			150	Tablero desenergizado por recalentamiento en interruptor general por sobrecarga.	
10	Sub estación eléctrica			Tablero desenergizado por desconexión de interruptor diferencial, por fuga a tierra.	
				Recalentamiento en el transformador por sobrecarga	
11	Grupo electrógeno	140		Descalibracion de taps de conexión de transformador	
				Equipo no enciende por tener problemas de nivel de combustible.	
12	Extracción de CO			Radiador obstruido por oxido, se retira y cambia el radiador	
				Centrifugo no extrae CO por tener las fajas rotas.	
13	Pozo a tierra			Variador no enciende por mostrar error falla fase de motor	
				Los equipos presentan fuga de corriente por rotura desconexión de cable a tierra	
14	Bomba de agua contraincendios		120	Sistema despresurizado por fuga de agua en tubería	
				Sistema despresurizado por fuga de agua en válvula angular	
	Total (min)	530	620		

ANEXO N.º 7. Reporte de mantenimiento correctivo 2021 para la playa 3

Ítem	Activo	MANTENIMIENTO CORRECTIVO 2021 LOS PORTALES ESTACIONAMIENTOS		
		oct-21	nov-21	Reporte de fallos
		Minutos		
1	Dispensador de tickets		80	No emite tickets por obstrucción de tickets, el personal operativo retira el ticket trabado.
2	Validador de tickets	80		No lee los tickets por sensor obstruido, el técnico realiza la limpieza del sensor
				Equipo tiene la estructura caliente, el técnico regula el termostato del equipo.
				No recibe ticket por obstrucción de tickets, el técnico retira el ticket trabado.
3	Barrera N° 01		60	Barrera sube y automáticamente se baja, por descalibración de la sensibilidad del loop
				Barra octogonal no sube por bisagra rota, se reemplaza bisagra
4	Barrera N° 02	100		Barra octogonal no sube por bisagra rota, se reemplaza bisagra
				Equipo inestable por desajuste de pernos de fijación.
				Barra octogonal colgada, por rotura del pistón del brazo articulado.
5	Electrobomba de agua			No bombea agua por fallas en el impulsor, se encuentra rajado.
				No bombea agua por desconexión de la llave térmica
				No bombea agua por tener el motor quemado, al funcionar con las fases invertidas
6	Electrobomba sumergible			No bombea por recalentamiento en bobinado del motor por tiempo de funcionamiento mayor al recomendado
			160	No bombea por tener selector en posición 0
7	Tableros eléctricos			El interruptor térmico tiene recalentamiento y solo funciona dos de las tres fases.
8	Grupo electrógeno			Obstrucción del filtro de combustible, se realiza limpieza de tanque de combustible y reemplazo de filtro
				Cargador de batería inoperativo, se reemplazó el cargador de batería
				Fuga de combustible por rotura de mangueras y válvulas.
9	Extracción de CO			Motor eléctrico quemado por recalentamiento, por rodamiento averiado en el acoplamiento.
		150		Centrifugo no extrae CO por tener las fajas rotas.
				Sistema funciona sin detenerse por tener el sensor de CO averiado.
10	Bomba de agua contraincendios		120	Sistema despresurizado por estar en posición 0 el selector
				Sistema despresurizado por contactor averiado
11	Detección y alarma contraincendios			Estación manual activada por error, se restablece dispositivo en posición inicial
	Total (min)	330	420	

ANEXO N.º 8. Reporte de mantenimiento correctivo 2021 para la playa 4

Ítem	Activo	MANTENIMIENTO CORRECTIVO 2021 LOS PORTALES ESTACIONAMIENTOS		
		oct-21	nov-21	Reporte de fallos
		Minutos		
1	Dispensador de tickets N° 01		30	No emite tickets por obstrucción de tickets, el personal operativo retira el ticket trabado.
				Impresión de tickets por debajo de lo permitido, el técnico reemplaza el cabezal de impresión del equipo.
1	Dispensador de tickets N° 02			No emite tickets por obstrucción de tickets, el técnico retira el ticket trabado.
				Equipo emite ticket mal cortado por descalibración de cutter
2	Validador de tickets N° 01	10		No recibe ticket por obstrucción de tickets, el personal operativo retira el ticket trabado.
				Equipo apagado debido a la desconexión del interruptor diferencial, por falso contacto en la conexión eléctrica del equipo
2	Validador de tickets N° 02			No recibe ticket por obstrucción de tickets, el técnico retira el ticket trabado.
				Equipo no detecta vehículo por descalibración de la sensibilidad del loop
3	Barrera N° 01			Barrera sube y automáticamente se baja, por descalibración de la sensibilidad del loop
			120	Barra octogonal no sube por bisagra rota, se reemplaza bisagra
4	Barrera N° 02			Equipo inestable por desajuste de pernos de fijación.
3	Barrera N° 03			Barra octogonal colgada, por rotura del pistón del brazo articulado.
3	Barrera N° 04			Barra octogonal no sube por bisagra rota, se reemplaza bisagra
7	Electrobomba de agua			No bombea agua por fallas en el control de nivel
				No bombea agua por rotura en el impulsor por golpe de ariete al tener la Válvula check inoperativa
		180		No bombea agua por tener contactor averiado
8	Electrobomba sumergible			No bombea por recalentamiento en bobinado del motor por tiempo de funcionamiento mayor al recomendado
			170	No bombea por tener selector en posición 0
11	Grupo electrógeno			Obstrucción del filtro de combustible, se realiza limpieza de tanque de combustible y reemplazo de filtro
		40		No arranca porque las baterías no están cargadas.
				Radiador obstruido por oxido, se retira y cambia el radiador
11	Detección y alarma contra incendios			Estación manual activada por error, se restablece dispositivo en posición inicial
	Total (min)	230	320	

ANEXO N.º 9. Reporte de mantenimiento correctivo proyectada 2022 para la playa 1

Ítem	Activo	MANTENIMIENTO CORRECTIVO 2021 LOS PORTALES ESTACIONAMIENTOS		
		dic-21	ene-22	Reporte de fallos
		Minutos		
1	Dispensador de tickets N° 01		10	No emite tickets por obstrucción de tickets en la boquilla del equipo, el personal operativo retira el ticket trabado.
				Emite tickets con impresión borrosa por desajuste de cabezal de impresión, el técnico realiza el ajuste de los pernos.
2	Dispensador de tickets N° 02			Impresión de tickets por debajo de lo permitido, el técnico reemplaza el cabezal de impresión del equipo.
		40		Pantalla Display apagado por desconexión de cable de control, el técnico realiza la conexión.
3	Validador de tickets N° 01	30		No lee los tickets por sensor obstruido, el técnico realiza la limpieza del sensor
			10	No recibe ticket por obstrucción de tickets en la boquilla del equipo, el personal operativo retira el ticket trabado.
				Problema en detectar tarjeta de abonados, por tener desconectado el cable de red.
4	Validador de tickets N° 02			Equipo apagado debido a la desconexión del interruptor diferencial, por falso contacto en la conexión eléctrica del equipo
5	Barrera N° 01	60		Barrera sube y automáticamente se baja, por descalibración de la sensibilidad del loop
			5	Sección gris dañada por choque vehicular, se retira y reemplaza sección gris
				Desajuste en mecanismo en barrera por equipo descuadrado, se ajusta mecanismo
				Barra octogonal no sube por bisagra rota, se reemplaza bisagra
6	Barrera N° 02			Sección gris dañada por choque vehicular, se retira y reemplaza sección gris
			10	Barrera revirada por choque vehicular, de ajusta los pernos de fijación.
				Equipo inestable por desajuste de pernos de fijación.
				Barrera sube y automáticamente se baja, por descalibración de la sensibilidad del loop
7	Cajero de pago automático N° 01 (APS)			Equipo con fuga a tierra, se ajustan la conexión a tierra y verifica el mantenimiento preventivo del SPAT
			10	Billete atascado en Bill to bill
				Cajero no entrega vuelto, se ajusta mecanismo del cassette del bill to bill
				Equipo fuera de servicio, por desconexión de cable de red
		80		Equipo con monedas atascadas, se retiran monedas.
8	Cajero de pago automático N° 02 (APS)		10	Cajero no entrega vuelto, se ajusta mecanismo del cassette del bill to bill
				Equipo con monedas atascadas, se retiran monedas.
				Equipo no imprime comprobante, se retira papel trabado en impresora.
9	Electrobomba de agua	120		No bombea agua por fallas en el control de nivel
				No bombea agua por rodete bloqueado
				No bombea agua por desconexión de la llave térmica
10	Electrobomba sumergible		10	No bombea liquido por fusible cerámico averiado, debido al recalentamiento del motor por funcionar en modo manual
11	Tableros eléctricos			Tablero desenergizado por falso contacto en los cables que conectan la llave térmica general
12	Sub estación eléctrica			Recalentamiento en el transformador por sobrecarga
				Descalibracion de taps de conexión de transformador
13	Grupo electrógeno		10	No arranca porque las baterías no están cargadas.

				Cargador de batería inoperativo, se reemplazó el cargador de batería
				Fuga de combustible por rotura de mangueras y válvulas.
				Equipo no enciende por tener problemas en la bomba de combustible.
14	Extracción de CO		15	Equipo apagado por fusible averiado, se reemplaza fusible.
				Motor quemado por recalentamiento, se rebobina y se vuelve a conectar
				Ruido excesivo por desgaste en las chumaceras, se procede a lubricar
15	Detección y alarma conraincendios	50		Error en panel por sensor averiado, se reemplaza el sensor de humo
				Estación manual activada por error, se restablece dispositivo en posición inicial
				Sonido de alarma en panel por desconexión de cable de baterías.
16	Bomba de agua conraincendios		10	Baterías averiadas por estar descargadas
				Tablero de control apagado
				Tanque de la motobomba no cuenta con combustible
				Bomba jockey quemado por recalentamiento por funcionamiento, estando apagado la bomba principal
17	UPS			Se apagó el equipo por mala manipulación
	Total (min)	380	100	

ANEXO N.º 10. Reporte de mantenimiento correctivo proyectada 2022 para la playa 2

Íte m	Activo	MANTENIMIENTO CORRECTIVO 2021 LOS PORTALES ESTACIONAMIENTOS		
		dic- 21	ene- 22	Reporte de fallos
		Minutos		
1	Dispensador de tickets N° 01	20		No emite tickets por obstrucción de tickets, el personal operativo retira el ticket trabado.
				Impresión de tickets por debajo de lo permitido, el técnico reemplaza el cabezal de impresión del equipo.
2	Dispensador de tickets N° 02		20	Equipo no emite tickets, por colocar estar mal colocada la caja de tickets
		70		No emite tickets por obstrucción de tickets, el personal operativo retira el ticket trabado.
2	Validador de tickets N° 01		15	Equipo fuera de servicio, por desconexión de cable de red
				No lee los tickets por sensor obstruido, el técnico realiza la limpieza del sensor
2	Validador de tickets N° 02			No recibe ticket por obstrucción de tickets, el técnico retira el ticket trabado.
				Problema en detectar tarjeta de abonados, por tener desconectado el cable de red.
3	Barrera N° 01	80		Barrera sube y automáticamente se baja, por descalibración de la sensibilidad del loop
				Barra octogonal no sube por bisagra rota, se reemplaza bisagra
				Barra octogonal no sube por desajuste en pernos de brida, se ajustan pernos
4	Barrera N° 02		20	Barrera revirada por choque vehicular, de ajusta los pernos de fijación.
				Barra octogonal no sube por bisagra rota, se reemplaza bisagra
				Barrera sube y automáticamente se baja, por descalibración de la sensibilidad del loop
5	Cajero de pago automático N° 01 (APS)			Equipo con fuga a tierra, se ajustan la conexión a tierra y verifica el mantenimiento preventivo del SPAT
			20	Billete atascado en Bill to bill
		150		Equipo con monedas atascadas, se retiran monedas con cinta scotch.
7	Electrobomba de agua			No bombea agua por fallas en el control de nivel
				No bombea agua por rodete bloqueado
		40		No bombea agua por tener el motor quemado, al funcionar con las fases invertidas
8	Electrobomba sumergible			No bombea por recalentamiento en bobinado del motor por tiempo de funcionamiento mayor al recomendado
				No bombea liquido por contactor averiado
9	Tableros eléctricos		10	Tablero desenergizado por recalentamiento en interruptor general por sobrecarga.
				Tablero desenergizado por desconexión de interruptor diferencial, por fuga a tierra.
10	Sub estación eléctrica			Recalentamiento en el transformador por sobrecarga
				Descalibracion de taps de conexión de transformador
11	Grupo electrógeno	20		Equipo no enciende por tener problemas en la bomba de combustible.
				Radiador obstruido por oxido, se retira y cambia el radiador
12	Extracción de CO			Centrifugo no extrae CO por tener las fajas rotas.
				Variador no enciende por mostrar error falla fase de motor
13	Pozo a tierra			Los equipos presentan fuga de corriente por rotura desconexión de cable a tierra
14	Bomba de agua contraincendios		15	Sistema despresurizado por fuga de agua en tubería
				Sistema despresurizado por fuga de agua en válvula angular
	Total (min)	380	100	

ANEXO N.º 11. Reporte de mantenimiento correctivo proyectada 2022 para la playa 3

Ítem	Activo	MANTENIMIENTO CORRECTIVO 2021 LOS PORTALES ESTACIONAMIENTOS		
		dic-21	ene-22	Reporte de fallos
		Minutos		
1	Dispensador de tickets		10	No emite tickets por obstrucción de tickets, el personal operativo retira el ticket trabado.
2	Validador de tickets	80		No lee los tickets por sensor obstruido, el técnico realiza la limpieza del sensor
				Equipo tiene la estructura caliente, el técnico regula el termostato del equipo.
				No recibe ticket por obstrucción de tickets, el técnico retira el ticket trabado.
3	Barrera N° 01		20	Barrera sube y automáticamente se baja, por descalibración de la sensibilidad del loop
				Barra octogonal no sube por bisagra rota, se reemplaza bisagra
4	Barrera N° 02	150		Barra octogonal no sube por bisagra rota, se reemplaza bisagra
				Equipo inestable por desajuste de pernos de fijación.
				Barra octogonal colgada, por rotura del pistón del brazo articulado.
5	Electrobomba de agua			No bombea agua por fallas en el impulsor, se encuentra rajado.
				No bombea agua por desconexión de la llave térmica
				No bombea agua por tener el motor quemado, al funcionar con las fases invertidas
6	Electrobomba sumergible			No bombea por recalentamiento en bobinado del motor por tiempo de funcionamiento mayor al recomendado
			20	No bombea por tener selector en posición 0
7	Tableros eléctricos			El interruptor térmico tiene recalentamiento y solo funciona dos de las tres fases.
8	Grupo electrógeno			Obstrucción del filtro de combustible, se realiza limpieza de tanque de combustible y reemplazo de filtro
				Cargador de batería inoperativo, se reemplazó el cargador de batería
				Fuga de combustible por rotura de mangueras y válvulas.
9	Extracción de CO			Motor eléctrico quemado por recalentamiento, por rodamiento averiado en el acoplamiento.
		150		Centrifugo no extrae CO por tener las fajas rotas.
				Sistema funciona sin detenerse por tener el sensor de CO averiado.
10	Bomba de agua contraincendios		50	Sistema despresurizado por estar en posición 0 el selector
				Sistema despresurizado por contactor averiado
11	Detección y alarma contraincendios			Estación manual activada por error, se restablece dispositivo en posición inicial
	Total (min)	380	100	

ANEXO N.º 12. Reporte de mantenimiento correctivo proyectada 2022 para la playa 4

Ítem	Activo	MANTENIMIENTO CORRECTIVO 2021 LOS PORTALES ESTACIONAMIENTOS		
		dic-21	ene-22	Reporte de fallos
		Minutos		
1	Dispensador de tickets N° 01		30	No emite tickets por obstrucción de tickets, el personal operativo retira el ticket trabado.
				Impresión de tickets por debajo de lo permitido, el técnico reemplaza el cabezal de impresión del equipo.
1	Dispensador de tickets N° 02			No emite tickets por obstrucción de tickets, el técnico retira el ticket trabado.
				Equipo emite ticket mal cortado por descalibración de cutter
2	Validador de tickets N° 01	50		No recibe ticket por obstrucción de tickets, el personal operativo retira el ticket trabado.
				Equipo apagado debido a la desconexión del interruptor diferencial, por falso contacto en la conexión eléctrica del equipo
2	Validador de tickets N° 02			No recibe ticket por obstrucción de tickets, el técnico retira el ticket trabado.
				Equipo no detecta vehículo por descalibración de la sensibilidad del loop
3	Barrera N° 01			Barrera sube y automáticamente se baja, por descalibración de la sensibilidad del loop
			30	Barra octogonal no sube por bisagra rota, se reemplaza bisagra
4	Barrera N° 02			Equipo inestable por desajuste de pernos de fijación.
3	Barrera N° 03			Barra octogonal colgada, por rotura del pistón del brazo articulado.
3	Barrera N° 04			Barra octogonal no sube por bisagra rota, se reemplaza bisagra
7	Electrobomba de agua			No bombea agua por fallas en el control de nivel
				No bombea agua por rotura en el impulsor por golpe de ariete al tener la Válvula check inoperativa
		180		No bombea agua por tener contactor averiado
8	Electrobomba sumergible			No bombea por recalentamiento en bobinado del motor por tiempo de funcionamiento mayor al recomendado
			40	No bombea por tener selector en posición 0
11	Grupo electrógeno	150		Obstrucción del filtro de combustible, se realiza limpieza de tanque de combustible y reemplazo de filtro
				No arranca porque las baterías no están cargadas.
				Radiador obstruido por oxido, se retira y cambia el radiador
11	Detección y alarma contra incendios			Estación manual activada por error, se restablece dispositivo en posición inicial
	Total (min)	380	100	