



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

“Estudio de trabajo para mejorar la productividad en el área de
mantenimiento de RTM Cold Service S.A.C, Lima, 2021”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniera Industrial

AUTORAS:

Carpio Quispe, Celia (orcid.org/0000-0003-2118-0525)

Quispe Cordova, Lisbeth (orcid.org/0000-0002-5157-7032)

ASESOR:

Dr. Espejo Peña, Dennis Alberto (orcid.org/0000-0002-0545-5018)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Gestión Empresarial y Productiva

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo Económico, Empleo y Emprendimiento

LIMA – PERÚ

2021

DEDICATORIA

Dedicamos este estudio de investigación a Dios porque nunca nos abandona, a nuestros padres porque nos dieron la vida y educación. A aquellos que nos motivaron, apoyaron y aconsejaron.

AGRADECIMIENTO

Agradecemos a nuestros padres quienes cada día nos impulsan e inspiran a seguir enfocándonos en nuestra educación, metas y sueños, a nuestros hermanos que nos brindaron su acompañamiento incondicional, a Dios por todos los conocimientos obtenidos y permitirnos culminar este informe de investigación juntas. Agradecemos a la universidad quien nos viene formando durante todos estos años de estudio, a nuestros docentes quienes con su gran sentido humano siempre nos enseñan desde los valores, y por ser un gran modelo de referencia.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Carátula.....	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos.....	iv
Índice de tablas	v
Índice de figuras	viii
Resumen.....	x
Abstract.....	xi
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	5
III. METODOLOGÍA	12
3.1.Tipo y diseño de investigación	12
3.2.Variables y operacionalización.....	13
3.3.Población, muestra, muestreo y unidad de análisis	15
3.4.Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	17
3.5. Procedimientos	19
3.6. Método de análisis de datos.....	88
3.7. Aspectos éticos	88
IV. RESULTADOS.....	90
V. DISCUSIÓN	101
VI. CONCLUSIONES	106
VII. RECOMENDACIONES.....	107
REFERENCIAS.....	108
ANEXOS	114

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Cuadro de instrumentación de variables	17
Tabla 2. Validación por juicio de expertos	18
Tabla 3. Volumen de negocio.....	30
Tabla 4. Checklist de supervisión inadecuada	31
Tabla 5. Actividades que no agregan valor	32
Tabla 6. Formato de control inadecuada.....	33
Tabla 7. Formato de la ficha de productividad.....	34
Tabla 8. Causas principales y sus alternativas de solución	35
Tabla 9. Cronograma de implementación	36
Tabla 10. Costo de la propuesta de implementación	37
Tabla 11. Cantidad de servicios realizados.....	38
Tabla 12. Toma de tiempos del Mant. del condensador.....	41
Tabla 13. Cálculo del número de muestras Pre-Test del condensador.....	42
Tabla 14. Cálculo del tiempo promedio Pre-Test del condensador	43
Tabla 15. Valoración Westinghouse.....	44
Tabla 16. Factor de valorización del condensador	44
Tabla 17. Tabla de suplementos	45
Tabla 18. Suplemento del condensador.....	45
Tabla 19. Pre-Test del tiempo estándar del condensador.....	46
Tabla 20. Toma de tiempos del Mant. del evaporador	47
Tabla 21. Cálculo del tamaño de muestra del Mant. del evaporador	47
Tabla 22. Tiempo promedio Pre-Test del Mant. del evaporador	48
Tabla 23. Factor de valorización del evaporador.....	48
Tabla 24. Suplemento del evaporador	49
Tabla 25. Pre-Test del tiempo estándar del evaporador	49
Tabla 26. Tabla resumen del tiempo estándar Pre-Test	50
Tabla 27. Pre-Test del DAP de Mant. del condensador	52
Tabla 28. Pre-Test de actividades improductivas del condensador	53
Tabla 29. Pre-Test del DAP del Mant. del evaporador.....	54
Tabla 30. Pre-Test de actividades improductivas del evaporador	55
Tabla 31. Cálculo de la capacidad instalada Pre-Test	56
Tabla 32. Cálculo de los servicios de mantenimiento programados.....	56

Tabla 33. Cálculo de las horas – Hombre programadas	57
Tabla 34. Cálculo de las Horas-Hombre trabajadas.....	57
Tabla 35. Pre-Test del porcentaje de productividad	58
Tabla 36. Técnica del interrogatorio del evaporador	59
Tabla 37. Técnica del interrogatorio del condensador.....	60
Tabla 38. Actividades que no agregan valor	62
Tabla 39. Checklist de mantenimiento preventivo	63
Tabla 40. Post- Test de toma de tiempos del condensador	73
Tabla 41. Cálculo Post-test del número de muestras del condensador	74
Tabla 42. Tiempo promedio Post - test del condensador	75
Tabla 43. Post-Test del tiempo estándar del condensador	76
Tabla 44. Post- Test de Toma de tiempos del evaporador.....	77
Tabla 45. Post-Test de tamaño de muestra del evaporador	78
Tabla 46. Post-Test de tiempo promedio del evaporador.....	79
Tabla 47. Post-Test del tiempo estándar del evaporador.....	80
Tabla 48. Cuadro resumen del Post-Test del tiempo estándar	80
Tabla 49. Post-Test del DAP del condensador.....	82
Tabla 50. Post-Test de las actividades improductivas del condensador	83
Tabla 51. Post-Test del DAP del evaporador	84
Tabla 52. Post -test de actividades improductivas del evaporador.....	85
Tabla 53. Post-Test del cálculo de la capacidad instalada.....	85
Tabla 54. Post-Test de la cantidad de servicios programados	86
Tabla 55. Post-Test del cálculo de horas-hombre programadas.....	86
Tabla 56. Post-Test del cálculo de horas-hombre reales	86
Tabla 57. Post-Test del índice de productividad.....	87
Tabla 58. Resumen del procesamiento de datos de la Productividad.....	90
Tabla 59. Resumen del procesamiento de datos de la Eficiencia	91
Tabla 60. Resumen del procesamiento de datos de la Eficacia	92
Tabla 61. Prueba de normalidad de la Productividad.....	93
Tabla 62. Comparación de medias de la productividad de T-Student.....	94
Tabla 63. Estadístico de prueba T-Student de la Productividad.....	95
Tabla 64. Prueba de normalidad de la eficiencia.....	96
Tabla 65. Prueba de rango con signo de Wilcoxon	97

Tabla 66. Estadístico de prueba Wilcoxon para la Eficiencia	98
Tabla 67. Prueba de normalidad de Eficacia.....	99
Tabla 68. Comparación de medias de la Eficacia de T-Student.....	100
Tabla 69. Estadístico de prueba T-Student de la Eficacia.....	100
Tabla 70. Cuadro de causas	114
Tabla 71. Matriz de Vester	115
Tabla 72. Criterios de evaluación.....	115
Tabla 73. Cuadro de puntajes	116
Tabla 74. Causas por área.....	117
Tabla 75. Tabla resumen	117
Tabla 76. Cuadro de alternativas de solución	118
Tabla 77. Criterios de evaluación.....	118
Tabla 78. Matriz de consistencia.....	119
Tabla 79. Matriz de operacionalización.....	120
Tabla 80. Ciclos de tiempo por operación	122
Tabla 81. Matriz de priorización	122
Tabla 82. Criterios de evaluación.....	122
Tabla 83. Formato de la ficha de tiempo promedio del condensador.....	124
Tabla 84. Formato de la ficha de tiempo promedio del evaporador	125
Tabla 85. Formato de la ficha de tiempo estándar del condensador.....	126
Tabla 86. Formato de la ficha de tiempo estándar del evaporador	127
Tabla 87. Formato del análisis de flujo de proceso (DAP): Condensador	128
Tabla 88. Formato de actividades improductivas del condensador.....	129
Tabla 89. Formato del análisis de flujo de proceso (DAP): Evaporador	130
Tabla 90. Formato de actividades improductivas del evaporador	131
Tabla 91. Formato de la ficha de productividad.....	131
Tabla 92. Acta de reunión de trabajo	142
Tabla 93. Acta de reunión de la presentación de mejoras	143
Tabla 94. Acta de reunión de la capacitación.....	144

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Tiempo promedio por cada actividad	13
Figura 2. Porcentaje de actividades improductivas	14
Figura 3. Porcentaje de eficiencia	14
Figura 4. Porcentaje de eficacia	15
Figura 5. Ubicación de la empresa RTM Cold Service S.A.C.....	20
Figura 6. Toma de mediciones	21
Figura 7. Limpieza de la UC	21
Figura 8. Aplicación de limpia contacto	21
Figura 9. Desmontaje del motor ventilador.....	22
Figura 10. Limpieza con agua a presión	22
Figura 11. Organigrama de la empresa RTM Cold Service S.A.C	23
Figura 12. Mapa de procesos de la empresa RTM Cold Service S.A.C.....	24
Figura 13. Flujograma de la empresa RTM Cold Service S.A.C.	25
Figura 14. Revisión de la UC.....	26
Figura 15. Limpieza de la UC	27
Figura 16. Limpieza de gabinete de la UC	27
Figura 17. Limpieza de la UC con agua a presión.....	27
Figura 18. Revisión de UE	28
Figura 19. Lavado de piezas	28
Figura 20. Clientes de la empresa RTM Cold Service.....	29
Figura 21. Proveedores de la empresa RTM Cold Service	29
Figura 22. Cronograma no detallado de la empresa RTM Cold Service	33
Figura 23. Reunión virtual con el área gerencial y operativa.....	39
Figura 24. Reunión virtual por Zoom	39
Figura 25. Reunión virtual del estudio de trabajo	40
Figura 26. Pre-Test del DOP	51
Figura 27. Fórmula de la capacidad instalada o teórica	56
Figura 28. Fórmula de los servicios programados.....	56
Figura 29. Fórmula de las Horas- Hombre programadas	57
Figura 30. Fórmula de las horas-Hombre trabajadas.....	57
Figura 31. Gráfico del Pre-Test de la productividad	58
Figura 32. Cronograma propuesto	61

Figura 33. DOP mejorado	65
Figura 34. Reunión por la plataforma Zoom.....	66
Figura 35. Presentación del cronograma y checklist propuesto	67
Figura 36. Presentación de la propuesta del DOP y DAP	67
Figura 37. Presentación de otras propuestas.....	67
Figura 38. Presentación del presupuesto de la implementación	68
Figura 39. Envío de material informativo	68
Figura 40. envío de material audiovisual.....	69
Figura 41. envío de afiches	69
Figura 42. Capacitación virtual	70
Figura 43. Capacitación a los trabajadores	70
Figura 44. Capacitación constante	71
Figura 45. envío del cronograma a implementar	71
Figura 46. envío del checklist a implementar	72
Figura 47. Compra del peine de serpentín	72
Figura 48. Adquisición de hidrolavadora	72
Figura 49. Post-Test del DOP	81
Figura 50. Histograma de la productividad Pre y Post	90
Figura 51. Histograma del Pre y Post de la Eficiencia.....	91
Figura 52. Histograma del Pre y Post de la Eficacia	92
Figura 53. Diagrama de Ishikawa.....	114
Figura 54. Diagrama de Vester	115
Figura 55. Diagrama de Pareto	116
Figura 56. Estratificación por áreas.....	117
Figura 57. Gráfico de las alternativas de solución.....	118
Figura 58. Gráfico de priorización	123

RESUMEN

La presente investigación titulada “Estudio de trabajo para mejorar la productividad en el área de mantenimiento de RTM Cold Service S.A.C, Lima, 2021” tuvo como objetivo principal determinar de qué manera el estudio de trabajo mejora la productividad en el área de mantenimiento preventivo de la empresa RTM Cold Service S.A.C. El tipo de investigación que se desarrolló fue aplicada de diseño pre – experimental. La población estuvo conformada por el número de servicios de mantenimiento preventivo realizados, mientras que la muestra fue por conveniencia, constituida por el número de servicios realizados durante el periodo de 14 días antes y después de la implementación. La técnica que se empleó fue la de la observación directa no participante, utilizando instrumentos como fichas de observación para el estudio de tiempos, eficiencia, eficacia y productividad. Para el análisis de datos se empleó el programa estadístico SPSS V.26, de manera descriptiva e inferencial. Concluyendo que, como resultado la eficiencia mejoró a un 85.02%, la eficacia a un 83.51% y la productividad a un 70.74%, reduciendo así los tiempos en el proceso, la eliminación de actividades improductivas y el aumento de servicios entregados a tiempo.

Palabras clave: Estudio de trabajo, productividad, mantenimiento preventivo, aire acondicionado.

ABSTRACT

The present investigation entitled "Work study to improve productivity in the maintenance area of RTM Cold Service S.A.C, Lima, 2021" had as main objective to determine how the work study improves productivity in the preventive maintenance area of the company RTM Cold Service S.A.C. The type of research that was developed was applied to a pre-experimental design. The population was made up of the number of preventive maintenance services performed, while the sample was for convenience, made up of the number of services performed during the 14-day period before and after implementation. The technique used was direct non-participant observation, using instruments such as observation sheets for the study of times, efficiency, effectiveness and productivity. For data analysis, the statistical program SPSS V.26 was used, descriptively and inferentially. Concluding that, as a result, efficiency improved to 85.02%, effectiveness to 83.51% and productivity to 70.74%, thus reducing process times, eliminating unproductive activities and increasing services delivered on time.

Keywords: Work study, productivity, preventive maintenance, air conditioning.

I. INTRODUCCIÓN

En Latinoamérica, gran parte de las organizaciones han tenido que atravesar por diferentes desafíos, entre ellos el aprovechamiento de oportunidades, el cual tiene la finalidad de incrementar la productividad. En el 2017 las ventas aproximadas fueron de 678 millones de dólares, donde 278 millones fueron representados por el mercado de aire acondicionado y 400 millones para el mercado de refrigeración y para el 2018 se pronosticaba un aumento superior al 5%, e incluso la cadena de valor de este sector produce un estimado de 2 millones de puestos laborales directos e indirectos. (ACAIRE, 2018), reflejando así la alta demanda de la comercialización y el servicio de mantenimiento en el mercado latinoamericano.

En el Perú, según la actividad económica, los trabajadores que generan gran productividad se encuentran en las empresas de servicios eléctricos, contando con 1 millón 178 mil soles, seguido de las empresas inmobiliarias con 236 mil soles, y los que se encuentran en menor rango son las empresas de servicios de bebidas y comidas con 27 mil soles, además de las empresas de servicios administrativos y de apoyo con 35 mil soles. (INEI, 2017). Estas cifras demuestran el desempeño de las diferentes actividades de servicio de la empresa, por ello es importante emplear herramientas que beneficien a la mejora de una organización, entre ellas el estudio de trabajo, el cual ayudará a incrementar la productividad y mejorar la calidad de servicio.

La empresa RTM Cold Service S.A.C ubicada en Urb. Pop. Conafovicer grupo 13 Villa el Salvador – Lima. Es una empresa que lleva tres años en el mercado y está dedicada al servicio de aire acondicionado y refrigeración, dentro de sus actividades principales cuenta con mantenimientos preventivos, correctivos, instalaciones, entre otros, tiene la visión de ser reconocida internacionalmente por su calidad y eficiencia. Por ello, está enfocada en mejorar y adaptarse a los cambios. Sin embargo, se ha podido detectar la baja productividad que posee al realizar los servicios de mantenimiento preventivo, debido a la presencia de tiempos improductivos, una falta de estandarización de tiempos, retrasos en la entrega del servicio y una supervisión deficiente, para poder identificar arduamente las causas de esta problemática se utilizó el Diagrama de Ishikawa (Anexo 1), en la cual se

obtuvo un total de 15 causas. Para poder determinar el nivel de correlación entre las causas identificadas en el diagrama de Ishikawa, se elaboró una matriz de Vester (Anexo 2) tomando el valor 3 como “existe una fuerte relación”, el valor 2 como “existe una mediana relación”, el valor 1 como “existe una escasa relación” y el valor 0 cuando “no existe relación”. Luego de haber realizado la matriz, se procedió a realizar el diagrama de Vester, en donde se logró observar que las causas ubicadas en el cuadrante crítico fueron las siguientes: Falta de control de tiempos, Supervisión deficiente, retrasos de entrega, tiempo no estandarizado y falta de indicador de productividad, reflejando el déficit en la productividad y los tiempos en el área. Posteriormente se realizó el Diagrama de Pareto (Anexo 3), donde se hicieron relevantes las causas con mayor puntaje e importancia, originadas en la empresa RTM Cold Service S.A.C. Al interpretar el diagrama se obtuvo como la mayor causa al retrasos de entrega, con 16 de puntaje de un total de 140, correspondiendo al 11%, Respecto a conjuntos, las causas del 1 al 9 presentan también gran relevancia, Por lo cual es de gran importancia encontrar soluciones o mejoras en las siguientes 9 causas: Retrasos de entrega, falta de indicador de productividad, desactualización de registros, supervisión deficiente, tiempo no estandarizado, mal uso de los equipos, falta de control de tiempos, falta de capacitación del personal y el incumplimiento de las programaciones. Además de aplicar las herramientas anteriores, se realizó una estratificación por áreas (Anexo 4), en ella se reflejó que el área donde se dan mayormente las causas es el área de gestión con un 66% del total, seguido del área de administración con un 16%, el área de recursos humanos con el 16% y por último el área de SSOMA con un 1% de frecuencia, siendo esta la de menor preocupación respecto a la problemática. Finalmente, para poder escoger la mejor alternativa de solución, se realizó una matriz de comparación (Anexo 5), donde se lograron comparar 3 posibles soluciones: El estudio de trabajo, la metodología 5S y Lean Manufacturing, tomando en cuenta ciertos criterios de evaluación y valoración, al término de esta se obtuvo como solución idónea al estudio de trabajo. Asimismo, se desarrolló la matriz de priorización (Anexo 12), donde se seleccionaron cuatro áreas: Administración, SSOMA, Recursos humanos y Gestión, luego de ello se procedió a evaluar, teniendo en cuenta el nivel de criticidad, el nivel de impacto y la prioridad

que se debe considerar, obteniendo como resultado al área de Gestión, siendo esta la que más causas genera.

Para el planteamiento del problema general y específicos se realizó una matriz de coherencia (Anexo 6), donde se determinó como problema general: ¿De qué manera el estudio de trabajo mejora la productividad en el área de mantenimiento preventivo de la empresa RTM Cold Service S.A.C, Lima, 2021? y como problemas específicos ¿De qué manera el estudio de trabajo mejora la eficiencia en el área de mantenimiento preventivo de la empresa RTM Cold Service S.A.C, Lima, 2021? y ¿Cómo el estudio de trabajo mejora la eficacia en el área de mantenimiento preventivo de la empresa RTM Cold Service S.A.C, Lima, 2021?.

La justificación del informe se dividirá en metodológica y económica, la primera consiste en la utilidad que se le puede dar a ciertos instrumentos y técnicas de investigación empleados, hacia otros estudios o proyectos futuros. (Hernandez, 2014). Por ello la investigación tiene la intención de ampliar los saberes del investigador, compartiendo nuevas estrategias y métodos en los que se tendrían en cuenta instrumentos como procedimientos, diagramas, test, entre otros, que se consideren útiles en investigaciones similares o futuras. Respecto a la justificación económica, brinda beneficios económicos tras obtener los resultados de un estudio determinado (Ríos, 2017), En la investigación, la aplicación del estudio de trabajo será de gran ayuda para mejorar la productividad en el área de mantenimiento, con la finalidad, además, de incrementar los ingresos en un 10% en los servicios de mantenimiento preventivo brindados.

Con lo anterior expuesto se ha planteado el siguiente objetivo general: Determinar de qué manera el estudio de trabajo mejora la productividad en el área de mantenimiento preventivo de la empresa RTM Cold Service S.A.C, Lima, 2021 y como objetivos específicos: Determinar de qué manera el estudio de trabajo mejora la eficiencia en el área de mantenimiento preventivo de la empresa RTM Cold Service S.A.C, Lima, 2021 y Determinar como el estudio de trabajo mejora la eficacia en el área de mantenimiento preventivo de la empresa RTM Cold Service S.A.C, Lima, 2021.

Respecto a la hipótesis se ha formulado como hipótesis general: El estudio de trabajo mejora la productividad en el área de mantenimiento preventivo de la empresa RTM Cold Service S.A.C, Lima, 2021 y como hipótesis específicas: El estudio de trabajo mejora la eficiencia en el área de mantenimiento preventivo de la empresa RTM Cold Service S.A.C., Lima, 2021 y El estudio de trabajo mejora la eficacia en el área de mantenimiento preventivo de la empresa RTM Cold Service S.A.C, Lima, 2021.

II. MARCO TEÓRICO

Conforme al presente informe de investigación, en el cual se toma como propuesta la aplicación del estudio de trabajo como herramienta para mejorar la productividad en el área de mantenimiento de la empresa Cold Service S.A.C., se pudo recopilar un gran número de información y estudios de investigación, mediante el uso de diversas bases de datos, las cuales permitieron expandir nuestro enfoque de investigación, obteniendo así diferentes antecedentes de investigación, donde destacaron los siguientes:

A nivel nacional se tiene a (Paredes, 2018) donde su informe de investigación, tuvo como objetivo general demostrar de qué manera el estudio de trabajo mejora la productividad en la empresa Electrónica Max E.I.R..L, fue de diseño cuasi – experimental, tipo aplicada, como población estableció a los técnicos del servicio de mantenimiento, además, como instrumento utilizó hojas de verificación de medición de tiempos, tiempo estándar, fichas de registro de operación, fichas de estimación de productividad, eficacia y eficiencia. Se obtuvo un resultado de significancia igual a 0 del análisis aplicado a los indicadores de productividad, tomando en cuenta el antes y después de la ejecución, debido a ello se rechaza la hipótesis nula, aceptando así la hipótesis de investigación planteada. Finalmente se concluye que la productividad al inicio fue de un 55.6% en el área de mantenimiento de CPU durante los 5 últimos meses del 2017, donde luego de implementar el estudio de trabajo se logró incrementar un promedio de 73.14% durante los 5 primeros meses del 2018.

(Toribio, 2018) cuya investigación tuvo como objetivo determinar el estudio de trabajo del mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad del chillers de aire acondicionado caso: Empresa Vertiv Lima, 2018. Dicha investigación fue de diseño Cuasi Experimental con enfoque cuantitativo de tipo aplicada. La muestra fue tomada de los datos numéricos de los 12 últimos meses, iniciando desde diciembre del 2017. El instrumento empleado para la recolección de datos fue la ficha de observación la cual fue validada mediante el juicio de expertos. Concluyó que el estudio de trabajo mejora el MTTR (tiempo promedio de reparación) y el MTBF (Tiempo medio entre fallas) del mantenimiento preventivo logra mejorar la disponibilidad de los chillers. Finalmente se obtuvo como resultado que el tiempo

efectivo esta dado por el tiempo real y el tiempo programado del mantenimiento, siendo este ultimo de 960 minutos y el real que esta entre 1380 y 950 minutos en el Pre-Test y Post-Test, obteniendo así un ahorro de 430 minutos respectivamente, incluso estos factores mejoran notoriamente en sus promedios debido a la implementación realizada.

(Quinto, 2019) en su trabajo de investigación, planteó como objetivo general establecer cómo la productividad del equipo técnico se relaciona con la aplicación del estudio de trabajo. Respecto a la metodología la investigación fue cuasi – experimental, correlacional, de tipo aplicada, descriptiva y cuantitativa, como técnicas de recolección de datos utilizó ciertos procedimientos, los cuales fueron analizados estadísticamente, Al término del análisis correspondiente, se obtuvo como conclusión que el valor de correlación estadístico t, entre las dos variables ya mencionadas, son de un 27.27, ubicado en el área de rechazo de la hipótesis nula, también se pudo observar que la aplicación de esta técnica amplia asertivamente la productividad del equipo operacional del área de reparaciones de una organización de metalmecánica, orientada a realizar mantenimientos de maquinaria pesada. Finalmente se concluye que antes de realizar la mejora, el proceso tenía una demora de 3875 min, es decir 8 días. Con la mejora ya implementada se logró disminuir 661 min, obteniendo así el ahorro de una jornada laboral de trabajo, logrando incrementar la productividad en un 77%.

(Chuquilín, 2019), cuya investigación tuvo como finalidad aplicar el estudio de métodos para incrementar la productividad en el proceso de mantenimiento de equipos de aire acondicionado en la empresa Refrigeración Chuquilin S.R.L. Su diseño de investigación es preexperimental. La población fue tomada de todos los servicios de la empresa Chuquilin S.R.L. en la que se realizó mantenimiento a los equipos de aire acondicionado. La muestra estuvo constituida por 10 servicios de mantenimientos. El instrumento empleado fue la observación mediante fichas. Concluyó que la aplicación del estudio de métodos logró aumentar la productividad a raíz de que los indicadores de eficacia y eficiencia también incrementaron. Sin embargo, el número no fue significativo por lo que se recomienda realizar un seguimiento a la implementación y optar por alternativas que ayuden a la mejora continua de la empresa y en satisfacción de los clientes. Finalmente, respecto a la

productividad, se logró observar que antes de la mejora tenía una valoración de 0.48 y la media después de la misma fue de 1.06, incrementando en un 120.83% en la productividad.

(Gutierrez, 2020) en su informe de investigación, titulado aplicación del estudio de trabajo para incrementar la productividad en el proceso de inspección visual de casco exterior en la empresa SIMA S.A. menciona que tiene la finalidad de aportar positivamente e incrementar la productividad en la operación de inspección visual en el área de embarcaciones mediante la implementación del estudio de trabajo, cabe recalcar que esta investigación fue de tipo explicativo de diseño experimental, al término de la aplicación de la herramienta mencionada anteriormente, se obtuvo como resultado el aumento de la productividad de 54% a 69%, teniendo una diferencia del 15%.

A nivel internacional, (Polo, y otros, 2016) en su investigación denominada Time and motion study to improve productivity of operations preventive maintenance greased bearings. Food Technology Company S.A. Samanco 2016. Cuyo objetivo fue determinar el impacto del estudio de tiempos y movimientos para reducir tiempos y movimientos ineficientes y así aumentar la productividad de las operaciones de mantenimiento preventivo en la empresa TASA en el año 2016. Su diseño fue de tipo pre-experimental, la población estuvo conformada por los trabajos programados y ejecutados de engrase de chumaceras, obteniendo un total de 124. La muestra tomada fue de 53 chumaceras y la técnica aplicada para la recolección de datos fue la observación y en la recopilación de documentos de forma virtual y física. Como resultado se llegó al cumplimiento de las actividades en un 86.19%, lo cual indica que es un cumplimiento regular. Referente a las técnicas, se calculó la productividad de la mano de obra y la eficiencia del trabajo realizado durante la primera observación con ayuda de un diagrama de análisis de procesos, en la que se obtuvo como resultado que en 3 horas 42 minutos es el tiempo que los trabajadores demoran para lubricar una chumacera. Con las mejoras implementadas en la segunda observación se obtuvo como resultado que demoran 1 hora 47 minutos. Logrando realizar 3 lubricaciones de chumaceras al día.

(Palaniswamy, y otros, 2021) realizaron un estudio en una industria textil ubicada en Tirupur, Tamilnadu, India, en el área de costura, titulada Productivity

Improvement by Reducing Waiting Time and Over-production Using Lean Manufacturing Technique, con la finalidad de identificar actividades no productivas y erradicarlas para ahorrar tiempo, costos y mejorar el rendimiento interno tiempo, en la investigación convirtieron el sistema de producción de paquetes en un sistema por unidades, donde el desperdicio se logró reducir indicando un aumento de la productividad. Además de utilizar técnicas de reducción de tiempo, se aplicó el concepto de la manufactura esbelta, logrando así que la tasa de productividad aumente en un 18.5%, se realizaron también capacitaciones y una ardua eliminación de desperdicios en el proceso de costura

(Szewcczyk, y otros, 2017) en estudio de investigación de título the accuracy of measurements in a time study of harvester operations cuyo objetivo fue determinar el nivel de error de medición de los tiempos de operación de la cosechadora, mediante un método cronométrico, su investigación fue de enfoque cuantitativo de tipo aplicada, los resultados de la duración media de los ciclos de trabajo estimada, a partir del tiempo acumulado de las imágenes de vídeo, fue de 55,0 y 52,3 segundos para las operaciones de raleo y tala rasa, respectivamente. El método de cronometraje acumulativo utilizando el PSION, el ordenador de a bordo subestimó estos tiempos de ciclo en aproximadamente 14% en operaciones de aclareo y 22% en tala rasa operaciones. El método de sincronización rápida, que mide la duración de ciertas operaciones por separado, subestimó el tiempo medio del ciclo de trabajo en la operación de tala rasa en un 6% pero lo sobrestimó en aproximadamente 12% en la operación de adelgazamiento. En ambas operaciones, la mayor parte de la diferencia, en las estimaciones del tiempo del ciclo de trabajo, se debió a diferencias en el tiempo registrado para las actividades de desarmado y trenzado.

(Ayala, 2018) tuvo como objetivo en su investigación mejorar la eficiencia en el proceso de mantenimiento de aire acondicionado y en instalación, utilizando el estudio de trabajo en la empresa AJL Mantenimiento. Se realizó una investigación de tipo descriptiva y experimental. La población fueron los datos de los mantenimientos realizados de enero a julio del 2018. Concluyendo que el tiempo estándar determinado para el proceso de mantenimiento preventivo fue de 52,44 minutos, y se determinó un costo de ejecución de 31,000 pesos colombianos, así mismo, con el método mejorado se logró una diferencia económica de 800 pesos

colombianos por mantenimiento. Normalmente se realizan 20 mantenimientos lo cual representa un ahorro de 16,000 pesos colombianos.

(Araujo, y otros, 2018) en su estudio realizado sobre Time and motion study applied to a production line of organic lenses in Manaus Industrial Hub, cuyo objetivo fue permitir la inserción de descansos de cinco minutos en cada hora de producción, manteniendo la productividad. Se realizó el estudio de caso que se presentará en una línea de montaje de lentes orgánicos de una empresa francesa multinacional, la cual se considera la más productiva en el mundo, con una producción superior a 20 millones de lentes por año. Este estudio tomó aproximadamente dos meses para realizarse y contar con el apoyo de los equipos de ingeniería de procesos y calidad. Para cada operación se calculó el promedio y el rango, luego se calculó el número de ciclos a cronometrar (N) considerando un intervalo de confianza del 95% ($z = 1.65$) y un error relativo del 5%, debido a la alta precisión de sincronización permitida por la cámara de grabación. El coeficiente en función del número de tiempos preliminares utilizados fue de 2.326 (cinco observaciones), el promedio y el rango de cada operación se calcularon y se muestran en el (Anexo 8).

Luego de analizar los antecedentes mencionados, se abordaron las teorías relacionadas a las variables de investigación. Respecto a la variable independiente: El estudio de trabajo, se determinaron como dimensiones al estudio de tiempos y al estudio de métodos y movimientos. Respecto a la variable dependiente: La productividad, se determinaron a la eficiencia y eficacia con sus respectivos indicadores. Las herramientas más importantes que producen una mejora en la productividad consisten en el empleo de estudio de tiempos estándares (medición de trabajo), métodos y el diseño del trabajo. (Niebel, y otros, 2009), Por otro lado, Existen cuatro técnicas principales para la medición del trabajo y la determinación de los estándares adecuados. Dos de ellas son de observación directa, donde se encuentra el estudio de tiempos y el muestreo del trabajo, y los otros dos de observación indirecta, donde se encuentran los datos elementales y los sistemas de datos predeterminados de tiempos y movimientos. (Chase, y otros, 2006). En el estudio de tiempos, generalmente, se hace uso del cronometro durante la actividad en cuestión o incluso analizando un video multimedia del trabajo realizado. El trabajo se divide en componentes medibles y el tiempo de cada uno es

cronometrado individualmente. (Chase, y otros, 2006), Otro autor indica que el estudio de tiempos es una técnica de medición de trabajo, aplicada para reportar los ritmos y tiempos de trabajo que corresponden a las fracciones de una actividad establecida, la cual se realiza en condiciones definidas para analizar la data, con la finalidad de hallar el tiempo requerido y realizar la tarea según una norma de ejecución previamente establecida. (Caso, 2006)

Finalmente, para poder entender mejor los términos conceptuales y nociones necesarias de las variables del informe de investigación, se realizó una búsqueda del enfoque conceptual, donde se encontró la siguiente información: El estudio de trabajo tiene la finalidad de examinar operaciones, modificar o simplificar el método operacional, para disminuir el trabajo innecesario y determinar un tiempo normal para la ejecución de las actividades. (Kanawaty, 1996), una de sus dimensiones es el estudio de métodos y movimientos, el cual es una técnica muy importante, ya que además de ser el registro y evaluación crítica sistemática de las modalidades que se llevan a cabo en las actividades, se enfoca en analizar los movimientos realizados por los trabajadores en cada una de ellas. (Tejada, y otros, 2017), otra de sus dimensiones es el estudio de tiempos, técnica que tiene como tarea determinar un tiempo estándar aceptable, para realizar una operación dada, esta se basa en la medición del proceso con el método prescrito, tomando en cuenta las demoras personales inevitables y suplementos de fatiga. (Freivalds, y otros, 2004). Para hallar el tiempo estándar, primero se debe tener en cuenta que este se define como el tiempo requerido para cambiar su estado en calificado y es variable según el personal y el equipo de trabajo, en otras palabras, es el tiempo planificado o tomado para realizar un bien o servicio en un determinado periodo y estancia de trabajo. (Sánchez, 2000). Además del tiempo estándar, se encuentran los tiempos improductivos, el tiempo observado y el tiempo normal, los cuales ayudarán a realizar el estudio de tiempos requerido. Respecto a los tiempos improductivos son considerados toda pequeña interrupción que obligue a la máquina, trabajador o ambos a parar la producción o las actividades que se estaban realizando. (García, y otros, 2012), el tiempo observado es el tiempo promedio del periodo de operación, medido por la técnica del cronometraje en el puesto laboral, consiste en realizar tomas de tiempo a la misma actividad varias veces para luego promediarlas. (Ayala, 2018) y el tiempo normal es el tiempo en el que un trabajador capacitado, con altos

conocimientos del puesto y con un desempeño en sus actividades a un ritmo de tiempo normal, emplearía en la realización de su tarea, objeto de estudio. (Ayala, 2018).

En cuanto a la productividad, es la obtención de los resultados en un proceso o sistema, por lo que incrementarlo es mejorar dichos resultados, teniendo en cuenta los recursos necesarios. La productividad es medida por la división de los recursos logrados entre los recursos empleados. (Gutiérrez, 2014). Esta se divide en dos dimensiones muy importantes, la eficiencia y la eficacia, la primera consiste en hacer bien las cosas, su índice expresa la buena utilización de los recursos dentro de la producción de un producto en un determinado periodo, su medición es la división de los recursos programados entre los insumos utilizados (García, 2011), y la segunda consiste en obtener resultados, su índice expresa el buen resultado en la realización de un producto en un determinado periodo, su medición es la división de los productos logrados y las metas fijadas. (García, 2011).

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

Tipo de investigación

El tipo de investigación del presente informe de investigación fue aplicada, este tipo de investigación se destaca por tomar en cuenta los objetivos prácticos del conocimiento. Tiene como finalidad desarrollar conocimientos técnicos, los cuales tengan una ejecución inmediata para resolver una problemática determinada. (Sánchez, y otros, 2018), considerando lo mencionado, la investigación fue aplicada porque pretende solucionar un problema, específicamente en el área de mantenimiento de la empresa Cold Service S.A.C, aplicando una herramienta idónea para reducir la improductividad, los tiempos muertos y los movimientos innecesarios.

Respecto al enfoque, la investigación fue de un enfoque cuantitativo, debido a la utilización de la recolección de datos con mediciones numéricas, con la finalidad de realizar el estudio, para que posteriormente se analice usando procedimientos de estadística. (Hernandez, 2014).

Diseño de investigación

La investigación fue de diseño experimental, de tipo pre – experimental y de nivel descriptivo - explicativo. El tipo pre- experimental diseño de investigación se caracteriza por no reunir los requisitos de los experimentos netos, por ende, no tienen una validez interna, sin embargo, ejecutan un grado de control mínimo para su realización. (Ñaupas, y otros, 2018), respecto al nivel descriptivo tiene como finalidad especificar las características y perfiles de ciertos grupos, personas u otro fenómeno que sea objeto de estudio, en otras palabras, mide y recoge información independientemente o de manera conjunta de las variables establecidas. El nivel explicativo se caracteriza por responder las causas de los acontecimientos sociales o físicos, explica por qué sucede un fenómeno, además de las condiciones en las que se encuentra o cual es el motivo del porque las variables tienen una relación. (Hernandez, 2014)

3.2. Variables y operacionalización

De acuerdo con la ilación de la metodología, se procedió a establecer la variable independiente y dependiente, además de la realización de una matriz de operacionalización de estas, para un mayor entendimiento (Anexo 7).

Variable independiente: Estudio de trabajo

El estudio de trabajo es la evaluación sistemática de los métodos para desempeñar actividades, con la finalidad de mejorar la utilización de los recursos y determinar normas de rendimiento, respecto a las actividades que se están ejecutando. (Kanawaty, 1996)

Dimensión 1: Estudio de tiempos

Técnica que tiene como tarea determinar un tiempo estándar aceptable, para realizar una operación dada, esta se basa en la medición del proceso con el método prescrito, tomando en cuenta las demoras personales inevitables y suplementos de fatiga. (Freivalds, y otros, 2004).

Tiempo estándar

$$TS = TN \times (1 + S)$$

Donde:

TS: Tiempo estándar
TN =Tiempo normal
S = Suplementarios

Figura 1. Tiempo promedio por cada actividad

Dimensión 2: Estudio de métodos y movimientos

El estudio de métodos y movimientos es una técnica muy importante, ya que además de ser el registro y evaluación crítica sistemática de las modalidades que se llevan a cabo, al ejecutar las actividades, se enfoca en analizar los movimientos realizados por los trabajadores para aquellas actividades. (Tejada, y otros, 2017).

$$\begin{array}{c} \text{Porcentaje de actividades} \\ \text{improductivas} = \\ \left(\frac{\text{Actividades Improductivas}}{\text{Total de actividades}} \right) \times 100 \end{array}$$

Figura 2. Porcentaje de actividades improductivas

Variable dependiente: Productividad

La productividad es la conexión entre la producción que se obtiene, ya sea de bienes o servicios, y los recursos a utilizar para su obtención. Se determina también como la utilización eficiente del trabajo, materiales, energía, tierra e información en el proceso productivo. (Prokopenko, 1989).

Dimensión 1: Eficiencia

Es hacer bien las cosas, su índice expresa la buena utilización de los recursos dentro de la producción de un producto en un determinado periodo, su medición es la división de los recursos programados entre los insumos utilizados (García, 2011).

$$\begin{array}{c} \text{Porcentaje de Eficiencia} \\ = \left(\frac{HT}{HP} \right) \times 100 \\ \text{Donde:} \\ \text{HT} = \text{Horas trabajadas} \\ \text{HP} = \text{Horas programadas} \end{array}$$

Figura 3. Porcentaje de eficiencia

Dimensión 2: Eficacia

Es obtener resultados, su índice expresa el buen resultado en la realización de un producto en un determinado periodo, su medición es la división de los productos logrados y las metas fijadas. (García, 2011).

$$\text{Porcentaje de Eficacia} = \left(\frac{CSME}{CSMP} \right) \times 100$$

Donde:
CSME = Cantidad de servicios de mantenimiento ejecutado
CSMP = Cantidad de servicios de mantenimiento programado

Figura 4. Porcentaje de eficacia

3.3. Población, muestra, muestreo y unidad de análisis

Población

La población o también llamado universo, es el conjunto de un total de casos que están relacionados con ciertas especificaciones establecidas. (Hernandez, 2014). Tomando en cuenta lo mencionado, la población para el informe fue el número de servicios de mantenimiento preventivo realizados en la empresa RTM Cold Service S.A.C., ya que de esa manera se pudo extraer una muestra significativa y realizar el muestreo correspondiente. Para ello, también se determinaron ciertos criterios de inclusión y exclusión para una mayor facilidad de selección.

Criterios de inclusión

Los criterios de inclusión tomados en cuenta fueron los siguientes:

- Servicios de mantenimiento preventivo realizados en el turno día.
- Servicios de mantenimiento preventivo realizados en horarios de 8am. a 5pm.
- Servicios de mantenimiento preventivo realizados de lunes a viernes.

- Servicios de mantenimiento preventivo realizados en equipos de aire acondicionado.

Criterios de exclusión

Los criterios de exclusión tomados en cuenta fueron los siguientes:

- Servicios de mantenimiento preventivo realizados en el turno noche.
- Servicios de mantenimiento preventivo realizados en horarios de 5 pm. a 8 am.
- Servicios de mantenimiento preventivo realizados en los sábados y domingos.
- Servicios de mantenimiento preventivo realizados en equipos de refrigeración
- Los otros 7 servicios que ofrece la empresa RTM Cold Service

Muestra

La muestra es un subgrupo o fracción de la población, el cual representa el total de un universo, siguiendo un proceso de selección para obtener datos acerca de las variables de investigación establecidas (Muñoz, 2015). se obtuvo como muestra el número de servicios de mantenimiento preventivo realizados en la empresa RTM Cold Service S.A.C. durante un periodo de 14 días, antes y después de la implementación de la herramienta.

Muestreo

El muestreo consiste en realizar la selección de la muestra, además implica recolectar un fragmento de la población, con la finalidad de que represente las características más destacables que definan a la población, tales como que sean de un tamaño proporcional al universo y que el error relacionado a la toma de la muestra, no sobrepase los límites determinados. Para seleccionar las unidades de análisis en la población del informe de investigación, se utilizó el muestreo de tipo no probabilístico, en el cual se tomaron en cuenta una serie de criterios para realizar la selección respectiva de la muestra (Morlote, y otros, 2004). Además de ser por

conveniencia, muestra que está formada por los casos que se encuentran disponibles y con libre acceso. (Hernandez, 2014).

Unidad de análisis

Respecto a la Unidad de análisis, es cada elemento que conforma un grupo que se desea estudiar (Ñaupas, y otros, 2018), para la investigación fue un servicio de mantenimiento preventivo realizado en la empresa RTM Cold Service S.A.C.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Las técnicas son la manera que utiliza el investigador para obtener o conseguir información y datos, tomando en cuenta la determinación de un instrumento a emplear. (Ríos, 2017). Para la investigación se aplicó la técnica de observación directa no participante, el cual consiste en estudiar directamente al objeto sin intervenir en el proceso a observar, donde además el investigador solo mantiene el rol de espectador. (Ñaupas, y otros, 2018)

Los instrumentos son herramientas conceptuales, donde mediante ellos se realiza una recolección de datos e información, a través de preguntas o ítems en función a las variables de investigación. (Ñaupas, y otros, 2018). En este caso se hizo uso de registros o fichas de observación, las cuales sirven para registrar los datos observados para sistematizarlos u organizarlos. (Ríos, 2017), en ellas se calcularon el tiempo estándar y la productividad, ya que se serán mostradas en el pre-test y post-test de la aplicación del estudio de trabajo. A continuación, se muestra la lista de técnicas utilizadas a través de una tabla.

Tabla 1. Cuadro de instrumentación de variables

Variable de investigación	Técnica de recolección de datos	Instrumento de recolección de datos	Finalidad
V.I: Estudio de trabajo	Observación directa no participante	<ul style="list-style-type: none"> • Ficha de promedio de tiempos • Ficha de tiempo estándar • Ficha de actividades Improductivas 	Medir el tiempo estándar, el tiempo promedio por cada actividad y el % de las actividades improductivas.
V.D: Productividad	Observación directa no participante	Ficha de productividad: Eficiencia y eficacia	Medir el porcentaje de eficiencia y eficacia.

Fuente: Elaboración Propia

Respecto a la validez, es el grado en el que realmente un instrumento mide una variable determinada. (Hernandez, 2014). En la investigación, el empleo de las fichas, registros de observación y fórmulas fueron corroboradas, revisadas y evaluadas por tres docentes e ingenieros de la universidad Cesar Vallejo, a través de un documento de juicio de expertos, donde se detalló cada certificado de validez de contenido de cada instrumento, con la aprobación y firma de cada validador asignado (Anexo 11).

Tabla 2. *Validación por juicio de expertos*

Validación por juicio de expertos		
Expertos	Grado académico	Validación
Dr. Jorge Rafael Díaz Dumont	Doctor	Aprobado
Mg. Rosario del Pilar López Padilla	Magíster	Aprobado
Mg. Lino Rodríguez Alegre	Magíster	Aprobado

Fuente: Elaboración Propia

Por otro lado, la confiabilidad es el grado que genera un instrumento respecto a sus resultados, tomando en cuenta su consistencia y coherencia. (Hernandez, 2014). En la investigación, se utilizó el cronómetro digital siendo este instrumento el más utilizado para medir tiempos, además de no requerir de calibración, pero si de que sea de una marca reconocida, garantizando de esta manera la confiabilidad, debido a la precisión para las medidas según el objetivo determinado. Así mismo los instrumentos e información obtenida cuentan con la aprobación de la gerencia de la empresa, a través de un documento, en el cual se autoriza el levantamiento de información con fines de investigación y académico (Anexo 12).

3.5. Procedimientos

Etapa 1: Recolección de datos

En primera instancia, se identificaron las posibles causas por la cual existía la problemática de baja productividad en la empresa RTM Cold Service S.A.C., haciendo uso del Diagrama de Ishikawa (Anexo 1), Luego se empleó el Diagrama de Vester (Anexo 2), donde se reflejó la causa más crítica de todas las encontradas, posteriormente se procedió a emplear el Diagrama de Pareto, donde se determinó el 20% de las causas más destacables que generaban el 80% de la baja productividad. Además, se desarrolló una estratificación por área (Anexo 4), en el cual se logró identificar el área que daba mayor número de causas, y finalmente se realizó una matriz de alternativas de solución (Anexo 5), donde se evaluaron tres posibles herramientas para la erradicación del problema, tomando en cuenta una serie de criterios, dando como resultando al estudio de trabajo.

En segunda instancia, la recolección de datos (Pre-Test) se ejecutó en un periodo de 14 días, posterior a ello se procedió a aplicar los instrumentos ya validados con antelación, mediante el documento de juicio de expertos aprobada previamente por los validadores respectivos.

Etapa 2: Procesamiento

Con la información y datos ya recolectados, se procedió a un análisis respectivo, llevado a cabo en el software IBM SPSS Statics, en él se vieron reflejados la dispersión de los datos obtenidos de cada variable con una escala “razón”, donde se hallaron la media, la mediana, la moda y las medidas de variabilidad (desviación estándar, el rango y la varianza) brindando resultados a nivel descriptivo.

Etapa 3: Análisis de información

Para desarrollar esta etapa se consideraron las dimensiones e indicadores respectivos de la variable dependiente, con el objetivo de obtener una visión panorámica de la situación en la que se encuentra la organización, y a la vez, evaluar y diagnosticar el índice de productividad que se está realizando durante el proceso de mantenimiento preventivo (MPV).

Diagnostico actual de la empresa

Para conocer más sobre la empresa RTM Cold Service S.A.C se presenta a continuación toda la data recolectada y brindada por la misma, con la finalidad de conocer sus intereses y servicios que brinda:

Situación actual de la empresa

a) Datos generales de la empresa

Razón social: RTM Cold Service S.A.C.

RUC: 20603217820

Dirección: Urb. Pop. Conafovicer Grupo 13

Departamento: Lima

Provincia y distrito: Lima – Villa el salvador

Fecha de funcionamiento: 22 / Mayo / 2018

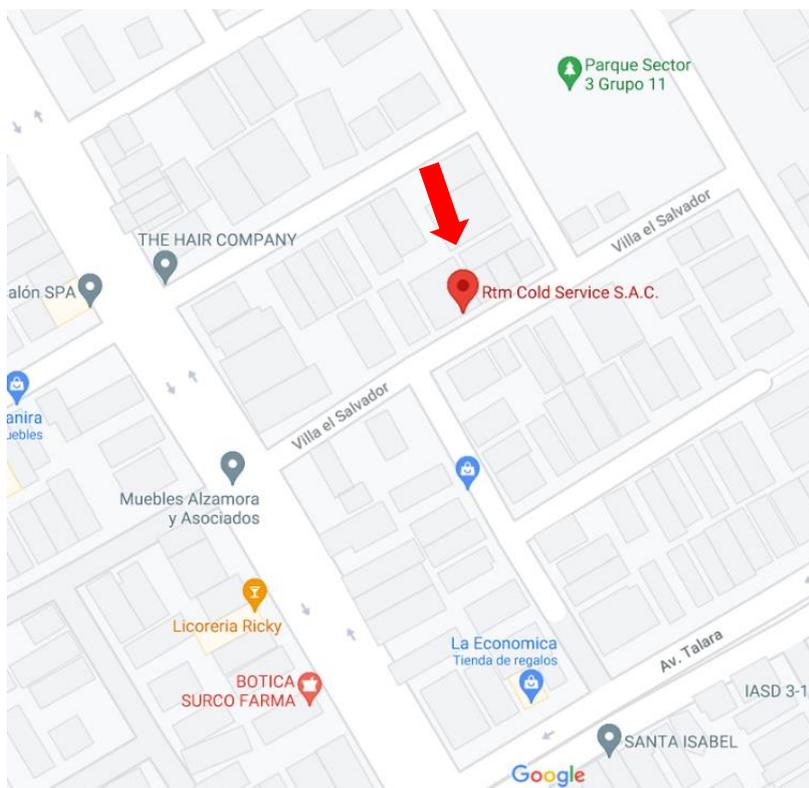


Figura 5. Ubicación de la empresa RTM Cold Service S.A.C

b) Descripción de la empresa

La empresa RTM COLD SERVICE S.A.C. se dedica a brindar soluciones eléctricas, de frío alimentario industrial y comercial, a productores de hielo, calefacción, climatización y servicios generales, se conforma, además por un equipo con alta experiencia en el rubro.



Figura 6. Toma de mediciones



Figura 8. Aplicación de limpia contacto



Figura 7. Limpieza de la UC



Figura 9. Desmontaje del motor ventilador



Figura 10. Limpieza con agua a presión

c) Aspectos estratégicos

Misión

Ofrecer una amplia gama referente al equipamiento de refrigeración comercial entre ellas, mostradores frigoríficos, plug-in, cámaras de frío, y centrales contando con servicios completos de asistencia. Así mismo, mantener intacto, nuestros años de experiencia en la evolución de nuevas tecnologías para un futuro mejor.

Visión

Ser una empresa internacionalmente conocida por la calidad de servicio y conservar los productos optimizando el merchandising visual y la identidad comercial, colocando nuestra eficiencia al máximo y creando nuevos puestos de trabajo manteniendo los estándares de calidad que exige el mercado siendo los pioneros en la refrigeración comercial.

Organigrama

La empresa RTM Cold Service S.A.C Cuenta con un total de 11 trabajadores sin contar la parte gerencial, de los cuales 1 se encuentra en el área de contabilidad y finanzas, 1 en el área de logística y 9 en el área de operaciones, donde se encuentra el jefe de operaciones, 3 técnicos electricistas, 3 técnicos frigoristas y 2 técnicos de apoyo.

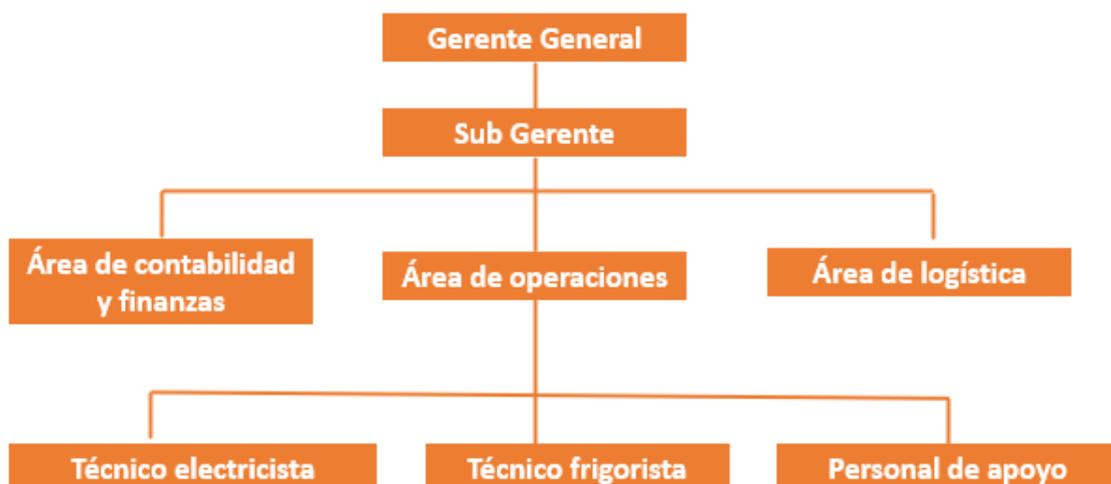


Figura 11. Organigrama de la empresa RTM Cold Service S.A.C

d) Procesos de la empresa

La empresa RTM Cold Service S.A.C. está estructurado por diferentes procesos a los que se clasificaran en procesos estratégicos, operativos y de apoyo. En los procesos estratégicos tenemos aquellos que ayudan con el análisis y satisfacción de las necesidades de la alta directiva que servirá al momento de tomar una decisión. Se tendrá en cuenta el proceso de gestión administrativa y gerencia estratégica, los procesos operativos son aquellos que tienen contacto con el cliente siendo ellos parte principal para que los clientes se sientan satisfechos, dentro de los cuales se encuentra servicio de mantenimiento preventivo, correctivo, instalación de equipos de aire acondicionado entre otros servicios. Los procesos de apoyo son aquellos que ayudan a brindar los recursos necesarios a los procesos operativos, para que los servicios brindados por la empresa sean llevados a cabo de manera óptima, para los cuales se tendrá en cuenta el proceso de contabilidad, administración y mantenimiento.



Figura 12. Mapa de procesos de la empresa RTM Cold Service S.A.C.

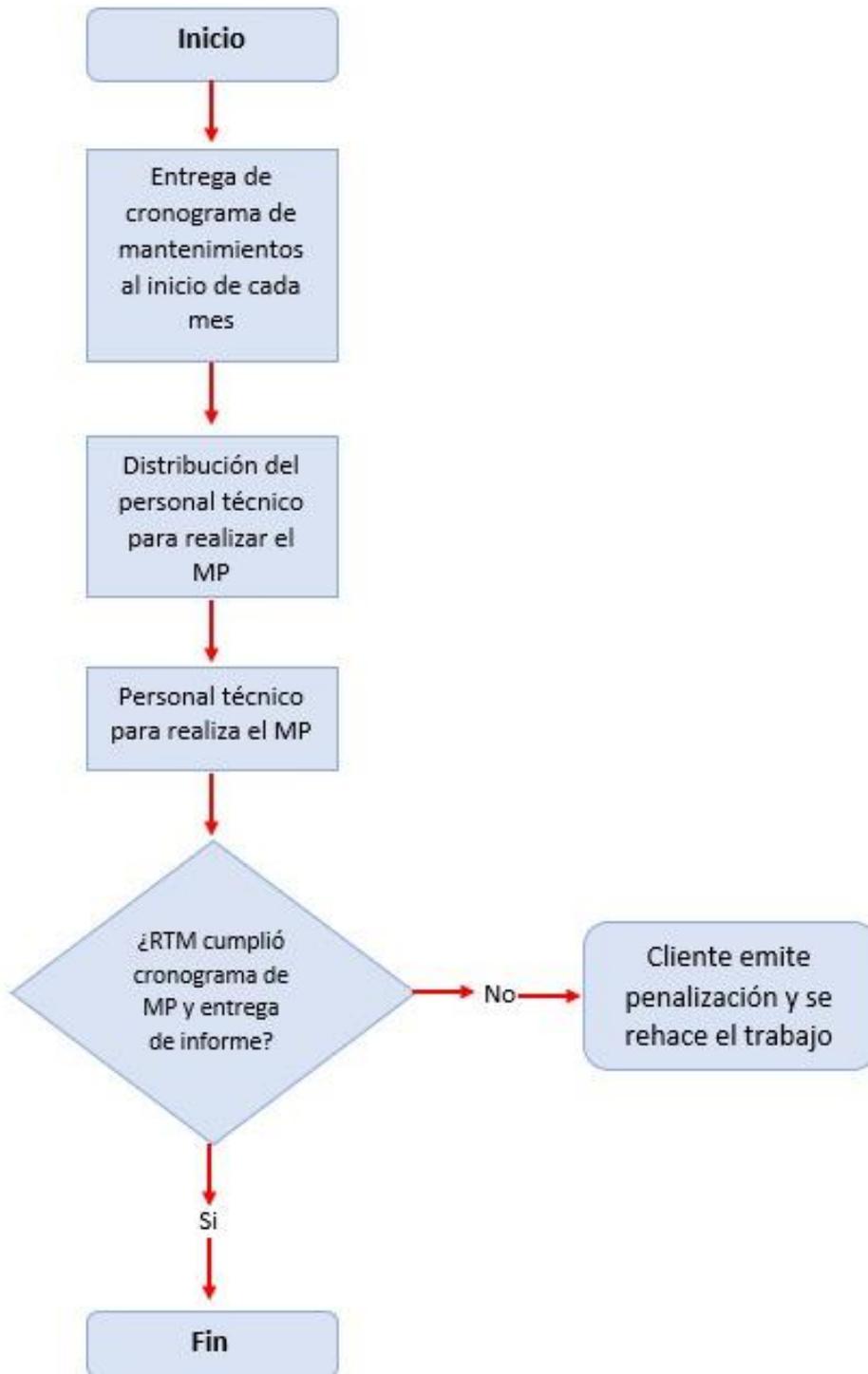


Figura 13. Flujograma de la empresa RTM Cold Service S.A.C.

e) Servicios que brinda la empresa

La empresa RMT COLD SERVICE SAC, al estar conformado por un equipo multidisciplinario de profesionales, con amplia experiencia, realiza servicios a todos los destinos del país, contando con sucursales en el norte, centro y sur. Los servicios que ofrece son los siguientes:

- Servicio de mantenimiento de equipos de refrigeración general.
- Proyectos de ingeniería e instalaciones de cámaras frigoríficas de conservación y congelación.
- Venta, servicio y mantenimiento de productoras de hielo comerciales e industriales.
- Proyectos y venta de equipos de extracción y ventilación.
- Mantenimiento y servicio de equipos de extracción y ventilación.
- Mantenimiento preventivo de equipos de aire acondicionado.
- Mantenimiento correctivo de equipos de aire acondicionado.
- Servicio de instalaciones de equipos de aire acondicionado.



Figura 14. Revisión de la UC



Figura 15. Limpieza de la UC



Figura 16. Limpieza de gabinete de la UC



Figura 17. Limpieza de la UC con agua a presión



Figura 18. Revisión de UE



Figura 19. Lavado de piezas

f) Clientes

La empresa cuenta con diferentes clientes, donde destacan las cadenas de super e hipermercados y organizaciones inmobiliarias, tales como EBB PERU S.A.C, Soluciones Inmobiliarias APM S.A.C, Cencosud (Wong y metro), Portan S.A., Hipermercados Tottus, entre otros.



Figura 20. Clientes de la empresa RTM Cold Service

g) Proveedores

RTM Cold service tiene entre sus proveedores a diferentes organizaciones relacionados con el rubro, entre ellos DML Group S.A.C., Grupo Odisea S.A.C., La semilla de Oro S.A.C., Frio Group S.A.C., Cold Import S.A.C., Inmobiliaria Aljopar S.A.C, Physcare E.I.R.L, entre otros.



Figura 21. Proveedores de la empresa RTM Cold Service

h) volumen de negocio

La empresa inició sus labores el 22 de mayo del 2018, desde esa fecha, 3 de los 8 servicios que ofrecen son los que más destacan debido a la alta demanda que generan, los cuales son los siguientes: Servicios de mantenimiento preventivo (MPV), correctivo (MPC) e instalaciones de equipos de aire acondicionado, por ello se presenta un reporte de los servicios realizados en los años siguientes:

Tabla 3. Volumen de negocio

Ítem	Año	Servicios realizados		
		Mantenimiento Preventivo (MPV)	Mantenimiento Correctivo (MPC)	Instalación de equipos de AA
1	2018	2405 servicios de MPV	1471 servicios de MPC	598 servicios de instalación
2	2019	2497 servicios de MPV	1523 servicios de MPC	895 servicios de instalación
3	2020	2534 servicios de MPV	1687 servicios de MPC	1014 servicios de instalación
TOTAL		7436	4681	2507

Fuente: RTM Cold Service S.A.C.

Como se observa en la Tabla 3, el servicio de mantenimiento preventivo (MPV) posee una mayor demanda a comparación de los otros servicios brindados por la empresa, por ese motivo, el enfoque de la unidad de estudio serán los servicios de mantenimiento preventivo, con la finalidad de optimizar tiempos y se genere una mayor productividad e incremento de ingresos.

Análisis de las principales causas

Luego de elaborar el diagrama de Pareto al inicio de la investigación, se analizó el 80% de las causas, para demostrar la situación en la que se encuentran, las cuales se nombran a continuación.

C10. Supervisión deficiente: Durante el proceso de mantenimiento preventivo no se realizaba una correcta supervisión, ya que no se da de manera constante y no contaba con un checklist adecuado de las actividades a desarrollar dentro del mantenimiento preventivo.

Tabla 4. Checklist de supervisión inadecuada

Mes:		Inicio:		Fin:.....		Responsable:	
SPLIT DECORATIVO						FREC.	CHECK
1	Desconectar aire acondicionado					Ma	
2	Revisión de UC					Ma	
3	Desarmar carcasa					Ma	
4	Extraer la carcasa y motor ventilador					Ma	
5	Inspeccionar conexiones eléctricas					Ma	
6	Aplicar desincrustante (Alkifoam) al serpentín					Ma	
7	Esperar tiempo en el que actúa el desincrustante					Ma	
8	Lavar el serpentín					Ma	
9	Peinar las aletas del serpentín					Ma	
10	Transportar la carcasa y motor ventilador hacia zona de lavado					Ma.	
11	Lavado del motor compresor					Ma.	
12	Lavar la carcasa					Ma.	
13	Secar la Carcasa					Ma.	
14	Lavar el motor ventilador					Ma.	
15	Secar la el motor ventilador					Ma.	
16	Verificar vibración de eje, ruido del motor ventilador					Ma.	
17	Verificación de helices de motor ventilador					Ma.	
18	Lubricación del eje del motor ventilador					Ma.	
19	Transportar la carcasa y motor ventilador hacia zona de aire acondicionado					Ma.	
20	Verificación de los terminales electricos del compresor					Ma.	
21	Limpieza de las conexiones eléctricas					Ma.	
22	Aplicación de limpia contactos a las conexiones eléctricas					Ma.	
23	Se realiza una segunda inspeccion de las conexiones eléctricas					Ma.	
24	Revisión de sistema de drenaje					Ma.	
25	Instalar las piezas extraídas					Ma.	
26	Sellado de la caja de paso con tornillos					Ma.	
27	Verificación de ajustes de pernos y vibraciones					Ma.	
28	Encendido de equipo					Ma.	
29	Toma de mediciones de unidad condensadora (V)					Ma.	
30	toma de mediciones de compresor					Ma.	
31	Toma de mediciones de motor ventilador (CONDENSADOR)					Ma.	
32	Toma de medicion de presión en Línea de refrigerante.					Ma.	
33	Inspección visual: Mancha de aceite en algún punto línea succión y descarga					Ma.	
34	Inspección de Indicio de fuga: Baja presión de refrigerante					Ma.	
35	Verificacion del funcionamiento del equipo					Ma.	

Fuente: RTM Cold Service S.A.C

C15. Tiempos no estandarizados: Durante el desarrollo de las actividades para la realización del servicio de mantenimiento preventivo (MPV) se identificaron ciertas actividades que no generaban valor, se logra observar con más detalle en el DAP de cada unidad del equipo de aire acondicionado (condensador y evaporador).

Tabla 5. *Actividades que no agregan valor*

N°	Actividades que no agregan valor	Tiempo (Min)
1	La verificación de ajustes de pernos y vibraciones del condensador	1.8
2	la inspección visual de la mancha de aceite en algún punto de la línea de succión y descarga del condensador	1.0
3	la segunda inspección de las conexiones eléctricas del condensador	3.9
4	Inspección de Indicio de fuga: Baja presión de refrigerante del condensador	1.0
5	La verificación de ajustes de pernos y vibraciones del evaporador	1.9
6	la segunda inspección de las conexiones eléctricas del evaporador	3.6
7	Toma de temperatura de Línea de succión del evaporador (al ingreso del equipo)	1.1
TOTAL		14.3 min

Fuente: Elaboración Propia

Cada actividad identificada perjudica a todo el procedimiento, causando demoras durante el servicio. Como se logra visualizar en la tabla, se tuvo un tiempo improductivo de 14.3 min, los cuales pueden ser aprovechados para reducir el tiempo que se utiliza para realizar los servicios de mantenimiento.

C11. Desactualización de registros: Los servicios de mantenimiento realizados no contaban con un formato de control donde se registre la data de los equipos, las actividades realizadas y las observaciones que se realizaban durante el proceso de mantenimiento preventivo, generando así retrasos en la ubicación de los equipos y en la elaboración de los informes respectivos.

Tabla 6. Formato de control inadecuada

SISTEMA DE AA						Compresor 1			Amperaje compresor			Amperaje de ventilador			Presiones C1		Estado
Item	Equipo EBB	Ubicación	Marca	Modelo	Serie	Marca	Modelo	Serie	L1	L2	L3	L1	L2	L3	Alta	Baja	Observaciones
1	Split Decorativo 1-2 Ton.																
2	Split Decorativo 1-2 Ton.																
3	Split Decorativo 1-2 Ton.																
4	Split Decorativo 1-2 Ton.																

Fuente: RTM Cold Service S.A.C

La mayoría de las veces los operarios tenían que esperar a que se ubiquen los equipos de aire acondicionado de las instalaciones, para ejecutar las pruebas correspondientes, generando así tiempos muertos y desaprovechados. Lamentablemente, al tener los registros desactualizados retrasaba el tiempo programado para el mantenimiento a realizar.

C8. Retrasos de entrega: La empresa contaba con demoras en la entrega de los servicios de mantenimiento preventivo culminados, debido a que no tenía un cronograma detallado de los servicios programados para que los colaboradores tengan el conocimiento del orden de los servicios a ejecutar, produciendo demoras en la coordinación, cruce de información en las áreas involucradas y la insatisfacción del cliente.



D = Día
N = Noche
V = Visita

		TRABAJOS MES DE MAYO																																
Item	Cliente	Descripción	S	D	L	M	Mi	J	V	S	D	L	M	Mi	J	V	S	D	L	M	Mi	J	V	S	D	L	M	Mi	J	V	S	D	L	
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
1	EBB Peru	Servicio de mantenimiento de equipos de AA - Wong 2 Mayo		D	D			N	N	N																								
2	EBB Peru	Servicio de mantenimiento de equipos de AA - Wong Bajada Balta									D																							
3	EBB Peru	Servicio de mantenimiento de equipos de AA - Wong La Planicie																																
4	Tottus S.A	Servicio de desmontaje de equipo de AA - Tottus Mega Plaza																																
5	Cencosud	Servicio de reparación de AA - Central Santa Anita																																
6	Cencosud	Servicio de reparación de mangueras aislantes - Shopping Balta																																
7	APM	Servicio de instalación de tomas eléctricos.									S																							
8	APM	Visita a la señora Ana Rodriguez - Chacacayo																																
9																																		
10																																		
11																																		
12																																		
13																																		

Figura 22. Cronograma no detallado de la empresa RTM Cold Service

Propuesta de mejora

En la siguiente tabla se observan las principales causas ya analizadas anteriormente con su respectiva alternativa de solución para lograr los objetivos planteados.

Tabla 8. Causas principales y sus alternativas de solución

Causas principales		Alternativas de solución	
Supervisión deficiente		Estudio de trabajo	Formato de control Checklist
Tiempos no estandarizados			Estudio de tiempos, métodos y movimientos
Desactualización de registros			Formato de control de data de equipos
Retrasos de entrega			Cronograma detallado de servicios de mantenimiento
Falta de indicadores de productividad			Ficha de productividad

Fuente: Elaboración Propia

Además como ya se mencionó anteriormente en la introducción de la investigación, para poder establecer la herramienta adecuada para erradicar la problemática principal en la empresa RTM Cold Service S.A.C. se determinaron ciertas actividades previas para analizar la panorámica y el contexto en el que se encuentra la organización, entre ellas visitas al mismo campo, aplicación del Diagrama de Ishikawa y Pareto para identificar las problemáticas más relevantes y tomar las acciones respectivas, de igual modo se realizó un Diagrama de Vester para identificar el problema más crítico de todas las ya identificadas con antelación.

a) Alternativas de solución y la matriz de priorización

Para realizar la propuesta de mejora se aplicó la matriz de priorización (Anexo 9) donde se seleccionaron las áreas que conforman la organización, determinando el grado de criticidad, el impacto y prioridad a considerar en cada una de ellas, obteniendo como resultado al área de gestión, siendo esta la que debe ser priorizada, Asimismo, se ejecutó una matriz de alternativas de solución (Anexo 5), donde se tuvieron como criterios al costo, al tiempo de aplicación, la complejidad, la sostenibilidad y la normatividad, con la finalidad de deliberar fácilmente la alternativa más idónea a realizar, luego de la evaluación se obtuvo al estudio de trabajo como la herramienta adecuada a emplear para solucionar el problema identificado en la empresa.

b) cronograma de implementación de la herramienta

Tabla 9. Cronograma de implementación

CRONOGRAMA DE IMPLEMENTACIÓN			ACTIVIDADES PREVIAS				PRE-TEST				IMPLEMENTACIÓN					POST-TEST			
ETAPAS	ÍTEM	ACTIVIDADES	MAYO				JUNIO				JULIO	SEPTIEMBRE				OCTUBRE			
			S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4
ACTIVIDADES PREVIAS	1	Solicitar los permisos para el levantamiento de información e implementación de mejora																	
	2	Levantamiento de información de la empresa RTM Cold Service S.A.C																	
	3	Descripción de los procesos de mantenimiento																	
	4	Selección del proceso de mantenimiento preventivo como objeto de estudio																	
SELECCIONAR	5	Coordinación con el encargado del área para la implementación																	
	6	Realizar el Pre-Test de la toma de tiempos, el tiempo observado y tiempo estándar.																	
REGISTRAR	7	Realizar el Pre-Test del DOP y DAP.																	
	8	Realizar el Pre-Test del índice de productividad.																	
	9	Análisis de la data registrada																	
EXAMINAR	10	Realizar la técnica de interrogatorio																	
	11	Análisis de respuestas																	
	12	Elaborar cronograma de actividad propuesta																	
ESTABLECER	13	Elaborar el checklist de las actividades a los trabajadores																	
	14	Fomentar nuevos métodos de trabajo																	
	15	Capacitación de los nuevos metodos																	
	16	Calcular el índice de actividades innecesarias																	
EVALUAR	17	Realizar el DAP Y DOP ya mejorado (POST-TEST)																	
	19	Informar a la gerencia de las mejoras propuestas																	
DEFINIR	20	Presentar el presupuesto de la implementación																	
	21	Capacitación constante al personal de trabajo																	
IMPLANTAR	22	Brindar el cronograma de actividades a los trabajadores																	
	23	Enviar el cheklist de las actividades a los trabajadores																	
	24	Seguimiento de las actividades realizadas																	
CONTROLAR	25	Análisis de control																	
	26	Retroalimentación																	
	27	Recolectar los datos, toma de tiempos, el tiempo estandar (POST-TEST)																	
POST - TEST	28	Calcular nuevamente el índice de productividad (POST-TEST)																	
	29																		

Fuente: Elaboración propia

c) costo de la propuesta de implementación.

Tabla 10. Costo de la propuesta de implementación

Costos de implementación						
2.3.22.23 Servicio de internet, gastos por concepto de conexión a la red internacional de información (internet), usados por las entidades en el desempeño de sus funciones	Internet	Movistar	Mes	S/200,00	3	S/600,00
2.3.15.12 Gastos por la adquisición de papelería en general, útiles y materiales de oficina, tales como: Archivadores, borradores, correctores, implementos para escritorio en general; medios para escribir, numerar y sellar; papeles, cartones y cartulinas; sujetadores de papel; entre otros afines	Útiles de oficina	Lápiz, lapiceros, hojas, etc	Mes	S/20,00	3	S/60,00
2.6.32.11 Maquinaria y equipos, Gastos por la adquisición de maquinaria y equipos de oficina	USB 16GB	Kingston	Unidad	S/50,00	1	S/50,00
	Cronómetro	Casio Hs-70w	Unidad	S/120,00	1	S/120,00
	Cámara	Canon	Unidad	S/150,00	1	S/150,00
	peine del serpiente	OC Air	Unidad	S/13,50	1	S/13,50
	Hidrolavadora	Karcher	Unidad	S/1.500,00	1	
2.3.27.11 Servicio de impresiones, encuadernación y empastado, Gastos por los servicios de impresión, encuadernación y empastado de documentos oficiales necesarios para la prestación de servicio público que brindan las entidades públicas	Impresiones	información	Mes	S/10,00	3	S/30,00
2.6.71.5 Formación y capacitación, Gastos que se generan por la formación efectiva de capacidades y destrezas en el recurso humano para incrementar la productividad	Personal	Capacitaciones dentro de la empresa	DÍA	S/100,00	2	S/200,00
TOTAL						1.223,50

Fuente: Elaboración propia

Como se puede visualizar en la tabla anterior, se obtuvo un monto total de S/.1223.50 nuevos soles, el cual se utilizó durante toda la implementación de la herramienta.

3.5. Implementación de la mejora

Para la implementación del estudio de trabajo en el proceso de mantenimiento preventivo de aire acondicionado en la empresa RTM Cold Service S.A.C, se llevó a cabo el desarrollo de la metodología de Kanawaty, la cual consta de ocho etapas: Seleccionar, registrar, examinar, establecer evaluar, definir e implantar, con la finalidad de incrementar la productividad en esta área de la empresa.

Seleccionar

La primera etapa para implementar consistió en realizar el levantamiento de información (Anexo 12), con previa autorización de la empresa RTM Cold Service S.A.C. Al analizar la situación de cada servicio, se determinó que el proceso de mantenimiento preventivo de aire acondicionado requiere de una mejora a comparación de los demás servicios que ofrecen, ya que se identificaron ciertas deficiencias respecto a la demora de entregas, una supervisión deficiente, registros desactualizados, falta de control de tiempos, entre otros, causando así una baja productividad en el área. Incluso, a pesar de ser uno de los servicios más solicitados por el cliente, visualizado a detalle en la tabla 3 acerca del volumen de negocio, requiere de mayor atención para disminuir o eliminar las problemáticas principales y que este genere un incremento en la productividad.

Tabla 11. Cantidad de servicios realizados

Ítem	Año	Servicios realizados		
		Mantenimiento Preventivo (MPV)	Mantenimiento Correctivo (MPC)	Instalación de equipos de AA
1	2018	2405 servicios de MPV	1471 servicios de MPC	598 servicios de instalación
2	2019	2497 servicios de MPV	1523 servicios de MPC	895 servicios de instalación
3	2020	2534 servicios de MPV	1687 servicios de MPC	1014 servicios de instalación
TOTAL		7436	4681	2507

Luego del análisis se llevó a cabo una reunión virtual con el gerente general y técnicos respectivos, donde se les informó acerca de la implementación e importancia del estudio de trabajo, dando así la apertura de la ejecución del proyecto de investigación. Para visualizar el acta de la reunión ver anexo 13. A continuación, se muestran imágenes de la reunión con el área gerencial y operativa.



Figura 23. Reunión virtual con el área gerencial y operativa

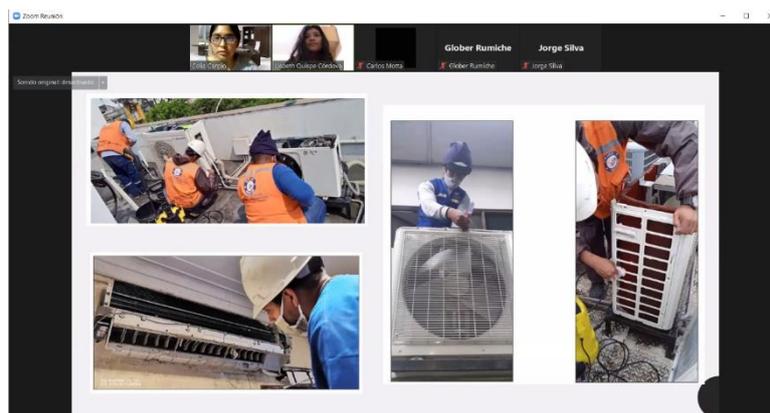


Figura 24. Reunión virtual por Zoom

Tabla 12. Toma de tiempos del Mant. del condensador

		ESTUDIO DE TIEMPOS - TIEMPO PROMEDIO PRE-TEST									
		ACTIVIDADES	TIEMPO OBSERVADO PRE-TEST								PROMEDIO
			T1 Seg	T2 Seg	T3 Seg	T4 Seg	T5 Seg	T6 Seg	T7 Seg	T8 Seg	
ÍTEM	OPERACIONES										
1	Desernegizar aire acondicionado	Desconectar aire acondicionado	315	302	315	318	307	302	316	300	309.4
2	Inspeccionar UC	Revisión de UC	490	481	471	468	484	473	484	494	480.6
3	Desmontar UC	Desarmar carcasa	738	723	707	742	705	718	710	725	721.0
4		Extraer la carcasa y motor ventilador	648	614	632	619	613	652	611	612	625.1
5	Inspeccionar sistema eléctrico	Inspeccionar conexiones eléctricas	319	309	306	307	328	308	306	305	311.0
6	Limpiar UC	Aplicar desincrustante (Alkifoam) al serpentín	109	111	117	115	110	121	114	118	114.4
7		Esperar tiempo en el que actúa el desincrustante	326	311	337	316	315	341	319	311	322.0
8		Lavar el serpentín	621	643	609	628	627	601	638	623	623.8
9		Peinar las aletas del serpentín	1207	1305	1204	1209	1307	1205	1201	1204	1230.3
10		Transportar la carcasa y motor ventilador hacia zona de lavado	302	301	301	318	304	302	312	303	305.4
11		Lavado del motor compresor	229	246	225	232	228	238	233	245	234.5
12		Lavar la carcasa	328	308	302	306	312	307	304	303	308.8
13		Secar la Carcasa	315	301	302	307	313	310	309	318	309.4
14		Lavar el motor ventilador	319	308	304	318	305	300	301	307	307.8
15		Secar la el motor ventilador	326	307	308	313	304	315	304	313	311.3
16		Verificar vibración de eje, ruido del motor ventilador	63	68	61	69	72	67	71	65	67.0
17		Verificación de helices de motor ventilador	62	64	69	64	67	61	73	69	66.1
18		Lubricación del eje del motor ventilador	61	65	63	68	71	69	73	72	67.8
19		Transportar la carcasa y motor ventilador hacia zona de aire acondicionado	317	304	309	315	313	301	303	308	308.8
20		Verificación de los terminales electricos del compresor	187	173	171	184	173	179	189	176	179.0
21		Limpeza de las conexiones eléctricas	425	417	417	431	411	439	414	415	421.1
22		Aplicación de limpia contactos a las conexiones eléctricas	67	62	61	63	72	69	71	72	67.1
23		Se realiza una segunda inspeccion de las conexiones eléctricas	251	238	231	248	238	237	233	234	238.8
24		Inspeccionar sistema de drenaje	Revisión de sistema de drenaje	324	308	318	321	310	317	306	316
25	Montar UC	Instalar las piezas extraídas	487	475	464	486	471	489	472	471	476.9
26		Sellado de la caja de paso con tornillos	328	303	305	309	315	301	308	302	308.9
27		Verificación de ajustes de pernos y vibraciones	108	118	119	116	109	117	113	115	114.4
28	Energizar equipo de AA	Encendido de equipo	303	289	298	308	305	307	293	309	301.5
29	Medir amperajes y presión	Toma de mediciones de unidad condensadora (V)	61	73	65	71	67	72	66	68	67.9
30		toma de mediciones de compresor	65	62	67	73	69	68	71	61	67.0
31		Toma de mediciones de motor ventilador (CONDENSADOR)	66	69	63	68	71	64	77	62	67.5
32		Toma de medicion de presión en Línea de refrigerante.	71	61	63	66	72	69	62	64	66.0
33	inspeccionar el correcto funcionamiento de UC	Inspección visual: Mancha de aceite en algún punto línea succión y descarga	62	68	61	67	71	63	65	64	65.1
34		Inspección de Indicio de fuga: Baja presión de refrigerante	69	73	61	68	72	69	75	67	69.3
35		Verificacion del funcionamiento del equipo	192	184	183	188	195	181	182	183	186.0
Total Segundos			10161	10044	9889	10099	10106	10032	9979	9974	10035.5
Total minutos			169.4	167.4	164.8	168.3	168.4	167.2	166.3	166.2	167.3

Fuente: Elaboración propia

Mediante la tabla 12, se puede observar cada tiempo tomado en segundos, estos tiempos fueron de gran ayuda para hallar el tiempo promedio de cada actividad durante el proceso de mantenimiento del condensador, Posterior a ello se realizó la siguiente tabla, en donde se calculó el número de muestra que requiere cada actividad utilizando la formula del método estadístico.

Tabla 13. Cálculo del número de muestras Pre-Test del condensador

		Cálculo de tamaño de la muestra Pre-Test				
		ACTIVIDADES	Minutos			$n = \left(\frac{40 \sqrt{n' \sum x^2 - (\sum x)^2}}{\sum x} \right)^2$
ÍTEM	OPERACIONES		Σx	Σx ²	(Σx) ²	
1	Desenergizar aire acondicionado	Desconectar aire acondicionado	41	213	1702	1
2	Inspeccionar UC	Revisión de UC	64	514	4107	1
3	Desmontar UC	Desarmar carcasa	96	1156	9242	1
4		Extraer la carcasa y motor ventilador	83	869	6947	1
5	Inspeccionar sistema eléctrico	Inspeccionar conexiones eléctricas	41	215	1719	1
6	Limpiar UC	Aplicar desincrustante (Alkifoam) al serpentín	15	29	233	2
7		Esperar tiempo en el que actúa el desincrustante	43	231	1843	2
8		Lavar el serpentín	83	865	6917	1
9		Peinar las aletas del serpentín	164	3368	26907	2
10		Transportar la carcasa y motor ventilador hacia zona de lavado	41	207	1658	1
11		Lavado del motor compresor	31	122	978	2
12		Lavar la carcasa	41	212	1695	1
13		Secar la Carcasa	41	213	1702	1
14		Lavar el motor ventilador	41	211	1684	1
15		Secar la el motor ventilador	42	215	1722	1
16		Verificar vibración de eje, ruido del motor ventilador	9	10	80	5
17		Verificación de helices de motor ventilador	9	10	78	5
18		Lubricación del eje del motor ventilador	9	10	82	6
19		Transportar la carcasa y motor ventilador hacia zona de aire acondicionado	41	212	1695	1
20		Verificación de los terminales electricos del compresor	24	71	570	2
21	Limpieza de las conexiones eléctricas	56	394	3153	1	
22	Aplicación de limpia contactos a las conexiones eléctricas	9	10	80	7	
23	Se realiza una segunda inspeccion de las conexiones eléctricas	32	127	1013	1	
24	Inspeccionar sistema de drenaje	Revisión de sistema de drenaje	42	221	1764	1
25	Montar UC	Instalar las piezas extraídas	64	506	4043	1
26		Sellado de la caja de paso con tornillos	41	212	1696	1
27		Verificación de ajustes de pernos y vibraciones	15	29	233	2
28	Energizar equipo de AA	Encendido de equipo	40	202	1616	1
29	Medir amperajes y presión	Toma de mediciones de unidad condensadora (V)	9	10	82	5
30		toma de mediciones de compresor	9	10	80	5
31		Toma de mediciones de motor ventilador (CONDENSADOR)	9	10	81	7
32		Toma de medicion de presión en Línea de refrigerante.	9	10	77	6
33	inspeccionar el correcto funcionamiento de UC	Inspección visual: Mancha de aceite en algún punto línea succión y descarga	9	9	75	4
34		Inspección de Indicio de fuga: Baja presión de refrigerante	9	11	85	5
35		Verificacion del funcionamiento del equipo	25	77	615	1
Total Minutos			1338	10790	86251	81

Fuente: Elaboración propia

Luego de hallar la muestra de cada actividad, se procedió a calcular el tiempo promedio para finalmente hallar el tiempo estándar.

Tabla 14. Cálculo del tiempo promedio Pre-Test del condensador

		ESTUDIO DE TIEMPOS - TIEMPO PROMEDIO PRE-TEST								PROMEDIO	
		ACTIVIDADES									
		TIEMPO OBSERVADO PRE-TEST									
ÍTEM	OPERACIONES	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8		
		Seg	Seg	Seg	Seg	Seg	Seg	Seg	Seg		
1	Desenergizar aire acondicionado	315								315.0	
2	Inspeccionar UC	490								490.0	
3	Desmontar UC	738								738.0	
4		Extraer la carcasa y motor ventilador	648							648.0	
5	Inspeccionar sistema eléctrico	319								319.0	
6	Limpiar UC	Aplicar desincrustante (Alkifoam) al serpentín	109	111						110.0	
7		Esperar tiempo en el que actúa el desincrustante	326	311						318.5	
8		Lavar el serpentín	621							621.0	
9		Peinar las aletas del serpentín	1207	1305	1204					1238.7	
10		Transportar la carcasa y motor ventilador hacia zona de lavado	302							302.0	
11		Lavado del motor compresor	229	246						237.5	
12		Lavar la carcasa	328							328.0	
13		Secar la Carcasa	315							315.0	
14		Lavar el motor ventilador	319							319.0	
15		Secar la el motor ventilador	326							326.0	
16		Verificar vibración de eje, ruido del motor ventilador	63	68	61	69	72			66.6	
17		Verificación de helices de motor ventilador	62	64	69	64	67	61		64.5	
18		Lubricación del eje del motor ventilador	61	65	63	68	71	69		66.2	
19		Transportar la carcasa y motor ventilador hacia zona de aire acondicionado	317							317.0	
20		Verificación de los terminales eléctricos del compresor	187	173						180.0	
21		Limpieza de las conexiones eléctricas	425							425.0	
22		Aplicación de limpia contactos a las conexiones eléctricas	67	62	61	63	72	69	71	66.4	
23		Se realiza una segunda inspeccion de las conexiones eléctricas	251							251.0	
24	Inspeccionar sistema de drenaje	324								324.0	
25	Montar UC	Instalar las piezas extraídas	487							487.0	
26		Sellado de la caja de paso con tornillos	328							328.0	
27		Verificación de ajustes de pernos y vibraciones	108	118						113.0	
28	Energizar equipo de AA	303								303.0	
29	Medir amperajes y presión	Toma de mediciones de unidad condensadora (V)	61	73	65	71	67			67.4	
30		toma de mediciones de compresor	65	62	67	73	69	68		67.3	
31		Toma de mediciones de motor ventilador (CONDENSADOR)	66	69	61	68	71	64	77	62	67.3
32		Toma de medicion de presión en Línea de refrigerante.	71	61	63	66	72	69			67.0
33	inspeccionar el correcto funcionamiento de UC	Inspección visual: Mancha de aceite en algún punto línea succión y descarga	62	68	61	67				64.5	
34		Inspección de Indicio de fuga: Baja presión de refrigerante	69	73	61	68	72	69		68.7	
35		Verificacion del funcionamiento del equipo	192								192.0
		Total Segundos	10161	2929	1836	677	633	469	148	62	10211.5
		Total minutos	169.4	48.8	30.6	11.3	10.6	7.8	2.5	1.0	170.2

Fuente: Elaboración propia

Para hallar el tiempo estándar, se tomó en cuenta la tabla Westinghouse para la medición de habilidad, esfuerzo, condiciones de trabajo y consistencia. De igual modo se utilizó la tabla de la OIT, donde se obtuvieron los suplementos constantes y variables, según las condiciones de trabajo.

Tabla 15. Valoración Westinghouse

HABILIDAD		ESFUERZO	
0.15	A1	0.13	A1
0.13	A2 - Habilísimo	0.12	A2 - Excesivo
0.11	B1	0.1	B1
0.08	B2 - Excelente	0.08	B2 - Excelente
0.06	C1	0.05	C1
0.03	C2 - Bueno	0.02	C2 - Bueno
0.00	D - Promedio	0.00	D - Promedio
-0.05	E1	-0.04	E1
-0.10	E2 - Regular	-0.08	E2 - Regular
-0.15	F1	-0.12	F1
-0.22	F2 - Deficiente	-0.17	F2 - Deficiente
CONDICIONES		CONSISTENCIA	
0.06	A - Ideales	0.04	A - Perfecto
0.04	B - Excelentes	0.03	B - Excelente
0.02	C - Buenas	0.01	C - Buena
0.00	D - Promedio	0.00	D - Promedio
-0.03	E - Regulares	-0.02	E - Regular
-0.07	F - Malas	0.04	F - Deficiente

Fuente: Elaboración propia

Tabla 16. Factor de valorización del condensador

condensador	
Habilidad	0.00
Esfuerzo	-0.08
Condiciones	-0.03
Consistencia	-0.02
TOTAL	-0.13

Fuente: Elaboración propia

$$\text{Factor de valorización} = -0.13 + 1 = \mathbf{0.87}$$

Tabla 17. Tabla de suplementos

TABLA DE MARGENES DE TOLERANCIA (SUPLEMENTOS)			
A	MARGENES DE TOLERANCIA CONSTANTES		
1	MARGENES DE TOLERANCIA PERSONALES	5	
2	MARGENES DE TOLERANCIA BASICOS POR FÁTIGA	4	
B	MARGENES DE TOLERANCIA VARIABLES		
1	MARGENES DE TOLERANCIA POR ESTAR DE PIE	2	
2	MARGENES DE TOLERANCIA POR POSICION ANORMAL		
	A LIGERAMENTE INCOMODA	0	
	B INCOMODA (INCLINACIÓN)	2	
	C MUY COMODA (TENDIDO, ACOSTADO)	7	
3	EMPLEOS DE FUERZA O ENERGIA MUSCULAR (LEVANTAR, EMPUJAR, ARRASTRAR)		
	PESO LEVANTADO, LIBRAS		
	5	0	
	10	1	
	15	2	
	20	3	
	25	4	
	30	5	
	35	7	
	40	9	
	45	11	
	50	13	
	60	17	
	70	22	
4	ILUMINACION MALA		
	A LIGERAMENTE POR DEBAJO DE LO RECOMENDADO	0	
	B MUY POR DEBAJO	2	
	C EXTREMADAMENTE INADECUADA	5	
5	CONDICIONES ATMOSFERICAS (CALOR Y HUMEDAD) - VARIABLES		0-100
6	ATENCION EXTREMA		
	A TRABAJO BASTANTE DELICADO		0
	B DELICADO O EXACTO		2
	C MUY DELICADO O MUY EXACTO		5
7	NIVEL DE RUIDO		
	A CONTINUO		0
	B INTERMITENTE - ALTO		2
	C INTERMITENTE - MUY ALTO		5
	D AGUDO - ALTO		5
8	ESFUERZO MENTAL		
	A PROCESO BASTANTE COMPLEJO		1
	B COMPLEJO O CON UN RANGO AMPLIO DE ATENCION		4
	C MUY COMPLEJO		8
9	MONOTONIA		
	A BAJA		0
	B MEDIA		1
	C ALTA		4
10	TEDIO		
	A MAS O MENOS TEDIOSO		0
	B TEDIOSO		2
	C MUY TEDIOSO		5

Fuente: Elaboración propia

Tabla 18. Suplemento del condensador

condensador	
Constante (C)	
MARGENES DE TOLERANCIA	5%
Variable (V)	
MARGENES DE TOLERANCIA POR ESTAR DE PIE	2%
MONOTONIA MEDIA	1%
TOTAL	8%

$$S = 0.08 + 1 = 1.08$$

Fuente: Elaboración propia

Tabla 19. Pre-Test del tiempo estándar del condensador

Estudio de tiempos: Estandarización de tiempos Pre-Test						
Aire Acondicionado						
Ítem	Actividades	Promedio de observaciones	Factor de Valorización	Tiempo Normal (TN) $TN = TO \times FV$	Suplemento (1+S)	Tiempo Estándar (TS) $TS = TN \times (1 + S)$
CONDENSADOR						
1	Desconectar aire acondicionado	315.0	0.87	274.1	1.08	296.0
2	Revisión de UC	490.0	0.87	426.3	1.08	460.4
3	Desarmar carcasa	738.0	0.87	642.1	1.08	693.4
4	Extraer la carcasa y motor ventilador	648.0	0.87	563.8	1.08	608.9
5	Inspeccionar conexiones eléctricas	319.0	0.87	277.5	1.08	299.7
6	Aplicar desincrustante al serpentín	110.0	0.87	95.7	1.08	103.4
7	Esperar tiempo en el que actúa el desincrustante	318.5	0.87	277.1	1.08	299.3
8	Lavar el serpentín	621.0	0.87	540.3	1.08	583.5
9	Peinar las aletas del serpentín	1238.7	0.87	1077.6	1.08	1163.9
10	Transportar la carcasa y motor ventilador hacia zona de lavado	302.0	0.87	262.7	1.08	283.8
11	Lavado del motor compresor	237.5	0.87	206.6	1.08	223.2
12	Lavar la carcasa	328.0	0.87	285.4	1.08	308.2
13	Secar la Carcasa	315.0	0.87	274.1	1.08	296.0
14	Lavar el motor ventilador	319.0	0.87	277.5	1.08	299.7
15	Secar la el motor ventilador	326.0	0.87	283.6	1.08	306.3
16	Verificar vibración de eje, ruido del motor ventilador	66.6	0.87	57.9	1.08	62.6
17	Verificación de helices de motor ventilador	64.5	0.87	56.1	1.08	60.6
18	Lubricación del eje del motor ventilador	66.2	0.87	57.6	1.08	62.2
19	Transportar la carcasa y motor ventilador hacia zona de aire acondicionado	317.0	0.87	275.8	1.08	297.9
20	Verificación de los terminales electricos del compresor	180.0	0.87	156.6	1.08	169.1
21	Limpieza de las conexiones eléctricas	425.0	0.87	369.8	1.08	399.3
22	Aplicación de limpia contactos a las conexiones eléctricas	66.4	0.87	57.8	1.08	62.4
23	Se realiza una segunda inspeccion de las conexiones eléctricas	251.0	0.87	218.4	1.08	235.8
24	Revisión de sistema de drenaje	324.0	0.87	281.9	1.08	304.4
25	Instalar las piezas extraídas	487.0	0.87	423.7	1.08	457.6
26	Sellado de la caja de paso con tornillos	328.0	0.87	285.4	1.08	308.2
27	Verificación de ajustes de pernos y vibraciones	113.0	0.87	98.3	1.08	106.2
28	Encendido de equipo	303.0	0.87	263.6	1.08	284.7
29	Toma de mediciones de unidad condensadora.	67.4	0.87	58.6	1.08	63.3
30	toma de mediciones de compresor	67.3	0.87	58.6	1.08	63.3
31	Toma de mediciones de motor ventilador (CONDENSADOR)	67.3	0.87	58.5	1.08	63.2
32	Toma de medicion de presión en Línea de refrigerante.	67.0	0.87	58.3	1.08	63.0
33	Inspección visual: Mancha de aceite en algún punto línea succión y descarga	64.5	0.87	56.1	1.08	60.6
34	Inspección de Indicio de fuga: Baja presión de refrigerante	68.7	0.87	59.7	1.08	64.5
35	Verificacion del funcionamiento del equipo	192.0	0.87	167.0	1.08	180.4
TOTAL		10211.5		8884.0		9594.7
TOTAL MINUTOS		170.2		148.1		159.9

Fuente: Elaboración propia

Como se observa, el tiempo estándar del condensador fue de 159.9 min, tras hallar el tiempo estándar de la unidad Condensadora, se continuó con la unidad evaporadora, en el cual se siguió el mismo procedimiento que el anterior. A continuación, se presentan las tablas respectivas.

Tabla 20. Toma de tiempos del Mant. del evaporador

ÍTEM	OPERACIONES	ACTIVIDADES	ESTUDIO DE TIEMPOS - TIEMPO PROMEDIO PRE-TEST								PROMEDIO
			TIEMPO OBSERVADO (MIN) PRE-TEST								
			T1 Seg	T2 Seg	T3 Seg	T4 Seg	T5 Seg	T6 Seg	T7 Seg	T8 Seg	
1	Desenergizar aire acondicionado	Desconectar aire acondicionado	301	325	315	302	310	298	315	295	307.6
2	Inspeccionar UE	Revisión de UE	489	465	469	472	486	468	469	482	475.0
3	Desmontar UE	Desarmar carcasa	635	609	614	610	633	627	603	616	618.4
4		Extraer la carcasa, filtros, rodets (sirocós)	935	902	906	904	939	902	938	903	916.1
5	Inspeccionar el sistema eléctrico	Inspeccionar conexiones eléctricas	311	301	302	319	302	301	308	309	306.6
6	Limpiar UE	Aplicar desincrustante al serpentín (anticlean)	115	118	108	115	116	117	116	105	113.8
7		Esperar tiempo en el que actúa el desincrustante	316	308	309	306	319	302	306	301	308.4
8		Lavar el serpentín	955	903	901	902	931	904	905	939	917.5
9		Peinar las aletas del serpentín	1302	1201	1205	1207	1301	1209	1207	1203	1229.4
10		Transportar la carcasa, filtros y rodets hacia zona de lavado	333	304	315	306	309	337	302	301	313.4
11		Lavado de filtros	490	471	474	492	476	475	499	472	481.1
12		Espera de secado de filtros	429	428	445	424	419	422	413	420	425.0
13		Lavar la carcasa	323	302	305	327	306	308	307	305	310.4
14		Secar la Carcasa	316	301	338	307	304	317	301	304	311.0
15		Limpeza de los rodets	318	309	309	328	305	308	312	307	312.0
16		Verificar vibración de eje, ruido de los rodets	325	301	302	318	306	304	326	309	311.4
17		Lubricación del eje del rodete	62	68	76	66	74	71	69	63	68.6
18		Limpeza de la bomba de condensado (sistema de drenaje)	1107	1075	1061	1074	1064	1118	1072	1073	1080.5
19		Transportar la carcasa, filtro y rodete hacia zona de aire acondicionado	320	306	308	341	309	308	314	302	313.5
20		Limpeza de las conexiones eléctricas	425	419	416	413	419	412	437	413	419.3
21		Aplicación de limpia contactos a las conexiones eléctricas	61	66	64	73	75	65	68	70	67.8
22	realizar una segunda inspección de las partes electricas	229	236	238	222	238	235	234	237	233.6	
23	Inspeccionar el sistema de drenaje	Revisión de sistema de drenaje	307	308	315	331	305	308	314	309	312.1
24	Montar UE	Instalar las piezas extraídas	719	719	736	701	738	704	702	713	716.5
25		Verificación de ajustes de pernos y vibraciones	122	123	121	131	122	132	121	124	124.5
26	Energizar equipo de AA	Encender el equipo	310	304	313	310	329	303	305	307	310.1
27	Medir amperaje y temperatura	Toma de mediciones de unidad evaporadora.	77	69	63	68	71	64	65	72	68.6
28		Toma de temperatura de Línea de succión (al ingreso del equipo)	66	67	70	61	73	72	63	76	68.5
29	Inspeccionar el correcto funcionamiento de UE	Verificar el funcionamiento correcto del equipo	183	171	172	177	176	175	182	176	176.5
Total Segundos			11881	11479	11570	11607	11755	11566	11573	11506	11617.1
Total minutos			198.0	191.3	192.8	193.5	195.9	192.8	192.9	191.8	193.6

Fuente: Elaboración propia

Tabla 21. Cálculo del tamaño de muestra del Mant. del evaporador

ÍTEM	OPERACIONES	ACTIVIDADES	Cálculo de tamaño de la muestra Pre-Test			
			Minutos			$n = \left(40 \sqrt{ \frac{ \sum x^2 - (\sum x)^2 }{ \sum x} } \right)^2$
			$\sum x$	$\sum x^2$	$(\sum x)^2$	
1	Desenergizar aire acondicionado	Desconectar aire acondicionado	41.02	210.5	1682.37	2
2	Inspeccionar UE	Revisión de UE	63.33	501.6	4011.11	1
3		Desarmar carcasa	82.45	850.0	6798.00	1
4	Desmontar UE	Extraer la carcasa, filtros, rodets (sirocós)	122.15	1865.7	14920.62	1
5	Inspeccionar el sistema eléctrico	Inspeccionar conexiones eléctricas	40.88	209.0	1671.45	1
6	Limpiar UE	Aplicar desincrustante al serpentín (anticlean)	15.17	28.8	230.03	2
7		Esperar tiempo en el que actúa el desincrustante	41.12	211.40	1690.58	1
8		Lavar el serpentín	122.33	1871.55	14965.44	1
9		Peinar las aletas del serpentín	163.92	3362.45	26868.67	2
10		Transportar la carcasa, filtros y rodets hacia zona de lavado	41.78	218.62	1745.85	3
11		Lavado de filtros	64.15	514.63	4115.22	1
12		Espera de secado de filtros	56.67	401.57	3211.11	1
13		Lavar la carcasa	41.38	214.24	1712.58	1
14		Secar la Carcasa	41.47	215.24	1719.48	2
15		Limpeza de los rodets	41.60	216.43	1730.56	1
16		Verificar vibración de eje, ruido de los rodets	41.52	215.66	1723.63	2
17		Lubricación del eje del rodete	9.15	10.5	83.72	7
18		Limpeza de la bomba de condensado (sistema de drenaje)	144.07	2595.22	20755.20	1
19		Transportar la carcasa, filtro y rodete hacia zona de aire acondicionado	41.80	218.70	1747.24	2
20		Limpeza de las conexiones eléctricas	55.90	390.74	3124.81	1
21		Aplicación de limpia contactos a las conexiones eléctricas	9.03	10.2	81.60	7
22	realizar una segunda inspección de las partes electricas	31.15	121.3	970.32	1	
23	Inspeccionar el sistema de drenaje	Revisión de sistema de drenaje	41.62	216.6	1731.95	1
24	Montar UE	Instalar las piezas extraídas	95.53	1141.2	9126.62	1
25		Verificación de ajustes de pernos y vibraciones	16.60	34.5	275.56	2
26	Energizar equipo de AA	Encender el equipo	41.35	213.9	1709.82	1
27	Medir amperaje y temperatura	Toma de mediciones de unidad evaporadora.	9.15	10.5	83.72	7
28		Toma de temperatura de Línea de succión (al ingreso del equipo)	9.13	10.5	83.42	8
29	Inspeccionar el correcto funcionamiento de UE	Verificar el funcionamiento correcto del equipo	23.53	69.3	553.82	1
Total Minutos			1549	16151	129125	57

Fuente: Elaboración propia

Como se mostraron en las tablas anteriores, se halló el número de muestras por cada actividad del mantenimiento del evaporador, con la finalidad de hallar el tiempo promedio y el tiempo estándar. Se presentan las tablas respectivas.

Tabla 22. Tiempo promedio Pre-Test del Mant. del evaporador

		ESTUDIO DE TIEMPOS - TIEMPO PROMEDIO PRE-TEST									
		ACTIVIDADES	TIEMPO OBSERVADO PRE-TEST								PROMEDIO
			T1 Seg	T2 Seg	T3 Seg	T4 Seg	T5 Seg	T6 Seg	T7 Seg	T8 Seg	
ÍTEM	OPERACIONES										
1	Desenergizar aire acondicionado	Desconectar aire acondicionado	301	325							313.0
2	Inspeccionar UE	Revisión de UE	489								489.0
3	Desmontar UE	Desarmar carcasa	635								635.0
4		Extraer la carcasa, filtros, rodetes (sirocos)	935								935.0
5	Inspeccionar el sistema eléctrico	Inspeccionar conexiones eléctricas	315								315.0
6	Limpiar UE	Aplicar desincrustante al serpentín (anticlean)	117	118	108						114.3
7		Esperar tiempo en el que actúa el desincrustante	318								318.0
8		Lavar el serpentín	958								958.0
9		Peinar las aletas del serpentín	1304	1201							1252.5
10		Transportar la carcasa, filtros y rodetes hacia zona de lavado	336	304	315						318.3
11		Lavado de filtros	495								495.0
12		Espera de secado de filtros	431								431.0
13		Lavar la carcasa	326								326.0
14		Secar la Carcasa	319	301							310.0
15		Limpieza de los rodetes	321								321.0
16		Verificar vibración de eje, ruido de los rodetes	328	301							314.5
17		Lubricación del eje del rodete	62	68	76	66	74	71	69		69.4
18		Limpieza de la bomba de condensado (sistema de drenaje)	1107								1107.0
19		Transportar la carcasa, filtro y rodete hacia zona de aire acondicionado	323	306							314.5
20	Limpieza de las conexiones eléctricas	431								431.0	
21	Aplicación de limpia contactos a las conexiones eléctricas	61	66	64	73	75	65	68		59.0	
22	realizar una segunda inspección de las partes electricas	231								231.0	
23	Inspeccionar el sistema de drenaje	Revisión de sistema de drenaje	307								307.0
24	Montar UE	Instalar las piezas extraídas	722								722.0
25		Verificación de ajustes de pernos y vibraciones	122	123							122.5
26	Energizar equipo de AA	Encender el equipo	312								312.0
27	Medir amperaje y temperatura	Toma de mediciones de unidad evaporadora.	77	69	63	68	71	64	65		68.1
28		Toma de temperatura de Línea de succión (al ingreso del equipo)	66	67	70	61	73	72	63	76	68.5
29	Inspeccionar el correcto funcionamiento de UE	Verificar el funcionamiento correcto del equipo	185								185.0
Total Segundos			11934	3249	696	268	293	272	265	76	11842.7
Total minutos			198.9	54.2	11.6	4.5	4.9	4.5	4.4	1.3	197.4

Fuente: Elaboración propia

Antes de hallar el tiempo estándar se calculó el valor de factorización y el suplemento con la valoración Westinghouse y la tabla de suplementos, hallando los siguientes resultados.

Tabla 23. Factor de valorización del evaporador

Evaporador	
Habilidad	0.00
Esfuerzo	-0.08
Condiciones	-0.03
Consistencia	-0.02
TOTAL	-0.13

Fuente: Elaboración propia

$$\text{Factor de valorización} = -0.13 + 1 = \mathbf{0.87}$$

Tabla 24. Suplemento del evaporador

Evaporador	
Constante (C)	
MARGENES DE TOLERANCIA	5%
Variable (V)	
MARGENES DE TOLERANCIA POR ESTAR DE PIE	2%
MONOTONIA MEDIA	1%
TOTAL	8%

$$S = 0.08 + 1 = 1.08$$

Fuente: Elaboración propia

Tabla 25. Pre-Test del tiempo estándar del evaporador

Estudio de tiempos: Estandarización de tiempos Pre-Test						
Aire Acondicionado						
Ítem	Actividades	Promedio de observaciones	Factor de Valorización	Tiempo Normal (TN) $TN = TO \times FV$	Suplemento (1+S)	Tiempo Estándar (TS) $TS = TN \times (1 + S)$
EVAPORADOR						
1	Desconectar aire acondicionado	313.0	0.87	272.3	1.08	294.1
2	Revisión de UE	489.0	0.87	425.4	1.08	459.5
3	Desarmar carcasa	635.0	0.87	552.5	1.08	596.6
4	Extraer la carcasa, filtros, rodetes	935.0	0.87	813.5	1.08	878.5
5	Inspeccionar conexiones eléctricas	315.0	0.87	274.1	1.08	296.0
6	Aplicar desincrustante al serpentín	114.3	0.87	99.5	1.08	107.4
7	Esperar tiempo en el que actúa el desincrustante	318.0	0.87	276.7	1.08	298.8
8	Lavar el serpentín	958.0	0.87	833.5	1.08	900.1
9	Peinar las aletas del serpentín	1252.5	0.87	1089.7	1.08	1176.8
10	Transportar la carcasa, filtros y rodetes hacia zona de lavado	318.3	0.87	277.0	1.08	299.1
11	Lavado de filtros	495.0	0.87	430.7	1.08	465.1
12	Espera de secado de filtros	431.0	0.87	375.0	1.08	405.0
13	Lavar la carcasa	326.0	0.87	283.6	1.08	306.3
14	Secar la Carcasa	310.0	0.87	269.7	1.08	291.3
15	Limpeza de los rodetes	321.0	0.87	279.3	1.08	301.6
16	Verificar vibración de eje, ruido de los rodetes	314.5	0.87	273.6	1.08	295.5
17	Lubricación del eje del rodete	69.4	0.87	60.4	1.08	65.2
18	Limpeza de la bomba de condensado	1107.0	0.87	963.1	1.08	1040.1
19	Transportar la carcasa, filtro y rodete hacia zona de aire acondicionado	314.5	0.87	273.6	1.08	295.5
20	Limpeza de las conexiones eléctricas	431.0	0.87	375.0	1.08	405.0
21	Aplicación de limpia contactos a las conexiones eléctricas	59.0	0.87	51.3	1.08	55.4
22	realizar una segunda inspección de las partes electricas	231.0	0.87	201.0	1.08	217.0
23	Revisión de sistema de drenaje	307.0	0.87	267.1	1.08	288.5
24	Instalar las piezas extraídas	722.0	0.87	628.1	1.08	678.4
25	Verificación de ajustes de pernos y vibraciones	122.5	0.87	106.6	1.08	115.1
26	Encender el equipo	312.0	0.87	271.4	1.08	293.2
27	Toma de mediciones de unidad evaporadora.	68.1	0.87	59.3	1.08	64.0
28	Toma de temperatura de Línea de succión (al ingreso del equipo)	68.5	0.87	59.6	1.08	64.4
29	Verificar el funcionamiento correcto del equipo	185.0	0.87	161.0	1.08	173.8
TOTAL		11842.7		10303.2		11127.4
TOTAL MINUTOS		197.4		171.7		185.5

Fuente: Elaboración propia

Luego de hallar el tiempo estándar de ambas unidades (condensador y evaporador) se elaboró una tabla resumen para unificar los tiempos, Obteniendo como resultado un tiempo estándar de 5.76 horas.

Tabla 26. *Tabla resumen del tiempo estándar Pre-Test*

RESUMEN		
UNIDAD	Tiempo (seg)	Tiempo (min)
CONDENSADOR	9594.7	159.9
EVAPORADOR	11127.4	185.5
TOTAL	20722.2	345.4
TOTAL HORAS		5.76

Fuente: Elaboración propia

Ahora, para hallar el porcentaje de actividades improproductivas, se realizó el Pre-Test del DOP (Diagrama de operaciones del proceso) de todo el servicio de mantenimiento preventivo de manera unificada. De igual modo el DAP (Diagrama de Análisis de proceso) de la unidad condensadora y evaporadora respectivamente.

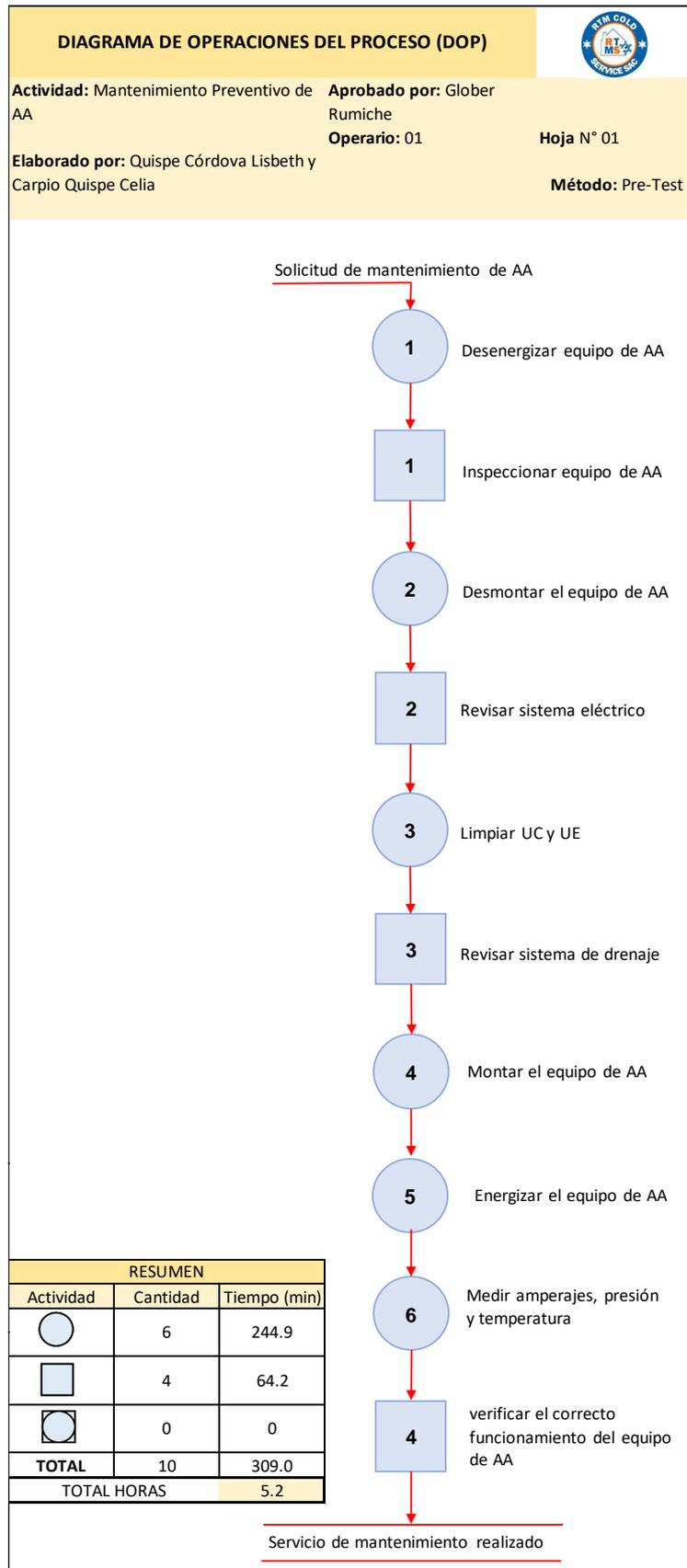


Figura 26. Pre-Test del DOP

Tabla 27. Pre-Test del DAP de Mant. del condensador

ESTUDIO DE MÉTODOS Y MOVIMIENTOS									
ANÁLISIS DE FLUJO DE PROCESO PRE-TEST									
Diagrama N° 01	Hoja N° 01	RESUMEN							
Objeto: Equipos de aire acondicionado Actividad: Mantenimiento de equipos de aire acondicionado (Condensador) Método: Pre-Test Lugar: Operario: 1 Ficha N° 01	Actividad	Pre-Test	Post-Test	Economía					
	Operación Transporte Espera Inspección Almacenamiento	21 11 1 2 0			Mano de obra, materiales y herramientas				
Distancia (m):		50 mts							
Tiempo (min-hombre)		159.9							
Compuesto por: Carpio Quispe Celia y Quispe Córdova Lisbeth		Costo							
Aprobado por: Góber Rumlche		Total: 35							
Descripción	Cantidad	Tiempo	Distancia	Simbolo					Observaciones
									
Desconectar aire acondicionado	1	4.9		X					
Revisión de UC	1	7.7		X	X				
Desarmar carcasa	1	11.6		X	X				
Extraer la carcasa y motor ventilador	1	10.1		X	X				
Inspeccionar conexiones eléctricas	1	5.0		X	X				
Aplicar desincrustante al serpentín	1	1.7		X	X				
Esperar tiempo en el que actúa el desincrustante	1	5.0		X			X		
Lavar el serpentín	1	9.7		X	X				
Peinar las aletas del serpentín	1	19.4		X	X				
Transportar la carcasa y motor ventilador hacia zona de lavado	1	4.7	25 mts	X				X	
Lavado del motor compresor	1	3.7		X	X				
Lavar la carcasa	1	5.1		X	X				
Secar la Carcasa	1	4.9		X	X				
Lavar el motor ventilador	1	5.0		X	X				
Secar la el motor ventilador	1	5.1		X	X				
Verificar vibración de eje, ruido del motor ventilador	1	1.0		X	X				
Verificación de helices de motor ventilador	1	1.0		X	X				
Lubricación del eje del motor ventilador	1	1.0		X	X				
Transportar la carcasa y motor ventilador hacia zona de aire acondicionado	1	5.0	25 mts	X				X	
Verificación de los terminales electricos del compresor	1	2.8		X	X				
Limpieza de las conexiones eléctricas	1	6.7		X	X				
Aplicación de limpia contactos a las conexiones eléctricas	1	1.0		X	X				
Se realiza una segunda inspeccion de las conexiones eléctricas	1	3.9		X	X				
Revisión de sistema de drenaje	1	5.1		X	X				
Instalar las piezas extraídas	1	7.6		X	X				
Sellado de la caja de paso con tornillos	1	5.1		X	X				
Verificación de ajustes de pernos y vibraciones	1	1.8		X	X				
Encendido de equipo	1	4.7		X	X				
Toma de mediciones de unidad condensadora.	1	1.1		X	X				
toma de mediciones de compresor	1	1.1		X	X				
Toma de mediciones de motor ventilador	1	1.1		X	X				
Toma de medicion de presión en Línea de refrigerante.	1	1.0		X	X				
Inspección visual: Mancha de aceite en algún punto línea succión y descarga	1	1.0		X	X				
Inspección de Indicio de fuga: Baja presión de refrigerante	1	1.1		X	X				
Verificacion del funcionamiento del equipo	1	3.0		X	X				
TOTAL		159.9	50 mts	21	11	1	2	0	

Fuente: Elaboración propia

Luego de elaborar el Pre-Test del DOP y DAP se identificaron 4 actividades improductivas en el mantenimiento del condensador: La verificación de ajustes de pernos y vibraciones, la inspección visual de la mancha de aceite en algún punto de la línea de succión y descarga, la segunda inspección de las conexiones eléctricas y la inspección de indicio de fuga: Baja presión de refrigerante representando un 11.43% de actividades improductivas y un tiempo innecesario de 7.7 min en el servicio de mantenimiento de la unidad condensadora.

Tabla 28. Pre-Test de actividades improductivas del condensador

Datos de la empresa	RTM COLD SERVICE S.A.C.		
Datos de la colecta	Porcentaje de Actividades improductivas = $\left(\frac{\text{Actividades Improductivas}}{\text{Total de actividades}} \right) \times 100$		% Actividades improductivas
Pre-Test			
Mantenimiento	AI	TA	%AI
Condensador de AA	4	35	11,43%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 29. Pre-Test del DAP del Mant. del evaporador

ESTUDIO DE MÉTODOS Y MOVIMIENTOS									
ANÁLISIS DE FLUJO DE PROCESO PRE-TEST									
Diagrama N° 01	Hoja N° 01	RESUMEN							
Objeto: Equipos de aire acondicionado		Actividad	Pre-Test	Post-Test	Economía				
Actividad: Mantenimiento de equipos de aire acondicionado (Evaporador) Método: Pre-Test Lugar: Operario): 1 Ficha N° 01		Operación	18		Mano de obra, materiales y herramientas				
		Transporte	7						
		Espera	2						
		Inspección	2						
		Almacenamiento	0						
		Distancia (m):	50 mts						
		Tiempo (min-hombre)	185.5						
		Costo							
Compuesto por: Carpio Quispe Celia y Quispe Córdova Lisbeth Aprobado por: Glober Rumliche		Total: 29							
Descripción	Cantidad	Tiempo	Distancia	Símbolo					Observaciones
									
Desconectar aire acondicionado	1	4.9		X					
Revisión de UE	1	7.7			X				
Desarmar carcasa	1	9.9		X					
Extraer la carcasa, filtros, rodetes	1	14.6		X					
Inspeccionar conexiones eléctricas	1	4.9			X				
Aplicar desincrustante al serpentín	1	1.8		X					
Esperar tiempo en el que actúa el desincrustante	1	5.0					X		
Lavar el serpentín	1	15.0		X					
Peinar las aletas del serpentín	1	19.6		X					
Transportar la carcasa, filtros y rodetes hacia zona de lavado	1	5.0	25 mts					X	
Lavado de filtros	1	7.8		X					
Espera de secado de filtros	1	6.7					X		
Lavar la carcasa	1	5.1		X					
Secar la Carcasa	1	4.9		X					
Limpieza de los rodetes	1	5.0		X					
Verificar vibración de eje, ruido de los rodetes	1	4.9			X				
Lubricación del eje del rodete	1	1.1		X					
Limpieza de la bomba de condensado	1	17.3		X					
Transportar la carcasa, filtro y rodete hacia zona de aire acondicionado	1	4.9	25 mts					X	
Limpieza de las conexiones eléctricas	1	6.7		X					
Aplicación de limpia contactos a las conexiones eléctricas	1	0.9			X				
realizar una segunda inspección de las partes electricas	1	3.6				X			
Revisión de sistema de drenaje	1	4.8				X			
Instalar las piezas extraídas	1	11.3		X					
Verificación de ajustes de pernos y vibraciones	1	1.9				X			
Encender el equipo	1	4.9		X					
Toma de mediciones de unidad evaporadora.	1	1.1		X					
Toma de temperatura de Línea de succión (al ingreso del equipo)	1	1.1		X					
Verificar el funcionamiento correcto del equipo	1	2.9					X		
TOTAL		185.5	50 mts	18	7	2	2	0	

Fuente: Elaboración propia

De igual manera, para la unidad evaporadora, se encontraron 3 actividades improductivas: Realizar una segunda inspección de las partes eléctricas, la toma de temperatura de línea de succión del evaporador y la verificación de ajustes de pernos y vibraciones, el cual representa el 10.34% de actividades improductivas y 6.6 min de tiempo innecesario en el servicio de mantenimiento del evaporador.

Tabla 30. *Pre-Test de actividades improductivas del evaporador*

Datos de la empresa	RTM COLD SERVICE S.A.C.		
Datos de la colecta	Porcentaje de Actividades improductivas = $\left(\frac{\text{Actividades Improductivas}}{\text{Total de actividades}} \right) \times 100$		% Actividades improductivas
Pre-Test			
Mantenimiento	AI	TA	%AI
Evaporador de AA	3	29	10,34%

Fuente: Elaboración propia

Finalmente, para todo el servicio de mantenimiento del equipo de aire acondicionado, el Pre- Test del porcentaje de actividades improductivas fue de 21.77% y de tiempo innecesario 14.3 min. Demostrando la posibilidad de reducir la cantidad hallada y disminuir el tiempo que demanda.

Porcentaje de actividades improductivas =

% Actividades improductivas Condensador + % Actividades improductivas Evaporador

$$11.43\% + 10.34\% = \mathbf{21.77\%}$$

Respecto al Pre-Test de la productividad, se realizó la evaluación diaria a los 8 técnicos por 14 días, tomando en cuenta las horas programadas, las horas reales trabajadas, los servicios de mantenimiento ejecutados y programados, Para poder calcularlos se usaron las siguientes fórmulas, obteniendo así los resultados para ejecutar el cálculo de productividad.

Tabla 31. *Cálculo de la capacidad instalada Pre-Test*

CALCULO DE LA CAPACIDAD INSTALADA			
NÚMERO DE TRABAJADORES	TIEMPO LABORABLE	TIEMPO ESTANDAR	CAPACIDAD EN UNIDADES INSTALADA O TEÓRICA
8	480	345.4	11.12

Fuente: Elaboración propia

Como se observó en el cuadro anterior, se calculó la capacidad instalada tomando en cuenta la fórmula siguiente:

$$capacidad\ instalada = \frac{número\ de\ trabajadores \times tiempo\ laborable}{tiempo\ estándar}$$

Figura 27. Fórmula de la capacidad instalada o teórica

Tabla 32. *Cálculo de los servicios de mantenimiento programados*

CANTIDAD PROGRAMADA DE SERVICIO DE MANTENIMIENTO		
CAPACIDAD EN UNIDADES INSTALADA O TEÓRICA	FACTOR DE VALORACIÓN	SERVICIOS PROGRAMADOS
11.12	85%	9.5

Fuente: Elaboración propia

Al calcular los servicios de mantenimiento programados se consideró el factor de valoración 85%. A continuación, la fórmula utilizada

$$Servicios\ programados = capacidad\ instalada \times Factor\ de\ valorización$$

Figura 28. Fórmula de los servicios programados

Tabla 33. Cálculo de las horas – Hombre

CALCULO DE HORAS - HOMBRE PROGRAMADA		
NÚMERO DE TRABAJADORES	TIEMPO LABORABLE C/ TRAB. (Min)	HORAS-HOMBRE PROGRAMADAS (Min)
8.00	480	3840

Fuente: Elaboración propia

En la tabla anterior se realizó el cálculo de las Horas-Hombre programadas considerando 8 horas de trabajo convertido en minutos.

$$\text{Cálculo de horas hombre programadas} = \text{número de trabajadores} \times \text{tiempo laborable}$$

Figura 29. Fórmula de las Horas- Hombre programadas

Tabla 34. Cálculo de las Horas-Hombre trabajadas

CALCULO DE HORAS - HOMBRE REALES TRABAJADAS		
SERVICIOS DE MANT EJECUTADOS	TIEMPO ESTÁNDAR (Min)	HORAS-HOMBRE TRABAJADAS (Min)
8.0	345.4	2763

Fuente: Elaboración propia

Para la tabla 34, se calcularon las Horas-Hombre trabajadas, dependiendo del número de servicios de mantenimiento ejecutados por día. La fórmula utilizada es la siguiente:

$$\text{Horas Hombre trabajadas} = \text{servicios ejecutados} \times \text{Tiempo Estándar}$$

Figura 30. Fórmula de las horas-Hombre trabajadas

Tras hallarlos, se logró determinar la productividad con la que cuenta la empresa antes de la implementación de la herramienta, el cual permitió saber el contexto actual en la que se encuentra la empresa, además del rendimiento de los operarios, el índice de eficiencia y eficacia durante los 14 días de muestra.

Tabla 35. Pre-Test del porcentaje de productividad

Valorización de la productividad							
Formato N° 01							
Evaluación 8 tecnicos por día							
Fecha	Horas programadas (HP) (Min)	Horas trabajadas (HT) (Min)	% EFICIENCIA	Servicios de mantenimiento ejecutados (CSME) (Unid)	Servicios de mantenimiento programados (CSMP) (Unid)	% EFICACIA	PRODUCTIVIDAD
03/06/2021	3840	2763	71,95%	8	16	50,00%	35,98%
04/06/2021	3840	2936	76,45%	8,5	15	56,67%	43,32%
05/06/2021	3840	2763	71,95%	8	17	47,06%	33,86%
07/06/2021	3840	2936	76,45%	8,5	16	53,13%	40,61%
08/06/2021	3840	2763	71,95%	8	14	57,14%	41,12%
09/06/2021	3840	2763	71,95%	8	15	53,33%	38,37%
10/06/2021	3840	2936	76,45%	8,5	14	60,71%	46,42%
11/06/2021	3840	2763	71,95%	8	16	50,00%	35,98%
14/06/2021	3840	2936	76,45%	8,5	18	47,22%	36,10%
15/06/2021	3840	2936	76,45%	8,5	15	56,67%	43,32%
16/06/2021	3840	2763	71,95%	8	13	61,54%	44,28%
17/06/2021	3840	2763	71,95%	8	14	57,14%	41,12%
18/06/2021	3840	2936	76,45%	8,5	14	60,71%	46,42%
21/06/2021	3840	2590	67,45%	7,5	13	57,69%	38,92%
PROMEDIO			73,56%			54,93%	40,41%

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en el cuadro anterior, se obtuvo un total de 73.56% en eficiencia, 54.93% en eficacia y 40.41% en productividad. Demostrando una deficiencia en el cumplimiento de las horas programadas y problemas con el cumplimiento de los servicios de mantenimiento programados.

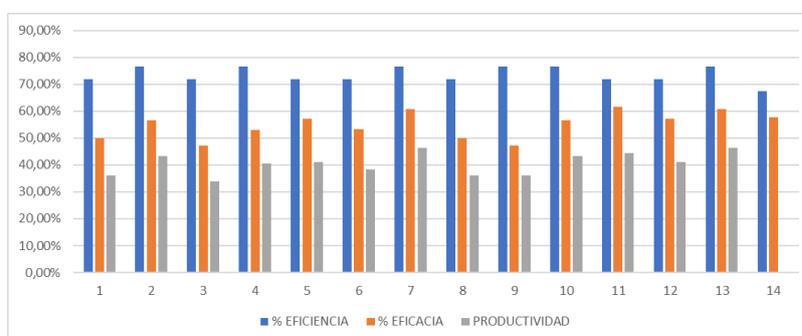


Figura 31. Gráfico del Pre-Test de la productividad

Examinar

En esta tercera etapa, se analizaron los datos registrados anteriormente, para luego proceder a realizar la técnica del interrogatorio sistemático, mostrado en las siguientes tablas, las cuales, según sus respuestas, ayudarán a realizar un análisis crítico que permita conocer el método actual de trabajo. Esta técnica estuvo constituida por las actividades del proceso de mantenimiento preventivo del evaporador y condensador del aire acondicionado, para saber por qué y para qué se realiza cada una de ellas.

Tabla 36. *Técnica del interrogatorio del evaporador*

TÉCNICA DEL INTERROGATORIO (EVAPORADOR)	
Interrogante	Respuesta
¿Qué se hace?	Se realiza el servicio de mantenimiento preventivo del evaporador
¿Cómo se hace?	Se ejecuta de manera manual, con la ayuda de equipos y herramientas, tales como desarmadores, pinzas amperimétricas, pulverizador de agua a presión, trapos industriales, sopladores, brochas, escobilla, limpia contacto, entre otros.
¿Por qué se hace?	Porque es necesario dar el mantenimiento adecuado a esta pieza del aire acondicionado, con la finalidad de evitar futuras fallas durante el funcionamiento general, tomando en cuenta las solicitudes de los clientes.
¿Qué otra cosa se podría hacer?	Se podría mejorar el método y reducir los tiempos de trabajo que la empresa demora en realizar el mantenimiento del evaporador.
¿Qué debería hacerse?	Se debería implementar una propuesta de mejora para reducir tiempos en el mantenimiento del evaporador
¿Quién debería hacerlo?	Debería hacerlo un trabajador capacitado, que cuente con los conocimientos del proceso y método de trabajo.
	Se debe tener en cuenta el método propuesto (cronograma, checklist de actividades, supervisiones, capacitaciones,

¿Cómo se debe hacer?	eliminar las actividades innecesarias, etc.) en el proceso de mantenimiento preventivo del evaporador para reducir el tiempo de producción e incrementar la productividad.
----------------------	--

Fuente: Elaboración propia

Tabla 37. *Técnica del interrogatorio del condensador*

TÉCNICA DEL INTERROGATORIO (CONDENSADOR)	
Interrogante	Respuesta
¿Qué se hace?	Se realiza el servicio de mantenimiento preventivo del condensador
¿Cómo se hace?	Se ejecuta de manera manual, con la ayuda de equipos y herramientas, tales como desarmadores, pinzas amperimétricas, hidro lavadoras, trapos industriales, sopladores, brochas, escobilla, limpia contacto, entre otros.
¿Por qué se hace?	Porque es necesario dar el mantenimiento adecuado a esta otra pieza del aire acondicionado para lograr un eficiente funcionamiento de todo el aire acondicionado.
¿Qué otra cosa se podría hacer?	Se podría mejorar el método y reducir los tiempos de trabajo que la empresa demora en realizar el mantenimiento del condensador, e incluso solicitar una nueva hidro lavadora y peines especiales para serpentín.
¿Qué debería hacerse?	Se debería implementar una propuesta de mejora para los métodos de trabajo y tiempos de producción.
¿Quién debería hacerlo?	Debería hacerlo un trabajador capacitado, que cuente con los conocimientos del proceso y método de trabajo.
¿Cómo se debe hacer?	Se debe tener en cuenta el método propuesto (cronograma, checklist de actividades, supervisiones, capacitaciones, eliminar las actividades innecesarias, etc.) en el proceso de mantenimiento preventivo del condensador para reducir el tiempo de producción e incrementar la productividad.

Fuente: Elaboración propia

Luego de haber elaborado la técnica del interrogatorio, se logró identificar de manera más profunda el método de trabajo actual que se utiliza durante el mantenimiento preventivo de aire acondicionado, tomando en cuenta la experiencia y aporte de los técnicos de mantenimiento.

Establecer

En esta cuarta etapa se elaboró en primer lugar, un cronograma de las actividades operativas a ejecutar, ya que la empresa RTM Cold Service contaba con un cronograma empírico, sin llevar un orden adecuado de los servicios solicitados, produciendo retrasos, desorden y desactualización al momento de distribuir a los técnicos a los locales, por ello la propuesta de implementar un cronograma que permita tener una mejor visión de los servicios programados para su realización a futuro.



CRONOGRAMA DE MANTENIMIENTO AA - MES DE OCTUBRE 2021

Item	Tienda	CANTIDAD	V	S	D	L	M	MI	J	V	S	D	L	M	MI	J	V	S	D	L	M	MI	J	V	S	D	L	M	MI	J	V	S	D
1	CC BAJADA BALTA	12	D	D		D	N	N	N																								
2	CC BAJADA BALTA	1								D																							
3	CC BAJADA BALTA	6											D	D	D	N																	
4	CD SANTA ANITA	1								D																							
5	CD SANTA ANITA	1								N																							
6	CD SANTA ANITA	2									D																						
7	CENTRAL DE CARNES	3															D																
8	CENTRAL DE TORTAS	4																D	D														
9	CENTRAL DE TORTAS	1																		D													
10	CENTRAL DE TORTAS	1																			D												
11	OFICINA CENTRAL	4																				D											
12	OFICINA CENTRAL	24																															
14	OFICINA CENTRAL	12																															
15	OFICINA CENTRAL	35																															

Figura 32. Cronograma propuesto

Como se logra visualizar en la figura 32, el formato propuesto posee a mayor detalle cada servicio a realizar, tales como el nombre de la tienda/cliente, la cantidad de equipos de aire acondicionado y los días en los cuales se llevarán a cabo los mantenimientos preventivos diurnos y nocturnos, con la intención de

llevar un control adecuado de la productividad durante cada programación diaria.

Respecto a las actividades innecesarias, se han identificado 4 en el proceso de mantenimiento preventivo del condensador y 3 en el evaporador, teniendo así un total de 7 actividades innecesarias en el proceso de mantenimiento preventivo de aire acondicionado. Como se muestra en la tabla 38 estas 7 actividades demandaban 14.3 minutos, siendo este un tiempo que se aplicaba innecesariamente durante el proceso de mantenimiento. Por tal motivo se propone eliminarlas y de esa manera reducir el tiempo que demora el mantenimiento.

Tabla 38. *Actividades que no agregan valor*

N°	Actividades que no agregan valor	Tiempo (Min)
1	La verificación de ajustes de pernos y vibraciones del condensador	1.8
2	la inspección visual de la mancha de aceite en algún punto de la línea de succión y descarga del condensador	1.0
3	la segunda inspección de las conexiones eléctricas del condensador	3.9
4	Inspección de Indicio de fuga: Baja presión de refrigerante del condensador	1.0
5	La verificación de ajustes de pernos y vibraciones del evaporador	1.9
6	la segunda inspección de las conexiones eléctricas del evaporador	3.6
7	Toma de temperatura de Línea de succión del evaporador (al ingreso del equipo)	1.1
TOTAL		14.3 min

Fuente: Elaboración propia

Por otro lado, se elaboró un checklist de las actividades que realizarán los técnicos durante su jornada, sin las actividades que no aportan valor en el proceso, esta será brindada al personal luego de la respectiva revisión y autorización del área gerencial. Este checklist actualizado producirá una mayor organización de responsabilidades y ayudará a que los técnicos tengan conocimiento de los procedimientos que ejecutarán durante sus labores.

Tabla 39. Checklist de mantenimiento preventivo

CHECKLIST DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO			
SECCIÓN 3: MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE EQUIPO DE AIRE ACONDICIONADO SPLIT DECORATIVO			
Mes: Inicio: Fin:..... Responsable:			
SPLIT DECORATIVO		FREC.	CHECK
1	Desconectar aire acondicionado	Ma	
2	Revisión de UC	Ma	
3	Desarmar carcasa	Ma	
4	Extraer la carcasa y motor ventilador	Ma	
5	Inspeccionar conexiones eléctricas	Ma	
6	Aplicar desincrustante (Alkifoam) al serpentín	Ma	
7	Esperar tiempo en el que actúa el desincrustante	Ma	
8	Lavar el serpentín	Ma	
9	Peinar las aletas del serpentín	Ma	
10	Transportar la carcasa y motor ventilador hacia zona de lavado	Ma.	
11	Lavado del motor compresor	Ma.	
12	Lavar la carcasa	Ma.	
13	Secar la Carcasa	Ma.	
14	Lavar el motor ventilador	Ma.	
15	Secar la el motor ventilador	Ma.	
16	Verificar vibración de eje, ruido del motor ventilador	Ma.	
17	Verificación de helices de motor ventilador	Ma.	
18	Lubricación del eje del motor ventilador	Ma.	
19	Transportar la carcasa y motor ventilador hacia zona de aire acondicionado	Ma.	
20	Verificación de los terminales electricos del compresor	Ma.	
21	Limpieza de las conexiones eléctricas	Ma.	
22	Aplicación de limpia contactos a las conexiones eléctricas	Ma.	
23	Revisión de sistema de drenaje	Ma.	
24	Instalar las piezas extraídas	Ma.	
25	Sellado de la caja de paso con tornillos	Ma.	
26	Encendido de equipo	Ma.	
27	Toma de mediciones de unidad condensadora (V)	Ma.	
28	toma de mediciones de compresor	Ma.	
29	Toma de mediciones de motor ventilador (CONDENSADOR)	Ma.	
30	Toma de medicion de presión en Línea de refrigerante.	Ma.	
31	Verificacion del funcionamiento del equipo	Ma.	

Fuente: Elaboración propia

La siguiente propuesta de mejora fue promover nuevos métodos de trabajo, mediante afiches y materiales digitales del tema, de esta manera los colaboradores absorberán nuevos métodos dinámicos a emplear en la práctica, siendo más productivos a comparación de los métodos que utilizaban antes de la implementación, siendo estas ambiguas y poco productivas. Los afiches y material audiovisual serán compartidos al correo personal de cada colaborador, además de también compartirlo por el grupo de Whatsapp, con la idea de que lo lean, vean y escuchen.

Finalmente, para un mayor entendimiento del nuevo cambio del método de trabajo a los colaboradores, se propuso la realización de una capacitación a cargo de las tesisistas: Carpio Quispe Celia y Quispe Córdova Lisbeth. A primera instancia se presentaría con una PPT explicando la importancia del estudio de trabajo y los métodos de trabajo que se van a implementar durante las siguientes semanas. Para evitar contacto físico tras el contexto sanitario, se realizaría por la plataforma ZOOM, la duración de esta se daría durante 35 minutos, en el cual se espera compartir ideas y comentarios con la participación de todo el equipo técnico. Terminada la capacitación se realizaría un documento detallando las pautas habladas y los técnicos que participaron durante la presentación.

Evaluar

Después de determinar los métodos de trabajo ideales para la mejora, se procedió a plantear una nueva propuesta para el diagrama de operaciones de procesos (DOP), asimismo se identificaron las actividades innecesarias dentro del mantenimiento preventivo del equipo de aire acondicionado, con la finalidad de reducir los tiempos improductivos. A continuación, se presenta el DOP mejorado del mantenimiento de equipos de aire acondicionado.

DIAGRAMA DE OPERACIONES DEL PROCESO (DOP)



Actividad: Mantenimiento Preventivo de AA

Aprobado por: Glober Rumiche

Elaborado por: Quispe Córdova Lisbeth y Carpio Quispe Celia

Operario: 01

Hoja N° 01

Método: Post-Test

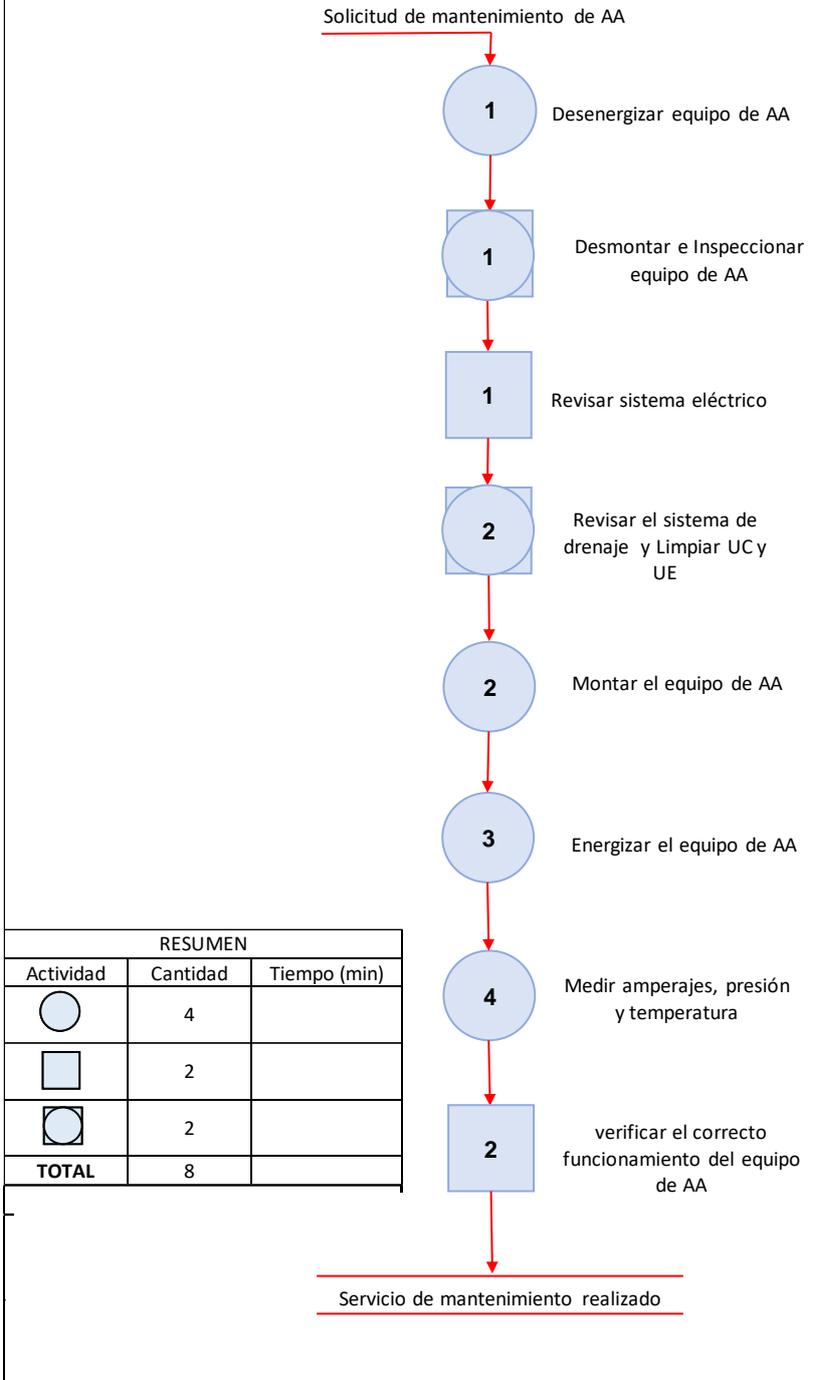


Figura 33. DOP mejorado

Como se logra apreciar en la figura 33, el DOP fue mejorado, teniendo ahora 4 operaciones, 2 inspecciones y 2 actividades combinadas, obteniendo así un total de 8 actividades en total.

Definir

Luego de haber realizado los estudios correspondientes del método, fue presentado tanto a la gerencia como al encargado del área, mediante una reunión realizada de manera remota, donde además de compartir el nuevo método mejorado, se presentó el presupuesto de implementación elaborado por todo el equipo involucrado, logrando así la conformidad entre todas las partes: las tesisistas, la gerencia y el encargado del área. Se llegó a mutuo acuerdo y a la conformidad de todas las partes, siendo así aceptada por la gerencia para la implantación de toda la propuesta presentada, el acta de la reunión se aprecia en el anexo 14. A continuación, evidencia de la reunión efectuada.



Figura 34. Reunión por la plataforma Zoom



Figura 35. Presentación del cronograma y checklist propuesto



Figura 36. Presentación de la propuesta del DOP y DAP

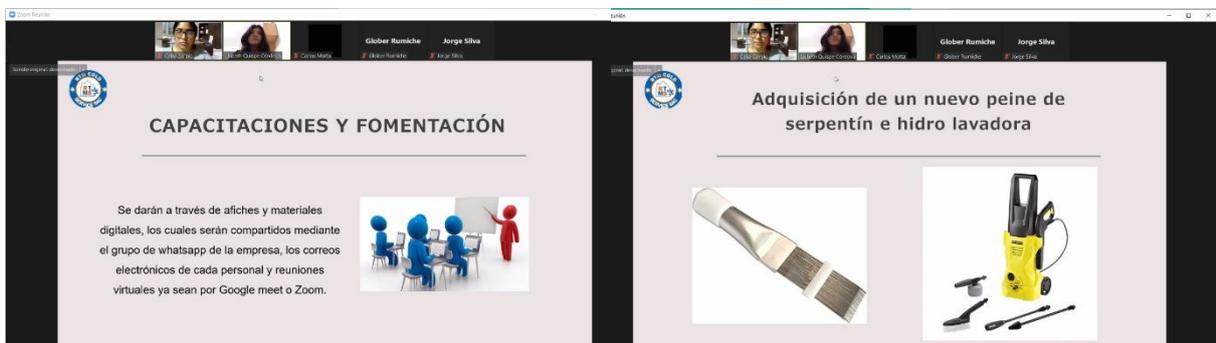


Figura 37. Presentación de otras propuestas

The screenshot shows a Zoom meeting with participants: Carlos Carpio, Lisbeth Quispe Córdova, Carlos Motta, Gíber Rumiche, and Jorge Silva. The main content is a presentation slide titled 'PRESUPUESTO' (Budget) for 'SENA COLOMBIA'. The slide features a table titled 'Costos de Implementación' (Implementation Costs) with the following data:

Item	Descripción	Cantidad	Unidad	Valor Unitario	Valor Total
Internet	Módem	3	Unidad	\$/200.00	\$/600.00
Utilidad de oficina	Impresora, papel, tinta, etc.	3	Unidad	\$/200.00	\$/600.00
USB 16GB	Unidad	2	Unidad	\$/275.00	\$/550.00
Transporte	Bus	45	Días	\$/100.00	\$/4,500.00
Impresiones	Información	3	Unidad	\$/200.00	\$/600.00
Personal	Consultoría externa de la empresa	2	Días	\$/1,000.00	\$/2,000.00
TOTAL					\$/6,850.00

Figura 38. Presentación del presupuesto de la implementación

Implantar

En este séptimo paso se procedió a ejecutar todo el procedimiento propuesto, bajo la supervisión del encargado del área, con la finalidad de que los colaboradores sigan el diagrama con los pasos indicados y evitando caer en anteriores prácticas. En primer lugar, se fomentaron los nuevos métodos de trabajo, a través de afiches y materiales digitales, los cuales fueron compartidos mediante el grupo de WhatsApp de la empresa y a los correos electrónicos del personal. A continuación, se presentan capturas del material multimedia enviado.



Figura 39. Envío de material informativo

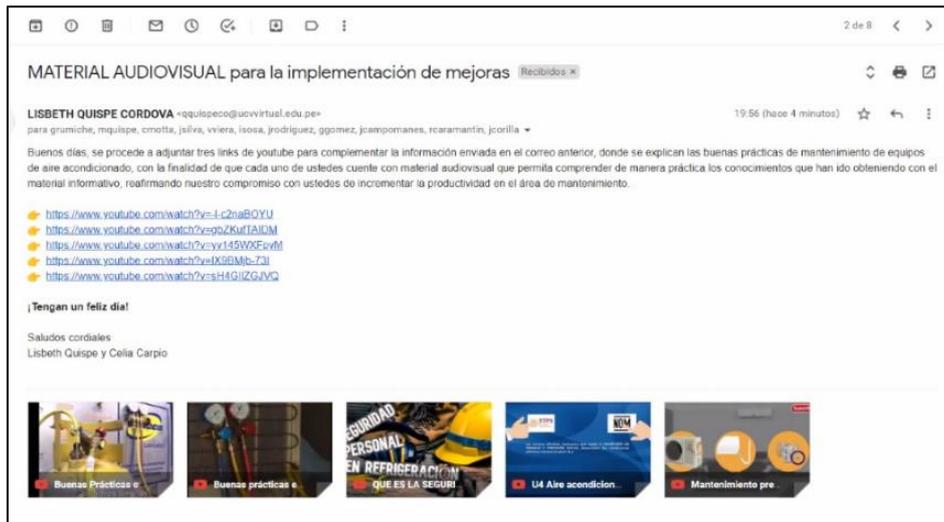


Figura 40. envío de material audiovisual



Figura 41. envío de afiches

Luego de la fomentación, se llevó a cabo una capacitación constante a los técnicos, con la finalidad de que obtengan un mayor retenimiento de información y puedan aplicar todas actividades mejoradas al momento de realizar sus funciones, esta se realizó también de manera virtual mediante la plataforma Zoom por aproximadamente 30 minutos. Se tocaron temas del estudio de trabajo y su importancia, además de explicarles el objetivo principal de la propuesta y los cambios que generará la implementación de esta en los siguientes días. El acta de

reunión se visualiza en el anexo 15. A continuación, se logran visualizar algunas capturas de la capacitación ejecutada.

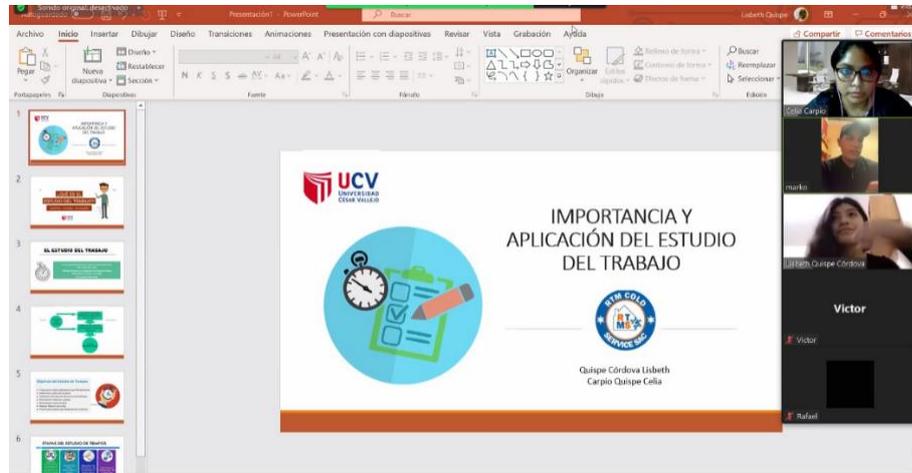


Figura 42. Capacitación virtual

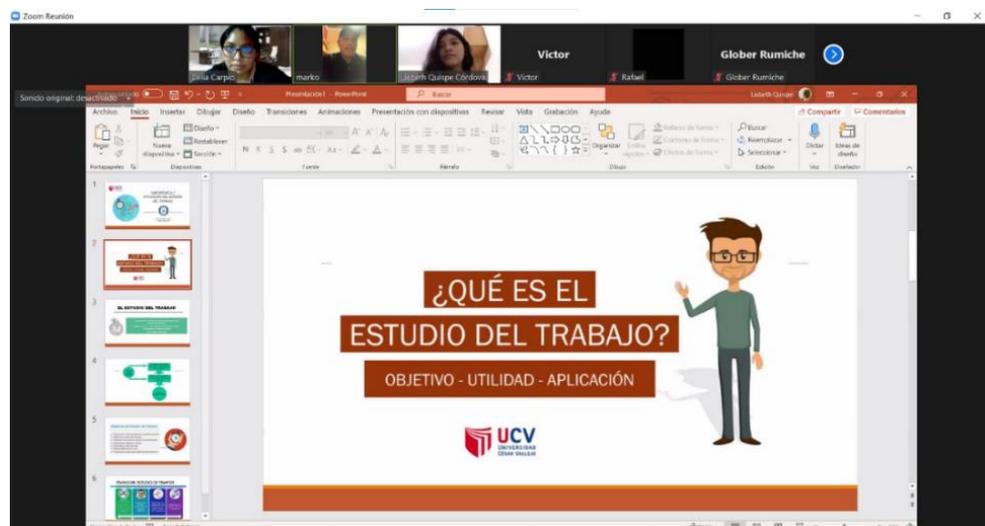


Figura 43. Capacitación a los trabajadores

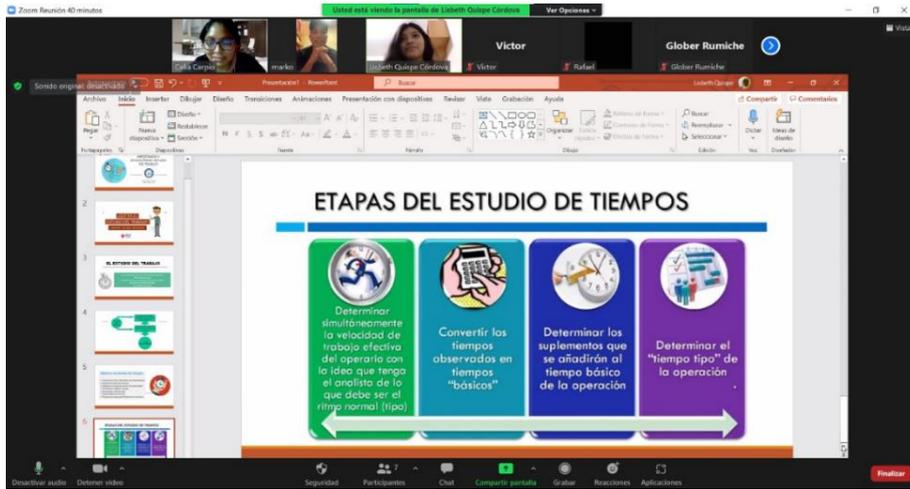


Figura 44. Capacitación constante

Luego de ello, se procedió a entregar a los colaboradores el cronograma y el checklist de las actividades, previamente aceptadas en la última reunión con gerencia. La implementación del nuevo método fue uno de los retos más complicados y resaltantes que se lograron, ya que no se pudo haber realizado sin el compromiso y apoyo de toda la empresa. La autodisciplina y constancia fueron claves para poder llevarla a cabo satisfactoriamente. Se adjuntan imágenes de la entrega respectiva del cronograma y checklist, realizada por el grupo de WhatsApp y correo personal.

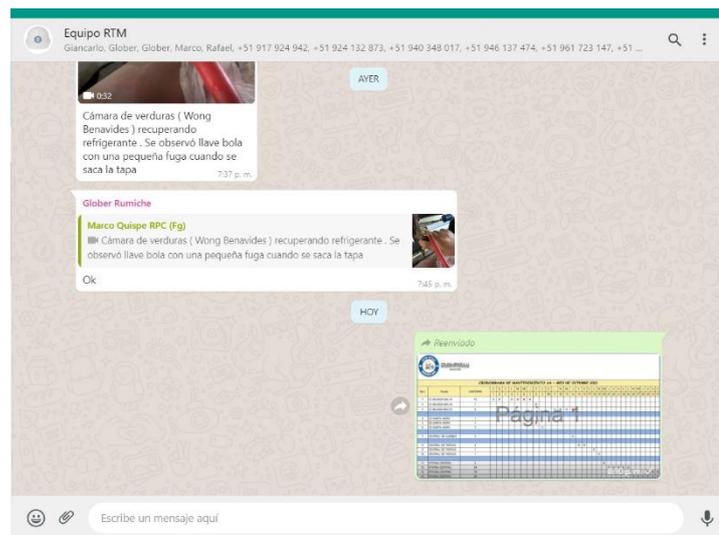


Figura 45. envío del cronograma a implementar

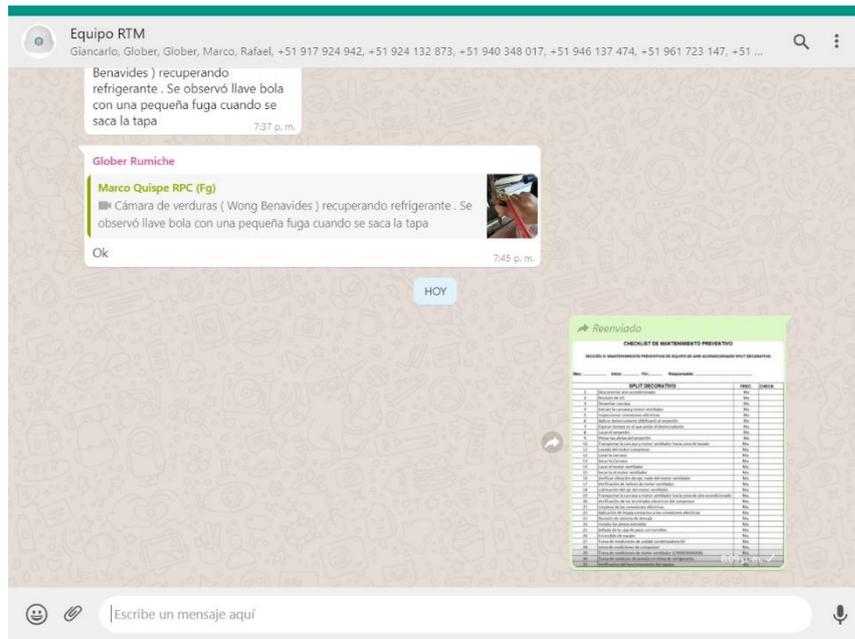


Figura 46. envío del checklist a implementar

Además de lo ya implementado se mejoraron algunos otros aspectos, tales como la compra de una nueva hidrolavadora, ya que la anterior se encontraba defectuosa, también se adquirió un peine especial, el cual sirve para alisar el serpentín, ya que no contaban con un peine adecuado, usando desarmadores planos para su realización. Esta falta de herramientas causaba retrasos en el proceso de mantenimiento preventivo del aire acondicionado. Por ese motivo con la ayuda de gerencia se logró la compra de estas. A continuación, se muestra la nueva hidrolavadora y el peine de serpentín.



Figura 48. Adquisición de hidrolavadora



Figura 47. Compra del peine de serpentín

Controlar

Finalmente, en este último paso de la implementación se realizó un seguimiento de las actividades ejecutadas, controlando su correcta aplicación para prevenir retornar al método anterior, detallando además las mejoras y resultados alcanzados en el recorrido de cada procedimiento y al mismo tiempo calcular detalladamente el aumento de la productividad. Asimismo, luego de analizar la evolución del método implementado, se realizó una respectiva retroalimentación para mantener adecuadamente el proceso de mantenimiento, sin volver a las falencias anteriores, con la finalidad de cumplir con el compromiso y de impulsar a los colaboradores a seguir en este nuevo cambio a favor de la productividad de esta área.

Post – Test

Luego de haber implementado el estudio de trabajo en el área de servicio de mantenimiento preventivo de aire acondicionado, se procedió a realizar el Post-Test, tomando nuevamente los tiempos, dividiéndose en condensador y evaporador. A continuación, se muestra la toma de tiempos y los procedimientos para hallar el tiempo estándar del condensador.

Tabla 40. Post- Test de toma de tiempos del condensador

		ESTUDIO DE TIEMPOS - TIEMPO PROMEDIO POST-TEST								PROMEDIO
		ACTIVIDADES								
		TIEMPO OBSERVADO (MIN) POST-TEST								
ÍTEM	OPERACIONES	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	
		Seg	Seg	Seg	Seg	Seg	Seg	Seg	Seg	
1	Desenergizar aire acondicionado	295	298	283	295	287	282	296	290	290.8
2	Inspeccionar UC	480	471	462	463	468	465	473	489	471.4
3	Desmontar UC	708	704	684	681	685	712	701	715	698.8
4	Inspeccionar sistema eléctrico	547	531	516	517	515	549	516	511	525.3
5	Inspeccionar conexiones eléctricas	299	290	287	288	308	297	288	284	292.6
6	Aplicar desincrustante (Alkifoam) al serpentín	118	111	119	112	120	119	116	114	116.1
7	Esperar tiempo en el que actúa el desincrustante	295	281	307	296	294	305	309	299	298.3
8	Lavar el serpentín	593	562	571	597	594	593	568	581	582.4
9	Peinar las aletas del serpentín	1105	1205	1105	1209	1106	1102	1104	1112	1131.0
10	Transportar la carcasa y motor ventilador hacia zona de lavado	281	294	288	286	281	295	282	284	286.4
11	Lavado del motor compresor	221	231	222	223	236	229	227	235	228.0
12	Lavar la carcasa	238	227	237	222	224	230	221	225	228.0
13	Secar la Carcasa	296	282	283	288	292	289	286	298	289.3
14	Lavar el motor ventilador	298	281	289	284	283	287	295	293	288.8
15	Secar la el motor ventilador	295	288	281	283	298	293	280	281	287.4
16	Verificar vibración de eje, ruido del motor ventilador	58	63	66	57	59	65	61	62	61.4
17	Verificación de helices de motor ventilador	61	62	64	59	63	64	67	62	62.8
18	Lubricación del eje del motor ventilador	62	67	69	64	63	61	65	63	64.3
19	Transportar la carcasa y motor ventilador hacia zona de aire acondicionado	297	285	284	283	286	299	288	295	289.6
20	Verificación de los terminales eléctricos del compresor	161	167	169	164	163	171	169	168	166.5
21	Limpieza de las conexiones eléctricas	391	396	410	412	394	415	412	392	402.8
22	Inspeccionar sistema de drenaje	58	59	62	63	64	61	67	66	62.5
23	Revisión de sistema de drenaje	295	284	288	294	281	299	287	288	289.5
24	Montar UC	441	449	457	449	468	442	463	452	452.6
25	Energizar equipo de AA	298	280	295	299	284	291	288	292	290.9
26	Encendido de equipo	293	289	298	288	295	284	283	299	291.1
27	Toma de mediciones de unidad condensadora (V)	59	63	64	60	66	61	65	58	62.0
28	Medir amperajes y presión	58	59	61	57	62	63	62	63	60.6
29	Toma de mediciones de motor ventilador (CONDENSADOR)	61	62	59	63	64	58	62	57	60.8
30	Toma de medicion de presión en Línea de refrigerante.	62	63	69	64	59	58	61	67	62.9
31	Verificación del funcionamiento del equipo	171	180	179	173	179	180	171	172	175.6
Total Segundos		8895	8884	8828	8893	8841	8919	8833	8867	8870.0
Total minutos		148.3	148.1	147.1	148.2	147.4	148.7	147.2	147.8	147.8

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 40 se observa que el nuevo tiempo promedio observado es de 147.8 minutos a comparación del Pre-test, que fue de 167.3 minutos, teniendo una diferencia de 19.5 minutos por unidad condensadora.

Luego se procedió a realizar el cálculo del tamaño de muestra para cada actividad, tal y como se puede observar en la siguiente tabla

Tabla 41. Cálculo Post-test del número de muestras del condensador

		Cálculo de tamaño de la muestra Post-Test				
		ACTIVIDADES	Minutos			$n = \left(\frac{40 \sqrt{n' \sum x^2 - (\sum x)^2}}{\sum x} \right)^2$
ÍTEM	OPERACIONES		$\sum x$	$\sum x^2$	$(\sum x)^2$	
1	Desernegizar aire acondicionado	Desconectar aire acondicionado	39	188	1503	1
2	Inspeccionar UC	Revisión de UC	63	494	3950	1
3	Desmontar UC	Desarmar carcasa	93	1085	8680	1
4		Extraer la carcasa y motor ventilador	70	614	4905	1
5	Inspeccionar sistema eléctrico	Inspeccionar conexiones eléctricas	39	190	1522	1
6	Limpiar UC	Aplicar desincrustante (Alkifoam) al serpentín	15	30	240	1
7		Esperar tiempo en el que actúa el desincrustante	40	198	1581	1
8		Lavar el serpentín	78	754	6030	1
9		Peinar las aletas del serpentín	151	2847	22741	2
10		Transportar la carcasa y motor ventilador hacia zona de lavado	38	182	1458	1
11		Lavado del motor compresor	30	116	924	1
12		Lavar la carcasa	30	116	924	1
13		Secar la Carcasa	39	186	1487	1
14		Lavar el motor ventilador	39	185	1482	1
15		Secar la el motor ventilador	38	184	1468	1
16		Verificar vibración de eje, ruido del motor ventilador	8	8	67	4
17		Verificación de helices de motor ventilador	8	9	70	2
18		Lubricación del eje del motor ventilador	9	9	73	2
19		Transportar la carcasa y motor ventilador hacia zona de aire acondicionado	39	186	1491	1
20		Verificación de los terminales eléctricos del compresor	22	62	493	1
21		Limpieza de las conexiones eléctricas	54	361	2884	1
22		Aplicación de limpia contactos a las conexiones eléctricas	8	9	69	4
23		Inspeccionar sistema de drenaje	Revisión de sistema de drenaje	39	186	1490
24	Montar UC	Instalar las piezas extraídas	60	455	3642	1
25		Sellado de la caja de paso con tornillos	39	188	1504	1
26	Energizar equipo de AA	Encendido de equipo	39	188	1507	1
27	Medir amperajes y presión	Toma de mediciones de unidad condensadora (V)	8	9	68	3
28		toma de mediciones de compresor	8	8	65	2
29		Toma de mediciones de motor ventilador (CONDENSADOR)	8	8	66	2
30		Toma de medicion de presión en Línea de refrigerante.	8	9	70	5
31	Inspeccionar el correcto funcionamiento	Verificación del funcionamiento del equipo	23	69	548	1
Total Minutos			1183	9133	73004	44

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 41 se puede visualizar el procedimiento respectivo para el calculo de muestra de cada actividad, utilizando su formula estadística.

Luego de haber hallado la muestra, se realizó el cálculo del nuevo tiempo promedio, según se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 42. Tiempo promedio Post - test del condensador

		ESTUDIO DE TIEMPOS - TIEMPO PROMEDIO POST-TEST									
		ACTIVIDADES	TIEMPO OBSERVADO (MIN) POST-TEST								PROMEDIO
			T1 Seg	T2 Seg	T3 Seg	T4 Seg	T5 Seg	T6 Seg	T7 Seg	T8 Seg	
ÍTEM	OPERACIONES										
1	Desnegrizar aire acondicionado	Desconectar aire acondicionado	295								295.0
2	Inspeccionar UC	Revisión de UC	480								480.0
3	Desmontar UC	Desarmar carcasa	708								708.0
4		Extraer la carcasa y motor ventilador	547								547.0
5	Inspeccionar sistema eléctrico	Inspeccionar conexiones eléctricas	299								299.0
6	Limpiar UC	Aplicar desincrustante (Alkifoam) al serpentín	118								59.0
7		Esperar tiempo en el que actúa el desincrustante	295								147.5
8		Lavar el serpentín	593								593.0
9		Peinar las aletas del serpentín	1105	1205							770.0
10		Transportar la carcasa y motor ventilador hacia zona de lavado	281								281.0
11		Lavado del motor compresor	221								110.5
12		Lavar la carcasa	238								238.0
13		Secar la Carcasa	296								296.0
14		Lavar el motor ventilador	298								298.0
15		Secar la el motor ventilador	295								295.0
16		Verificar vibración de eje, ruido del motor ventilador	58	63	66	57					48.8
17		Verificación de helices de motor ventilador	61	62							20.5
18		Lubricación del eje del motor ventilador	62	67							21.5
19		Transportar la carcasa y motor ventilador hacia zona de aire acondicionado	297								297.0
20		Verificación de los terminales electricos del compresor	161								80.5
21		Limpeza de las conexiones eléctricas	391								391.0
22		Inspeccionar sistema de drenaje	Aplicación de limpia contactos a las conexiones eléctricas	58	59	62	63				34.6
23		Revisión de sistema de drenaje	295								295.0
24		Montar UC	Instalar las piezas extraídas	441							441.0
25		Sellado de la caja de paso con tornillos	298								298.0
26		Energizar equipo de AA	Encendido de equipo	293							293.0
27		Medir amperajes y presión	Toma de mediciones de unidad condensadora (V)	59	63	64					37.2
28	toma de mediciones de compresor		58	59						19.5	
29	Toma de mediciones de motor ventilador (CONDENSADOR)		61	62						15.4	
30	Toma de medicion de presión en Línea de refrigerante.		62	63	69	64	59			52.8	
31	Verificacion del funcionamiento del equipo		171								171.0
		Total Segundos	8895	1703	261	184	59	0	0	0	7933.8
		Total minutos	148.3	28.4	4.4	3.1	1.0	0.0	0.0	0.0	132.2

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 42, se tuvo como resultado Post- test 132.2 minutos, a comparación del resultado Pre- test, que fue de 170.2 minutos, haciendo una diferencia de 38 minutos.

Finalmente, para hallar el tiempo estándar de la unidad condensadora, se calculó el factor de valoración, teniendo en cuenta la tabla de Westinghouse y la tabla de suplementos. El cual se detalla en la siguiente tabla:

Tabla 43. Post-Test del tiempo estándar del condensador

Estudio de tiempos: Estandarización de tiempos Post-Test						
Aire Acondicionado						
Ítem	Actividades	Promedio de observaciones	Factor de Valorización	Tiempo Normal (TN)	Suplemento (1+S)	Tiempo Estándar (TS)
				$TN = TO \times FV$		$TS = TN \times (1 + S)$
CONDENSADOR						
1	Desconectar aire acondicionado	295.0	0.87	256.7	1.08	277.2
2	Revisión de UC	480.0	0.87	417.6	1.08	451.0
3	Desarmar carcasa	708.0	0.87	616.0	1.08	665.2
4	Extraer la carcasa y motor ventilador	547.0	0.87	475.9	1.08	514.0
5	Inspeccionar conexiones eléctricas	299.0	0.87	260.1	1.08	280.9
6	Aplicar desincrustante al serpentín	59.0	0.87	51.3	1.08	55.4
7	Esperar tiempo en el que actúa el desincrustante	147.5	0.87	128.3	1.08	138.6
8	Lavar el serpentín	593.0	0.87	515.9	1.08	557.2
9	Peinar las aletas del serpentín	770.0	0.87	669.9	1.08	723.5
10	Transportar la carcasa y motor ventilador hacia zona de lavado	281.0	0.87	244.5	1.08	264.0
11	Lavado del motor compresor	110.5	0.87	96.1	1.08	103.8
12	Lavar la carcasa	238.0	0.87	207.1	1.08	223.6
13	Secar la Carcasa	296.0	0.87	257.5	1.08	278.1
14	Lavar el motor ventilador	298.0	0.87	259.3	1.08	280.0
15	Secar la el motor ventilador	295.0	0.87	256.7	1.08	277.2
16	Verificar vibración de eje, ruido del motor ventilador	48.8	0.87	42.5	1.08	45.9
17	Verificación de helices de motor ventilador	20.5	0.87	17.8	1.08	19.3
18	Lubricación del eje del motor ventilador	21.5	0.87	18.7	1.08	20.2
19	Transportar la carcasa y motor ventilador hacia zona de aire acondicionado	297.0	0.87	258.4	1.08	279.1
20	Verificación de los terminales electricos del compresor	80.5	0.87	70.0	1.08	75.6
21	Limpieza de las conexiones eléctricas	391.0	0.87	340.2	1.08	367.4
22	Aplicación de limpia contactos a las conexiones eléctricas	34.6	0.87	30.1	1.08	32.5
23	Revisión de sistema de drenaje	295.0	0.87	256.7	1.08	277.2
24	Instalar las piezas extraídas	441.0	0.87	383.7	1.08	414.4
25	Sellado de la caja de paso con tornillos	298.0	0.87	259.3	1.08	280.0
26	Encendido de equipo	293.0	0.87	254.9	1.08	275.3
27	Toma de mediciones de unidad condensadora.	37.2	0.87	32.4	1.08	35.0
28	toma de mediciones de compresor	19.5	0.87	17.0	1.08	18.3
29	Toma de mediciones de motor ventilador (CONDENSADOR)	15.4	0.87	13.4	1.08	14.4
30	Toma de medicion de presión en Línea de refrigerante.	52.8	0.87	46.0	1.08	49.6
31	Verificacion del funcionamiento del equipo	171.0	0.87	148.8	1.08	160.7
TOTAL		7933.8		6902.4		7454.6
TOTAL MINUTOS		132.2		115.0		124.2

Fuente: Elaboración propia

Como se logra observar en la tabla anterior, el resultado Post-Test fue de 124.2 minutos, a comparación del resultado Pre-Test que fue de 159.9 minutos, haciendo una diferencia de 35.7 minutos.

A continuación, bajo el mismo procedimiento realizado en la unidad condensadora, se procedió a realizar los cálculos para la unidad evaporadora, los cuales se presentaron en las siguientes tablas:

Tabla 44. Post- Test de Toma de tiempos del evaporador

		ESTUDIO DE TIEMPOS - TIEMPO PROMEDIO POST - TEST									
		ACTIVIDADES	TIEMPO OBSERVADO (MIN) POST-TEST								PROMEDIO
			T1 Seg	T2 Seg	T3 Seg	T4 Seg	T5 Seg	T6 Seg	T7 Seg	T8 Seg	
ITEM	OPERACIONES										
1	Desenergizar aire acondicionado	Desconectar aire acondicionado	281	295	284	282	278	279	298	291	286.0
2	Inspeccionar UE	Revisión de UE	459	445	448	431	458	432	457	440	446.3
3	Desmontar UE	Desarmar carcasa	595	589	566	579	581	575	561	591	579.6
4		Extraer la carcasa, filtros, rodets (sírocos)	885	852	856	886	889	854	852	853	865.9
5	Inspeccionar el sistema eléctrico	Inspeccionar conexiones eléctricas	295	284	298	283	294	286	287	283	288.8
6	Limpiar UE	Aplicar desincrustante al serpentín (anticlean)	95	98	90	95	96	97	90	95	94.5
7		Esperar tiempo en el que actúa el desincrustante	296	288	289	288	298	284	285	283	288.9
8		Lavar el serpentín	851	821	824	858	826	854	825	824	835.4
9		Peinar las aletas del serpentín	1203	1102	1106	1108	1208	1107	1109	1103	1130.8
10		Transportar la carcasa, filtros y rodets hacia zona de lavado	293	280	284	286	281	280	281	294	284.9
11		Lavado de filtros	463	452	453	472	468	467	478	461	464.3
12		Espera de secado de filtros	390	410	412	392	398	415	418	416	406.4
13		Lavar la carcasa	302	282	285	286	281	286	284	289	286.9
14		Secar la Carcasa	296	281	298	286	283	297	283	281	288.1
15		Limpieza de los rodets	298	288	287	286	294	283	286	281	287.9
16		Verificar vibración de eje, ruido de los rodets	294	276	272	281	276	274	289	275	279.6
17		Lubricación del eje del rodete	56	58	66	59	64	61	59	61	60.5
18		Limpieza de la bomba de condensado (sistema de drenaje)	1107	1075	1061	1074	1064	1118	1072	1073	1080.5
19		Transportar la carcasa, filtro y rodete hacia zona de aire acondicionado	320	306	308	341	309	308	314	302	313.5
20	Limpieza de las conexiones eléctricas	425	419	416	413	419	412	437	413	419.3	
21	Aplicación de limpia contactos a las conexiones eléctricas	61	66	64	73	75	65	68	70	67.8	
22	Inspeccionar el sistema de drenaje	Revisión de sistema de drenaje	279	289	295	291	278	281	294	283	286.3
23	Montar UE	Instalar las piezas extraídas	695	667	672	661	697	675	665	674	675.8
24	Energizar equipo de AA	Encender el equipo	291	274	273	261	268	297	294	286	280.5
25	Medir amperaje y temperatura	Toma de mediciones de unidad evaporadora.	68	69	58	62	67	59	63	69	64.4
26	Inspeccionar el correcto funcionamiento de UE	Verificar el funcionamiento correcto del equipo	169	151	153	167	169	164	154	166	161.6
Total Segundos			10767	10417	10418	10501	10619	10510	10503	10457	10524.0
Total minutos			179.5	173.6	173.6	175.0	177.0	175.2	175.1	174.3	175.4

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 44, se obtuvo como tiempo promedio observado 175.4 minutos, mientras que en el resultado del Pre-Test, fue de 193.6 minutos, haciendo una diferencia de 18.2 minutos

Tabla 45. Post-Test de tamaño de muestra del evaporador

		Cálculo de tamaño de la muestra Post-Test				
		ACTIVIDADES	Minutos			$n = \left(\frac{40 \sqrt{n' \Sigma x^2 - (\Sigma x)^2}}{\Sigma x} \right)^2$
ÍTEM	OPERACIONES		Σx	Σx^2	$(\Sigma x)^2$	
1	Desenergizar aire acondicionado	Desconectar aire acondicionado	38.13	181.9	1454.15	1
2	Inspeccionar UE	Revisión de UE	59.50	442.8	3540.25	1
3	Desmontar UE	Desarmar carcasa	77.28	746.9	5972.71	1
4		Extraer la carcasa, filtros, rodetes (sirocós)	115.45	1666.7	13328.70	1
5	Inspeccionar el sistema eléctrico	Inspeccionar conexiones eléctricas	38.50	185.4	1482.25	1
6	Limpiar UE	Aplicar desincrustante al serpentín (anticlean)	12.60	19.9	158.76	1
7		Esperar tiempo en el que actúa el desincrustante	38.52	185.50	1483.53	1
8		Lavar el serpentín	111.38	1551.27	12406.25	1
9		Peinar las aletas del serpentín	150.77	2845.48	22730.59	2
10		Transportar la carcasa, filtros y rodetes hacia zona de lavado	37.98	180.41	1442.73	1
11		Lavado de filtros	61.90	479.11	3831.61	1
12		Espera de secado de filtros	54.18	367.23	2935.83	1
13		Lavar la carcasa	38.25	182.97	1463.06	1
14		Secar la Carcasa	38.42	184.59	1475.84	1
15		Limpieza de los rodetes	38.38	184.22	1473.28	1
16		Verificar vibración de eje, ruido de los rodetes	37.28	173.88	1390.05	1
17		Lubricación del eje del rodete	8.07	8.2	65.07	4
18		Limpieza de la bomba de condensado (sistema de drenaje)	144.07	2595.22	20755.20	1
19		Transportar la carcasa, filtro y rodete hacia zona de aire acondicionado	41.80	218.70	1747.24	2
20		Limpieza de las conexiones eléctricas	55.90	390.74	3124.81	1
21	Aplicación de limpia contactos a las conexiones eléctricas	9.03	10.2	81.60	7	
22	Inspeccionar el sistema de drenaje	Revisión de sistema de drenaje	38.17	182.2	1456.69	1
23	Montar UE	Instalar las piezas extraídas	90.10	1015.1	8118.01	1
24	Energizar equipo de AA	Encender el equipo	37.40	175.2	1398.76	3
25	Medir amperaje y temperatura	Toma de mediciones de unidad evaporadora.	8.58	9.2	73.67	7
26	Inspeccionar el correcto funcionamiento de UE	Verificar el funcionamiento correcto del equipo	21.55	58.2	464.40	3
Total Minutos			1403	14241	113855	42

Fuente: Elaboración propia

Respecto a la tabla 45, se obtuvo como tamaño de muestra 42 tomas de tiempo, mientras que en el Pre-test se obtuvo un total de 57 tomas, haciendo una diferencia de 15 tomas.

Tabla 46. Post-Test de tiempo promedio del evaporador

		ESTUDIO DE TIEMPOS - TIEMPO PROMEDIO POST-TEST								PROMEDIO	
		ACTIVIDADES	TIEMPO OBSERVADO POST-TEST								
			T1 Seg	T2 Seg	T3 Seg	T4 Seg	T5 Seg	T6 Seg	T7 Seg		T8 Seg
ÍTEM	OPERACIONES										
1	Desenergizar aire acondicionado	Desconectar aire acondicionado	281								140.5
2	Inspeccionar UE	Revisión de UE	459								459.0
3	Desmontar UE	Desarmar carcasa	595								595.0
4		Extraer la carcasa, filtros, rodetes (sirocós)	885								885.0
5	Inspeccionar el sistema eléctrico	Inspeccionar conexiones eléctricas	295								295.0
6	Limpiar UE	Aplicar desincrustante al serpentín (anticlean)	95								31.7
7		Esperar tiempo en el que actúa el desincrustante	296								296.0
8		Lavar el serpentín	851								851.0
9		Peinar las aletas del serpentín	1203	1102							1152.5
10		Transportar la carcasa, filtros y rodetes hacia zona de lavado	293								97.7
11		Lavado de filtros	463								463.0
12		Espera de secado de filtros	390								390.0
13		Lavar la carcasa	302								302.0
14		Secar la Carcasa	296								148.0
15		Limpieza de los rodetes	298								298.0
16		Verificar vibración de eje, ruido de los rodetes	294								147.0
17		Lubricación del eje del rodete	56	58	66	59					34.1
18		Limpieza de la bomba de condensado (sistema de drenaje)	1107								1107.0
19		Transportar la carcasa, filtro y rodete hacia zona de aire acondicionado	320	306							313.0
20	Limpieza de las conexiones eléctricas	425								425.0	
21	Aplicación de limpia contactos a las conexiones eléctricas	61	66	64	73	75	65	68		59.0	
22	Inspeccionar el sistema de drenaje	Revisión de sistema de drenaje	279								279.0
23	Montar UE	Instalar las piezas extraídas	695								695.0
24	Energizar equipo de AA	Encender el equipo	291	274	273						838.0
25	Medir amperaje y temperatura	Toma de mediciones de unidad evaporadora.	68	69	58	62	67	59	63		63.7
26	Inspeccionar el correcto funcionamiento de UE	Verificar el funcionamiento correcto del equipo	169	151							320.0
		Total Segundos	10767	2026	461	194	142	124	131	0	10685.2
		Total minutos	179.5	33.8	7.7	3.2	2.4	2.1	2.2	0.0	178.1

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con la tabla 46, el promedio del nuevo tiempo observado fue de 178.1 minutos, mientras que en el Pre-Test fue de 197.4 minutos, haciendo una diferencia de 19.3 minutos.

Tabla 47. Post-Test del tiempo estándar del evaporador

Estudio de tiempos: Estandarización de tiempos Post-Test						
Aire Acondicionado						
Ítem	Actividades	Promedio de observaciones	Factor de Valorización	Tiempo Normal (TN) $TN = TO \times FV$	Suplemento (1+S)	Tiempo Estándar (TS) $TS = TN \times (1 + S)$
EVAPORADOR						
1	Desconectar aire acondicionado	140.5	0.87	122.2	1.08	132.0
2	Revisión de UE	459.0	0.87	399.3	1.08	431.3
3	Desarmar carcasa	595.0	0.87	517.7	1.08	559.1
4	Extraer la carcasa, filtros, rodetes	885.0	0.87	770.0	1.08	831.5
5	Inspeccionar conexiones eléctricas	295.0	0.87	256.7	1.08	277.2
6	Aplicar desincrustante al serpentín	31.7	0.87	27.6	1.08	29.8
7	Esperar tiempo en el que actúa el desincrustante	296.0	0.87	257.5	1.08	278.1
8	Lavar el serpentín	851.0	0.87	740.4	1.08	799.6
9	Peinar las aletas del serpentín	1152.5	0.87	1002.7	1.08	1082.9
10	Transportar la carcasa, filtros y rodetes hacia zona de lavado	97.7	0.87	85.0	1.08	91.8
11	Lavado de filtros	463.0	0.87	402.8	1.08	435.0
12	Espera de secado de filtros	390.0	0.87	339.3	1.08	366.4
13	Lavar la carcasa	302.0	0.87	262.7	1.08	283.8
14	Secar la Carcasa	148.0	0.87	128.8	1.08	139.1
15	Limpieza de los rodetes	298.0	0.87	259.3	1.08	280.0
16	Verificar vibración de eje, ruido de los rodetes	147.0	0.87	127.9	1.08	138.1
17	Lubricación del eje del rodete	34.1	0.87	29.7	1.08	32.1
18	Limpieza de la bomba de condensado	1107.0	0.87	963.1	1.08	1040.1
19	Transportar la carcasa, filtro y rodete hacia zona de aire acondicionado	313.0	0.87	272.3	1.08	294.1
20	Limpieza de las conexiones eléctricas	425.0	0.87	369.8	1.08	399.3
21	Aplicación de limpia contactos a las conexiones eléctricas	59.0	0.87	51.3	1.08	55.4
23	Revisión de sistema de drenaje	279.0	0.87	242.7	1.08	262.1
24	Instalar las piezas extraídas	695.0	0.87	604.7	1.08	653.0
26	Encender el equipo	838.0	0.87	729.1	1.08	787.4
27	Toma de mediciones de unidad evaporadora.	63.7	0.87	55.4	1.08	59.9
29	Verificar el funcionamiento correcto del equipo	320.0	0.87	278.4	1.08	300.7
TOTAL		10685.2		9296.1		10039.8
TOTAL MINUTOS		178.1		154.9		167.3

Fuente: Elaboración propia

Respecto a la tabla 47, en el Post- Test se obtuvo 167.3 minutos para el tiempo estándar a comparación del resultado Pre-test, que se obtuvo 185.5 minutos, haciendo una diferencia de 18.2 minutos.

Tabla 48. Cuadro resumen del Post-Test del tiempo estándar

RESUMEN		
UNIDAD	Tiempo (seg)	Tiempo (min)
CONDENSADOR	7454.6	124.2
EVAPORADOR	10039.8	167.3
TOTAL	17494.4	291.6
TOTAL HORAS		4.86

Fuente: Elaboración propia

Como se observa en la tabla 48, se realizó un cuadro resumen con la finalidad de unificar el tiempo estándar de ambas unidades, donde se obtuvo un total de 291.6

minutos en el Post-Test, comparándolo con el Pre-Test, que se obtuvo como resultado 345.4 minutos, disminuyendo el tiempo estándar a 53.8 minutos.

Después de haber realizado el proceso para hallar el tiempo estándar, se procedió a elaborar el DOP mejorado, con los nuevos tiempos que demanda cada actividad, con la finalidad de hallar el porcentaje de actividades improductivas. Asimismo, se realizó el DAP para unidad del equipo de aire acondicionado.

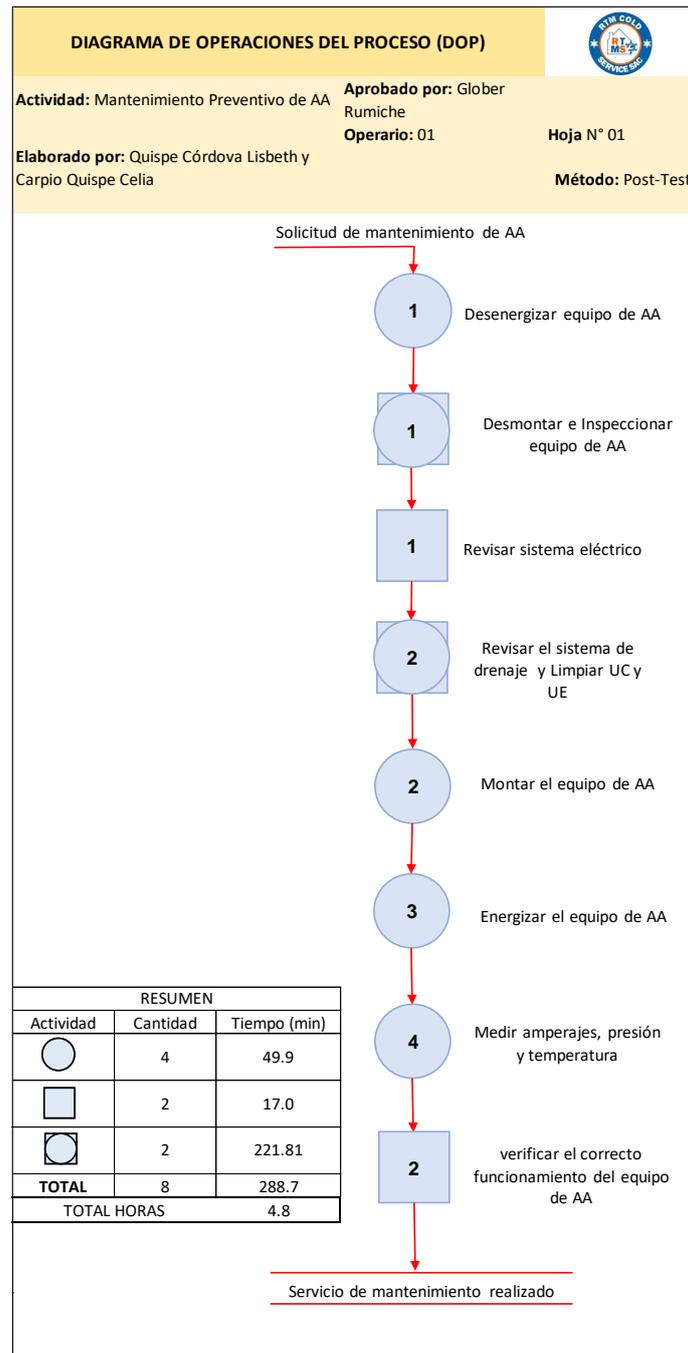


Figura 49. Post-Test del DOP

Tabla 49. Post-Test del DAP del condensador

ESTUDIO DE MÉTODOS Y MOVIMIENTOS									
ANÁLISIS DE FLUJO DE PROCESO POST-TEST									
Diagrama N° 01	Hoja N° 01	RESUMEN							
Objeto: Equipos de aire acondicionado		Actividad	Pre-Test	Post-Test	Economía				
Actividad: Mantenimiento de equipos de aire acondicionado (Condensador) Método: Post-test Lugar: Operario: 1 Ficha N° 01		Operación	21	21	Mano de obra, materiales y herramientas				
		Inspección	11	07					
		Espera	01	01					
		Transporte	02	02					
		Almacenamiento	00	00					
		Distancia (m):	50 mts	50 mts					
		Tiempo (min-hombre)	159.9	152.1					
Compuesto por: Carpio Quispe Celia y Quispe Córdova Lisbeth		Costo							
Aprobado por: Globber Rumlche		Total:	35	31					
Descripción	Cantidad	Tiempo (min)	Distancia	Símbolo					Observaciones
Desconectar aire acondicionado	1	4.6		●					
Revisión de UC	1	7.5		■					
Desarmar carcasa	1	11.1		◐					
Extraer la carcasa y motor ventilador	1	8.6		➔					
Inspeccionar conexiones eléctricas	1	4.7		▼					
Aplicar desincrustante al serpentín	1	0.9		●					
Esperar tiempo en el que actúa el desincrustante	1	2.3							
Lavar el serpentín	1	9.3		■					
Peinar las aletas del serpentín	1	12.1		◐					
Transportar la carcasa y motor ventilador hacia zona de lavado	1	4.4	25 mts						
Lavado del motor compresor	1	1.7		●					
Lavar la carcasa	1	3.7		■					
Secar la Carcasa	1	4.6		◐					
Lavar el motor ventilador	1	4.7		➔					
Secar la el motor ventilador	1	4.6		▼					
Verificar vibración de eje, ruido del motor ventilador	1	0.8		●					
Verificación de helices de motor ventilador	1	0.3		■					
Lubricación del eje del motor ventilador	1	0.3		◐					
Transportar la carcasa y motor ventilador hacia zona de aire acondicionado	1	4.7	25 mts						
Verificación de los terminales electricos del compresor	1	1.3		➔					
Limpieza de las conexiones eléctricas	1	6.1		▼					
Aplicación de limpia contactos a las conexiones eléctricas	1	0.5		●					
Revisión de sistema de drenaje	1	4.6		■					
Instalar las piezas extraídas	1	6.9		◐					
Sellado de la caja de paso con tornillos	1	4.7		➔					
Encendido de equipo	1	4.6		▼					
Toma de mediciones de unidad condensadora.	1	0.6		●					
toma de mediciones de compresor	1	0.3		■					
Toma de mediciones de motor ventilador	1	0.2		◐					
Toma de medición de presión en Línea de refrigerante.	1	0.8		➔					
Verificación del funcionamiento del equipo	1	2.7		▼					
TOTAL		124.2	50 mts	21	7	1	2	0	

Fuente: Elaboración propia

Secuencialmente, se elaboró el Post-Test del DAP del condensador, donde se eliminaron las 4 actividades improductivas encontradas en el Pre-Test, las cuales reflejaban el 11.43% del total de actividades, asimismo, el número de actividades en el DAP disminuyó de 35 a 31. A continuación se muestra el cálculo del porcentaje del Post – Test del condensador.

Tabla 50. *Post-Test de las actividades improductivas del condensador*

Datos de la empresa	RTM COLD SERVICE S.A.C.		
Datos de la colecta	Porcentaje de Actividades improductivas =		% Actividades improductivas
Post-Test	$\left(\frac{\text{Actividades Improductivas}}{\text{Total de actividades}} \right) \times 100$		
Mantenimiento	AI	TA	%AI
Condensador de AA	0	31	0,00%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 51. Post-Test del DAP del evaporador

ESTUDIO DE MÉTODOS Y MOVIMIENTOS									
ANÁLISIS DE FLUJO DE PROCESO POST-TEST									
Diagrama N° 01	Hoja N° 01	RESUMEN							
Objeto: Equipos de aire acondicionado		Actividad	Pre-Test	Post-Test	Economía				
Actividad: Mantenimiento de equipos de aire acondicionado (Evaporador)		Operación	18	17	Mano de obra, materiales y herramientas				
Método: Post-Test		Inspección	07	05					
Lugar:		Espera	02	02					
Operario): 1		Transporte	02	02					
Ficha N° 01		Almacenamiento	00	00					
Compuesto por: Carpio Quispe Celia y Quispe Córdova Lisbeth			Distancia (m):	50 mts	50 mts				
Aprobado por: Glober Rumlche			Tiempo (min-hombre)	185.5	178.8				
Costo									
Total:			29		26				
Descripción	Cantidad	Tiempo (min)	Distancia	Símbolo					Observaciones
									
Desconectar aire acondicionado	1	2.2		X					
Revisión de UE	1	7.2		X	X				
Desarmar carcasa	1	9.3		X					
Extraer la carcasa, filtros, rodetes	1	13.9		X					
Inspeccionar conexiones eléctricas	1	4.6		X	X				
Aplicar desincrustante al serpentín	1	0.5		X					
Esperar tiempo en el que actúa el desincrustante	1	4.6					X		
Lavar el serpentín	1	13.3		X					
Peinar las aletas del serpentín	1	18.0		X					
Transportar la carcasa, filtros y rodetes hacia zona de lavado	1	1.5	25 mts					X	
Lavado de filtros	1	7.3		X					
Espera de secado de filtros	1	6.1					X		
Lavar la carcasa	1	4.7		X					
Secar la Carcasa	1	2.3		X					
Limpieza de los rodetes	1	4.7		X					
Verificar vibración de eje, ruido de los rodetes	1	2.3		X	X				
Lubricación del eje del rodete	1	0.5		X					
Limpieza de la bomba de condensado	1	17.3		X					
Transportar la carcasa, filtro y rodete hacia zona de aire acondicionado	1	4.9	25 mts					X	
Limpieza de las conexiones eléctricas	1	6.7		X					
Aplicación de limpia contactos a las conexiones eléctricas	1	0.9		X					
Revisión de sistema de drenaje	1	4.4			X				
Instalar las piezas extraídas	1	10.9		X					
Encender el equipo	1	13.1		X					
Toma de mediciones de unidad evaporadora.	1	1.0		X					
Verificar el funcionamiento correcto del equipo	1	5.0		X					
TOTAL		167.3	50 mts	17	5	2	2	0	

Fuente: Elaboración propia

Respecto al Post-Test del DAP del evaporador, se eliminaron las 3 actividades improductivas encontradas en el Pre-Test, los cuales reflejaban el 10.34% del total de actividades, asimismo, el número de actividades en el DAP disminuyó de 29 a 26. A continuación se muestra el cálculo del porcentaje del Post – Test del evaporador.

Tabla 52. *Post -test de actividades improductivas del evaporador*

Datos de la empresa	RTM COLD SERVICE S.A.C.		
Datos de la colecta	Porcentaje de Actividades improductivas =		% Actividades improductivas
Post-Test	$\left(\frac{\text{Actividades Improductivas}}{\text{Total de actividades}} \right) \times 100$		
Mantenimiento	AI	TA	%AI
Evaporador de AA	0	26	0,00%

Fuente: Elaboración propia

Referente al Post Test de la productividad, en primer lugar, se realizó la evaluación durante 14 días, luego de la implementación de la mejora, asimismo, se obtuvo en cuenta las horas programadas, las horas reales trabajadas, los servicios de mantenimiento que fueron ejecutados y programados. Después de lo mencionado se inició con el cálculo de la capacidad instalada.

Tabla 53. *Post-Test del cálculo de la capacidad instalada*

CALCULO DE LA CAPACIDAD INSTALADA			
NÚMERO DE TRABAJADORES	TIEMPO LABORABLE	TIEMPO ESTANDAR	CAPACIDAD EN UNIDADES INSTALADA O TEÓRICA
8	480	291.6	13.17

Fuente: Elaboración propia

Respecto a la tabla 53, la capacidad instalada fue de 13.17, a comparación de la capacidad instalada del Pre-Test que fue de 11.12, haciendo una diferencia de 2.05.

Tabla 54. *Post-Test de la cantidad de servicios programados*

CANTIDAD PROGRAMADA DE SERVICIO DE MANTENIMIENTO		
CAPACIDAD EN UNIDADES INSTALADA O TEÓRICA	FACTOR DE VALORACIÓN	SERVICIOS PROGRAMADOS
13.17	85%	11.2

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 54, se obtuvieron como resultado Post-Test 11.2 servicios programados, mientras que el resultado Pre-Test fue de 9.5 servicios programados, teniendo una diferencia de 1.7 servicios.

Tabla 55. *Post-Test del cálculo de horas-hombre programadas*

CALCULO DE HORAS - HOMBRE PROGRAMADA		
NÚMERO DE TRABAJADORES	TIEMPO LABORABLE C/ TRAB. (Min)	HORAS-HOMBRE PROGRAMADAS (Min)
8.00	480	3840

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 55, se obtuvieron 3840 minutos de Horas- Hombre programadas, al igual que en el Pre-Test, Debido a que no varía el número de trabajadores y el tiempo laborable.

Tabla 56. *Post-Test del cálculo de horas-hombre reales*

CALCULO DE HORAS - HOMBRE REALES TRABAJADAS		
SERVICIOS DE MANT EJECUTADOS	TIEMPO ESTÁNDAR (Min)	HORAS-HOMBRE TRABAJADAS (Min)
8.0	291.6	2333

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 56, Se obtuvieron 2333 minutos de Horas - Hombre trabajadas, a comparación del Pre-Test, donde se obtuvieron 2773 minutos, haciendo una diferencia de 430 minutos de Horas-Hombre trabajadas.

Luego de los cálculos realizados, se determinó la productividad, con la que cuenta la empresa, después de la implementación de la herramienta, asimismo permitió conocer el nuevo contexto actual en la que se encuentra la empresa, además del rendimiento de los operarios, el índice de eficiencia y eficacia durante los 14 días de muestra Post-Test. A continuación, se presentan los resultados obtenidos.

Tabla 57. Post-Test del índice de productividad

Valorización de la productividad							
Formato N° 01							
Evaluación 8 tecnicos por día							
Fecha	Horas programadas (HP) (Min)	Horas trabajadas (HT) (Min)	% EFICIENCIA	Servicios de mantenimiento ejecutados (CSME) (Unid)	Servicios de mantenimiento programados (CSMP) (Unid)	% EFICACIA	PRODUCTIVIDAD
04/10/2021	3840	3045	79,30%	10	12	83,33%	66,08%
05/10/2021	3840	3049	79,40%	10	11	90,91%	72,18%
06/10/2021	3840	3448	89,79%	11	14	78,57%	70,55%
07/10/2021	3840	3215	83,72%	10,5	13	80,77%	67,62%
08/10/2021	3840	2995	77,99%	10	11	90,91%	70,90%
11/10/2021	3840	3561	92,73%	11	15	73,33%	68,01%
12/10/2021	3840	3261	84,92%	10,5	12	87,50%	74,31%
13/10/2021	3840	3409	88,78%	11	16	68,75%	61,03%
14/10/2021	3840	3015	78,52%	10	11	90,91%	71,38%
15/10/2021	3840	3296	85,83%	10,5	13	80,77%	69,33%
18/10/2021	3840	3248	84,58%	10,5	12	87,50%	74,01%
19/10/2021	3840	3502	91,20%	11	16	68,75%	62,70%
20/10/2021	3840	3257	84,82%	10,5	11	95,45%	80,96%
21/10/2021	3840	3406	88,70%	11	12	91,67%	81,31%
PROMEDIO			85,02%			83,51%	70,74%

Fuente: Elaboración propia

Como se observa, en la tabla 57, el índice de eficiencia obtenido fue de 85.02%, a comparación del Pre-Test que fue del 73.56%, aumentando en un 11.46%. Asimismo, el índice de eficacia obtenido en el Post-Test fue de 83.51%, a comparación del Pre-Test que fue de 54.93%, aumentando en un 28.58%, dando como índice de productividad Post- Test el 70.74%, a comparación del Pre-Test que fue de 40.41%, aumentando la productividad en un 30.33%. reflejando la efectividad de la herramienta implementada.

3.6. Método de análisis de datos

La estadística descriptiva consta de una serie de métodos para ordenar, enfatizar y brindar como resultados datos de manera informativa, con el fin de presentar apropiadamente cada característica de la data que pertenece al grupo. (Ñaupas, y otros, 2018). En la investigación se empleó el programa IBM SPSS Statics, para la obtención de la distribución de frecuencias (asimetría, rangos, la curtosis), el límite superior e inferior, las mediciones de la tendencia (media, mediana y moda) y las medidas de variabilidad (desviación estándar y variación).

La estadística inferencial consiste en probar hipótesis y determinar las estadísticas de la población, es decir estimar los parámetros. (Hernandez, 2014). Además, con esta estadística se busca inferir y generalizar las características observadas en una muestra seleccionada al total de la población, a través de modelos matemáticos estadísticos. (Ñaupas, y otros, 2018), Para la investigación se utilizó también, el programa IBM SPSS statics, en ella se realizó la prueba de normalidad, Si se obtenía una muestra menor a 30 datos se utilizaba Shapiro Wilk, si es mayor se utilizaba Komogrov. Asimismo, posterior a evaluar los datos, se analizó su conducta, en caso se tenía un comportamiento paramétrico se haría uso del estadígrafo T–Student y si de caso contrario poseía un comportamiento no paramétrico, se haría uso del estadígrafo Wilconxon.

3.7. Aspectos éticos

Es de gran importancia evidenciar y demostrar la responsabilidad y los valores éticos en el ámbito de la investigación, ya que de esa manera se refleja la transparencia de los datos e información utilizada durante el proceso, por ende en nuestra investigación, titulada “Estudio de trabajo para mejorar la productividad en el área de mantenimiento de RTM Cold Service S.A.C, Lima, 2021”, se citaron a diferentes autores de libros, artículos científicos, boletines e informes, haciendo uso de la Norma ISO 690, ello con la finalidad de recolectar todo tipo de información relevante para el estudio, de tal manera que los autores sean reconocidos apropiadamente. De igual modo, se realizaron las respectivas referencias bibliográficas, donde se respetaron los derechos de autor para evitar el plagio y deshonestidad durante la investigación. Respecto a las posibles similitudes que el informe podía tener con otras investigaciones, se empleó el Turnitin (Anexo 13),

plataforma de gran ayuda para comparar y detectar cierta información semejante, Por otro lado, toda la información y data utilizada en el proceso, fue obtenida mediante la aprobación y supervisión del Gerente General de la empresa RTM Cold Service S.A.C con el respaldo de una carta de consentimiento, donde autoriza el uso del nombre de la empresa y datos de la misma, siendo estos utilizados netamente con fines académicos (Anexo 12). Finalmente, como investigadoras nos comprometimos con la organización a manejar la información consentida de manera responsable durante todo el desarrollo del informe de investigación.

IV. RESULTADOS

4.1. Análisis descriptivo

Luego de haber obtenido la data pre y post de la variable dependiente, se procedió a analizar de manera descriptiva los resultados obtenidos, a través de las herramientas brindadas por el programa estadístico SPSS versión 26.

Procesamiento estadístico de la variable productividad

En este primer paso, se presenta la cantidad de data procesada y el índice de la evaluación de la variable dependiente, tal como se visualiza en la siguiente tabla.

Tabla 58. Resumen del procesamiento de datos de la Productividad

	Resumen de procesamiento de casos					
	Válido		Casos Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Productividad Pre	14	100,0%	0	0,0%	14	100,0%
Productividad Post	14	100,0%	0	0,0%	14	100,0%

Fuente: Reporte de PSS 26

Para este análisis se empleó, además, el uso de histogramas, con la finalidad de reflejar su comportamiento gráficamente, de igual manera para analizar sus medidas de dispersión y tendencia central.

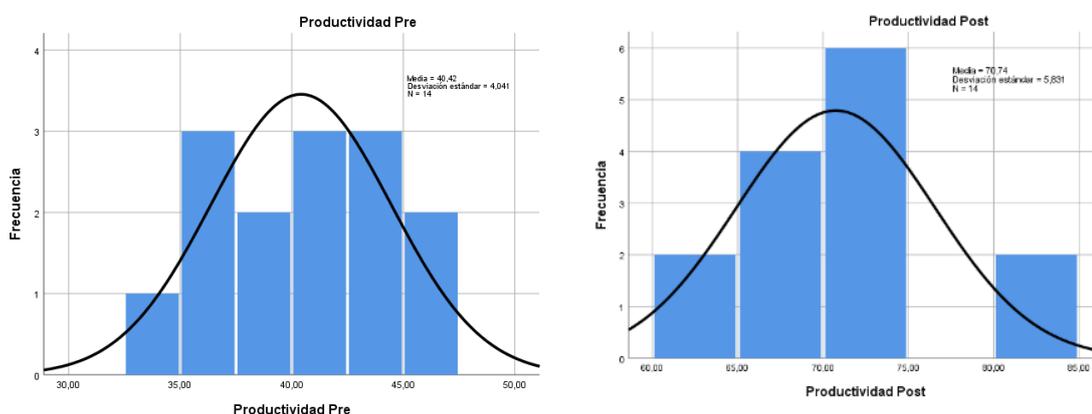


Figura 50. Histograma de la productividad Pre y Post

Luego de haber realizado el procesamiento correspondiente, se llegaron a las siguientes interpretaciones: La media de la productividad Pre fue de 40.42 y del Post fue de 70.74, la mediana Pre fue de 40.87 y el Post fue de 70.73, el valor mínimo y máximo Pre fue de 33.86 y 46.42 mientras que, el valor mínimo y máximo Post fue de 61.03 y 81.31 respectivamente, la varianza Pre fue de 16.33 y del Post fue de 33.99, finalmente, la desviación estándar Pre fue de 4.04 mientras que el post fue de 5.83.

Procesamiento estadístico de la dimensión Eficiencia

A continuación, se muestra la cantidad de data procesada y el índice porcentual de la evaluación de esta primera dimensión.

Tabla 59. Resumen del procesamiento de datos de la Eficiencia

	Resumen de procesamiento de casos					
	Válido		Casos Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Eficiencia Pre	14	100,0%	0	0,0%	14	100,0%
Eficiencia Post	14	100,0%	0	0,0%	14	100,0%

Fuente: Reporte de PSS 26

Luego, se procedió a realizar los histogramas correspondientes para visualizar el comportamiento y las medidas de dispersión y tendencias central del análisis descriptivo.

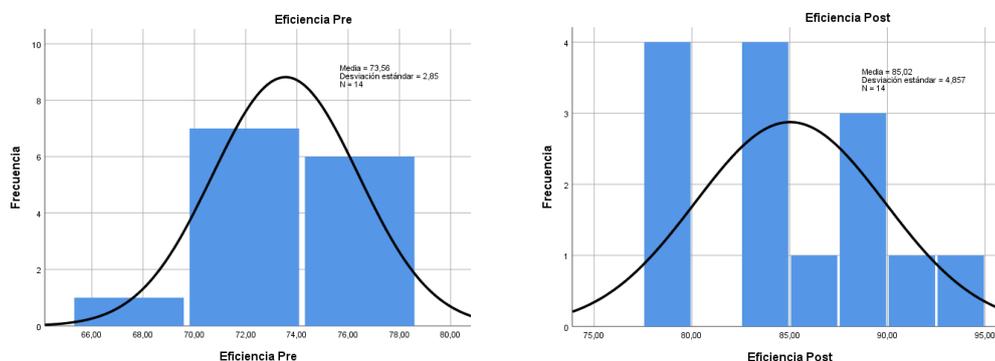


Figura 51. Histograma del Pre y Post de la Eficiencia

Luego de haber realizado el procesamiento correspondiente, se llegaron a las siguientes interpretaciones: La media de la eficiencia Pre fue de 73.56 y el Post fue de 85.02, La mediana Pre fue de 71.95 y el Post fue de 84.87, El valor mínimo y máximo Pre fue de 67.45 y 76.45, mientras que, el Post del valor mínimo y máximo fue de 77.99 y 92.73 respectivamente, La varianza Pre fue de 8.12 mientras que el Post fue de 23.59, finalmente, la desviación estándar Pre fue de 2.85 mientras que el Post fue de 4.86.

Procesamiento estadístico de la dimensión Eficacia

Al igual que la variable dependiente y la dimensión anterior, se procedió a mostrar la cantidad de data procesada y el índice porcentual de la evaluación de la dimensión eficacia.

Tabla 60. Resumen del procesamiento de datos de la Eficacia

	Resumen de procesamiento de casos					
	Válido		Casos Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Eficacia Pre	14	100,0%	0	0,0%	14	100,0%
Eficacia Post	14	100,0%	0	0,0%	14	100,0%

Fuente: Reporte de PSS 26

A continuación, se muestran los histogramas respectivos del Pre y Post de la dimensión eficacia, en ella se reflejaron las medidas de dispersión y tendencia central del análisis descriptivo.

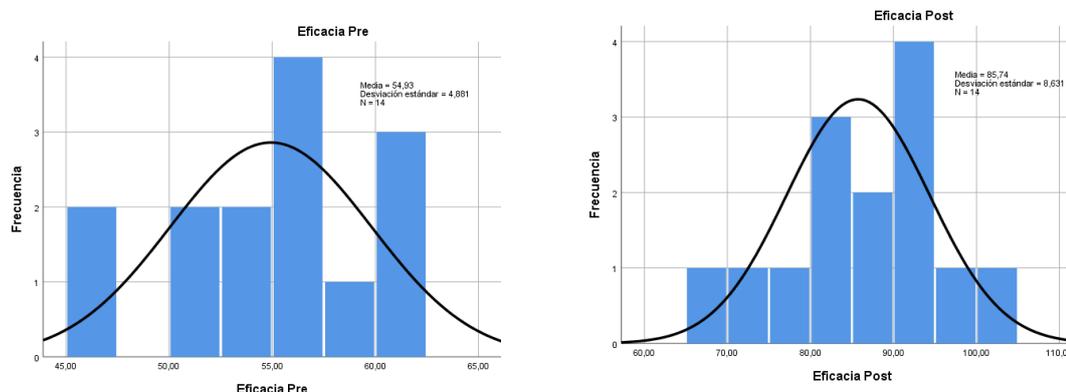


Figura 52. Histograma del Pre y Post de la Eficacia

Luego de haber realizado el procesamiento correspondiente, se llegaron a las siguientes interpretaciones: La media de la eficacia Pre fue de 54.93 y el Post fue de 85.74, La mediana Pre fue de 56.67 y el Post fue de 87.50, el valor mínimo y máximo Pre fue de 47.06 y 61.54 mientras que, el Post del valor mínimo y máximo fue de 68.75 y 100,00 respectivamente, la varianza Pre fue de 23.83 mientras que el Post fue de 74.50, finalmente, la desviación estándar Pre fue de 4.88 mientras que el Post fue de 8.63.

4.2. Análisis inferencial

El análisis inferencial del presente informe de investigación permitió describir las variables más a fondo de las distribuciones, enfrentando así la hipótesis general y las específicas, con la intención de validar la hipótesis planteada y rechazar la hipótesis nula.

Análisis de la hipótesis general

Hipótesis Alternativa (Ha): El estudio de trabajo mejora la productividad en el área de mantenimiento preventivo de la empresa RTM Cold Service S.A.C, Lima, 2021.

Con la intención de contrarrestar la hipótesis general, en primer lugar, se estableció si la data posee un comportamiento paramétrico o no paramétrico, por ende, debido a que $n = 14$, se determinó que la prueba de normalidad que se debe aplicar es el estadígrafo de Shapiro Wilk. Para mayor entendimiento se muestra a continuación la regla de decisión utilizada.

- Si $Sig > 0.05$, los datos de la serie tienen un comportamiento paramétrico
- Si $Sig \leq 0.05$, los datos de la serie tienen un comportamiento no paramétrico

Tabla 61. Prueba de normalidad de la Productividad

	Pruebas de normalidad					
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Productividad Pre	,143	14	,200*	,948	14	,532
Productividad Post	,127	14	,200*	,956	14	,662

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Como se puede observar en la tabla anterior, la significancia de la productividad Pre fue de 0.532 y el Post fue de 0.662, como ambas son superiores a 0.05, según la regla de decisión presentada, se determinó que la contrastación de hipótesis de Shapiro Wilk es paramétrico, por ese motivo, en este caso se aplicó la prueba de T-Student.

Contrastación de la hipótesis general

Hipótesis Nula (Ho): El estudio de trabajo NO mejora la productividad en el área de mantenimiento preventivo de la empresa RTM Cold Service S.A.C, Lima, 2021.

Hipótesis Alternativa (Ha): El estudio de trabajo mejora la productividad en el área de mantenimiento preventivo de la empresa RTM Cold Service S.A.C, Lima, 2021.

Como se aprecia en la siguiente figura, se muestra la regla de decisión a utilizar:

$$H_o: \mu_{Pre} \geq \mu_{Post}$$

$$H_a: \mu_{Pre} < \mu_{Post}$$

Donde:

μ_{Pre} : Es la media de la Productividad Pre

μ_{Post} : Es la media de la Productividad Post

Tabla 62. Comparación de medias de la productividad de T-Student

		Estadísticas de muestras emparejadas			
		Media	N	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Par 1	Productividad Post	70,7407	14	5,83077	1,55834
	Productividad Pre	40,4157	14	4,04124	1,08007

Fuente: Reporte de PSS 26

En la tabla anterior se evidencia que la media en los casos de la productividad Pre test fue de 40.42 y Post test fue de 70.74, no cumpliéndose la regla de decisión donde, el pre es mayor que el post, por esa razón se rechaza la hipótesis nula, aceptándose de esa manera la hipótesis alterna, verificando así que el estudio de trabajo mejora la productividad en el área de mantenimiento preventivo de la empresa RTM Cold Service S.A.C, Lima, 2021.

Con la intención de demostrar esta hipótesis, se procedió a analizar detalladamente para comprobar su autenticidad, presentando la prueba estadística de T-Student en ambas productividades, para ello se tomó en cuenta lo siguiente:

- ✓ Si $Sig \leq 0.05$, se rechaza la hipótesis nula
- ✓ Si $Sig > 0.05$, se acepta la hipótesis nula

Tabla 63. Estadístico de prueba T-Student de la Productividad

		Prueba de muestras emparejadas							
		Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
		Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
					Inferior	Superior			
Par 1	Productividad Post-Productividad Pre	30,32500	5,34611	1,42881	27,23825	33,41175	21,224	13	,000

Fuente: Reporte de PSS 26

En la tabla anterior, se visualiza la demostración de la significancia de la prueba de muestras emparejadas de T-Student, siendo aplicado a la productividad Pre y Post. En ella se ve reflejado un valor de 0.000, por ende y según la regla de decisión, se rechaza la hipótesis nula y se aprueba la hipótesis de investigación, es decir, que el estudio de trabajo mejora la productividad en el área de mantenimiento preventivo de la empresa RTM Cold Service S.A.C, Lima, 2021.

Contrastación de la hipótesis específica

Respecto al análisis de la primera hipótesis específica de la presente investigación es el siguiente:

Hipótesis Alternativa (Ha): El estudio de trabajo mejora la eficiencia en el área de mantenimiento preventivo de la empresa RTM Cold Service S.A.C, Lima, 2021.

Con la intención de contrarrestar la primera hipótesis específica, en primer lugar, se estableció si la data posee un comportamiento paramétrico o no paramétrico, por ende, debido a que $n = 14$, se determinó que, según la regla de decisión, la prueba de normalidad que se debe aplicar es el estadígrafo de Shapiro Wilk.

- Si $Sig > 0.05$, los datos de la serie tienen un comportamiento paramétrico
- Si $Sig \leq 0.05$, los datos de la serie tienen un comportamiento no paramétrico

Tabla 64. Prueba de normalidad de la eficiencia

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Eficiencia Pre	,285	14	,003	,771	14	,002
Eficiencia Post	,162	14	,200 [*]	,935	14	,353

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Reporte de PSS 26

En la tabla anterior se puede observar que la significancia de la dimensión eficiencia Pre fue de 0.002 y el Post fue de 0,353, luego de seguir la regla de decisión descrita, se determinó que la contrastación de la hipótesis del estadígrafo es no paramétrico, por ende, en este caso se aplicó la prueba de Wilcoxon.

Contrastación de la primera hipótesis específica

Hipótesis Nula (Ho): El estudio de trabajo NO mejora la eficiencia en el área de mantenimiento preventivo de la empresa RTM Cold Service S.A.C, Lima, 2021.

Hipótesis Alternativa (Ha): El estudio de trabajo mejora la eficiencia en el área de mantenimiento preventivo de la empresa RTM Cold Service S.A.C, Lima, 2021.

Como se aprecia en la siguiente figura, se muestra la regla de decisión a utilizar:

$$H_o: \mu_{Pre} \geq \mu_{Post}$$

$$H_a: \mu_{Pre} < \mu_{Post}$$

Donde:

μ_{Pre} : Es la media de la eficiencia antes

μ_{Post} : Es la media de la eficiencia después

Tabla 65. Prueba de rango con signo de Wilcoxon

		Rangos		
		N	Rango promedio	Suma de rangos
Eficiencia Pre - Eficiencia Post	Rangos negativos	14 ^a	7,50	105,00
	Rangos positivos	0 ^b	,00	,00
	Empates	0 ^c		
	Total	14		

a. Eficiencia Pre < Eficiencia Post

b. Eficiencia Pre > Eficiencia Post

c. Eficiencia Pre = Eficiencia Post

Fuente: Reporte de SPSS 26

En la tabla anterior se evidencia que los casos de la eficiencia Post son mayores que los de la eficiencia Pre, verificando así que el estudio de trabajo mejora la eficiencia en el área de mantenimiento preventivo de la empresa RTM Cold Service S.A.C, Lima, 2021.

Con la intención de demostrar esta hipótesis, se procedió a analizar detalladamente para comprobar su autenticidad, presentando la prueba

estadística de Wilcoxon en ambas eficiencias, para ello se tomó en cuenta la regla de decisión respectiva.

Tabla 66. Estadístico de prueba Wilcoxon para la Eficiencia

Estadísticos de prueba^a	
	Eficiencia Pre - Eficiencia Post
Z	-3,296 ^b
Sig. asintótica(bilateral)	,001

a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon

b. Se basa en rangos positivos.

Fuente: Reporte de SPSS 26

En la tabla anterior, se visualiza la demostración de la significancia de la prueba Wilcoxon, siendo aplicado a la eficiencia Pre y Post. En ella se ve reflejado un valor de 0.001, por ende y según la regla de decisión, se rechaza la hipótesis nula y se aprueba la hipótesis de investigación, es decir, que el estudio de trabajo mejora la eficiencia en el área de mantenimiento preventivo de la empresa RTM Cold Service S.A.C, Lima, 2021.

Análisis de la segunda hipótesis específica

Respecto al análisis de la segunda hipótesis específica de la presente investigación es el siguiente:

Hipótesis Alterna (Ha): El estudio de trabajo mejora la eficacia en el área de mantenimiento preventivo de la empresa RTM Cold Service S.A.C, Lima, 2021.

Con la intención de contrarrestar la segunda hipótesis específica, en primer lugar, se estableció si la data posee un comportamiento paramétrico o no paramétrico, por ende, debido a que $n= 14$, se determinó que, según la regla de decisión, la prueba de normalidad que se debe aplicar es el estadígrafo de Shapiro Wilk.

- Si $Sig > 0.05$, los datos de la serie tienen un comportamiento paramétrico
- Si $Sig \leq 0.05$, los datos de la serie tienen un comportamiento no paramétrico

Tabla 67. Prueba de normalidad de Eficacia

	Pruebas de normalidad					
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Eficacia Pre	,211	14	,092	,919	14	,214
Eficacia Post	,154	14	,200*	,967	14	,839

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Reporte de SPSS 26

En la tabla anterior se puede observar que la significancia de la dimensión eficacia Pre fue de 0.214 y el Post fue de 0,839, luego de seguir la regla de decisión descrita, se determinó que la contrastación de la hipótesis del estadígrafo es paramétrico, por ende, en este caso se aplicó la prueba de T-Student.

Contrastación de la segunda hipótesis específica

Hipótesis Nula (Ho): El estudio de trabajo NO mejora la eficacia en el área de mantenimiento preventivo de la empresa RTM Cold Service S.A.C, Lima, 2021.

Hipótesis Alterna (Ha): El estudio de trabajo mejora la eficacia en el área de mantenimiento preventivo de la empresa RTM Cold Service S.A.C, Lima, 2021.

Como se aprecia en la siguiente figura, se muestra la regla de decisión a utilizar:

$$H_0: \mu_{Pre} \geq \mu_{Post}$$

$$H_a: \mu_{Pre} < \mu_{Post}$$

Donde:

μ_{Pre} : Es la media de la eficacia antes

μ_{Post} : Es la media de la eficacia después

Tabla 68. Comparación de medias de la Eficacia de T-Student

		Estadísticas de muestras emparejadas			
		Media	N	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Par 1	Eficacia Post	85,7407	14	8,63118	2,30678
	Eficacia Pre	54,9293	14	4,88121	1,30456

Fuente: Reporte de SPSS 26

En la tabla anterior se evidencia que los casos de la eficacia Post es de 85.74 y los de la eficacia Pre es de 54.93, verificando así que el estudio de trabajo mejora la eficacia en el área de mantenimiento preventivo de la empresa RTM Cold Service S.A.C, Lima, 2021.

Con la intención de demostrar esta hipótesis, se procedió a analizar detalladamente para comprobar su autenticidad, presentando la prueba estadística de T-Student en ambas eficacias, para ello se tomó en cuenta la regla de decisión respectiva.

Tabla 69. Estadístico de prueba T-Student de la Eficacia

		Prueba de muestras emparejadas							
		Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
		Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
					Inferior	Superior			
Par 1	Eficacia Post - Eficacia Pre	30,81143	7,44732	1,99038	26,51147	35,11138	15,480	13	,000

Fuente: Reporte de SPSS 26

En la tabla anterior, se visualiza la demostración de la significancia de la prueba de muestras emparejadas de T-Student, siendo aplicado a la eficacia Pre y Post. En ella se ve reflejado un valor de 0.000, por ende y según la regla de decisión, se rechaza la hipótesis nula y se aprueba la hipótesis de investigación, es decir, que el estudio de trabajo mejora la eficacia en el área de mantenimiento preventivo de la empresa RTM Cold Service S.A.C, Lima, 2021.

V. DISCUSIÓN

Para lograr la implementación de las mejoras en el área de servicios de mantenimiento preventivo de aire acondicionado en la empresa RTM Cold Service S.A.C, se realizaron una serie de procedimientos, que ayudaron a lograr los objetivos esperados, iniciando con una coordinación previa para el levantamiento de información, el cual mediante un análisis ayudó a identificar el área con mayor deficiencia, luego se procedió con la realización de las ocho etapas de Kanawaty, donde se establecieron propuestas de mejora, tales como la implementación de un nuevo cronograma de operaciones, un nuevo checklist de actividades, capacitaciones al personal y la mejora del diagrama de operaciones de proceso (DOP) y el Diagrama de análisis de proceso (DAP), minimizando así el tiempo estándar y aumentando el índice de productividad, eficiencia y eficacia.

Según Palaniswamy y otros 2021, en su estudio Productivity Improvement by Reducing Waiting Time and Over-production Using Lean Manufacturing Technique luego de haber implementado las técnicas de reducción correspondientes, su tasa de productividad aumentó en un 18.5%, donde con la ayuda de fichas de verificación y fichas de productividad se identificaron las actividades improproductivas para su erradicación, logrando así el ahorro de tiempo, costos y mejora del tiempo de producción interno. Asimismo, en la presente investigación se utilizaron diferentes instrumentos, tales como hojas de verificación, medición de tiempos, tiempo estándar y fichas de productividad, eficiencia y eficacia, alcanzando de esa manera la aceptación de la hipótesis general, reflejado en el incremento de la productividad de un 40.41% a un 70.74%. Por lo tanto, se concluye que los instrumentos utilizados en ambas investigaciones han servido para alcanzar los objetivos propuestos, ya que estos formatos son fáciles y dinámicos para manipular data cuantitativa. Por otro lado, Toribio 2018, al aplicar el estudio de trabajo en el área de mantenimiento preventivo de chillers de aire acondicionado en la empresa Vertiv, obtuvo como resultado que el tiempo efectivo fue dado por el tiempo real, el cual fue de 960 minutos y el tiempo programado de mantenimiento, el cual en un inicio fue de 1380 minutos y disminuyó en 950 minutos luego de su implementación, logrando un ahorro de 430 minutos durante el proceso de mantenimiento. De igual modo Quinto, en su trabajo de investigación sobre la aplicación del estudio de

tiempos y su relación con la productividad del personal operativo en el área de reparación en una empresa metalmecánica, implementó diversas mejoras, tales como la compra de estanterías y una caja de herramientas, para una mayor rapidez del operario al buscar sus herramientas y equipos correspondientes, todo ello con la finalidad de reducir el tiempo estándar de todo el proceso. Este cambio se ve reflejado en la comparación de tiempos, donde antes de realizar la mejora, el proceso tardaba 3875 minutos (8 días), y luego de la implementación de mejoras se redujo a 661 minutos, teniendo un ahorro de tiempo equivalente a una jornada laboral de trabajo e incrementando el índice de productividad a un 77%, asimismo Polo y otros 2016, en su investigación Time and motion study to improve productivity of operations preventive maintenance greased bearings. Food Technology Company S.A. Samanco 2016, con ayuda de los instrumentos utilizados se alcanzó el cumplimiento de un 86.19% de las actividades, observando mejoras al momento de calcular la eficiencia del trabajo y la productividad donde la lubricación de la chumacera demoraba 3 horas 42 minutos y luego de la implementación redujeron a 1 hora 47 minutos, logrando realizar más lubricación de chumaceras al día, Por otro lado Araujo 2018, en su estudio de investigación, sobre Time and motion study applied to a production line of organic lenses in Manaus Industrial Hub, menciona que es importante la optimización de tiempos y movimientos y el buen uso de esta herramienta, además de la aplicación de una redistribución de tiempos donde se consideren intervalos de descanso durante su proceso productivo, ya que no solo mejoró la productividad, eficiencia y eficacia, sino que también ayudó a los operarios a no sentirse estresados, fatigados o desmotivados de su función laboral, logrando aumentar su capacidad de producción. Las mismas que son respaldadas por (Kanawaty, 1996) donde en su libro hace referencia a la relación del estudio de trabajo con la productividad, destacando que el estudio del trabajo tiene la finalidad de examinar cómo se realiza una actividad, reducir o modificar el proceso operativo disminuyendo así el trabajo excesivo o innecesario, e incluso del uso antieconómico de los recursos y fijar el tiempo normal para la ejecución de una actividad.

Respecto a la eficiencia el presente trabajo de investigación tuvo como resultado inicial un 73.56%, y luego de la implementación esta incrementó a un 85.02%, a pesar de que el área ya poseía un índice adecuado, se logró aumentar aún más el

índice, demostrando que con la aplicación de este tipo de herramientas se pueden alcanzar grandes resultados para la optimización de sus recursos. Sin embargo, Chuquilin 2019, al aplicar el estudio de métodos para aumentar la eficiencia en el proceso de mantenimiento de equipos de aire acondicionado en la empresa Refrigeración Chuquilin S.R.L. no logró obtener gran significancia, llegando a aumentar solo 49.86%, demostrando así un déficit en el control de su implementación, por ello es importante la realización de seguimientos, retroalimentación y nuevas alternativas que ayuden a la mejora continua de la compañía. Por otro lado, Ayala 2018, logró mejorar la eficiencia en el mantenimiento e instalación de aire acondicionado con la aplicación del estudio de trabajo, representándolo con la disminución de tiempos y costos, en tiempo del proceso se logró reducir 6 minutos a través de la eliminación de actividades innecesaria y respecto al costo, se lograron ahorrar 16000 pesos colombianos, beneficiando así a las utilidades de la empresa. De igual modo Paredes 2018, en su informe de investigación, sobre la aplicación del estudio de trabajo para mejorar la productividad en el área de mantenimiento en la empresa electrónica Max E.I.R.L, el cual en un inicio su índice de eficiencia en el área de mantenimiento de CPU fue de un 67.78% desde el mes de agosto hasta diciembre del 2017 y luego de la implementación logró incrementarlo a 77.10% desde el mes de enero hasta mayo del 2018. Las mismas que son avaladas por (Niebel, 2009) donde resalta que la estandarización de tiempos establecidos con precisión tienen el alcance de incrementar la eficiencia del personal operativo y equipos que se utilicen, mientras que por lo contrario, cuando se tiene una mala estandarización de tiempos, e incluso cuando no se tengan, provoca un sobrecosto, además de fallas notorias en el proceso operativo e inconformidades del personal, significando la diferencia entre el éxito y el fracaso de una organización.

Respecto a la Eficacia, la empresa RTM Cold Service tuvo como resultado inicial 54.93% y luego de la implementación se logró incrementar a 83.51%, donde se puede observar que el escenario fue el mismo que el índice de eficiencia, en el cual a pesar de que la empresa ya contaba con una eficacia adecuada, se pudo incrementar aún más, con una diferencia de 28.58%. Asimismo, Paredes 2018 en su informe de investigación obtuvo como resultado inicial un 82.13% en los últimos 5 meses del 2017 y después de la aplicación del estudio de trabajo su índice de

eficacia incremento a un 94.86% en los primeros 5 meses del 2019, De igual modo Gutiérrez 2020, luego de aplicar el estudio de trabajo incrementó su índice de eficacia de 85% a 91% en su proceso de inspección visual, obteniendo una diferencia del 6%. En esta última investigación se tomó en cuenta la compra de una nueva tecnología mediante el empleo de un dron, con la intención de realizar inspecciones completas y el proceso se acorte, por el lado de la presente investigación se realizó la compra de un peine de serpentín y una hidro lavadora, ya que al no contar con las mismas, el procedimiento de mantenimiento se dificultaba y presentaba retrasos, respecto a Paredes realizaron la compra de un compresor de aire, una manguera con terminaciones y una pistola de aire, en conclusión, además de utilizar el método respectivo del estudio de tiempos, es importante renovar ciertas herramientas y equipos que se emplean dentro del proceso, ya sea por motivos de defecto o ausencia, ya que, sin estos el tiempo del proceso se ve afectado, produciendo retrasos, demoras e incluso obstaculizar la misma operación.

A pesar de que el trabajo de investigación tuvo el respaldo del gerente y el apoyo de todo el equipo organizacional para una exitosa implementación de la herramienta en el área, se tuvieron ciertas limitaciones, tales como el acceso a los locales, ya que estos debieron ser realizados en horarios programados, pero debido al contexto sanitario actual los ingresos eran mayormente restringidos por parte de los dueños de los locales donde se realizaban los servicios de mantenimiento preventivo. Solo se tuvo el acceso respectivo para la toma de tiempos en el Pre - test y en el Post - test durante el horario laboral de 8am a 6pm. Otra limitación fue la poca interacción física o directa con el área y los técnicos, todas las capacitaciones, reuniones de trabajo y la fomentación previa a la implementación se realizaron de manera remota. El cual dificultó un poco con el dinamismo que se quería proyectar al momento de explicar los puntos clave por la plataforma zoom. Pese a ello se ha logrado incrementar la productividad concientizando a los técnicos a llevar un trabajo responsable. Se designó a uno de los técnicos con mayor antigüedad para que cumpliera la parte de supervisión en coordinación con las tesis, y de esta manera realizar el seguimiento y control de la implementación de la herramienta. Las mismas que son respaldadas por (Kanawaty, 1996) donde menciona que al ser el estudio de trabajo sistemático, presiona a examinar

personalmente los factores que influyen a la eficacia de una actividad dada, evidenciando las deficiencias de cada actividad ejecutada con la operación que se está realizando.

VI. CONCLUSIONES

1. Se concluye que la aplicación del estudio de trabajo mejora la productividad en el área de mantenimiento preventivo de aire acondicionado en la empresa RTM Cold Service S.A.C, 2021. El cual se alcanzó lograr a través de una adecuada gestión, implementación y control de las 8 etapas de Kanawaty, la productividad en un inicio era de 44.41% el cual luego de la aplicación de las mejoras incremento a un 70.74%, representando así un aumento porcentual de 30.33% de la productividad en el área de mantenimiento preventivo de la empresa, correspondiendo esto a la reducción de tiempos en el proceso, la eliminación de actividades improductivas y el aumento de servicios entregados a tiempo.
2. Se concluye que la aplicación del estudio de trabajo mejora la eficiencia en el área de mantenimiento preventivo de aire acondicionado en la empresa RTM Cold Service S.A.C, 2021. La eficiencia del área mencionada previa a la implementación era de 73.56% y luego de la aplicación de las mejoras propuestas se obtuvo una eficiencia de 85.02%, los índices mencionados anteriormente concluyen en un aumento porcentual de 11.46% entre la eficiencia inicial y actual. Logrando que los servicios de mantenimiento preventivo sean entregados en el menor tiempo posible.
3. Se concluye que la aplicación del estudio de trabajo mejora la eficacia en el área de mantenimiento preventivo de aire acondicionado en la empresa RTM Cold Service S.A.C, 2021. La eficacia del área mencionada previa a la implementación era de 54.93% y luego de la aplicación de las mejoras se obtuvo una eficacia de 83.51%, los índices mencionados anteriormente concluyen en un aumento porcentual de 28.58% entre la eficacia antes y después. Logrando ejecutar gran parte de los servicios de mantenimiento preventivo programados diariamente.

VII. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda a gerencia expandir la aplicación del estudio de trabajo a otros servicios que ofrece la empresa, tales como los servicios de mantenimiento correctivo, los cuales, a pesar de contar con poca demanda, es importante que también generen una mayor eficiencia y eficacia, generalizando y fortaleciendo así el plan de mejora continua en esta área de la empresa.
2. Se recomienda al área gerencial y jefe de operaciones que mantengan supervisiones activas y una retroalimentación constante a los técnicos del área para llevar un control de la ejecución de las mejoras implementadas y resultados obtenidos, de esta manera todo el personal se verá involucrado en la mejora de la productividad y que sobre todo este perdure en el tiempo.
3. Se recomienda al jefe de operaciones programar registros constantes de manera detallada a cada actividad que se realiza en el servicio de mantenimiento, con la finalidad de identificar posibles oportunidades de mejora y de visualizar algún tipo de variación en el tiempo estándar. Asimismo, se sugiere contrastar los resultados a través de los indicadores de eficiencia y eficacia, ya que cabe la posibilidad de obtener un mayor índice de productividad cuando los técnicos se adapten por completo a los nuevos métodos de trabajo aplicados.

REFERENCIAS

1. **ACAIRE. 2018.** Seis décadas de trabajo para mejor calidad del aire. [En línea] Asociación Colombiana de acondicionamiento del aire y de la refrigeración, 2018.
https://issuu.com/miguelarturoatrojillo/docs/artes_finales_-_revista_acaire_-_ed.0121-0882.
2. **Alavedra, Carol, y otros. 2016.** Gestión de mantenimiento preventivo y su relación con la disponibilidad de la flota de camiones 730e Komatsu-2013. [En línea] 2016. [Citado el: 15 de junio de 2021.]
<https://www.redalyc.org/jatsRepo/3374/337450992001/movil/index.html>.
3. *Análisis mediante categorías universales de las competencias exigidas al ingeniero industrial por los organismos internacionales de acreditación.* **Torres. 2004.** España : UPC, 2004.
4. **Aquino, Ximena. 2018.** Aplicación de la ingeniería de métodos para mejorar la productividad del área de servicio técnico de la empresa SG Refrigeración, San Juan de Lurigancho - 2018. [En línea] Universidad Cesar Vallejo, 2018. [Citado el: 20 de Mayo de 2021.]
https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/25602/AQUINO_CXM.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
5. **Araujo, Enrique y Saraiva, José. 2018.** Time and motion study applied to a production line of organic lenses in Manaus Industrial Hub. [En línea] 2018. [Citado el: 20 de mayo de 2021.]
6. **Ayala, Daniel. 2018.** Estudio del trabajo en el proceso de instalación y mantenimiento de aires acondicionados en la empresa AJL mantenimiento. [En línea] Universidad Autónoma de Occidente, 2018. [Citado el: 20 de mayo de 2021.]
<https://red.uao.edu.co/bitstream/handle/10614/10579/T08252.pdf?sequence=5&isAllowed=y>.
7. **—. 2018.** estudio del trabajo en el proceso de instalación y mantenimiento de aires acondicionados en la empresa ajl mantenimiento. [En línea] Universidad Autónoma del Occidente, 2018. [Citado el: 20 de mayo de

2021.]

<https://red.uao.edu.co/bitstream/handle/10614/10579/T08252.pdf?sequence=5&isAllowed=y>.

8. **Bravo, Katherine, Menéndez, Jessica y Peñaherrera, Fabián. 2018.** Importancia de los estudios de tiempos en el proceso de comercialización de las empresas. [En línea] Universidad Técnica de Babahoyo, 2018. [Citado el: 20 de mayo de 2021.]
<https://www.eumed.net/rev/oel/2018/05/comercializacion-empresas-ecuador.zip>. 1696-8352.
9. **Carbajal, María Collado y Raffo, Juan Rivera. 2018.** Mejora de la productividad mediante la aplicación de herramientas de ingeniería de métodos en un taller mecánico automotriz. [En línea] Universidad San Ignacio De Loyola, 2018. [Citado el: 20 de mayo de 2021.]
http://repositorio.usil.edu.pe/bitstream/USIL/3261/1/2018_Collado-Carbajal.pdf.
10. **Caso, Alfredo. 2006.** *Técnicas de medición del trabajo*. [ed.] Fundación Confemetal. 2da. Madrid : FC Editorial, 2006. 84-96169-89-8.
11. **Chase, Richard, Jacobs, Robert y Aquilano, Nicholas. 2006.** *Administración de operaciones: Producción y cadena de suministros*. México : MCRAW-HILL, 2006. 978-970-10-7027-7.
12. **Chuquilín, Cristhian. 2019.** Aplicación del estudio de métodos para incrementar la productividad en el proceso de mantenimiento de equipos de aire acondicionado en la empresa Refrigeración Chuquilín S.R.L. [En línea] Universidad Cesar Vallejo, 2019. [Citado el: 20 de mayo de 2021.]
https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/50113/Chuquilin_SC-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
13. **DANE. 2018.** *Boletín técnico GEIH - Educación*. Bogotá D.C. : DANE, 2018.

14. **Freivalds, A. y Niebel, B. 2004.** *Ingeniería industrial: Métodos, estándares y diseño de trabajo*. 11va edición. México : Alfaomega Grupo editor S. A., 2004.
15. **García, Alonso. 2011.** *Productividad y reducción de costos para la pequeña y mediana empresa*. 2da. México : Trillas S.A., 2011. 9786071707338.
16. **García, Gabriela, Hernández, Roberto y Tula, Luis. 2012.** La productividad como estrategia para mejorar los procesos productivos de la pequeña empresa del sector imprentas del municipio San Salvador del departamento de San Salvador - Paso ilustrativo. [En línea] 2012. [Citado el: 20 de mayo de 2021.] <http://ri.ues.edu.sv/id/eprint/10557/1/T-658%20G216se.pdf>.
17. **Gutiérrez, Humberto. 2014.** *Calidad y productividad*. 4ta. México : Hill/Interamericana Editores S.A, 2014. pág. 736. 9786071511485.
18. **Gutierrez, Percy. 2020.** Aplicación del estudio de trabajo para incrementar la productividad en el proceso de inspección visual de casco exterior en la empresa SIMA S.A. [En línea] Setiembre de 2020. [Citado el: 29 de mayo de 2021.] file:///C:/Users/Gonzalo/Downloads/Percy%20Rojas_Tesis_Titulo%20Profesional_2020_2.pdf.
19. **Hernandez, Roberto. 2014.** *Metodología de la investigación*. México : McGraw WHill/Interamericana editores, 2014. 978-1-4562-2396-0.
20. **INEI. 2017.** Perú: Características económicas y financieras de las empresas de servicios. [En línea] Instituto Nacional de Estadística e Informática, diciembre de 2017. [Citado el: 5 de mayo de 2021.] https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1603/libro.pdf.
21. **—. 2017.** Perú: Características económicas y financieras de las empresas de servicios. [En línea] Instituto nacional de estadística e informática, Diciembre de 2017. [Citado el: 10 de Mayo de 2021.]

https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1603/libro.pdf.

22. **Jaeger, et al. y OCDE. 2015, 2011.** 2015, 2011.
23. **Kanawaty, George. 1996.** *Introducción al estudio del trabajo*. 4ta. Ginebra : Oficina Internacional del trabajo, 1996. 92-2-307108-9.
24. **Morlote, Norma y Celiseo, Rodrigo. 2004.** *Metodología de la investigación: Cuaderno de investigación*. Mexico : MCGRAW-HILL INTERAMERICANA EDITORES, 2004. 970-10-4611-0.
25. **Muñoz, Carlos. 2015.** *Metodología de la investigación*. México : Editorial Progreso S.A de C.V, 2015. 9786074265422.
26. **Niebel, Benjamin. 2009.** *Ingeniería industrial: Métodos, estándares y diseño de trabajo*. [En línea] MC Graw Hill Interamericana editores, 2009.
27. **Niebel, Benjamin y Freivalds, Andris. 2009.** *Ingeniería industrial: Métodos, estándares y diseño del trabajo*. México : McGRAW-HILL, 2009. 0-07-337631-0.
28. **Ñaupas, Humberto, y otros. 2018.** *Metodología de la investigación cuantitativa - cualitativa y redacción de la tesis*. 5ta edición. Bogotá : Ediciones de la U, 2018. pág. 562. 978-958-762-876-0.
29. **Palaniswamy, Ramasubramaniam y Vallabhbai, Sardar. 2021.** *Productivity Improvement by Reducing Waiting Time and Over-production Using Lean*. [En línea] International School of Textiles and Management, 2021. [Citado el: 20 de Mayo de 2021.]
<https://eds.s.ebscohost.com/eds/pdfviewer/pdfviewer?vid=1&sid=4275412c-cc39-420f-a682-6a5988eb8e6c%40redis>.
30. **Paredes, Victor. 2018.** *Aplicación del estudio del trabajo para la mejora de la productividad en el área de mantenimiento en la empresa Electrónica Max E.I.R.L., Surquillo, 2017*. [En línea] Universidad Cesar Vallejo, 2018. [Citado el: 20 de mayo de 2021.]

https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/22884/Paredes_MVA.pdf?sequence=4&isAllowed=y.

31. **Parra, Jeniree y Madriz, Jenniz La. 2017.** Presupuesto como instrumento de control financiero en pequeñas empresas de estructura familiar. *Negotium*. [En línea] 2017. [Citado el: 15 de Junio de 2021.] <https://www.redalyc.org/pdf/782/78253678003.pdf>. 1856-1810.
32. **Polo, Silverio, Villar, Lily y Gutiérrez, Jaime. 2016.** Estudio de tiempos y movimientos para mejorar la productividad de las operaciones de mantenimiento preventivo: engrasado de chumaceras. Empresa Tecnológica de Alimentos S.A. Samanco 2016. [En línea] INGnosis, 2016. [Citado el: 20 de mayo de 2021.] https://www.researchgate.net/profile/Jaime-Gutierrez-Ascon/publication/336173815_Estudio_de_tiempos_y_movimientos_para_mejorar_la_productividad_de_las_operaciones_de_mantenimiento_preventivo_engrasado_de_chumaceras_Empresa_Tecnologica_de_Alimentos_SA_Sama.
33. **Polo, Silverio, Villar, Lily y Gutierrez, Jaime. 2016.** Time and motion study to improve productivity of operations preventive maintenance greased bearings. [En línea] 2016. [Citado el: 20 de mayo de 2021.]
34. **Prokopenko, Joseph. 1989.** *La gestión de la productividad. Ginebra: Organización internacional del trabajo*. 1989. 9223059011.
35. **Quinto, Jorge. 2019.** Aplicación del estudio de tiempos y su relación con la productividad del personal operativo en el área de reparación en una empresa metalmecánica dedicada al mantenimiento de maquinaria pesada - 2018. [En línea] Universidad Nacional Del Callao, 2019. [Citado el: 20 de mayo de 2021.] <http://repositorio.unac.edu.pe/handle/UNAC/4240>.
36. **Ríos, Roger. 2017.** *Metodología para la investigación y redacción*. [ed.] Grupo de investigación (SEJ 309) eumed.net de la Universidad. 1ra. Málaga : Servicios Académicos Intercontinentales S.L., 2017. 13: 978-84-17211-23-3.

37. **Rodriguez Perez, Emilio, Manuel, Bonet Borjas Carlos y liyen, Pérez Quiñonez. 2016.** 2016.
38. *Salary comparison study of SAP vs. Non - SAP Business graduates.*
Andera y et al. 2008. 1, EE.UU : Issues information Systems, 2008, Vol. 9.
39. **Sánchez, Carlos Escudero y Suárez, Liliana Cortez. 2018.** Técnicas y métodos cualitativos para la investigación científica. [En línea] Editorial UTMACH, 2018. [Citado el: 20 de mayo de 2021.]
<http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/14207/1/Cap.1-Introducci%C3%B3n%20a%20la%20investigaci%C3%B3n%20cient%C3%ADfica.pdf>. 978-9942-24-092-7.
40. **Sánchez, Gabriel. 2000.** Estudio de tiempos y movimientos para la manufactura gil.s.l. s.l. : Pearson Education, 2000, pág. 334.
41. **Szewcczyk, Grzegorz y Sowa, Janusz. 2017.** Thr accuracy of measurements in a time study of harvester operations. [En línea] 2017. [Citado el: 20 de mayo de 2021.]
42. **Tamayo, Mario. 1999.** Aprender a investigar: El proyecto de investigación. [En línea] Instituto colombiano para el fomento de la educación superior, 1999. [Citado el: 15 de Junio de 2021.]
https://www.usbcali.edu.co/sites/default/files/documentodeconsultacomplementario-el_proyecto_de_investigacion.pdf. 958-9279-16-3.
43. **Tejada, Noris, Víctor, Gisbert y Ana, Pérez. 2017.** Metodología de estudio de tiempo y movimiento, introducción al GSD. [En línea] 3C Empresa, Investigación y pensamiento crítico, 2017. [Citado el: 20 de mayo de 2021.] 2254 – 3376.
44. **Toribio, Nemecio. 2018.** Estudio del trabajo del mantenimiento preventivo para mejorar tu disponibilidad del chillers de aire acondicionado. [En línea] Universidad Cesar vallejo, 2018. [Citado el: 20 de mayo de 2021.]
https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/37363/Toribio_PN.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

ANEXOS

Anexo 1

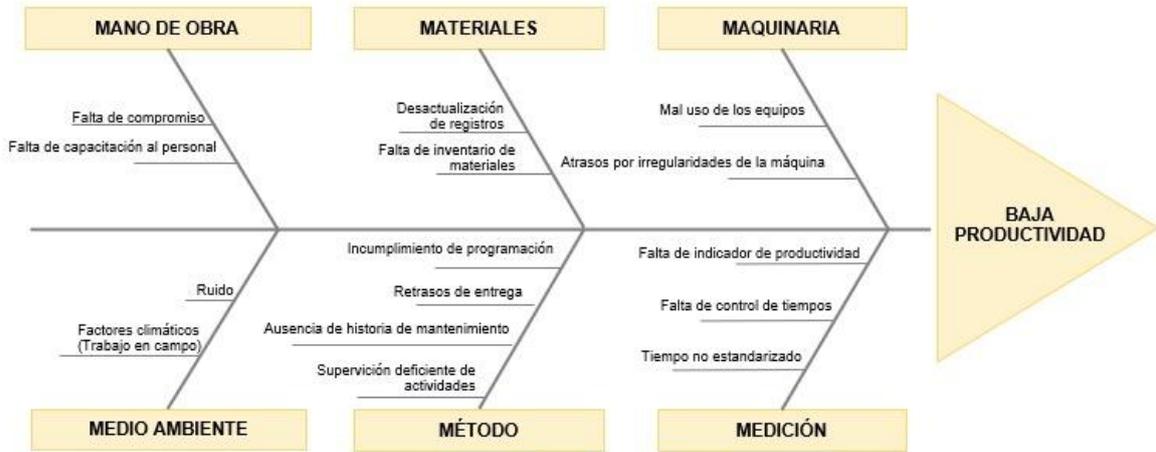


Figura 53. Diagrama de Ishikawa

Anexo 2

Tabla 70. Cuadro de causas

N°	CAUSAS
C1	Falta de control de tiempos
C2	Falta de capacitación al personal
C3	Falta de compromiso
C4	Mal uso de los equipos
C5	Ruidos
C6	Factores climáticos
C7	Incumplimiento de programación
C8	Retrasos de entregas
C9	Ausencia de historial de mantenimiento
C10	Supervisión deficientes
C11	Desactualización de registros
C12	Falta de inventario de materiales
C13	Atrasos por irregularidades de la máquina
C14	Falta de indicador de productividad
C15	Tiempo no estandarizado

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 71. Matriz de Vester

CAUSAS	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14	C15	Total de activos
C1		0	0	0	0	0	2	3	1	0	1	0	0	1	3	11
C2	1		1	2	0	0	1	0	1	1	0	0	1	1	0	9
C3	0	1		0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	1	0	5
C4	0	2	2		0	0	0	0	0	2	0	2	3	1	0	12
C5	0	0	0	0		1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2
C6	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C7	2	0	1	0	0	0		1	0	1	0	0	0	1	2	8
C8	2	1	3	0	1	1	1		1	1	0	0	1	2	2	16
C9	0	0	2	0	0	0	0	1		0	3	0	0	0	0	6
C10	2	1	1	0	0	0	1	1	2		2	1	0	1	1	13
C11	1	0	2	0	0	0	2	2	2	3		0	0	1	1	14
C12	0	0	2	0	0	0	1	1	0	1	2		0	1	0	8
C13	0	1	1	2	0	0	0	0	0	2	0	1		0	0	7
C14	3	1	1	0	0	0	2	2	1	1	1	1	1		2	16
C15	3	0	1	0	0	0	2	2	1	2	0	0	1	1		13
Total pasivo	14	7	17	4	1	2	13	14	10	15	9	5	8	11	11	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 72. Criterios de evaluación

CRITERIOS DE EVALUACIÓN	
No existe relación	0
Existe una escasa relación	1
Existe una mediana relación	2
Existe una fuerte relación	3

Fuente: Elaboración Propia

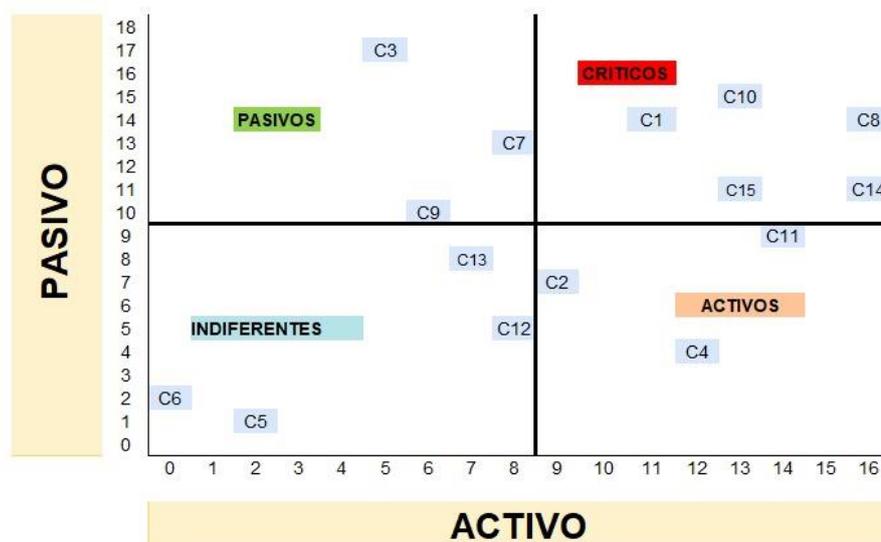


Figura 54. Diagrama de Vester

Anexo 3

Tabla 73. Cuadro de puntajes

N°	CAUSAS	PUNTAJE	FRECUENCIA ACUMULADA	FRECUENCIA PORCENTUAL PARCIAL	FRECUENCIA PORCENTUAL ACUMULADA
C8	Retrasos de entregas	16	16	11%	11%
C14	Falta de indicador de productividad	16	32	11%	23%
C11	Desactualización de registros	14	46	10%	33%
C10	Supervisión deficientes	13	59	9%	42%
C15	Tiempo no estandarizado	13	72	9%	51%
C4	Mal uso de los equipos	12	84	9%	60%
C1	Falta de control de tiempos	11	95	8%	68%
C2	Falta de capacitación al personal	9	104	6%	74%
C7	Incumplimiento de programación	8	112	6%	80%
C12	Falta de inventario de materiales	8	120	6%	86%
C13	Atrasos por irregularidades de la máquina	7	127	5%	91%
C9	Ausencia de historial de mantenimiento	6	133	4%	95%
C3	Falta de compromiso	5	138	4%	99%
C5	Ruidos	2	140	1%	100%
C6	Factores climáticos	0	140	0%	100%
TOTAL		140		100%	

Fuente: Elaboración Propia

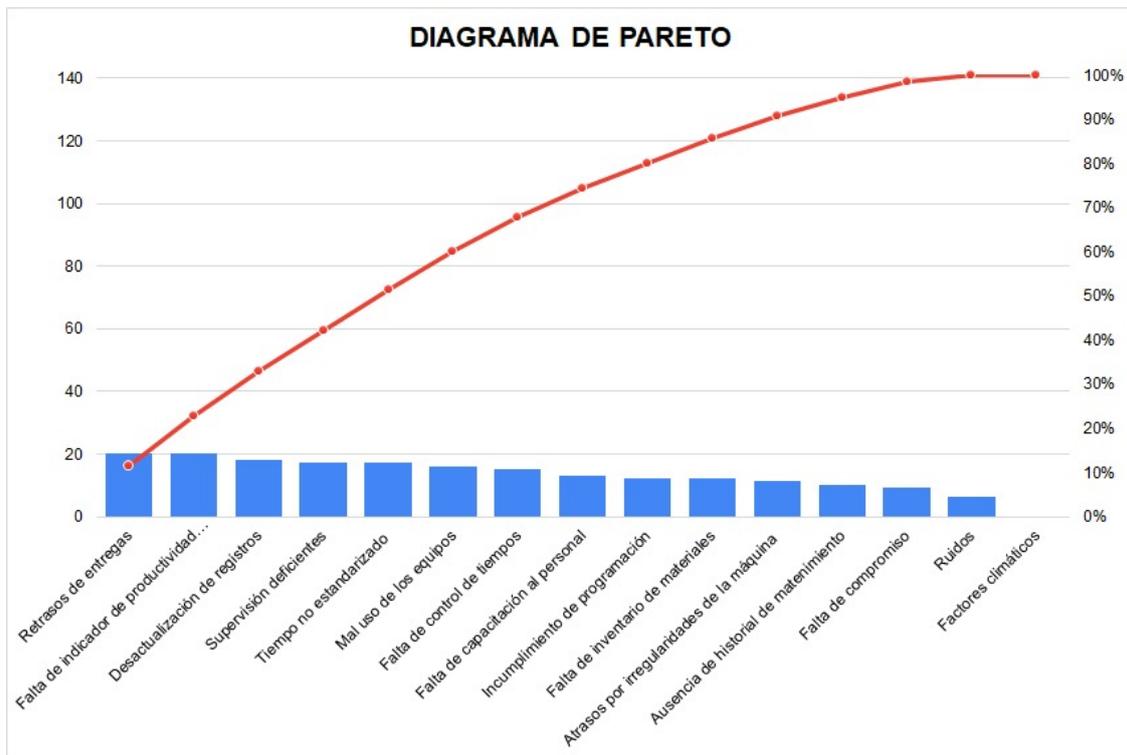


Figura 55. Diagrama de Pareto

Anexo 4

Tabla 74. Causas por área

N°	CAUSAS	PUNTAJE	ÁREA
C1	Falta de control de tiempos	11	Recursos Humanos
C2	Falta de capacitación al personal	9	Gestión
C3	Falta de compromiso	5	Gestión
C4	Mal uso de los equipos	12	Recursos Humanos
C5	Ruidos	2	SSOMA
C6	Factores climáticos	0	SSOMA
C7	Incumplimiento de programación	8	Administración
C8	Retrasos de entregas	16	Gestión
C9	Ausencia de historial de mantenimiento	6	Administración
C10	Supervisión deficientes	13	Gestión
C11	Desactualización de registros	14	Gestión
C12	Falta de inventario de materiales	8	Administración
C13	Atrasos por irregularidades de la máquina	7	Gestión
C14	Falta de indicador de productividad	16	Gestión
C15	Tiempo no estandarizado	13	Gestión

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 75. Tabla resumen

ÁREA	PUNTAJE	PORCENTAJE
Gestión	93	66%
Administración	22	16%
Recursos Humanos	23	16%
SSOMA	2	1%
TOTAL	140	100%

Fuente: Elaboración Propia



Figura 56. Estratificación por áreas

Anexo 5

Tabla 76. Cuadro de alternativas de solución

N°	ALTERNATIVAS	CRITERIOS						TOTAL
		COSTO	TIEMPO DE APLICACIÓN	COMPLEJIDAD	SOSTENIBILIDAD	COMPLETA	NORMATIVA	
1	Estudio de trabajo	2	2	2	2	2	2	12
2	Metodología de las 5s	2	1	1	1	1	1	7
3	Lean Manufacturing	2	1	2	2	1	0	8

Fuente: Elaboración Propia

SUSTENTO PARA TOMAR CADA ALTERNATIVA

Sugerimos el Procedimiento de estudio de trabajo, ya que es la evaluación sistemática de los métodos para desempeñar actividades, con la finalidad de mejorar la utilización de los recursos y determinar normas de rendimiento, respecto a las actividades que se están ejecutando. (Kanawaty, 1996), con la finalidad de que puedan detectar los fallos de manera mas puntual a un costo accesible en un tiempo corto.

Tabla 77. Criterios de evaluación

CRITERIO DE EVALUACIÓN	
No bueno	0
Bueno	1
Muy bueno	2

Fuente: Elaboración Propia

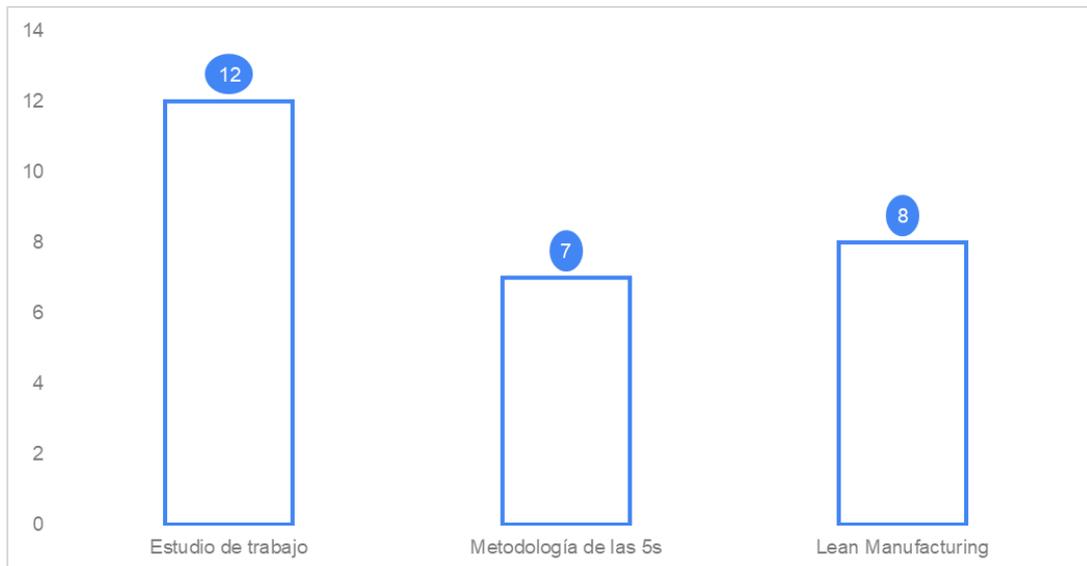


Figura 57. Gráfico de las alternativas de solución

Anexo 6

Tabla 78. Matriz de consistencia

PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPOTESIS GENERAL	VARIABLES	DIMENSIONES	METODOLOGÍA
¿De qué manera el estudio de trabajo mejora la productividad en el área de mantenimiento preventivo de la empresa RTM Cold Service S.A.C., Lima, 2021?	Determinar de qué manera el estudio de trabajo mejora la productividad en el área de mantenimiento preventivo de la empresa RTM Cold Service S.A.C., Lima, 2021	El estudio de trabajo mejora la productividad en el área de mantenimiento preventivo de la empresa RTM Cold Service S.A.C., Lima, 2021	<p>Variable Independiente Estudio del trabajo</p> <p>El estudio de trabajo es la evaluación sistemática de los métodos para desempeñar actividades, con la finalidad de mejorar la utilización de los recursos y determinar normas de rendimiento, respecto a las actividades que se están ejecutando. (Kanawaty, 1996)</p>	<p>Estudio de tiempos <i>Tiempo estándar</i></p> <p>Estudio de métodos y movimientos <i>Porcentaje de actividades improductivas</i></p>	<p>1. Enfoque de investigación Cuantitativa</p> <p>2. Tipo de investigación Aplicada</p> <p>3. Nivel de la investigación Descriptiva Explicativa</p> <p>4. Diseño de investigación Pre-experimental</p> <p>5. Técnica de recolección de datos Observación directa no participante</p> <p>6. Instrumentos Fichas de observación/Fichas de recolección de datos</p> <p>7. Población El número de servicios de mantenimiento preventivo realizados en RTM Cold Service S.A.C.</p> <p>8. Muestra El número de servicios de mantenimiento preventivo realizados en RTM Cold Service S.A.C. durante un periodo de 14 días, antes y después de la implementación de la herramienta.</p> <p>9. Muestreo No probabilístico</p> <p>10. Análisis de los datos Estadística inferencial y descriptiva usando SPSS</p>
PROBLEMAS ESPECÍFICOS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPOTESIS ESPECÍFICAS	<p>Variable Dependiente Productividad</p> <p>La productividad es la conexión entre la producción que se obtiene, ya sea de bienes o servicios, y los recursos a utilizar para su obtención. Se determina también como la utilización eficiente del trabajo, materiales, energía, tierra e información en el proceso productivo. (Prokopenko, 1989)</p>	<p>Eficiencia <i>Porcentaje de eficiencia</i></p> <p>Eficacia <i>Porcentaje de eficacia</i></p>	
¿De qué manera el estudio de trabajo mejora la eficiencia en el área de mantenimiento preventivo de la empresa RTM Cold Service S.A.C., Lima, 2021?	Determinar de qué manera el estudio de trabajo mejora la eficiencia en el área de mantenimiento preventivo de la empresa RTM Cold Service S.A.C., Lima, 2021	El estudio de trabajo mejora la eficiencia en el área de mantenimiento preventivo de la empresa RTM Cold Service S.A.C., Lima, 2021			
¿De qué manera el estudio de trabajo mejora la productividad en el área de mantenimiento preventivo de la empresa RTM Cold Service S.A.C., Lima, 2021?	Determinar de qué manera el estudio de trabajo mejora la eficacia en el área de mantenimiento preventivo de la empresa RTM Cold Service S.A.C., Lima, 2021	El estudio de trabajo mejora la eficacia en el área de mantenimiento preventivo de la empresa RTM Cold Service S.A.C., Lima, 2021			

Fuente: Elaboración Propia

Anexo 7

Tabla 79. Matriz de operacionalización

Variable	Definición Conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
Estudio de trabajo	El estudio de trabajo es la evaluación sistemática de los métodos para desempeñar actividades, con la finalidad de mejorar la utilización de los recursos y determinar normas de rendimiento, respecto a las actividades que se están ejecutando. (Kanawaty, 1996)	El estudio de trabajo se obtiene de la relación entre el estudio de tiempos y el estudio de métodos y movimientos.	Estudio de tiempos	<p>Tiempo estándar</p> $TS = TN \times (1 + S)$ <p>Donde:</p> <p>TS: Tiempo estándar TN =Tiempo normal S = Suplementarios</p>	Razón
			Estudio de métodos y movimientos	<p>Porcentaje de Actividades improductivas =</p> $\left(\frac{\text{Actividades Improductivas}}{\text{Total de actividades}} \right) \times 100$	

Fuente: Elaboración Propia

*Los indicadores del estudio de trabajo fueron tomados de Kanawaty 1996

Productividad	La productividad es la conexión entre la producción que se obtiene, ya sea de bienes o servicios, y los recursos a utilizar para su obtención. Se determina también como la utilización eficiente del trabajo, materiales, energía, tierra e información en el proceso productivo. (Prokopenko, 1989)	La productividad es obtenida mediante la evaluación de la utilización de los recursos a usar, mediante el grado de eficiencia y eficacia.	Eficiencia	<p>Porcentaje de Eficiencia</p> $= \left(\frac{HT}{HP} \right) \times 100$ <p>Donde:</p> <p>HT = Horas trabajadas</p> <p>HP = Horas programadas</p>	Razón
			Eficacia	<p>Porcentaje de Eficacia</p> $= \left(\frac{CSME}{CSMP} \right) \times 100$ <p>Donde:</p> <p>CSME = Cantidad de servicios de mantenimiento ejecutado</p> <p>CSMP = Cantidad de servicios de mantenimiento programado</p>	

Fuente: Elaboración Propia

* Los indicadores de la productividad fueron tomados de Prokopenko, 1989

ANEXO 8

Tabla 80. Ciclos de tiempo por operación

Cycle time analysis (in seconds)									
#	Video:	Cycle 1	Cycle 2	Cycle 3	Cycle 4	Cycle 5	Average	R	Ideal number of cycles
1	Unclipping	1.57	1.60	1.40	1.47	1.57	1.52	0.20	5
2	Brushing	1.70	1.99	1.81	1.97	1.90	1.87	1.17	5
3	Gasket feeding	1.72	1.34	1.60	1.71	1.74	1.62	0.80	12
4	Assembly	2.50	2.28	2.49	2.58	2.56	2.48	1.29	3
5	Inspection	1.59	1.33	1.53	1.39	1.30	1.43	0.58	8
6	Clipaping	1.25	1.58	1.50	1.68	1.58	1.52	0.83	16
7	Filling	1.74	1.41	1.43	1.50	1.46	1.51	1.33	10
8	Lens organization	1.96	1.94	2.22	2.06	2.04	2.04	0.56	4

Fuente: Araujo y Saraiva, 2018

ANEXO 9

Tabla 81. Matriz de priorización

ÁREAS	MANO DE OBRA	MATERIA PRIMA	MAQUINARIA	MEDIO AMBIENTE	MÉTODO	MEDICIÓN	NIVEL DE CRÍTICIDAD	TOTAL DE PROBLEMAS	PORCENTAJE	IMPACTO (1-10)	CALIFICACIÓN	PRIORIDAD
Gestión	2	1	1	2	2	3	Alto	11	61%	8	88	2
Administración		1			2		Alto	3	17%	10	30	1
Recursos	1		1				Medio	2	11%	6	12	3
SSOMA				2			Bajo	2	11%	4	8	4
Total	3	2	2	4	4	3		18	100%	28	138	10

ÁREAS	CALIFICACIÓN	ÁREAS	PROBLEMAS	TOTAL
Gestión	88	Gestión	4	11
Recursos	12	Administración	2	3
Humanos		Humanos	2	2
SSOMA	8	SSOMA	1	2
Administración	30			

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 82. Criterios de evaluación

NIVEL DE IMPACTO		NIVEL DE CRÍTICIDAD	
Alto	10	Alto	
Bajo	0	Medio	
		Bajo	

Fuente: Elaboración Propia

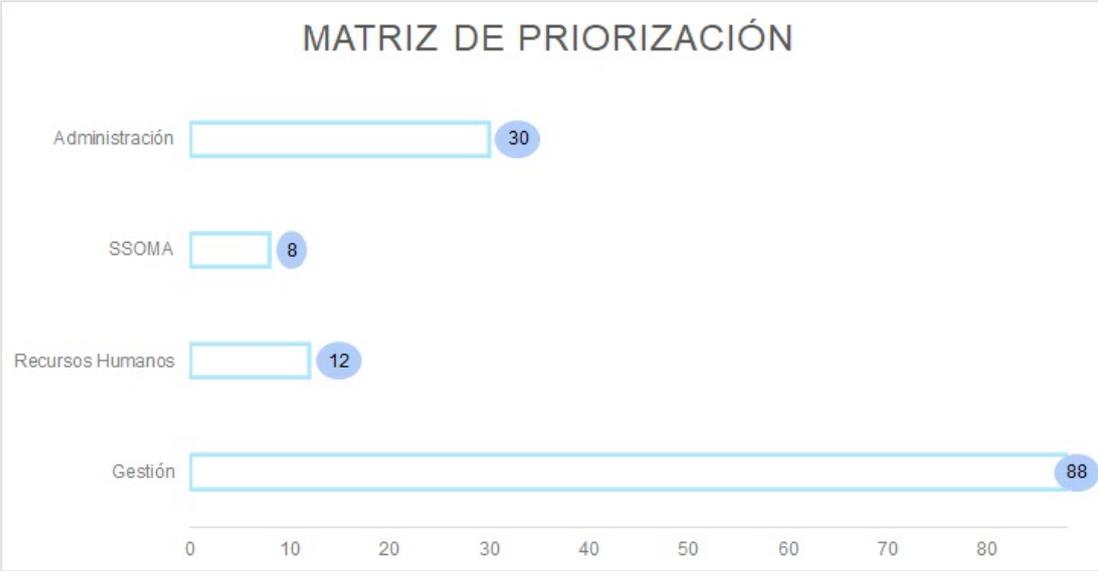


Figura 58. Gráfico de priorización

ANEXO 10

Instrumentos de recolección de datos

Tabla 83. Formato de la ficha de tiempo promedio del condensador

TIEMPO PROMEDIO: CONDENSADOR

Mes: Inicio: Fin:

Elaborado por: Carpio Quispe, Celia y Quispe Córdova, Lisbeth

		ESTUDIO DE TIEMPOS - TIEMPO PROMEDIO									
		ACTIVIDADES	TIEMPO OBSERVADO SEG								PROMEDIO
			T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	
ÍTEM	OPERACIONES	Seg	Seg	Seg	Seg	Seg	Seg	Seg	Seg		
1	Deserregizar aire acondicionado	Desconectar aire acondicionado									
2	Inspeccionar UC	Revisión de UC									
3	Desmontar UC	Desarmar carcasa									
4		Extraer la carcasa y motor ventilador									
5	Inspeccionar sistema eléctrico	Inspeccionar conexiones eléctricas									
6	Limpiar UC	Aplicar desincrustante (Alkifoam) al serpentín									
7		Esperar tiempo en el que actúa el desincrustante									
8		Lavar el serpentín									
9		Peinar las aletas del serpentín									
10		Transportar la carcasa y motor ventilador hacia zona de lavado									
11		Lavado del motor compresor									
12		Lavar la carcasa									
13		Secar la Carcasa									
14		Lavar el motor ventilador									
15		Secar la el motor ventilador									
16		Verificar vibración de eje, ruido del motor ventilador									
17		Verificación de helices de motor ventilador									
18		Lubricación del eje del motor ventilador									
19		Transportar la carcasa y motor ventilador hacia zona de aire acondicionado									
20	Verificación de los terminales electricos del compresor										
21	Limpieza de las conexiones eléctricas										
22	Aplicación de limpia contactos a las conexiones eléctricas										
23	Se realiza una segunda inspeccion de las conexiones eléctricas										
24	Inspeccionar sistema de drenaje	Revisión de sistema de drenaje									
25	Montar UC	Instalar las piezas extraídas									
26		Sellado de la caja de paso con tornillos									
27		Verificación de ajustes de pernos y vibraciones									
28	Energizar equipo de AA	Encendido de equipo									
29	Medir amperajes y presión	Toma de mediciones de unidad condensadora (V)									
30		toma de mediciones de compresor									
31		Toma de mediciones de motor ventilador (CONDENSADOR)									
32		Toma de medicion de presión en Línea de refrigerante.									
33	inspeccionar el correcto funcionamiento de UC	Inspección visual: Mancha de aceite en algún punto línea succión y descarga									
34	Inspección de Indicio de fuga: Baja presión de refrigerante										
35	Verificacion del funcionamiento del equipo										
Total Segundos											
Total minutos											

Fuente: Elaboración Propia


RTM COLD SERVICE SAC
GLOBER RUMICHE Y.
 GERENTE GENERAL

TIEMPO PROMEDIO: EVAPORADOR

Mes: Inicio: Fin:

Elaborado por: Carpio Quispe, Celia y Quispe Córdova, Lisbeth

Tabla 84. Formato de la ficha de tiempo promedio del evaporador

		ESTUDIO DE TIEMPOS - TIEMPO PROMEDIO									
		ACTIVIDADES	TIEMPO OBSERVADO SEG								PROMEDIO
			T1 Seg	T2 Seg	T3 Seg	T4 Seg	T5 Seg	T6 Seg	T7 Seg	T8 Seg	
ÍTEM	OPERACIONES										
1	Desenergizar aire acondicionado	Desconectar aire acondicionado									
2	Inspeccionar UE	Revisión de UE									
3	Desmontar UE	Desarmar carcasa									
4		Extraer la carcasa, filtros, rodetes (sirocos)									
5	Inspeccionar el sistema eléctrico	Inspeccionar conexiones eléctricas									
6	Limpiar UE	Aplicar desincrustante al serpentín (anticlean)									
7		Esperar tiempo en el que actúa el desincrustante									
8		Lavar el serpentín									
9		Peinar las aletas del serpentín									
10		Transportar la carcasa, filtros y rodetes hacia zona de lavado									
11		Lavado de filtros									
12		Espera de secado de filtros									
13		Lavar la carcasa									
14		Secar la Carcasa									
15		Limpeza de los rodetes									
16		Verificar vibración de eje, ruido de los rodetes									
17		Lubricación del eje del rodete									
18		Limpeza de la bomba de condensado (sistema de drenaje)									
19		Transportar la carcasa, filtro y rodete hacia zona de aire acondicionado									
20	Limpeza de las conexiones eléctricas										
21	Aplicación de limpia contactos a las conexiones eléctricas										
22	realizar una segunda inspección de las partes electricas										
23	Inspeccionar el sistema de drenaje	Revisión de sistema de drenaje									
24	Montar UE	Instalar las piezas extraídas									
25		Verificación de ajustes de pernos y vibraciones									
26	Energizar equipo de AA	Encender el equipo									
27	Medir amperaje y temperatura	Toma de mediciones de unidad evaporadora.									
28		Toma de temperatura de Línea de succión (al ingreso del equipo)									
29	Inspeccionar el correcto funcionamiento de UE	Verificar el funcionamiento correcto del equipo									
		Total Segundos									
		Total minutos									

Fuente: Elaboración Propia


RTM COLD SERVICE SAC
GLOBER RUMICHE Y.
GERENTE GENERAL

Mes: Inicio: Fin:

Elaborado por: Carpio Quispe, Celia y Quispe Córdova, Lisbeth

Tabla 85. Formato de la ficha de tiempo estándar del condensador

Estudio de tiempos: Estandarización de tiempos						
Aire Acondicionado						
Ítem	Actividades	Promedio de observaciones	Factor de Valorización	Tiempo Normal (TN)	Suplemento (1+S)	Tiempo Estándar (TS)
				$TN = TO \times FV$		$TS = TN \times (1 + S)$
CONDENSADOR						
1	Desconectar aire acondicionado					
2	Revisión de UC					
3	Desarmar carcasa					
4	Extraer la carcasa y motor ventilador					
5	Inspeccionar conexiones eléctricas					
6	Aplicar desincrustante al serpentín					
7	Esperar tiempo en el que actúa el desincrustante					
8	Lavar el serpentín					
9	Peinar las aletas del serpentín					
10	Transportar la carcasa y motor ventilador hacia zona de lavado					
11	Lavado del motor compresor					
12	Lavar la carcasa					
13	Secar la Carcasa					
14	Lavar el motor ventilador					
15	Secar la el motor ventilador					
16	Verificar vibración de eje, ruido del motor ventilador					
17	Verificación de helices de motor ventilador					
18	Lubricación del eje del motor ventilador					
19	Transportar la carcasa y motor ventilador hacia zona de aire acondicionado					
20	Verificación de los terminales electricos del compresor					
21	Limpieza de las conexiones eléctricas					
22	Aplicación de limpia contactos a las conexiones eléctricas					
23	Se realiza una segunda inspeccion de las conexiones eléctricas					
24	Revisión de sistema de drenaje					
25	Instalar las piezas extraídas					
26	Sellado de la caja de paso con tornillos					
27	Verificación de ajustes de pernos y vibraciones					
28	Encendido de equipo					
29	Toma de mediciones de unidad condensadora.					
30	toma de mediciones de compresor					
31	Toma de mediciones de motor ventilador (CONDENSADOR)					
32	Toma de medicion de presión en Línea de refrigerante.					
33	Inspección visual: Mancha de aceite en algún punto línea succión y descarga					
34	Inspección de Indicio de fuga: Baja presión de refrigerante					
35	Verificacion del funcionamiento del equipo					
TOTAL						
TOTAL MINUTOS						

Fuente: Elaboración Propia


RTM COLD SERVICE SAC
GLOBER RUMICHE Y.
GERENTE GENERAL

Tabla 86. Formato de la ficha de tiempo estándar del evaporador

Mes: Inicio: Fin:

Elaborado por: Carpio Quispe, Celia y Quispe Córdova, Lisbeth

Estudio de tiempos: Estandarización de tiempos						
Aire Acondicionado						
Ítem	Actividades	Promedio de observaciones	Factor de Valorización	Tiempo Normal (TN) $TN = TO \times FV$	Suplemento (1+S)	Tiempo Estándar (TS) $TS = TN \times (1 + S)$
EVAPORADOR						
1	Desconectar aire acondicionado					
2	Revisión de UE					
3	Desarmar carcasa					
4	Extraer la carcasa, filtros, rodetes					
5	Inspeccionar conexiones eléctricas					
6	Aplicar desincrustante al serpentín					
7	Esperar tiempo en el que actúa el desincrustante					
8	Lavar el serpentín					
9	Peinar las aletas del serpentín					
10	Transportar la carcasa, filtros y rodetes hacia zona de lavado					
11	Lavado de filtros					
12	Espera de secado de filtros					
13	Lavar la carcasa					
14	Secar la Carcasa					
15	Limpieza de los rodetes					
16	Verificar vibración de eje, ruido de los rodetes					
17	Lubricación del eje del rodete					
18	Limpieza de la bomba de condensado					
19	Transportar la carcasa, filtro y rodete hacia zona de aire acondicionado					
20	Limpieza de las conexiones eléctricas					
21	Aplicación de limpia contactos a las conexiones eléctricas					
22	realizar una segunda inspección de las partes electricas					
23	Revisión de sistema de drenaje					
24	Instalar las piezas extraídas					
25	Verificación de ajustes de pernos y vibraciones					
26	Enceder el equipo					
27	Toma de mediciones de unidad evaporadora.					
28	Toma de temperatura de Línea de succión (al ingreso del equipo)					
29	Verificar el funcionamiento correcto del equipo					
TOTAL						
TOTAL MINUTOS						

Fuente: Elaboración Propia


RTM COLD SERVICE SAC
GLOBER RUMICHE Y.
 GERENTE GENERAL

Tabla 87. Formato del análisis de flujo de proceso (DAP): Condensador

ESTUDIO DE MÉTODOS Y MOVIMIENTOS									
ANÁLISIS DE FLUJO DE PROCESO									
Diagrama N° 01	Hoja N° 01	RESUMEN							
Objeto:	Actividad:	Lugar:	Operarios:	Fecha:	Pre-Test	Post-Test	Economía		
Equipos de aire acondicionado	Mantenimiento de equipos de aire acondicionado (Condensador)		2						
					Operación				Mano de obra, materiales y herramientas
					Transporte				
					Espera				
					Inspección				
					Almacenamiento				
					Distancia (m):				
					Tiempo (min-hombre)				
					Costo				
Compuesto por: Carpio Quispe Celia y Quispe Córdova Lisbeth Aprobado por: Glober Rumlche					Total: 35				
Descripción	Cantidad	Tiempo	Distancia	Símbolo					Observaciones
Desconectar aire acondicionado				●	■	▢	➔	▼	
Revisión de UC									
Desarmar carcasa									
Extraer la carcasa y motor ventilador									
Inspeccionar conexiones eléctricas									
Aplicar desincrustante al serpentín									
Esperar tiempo en el que actúa el desincrustante									
Lavar el serpentín									
Peinar las aletas del serpentín									
Transportar la carcasa y motor ventilador hacia zona de lavado									
Lavado del motor compresor									
Lavar la carcasa									
Secar la Carcasa									
Lavar el motor ventilador									
Secar la el motor ventilador									
Verificar vibración de eje, ruido del motor ventilador									
Verificación de helices de motor ventilador									
Lubricación del eje del motor ventilador									
Transportar la carcasa y motor ventilador hacia									
Verificación de los terminales electricos del compresor									
Limpieza de las conexiones eléctricas									
Aplicación de limpia contactos a las conexiones eléctricas									
Se realiza una segunda inspeccion de las conexiones eléctricas									
Revisión de sistema de drenaje									
Instalar las piezas extraídas									
Sellado de la caja de paso con tornillos									
Verificación de ajustes de pernos y vibraciones									
Encendido de equipo									
Toma de mediciones de unidad condensadora.									
toma de mediciones de compresor									
Toma de mediciones de motor ventilador									
Toma de medicion de presión en Línea de refrigerante.									
Inspección visual: Mancha de aceite en algún punto línea succión y descarga									
Inspección de Indicio de fuga: Baja presión de refrigerante									
Verificacion del funcionamiento del equipo									
TOTAL									

Fuente: Elaboración Propia

RTM COLD SERVICE SAC

 GLOBER RUMICHE Y.
 GERENTE GENERAL

Tabla 88. Formato de actividades improductivas del condensador

Datos de la empresa	RTM COLD SERVICE S.A.C.		Fecha
Datos de la colecta	$\% \text{ Actividades improductivas} = \left(\frac{\text{Actividades Improductivas}}{\text{Total de actividades}} \right) \times 100$		
Pre-Test			% Actividades improductivas
Mantenimiento	AI	TA	%AI
Equipos de aire acondicionado			

Fuente: Elaboración Propia


 RTM COLD SERVICE SAC
 GLOBER RUMICHE Y.
 GERENTE GENERAL

Tabla 89. Formato del análisis de flujo de proceso (DAP): Evaporador

ESTUDIO DE MÉTODOS Y MOVIMIENTOS									
ANÁLISIS DE FLUJO DE PROCESO									
Diagrama N° 01	Hoja N° 01	RESUMEN							
Objeto: Equipos de aire acondicionado		Actividad		Pre-Test	Post-Test	Economía			
Actividad: Mantenimiento de equipos de aire acondicionado (Evaporador) Método: Actual		Operación Transporte Espera Inspección Almacenamiento				Mano de obra, materiales y herramientas			
Lugar:									
Operarios: 2	Ficha N° 01	Distancia (m):							
		Tiempo (min-hombre)							
Compuesto por: Carpio Quispe Celia y Quispe Córdova Lisbeth		Costo							
Aprobado por: Glober Rumliche		Total: 29							
Descripción	Cantidad	Tiempo	Distancia	Símbolo					Observaciones
									
Desconectar aire acondicionado									
Revisión de UE									
Desarmar carcasa									
Extraer la carcasa, filtros, rodetes									
Inspeccionar conexiones eléctricas									
Aplicar desincrustante al serpentín									
Esperar tiempo en el que actúa el desincrustante									
Lavar el serpentín									
Peinar las aletas del serpentín									
Transportar la carcasa, filtros y rodetes									
Lavado de filtros									
Espera de secado de filtros									
Lavar la carcasa									
Secar la Carcasa									
Limpieza de los rodetes									
Verificar vibración de eje, ruido de los rodetes									
Lubricación del eje del rodete									
Limpieza de la bomba de condensado									
Transportar la carcasa, filtro y rodete hacia zona de aire acondicionado									
Limpieza de las conexiones eléctricas									
Aplicación de limpia contactos a las conexiones eléctricas									
realizar una segunda inspección de las									
Revisión de sistema de drenaje									
Instalar las piezas extraídas									
Verificación de ajustes de pernos y vibraciones									
Encender el equipo									
Toma de mediciones de unidad									
Toma de temperatura de Línea de succión									
Verificar el funcionamiento correcto del equipo									
TOTAL									

Fuente: Elaboración Propia


RTM COLD SERVICE SAC
GLOBER RUMICHE Y.
GERENTE GENERAL

ANEXO 11

Documentos para validar los instrumentos de medición a través de juicio de expertos



CARTA DE PRESENTACIÓN

Mg. Dr.

Presente

Asunto: VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS A TRAVÉS DE JUICIO DE EXPERTO.

Nos es muy grato comunicarnos con usted para expresarle nuestros saludos y así mismo, hacer de su conocimiento que, siendo estudiante del programa de la Escuela profesional de Ingeniería Industrial de la UCV, en la sede Lima Norte, aula C2, requerimos validar los instrumentos con los cuales recogeremos la información necesaria para poder desarrollar nuestra investigación y con la cual optaremos nuestro título profesional.

El título nombre de nuestro proyecto de investigación es: **“Estudio de trabajo para mejorar la productividad en el área de mantenimiento de RTM Cold Service S.A.C, Lima, 2021”** y siendo imprescindible contar con la aprobación de docentes especializados para poder aplicar los instrumentos en mención, hemos considerado conveniente recurrir a usted, ante su connotada experiencia en temas educativos y/o investigación educativa.

El expediente de validación, que le hacemos llegar contiene:

- Carta de presentación.
- Definiciones conceptuales de las variables y dimensiones.
- Matriz de operacionalización de las variables.
- Certificado de validez de contenido de los instrumentos.

Expresándole nuestros sentimientos de respeto y consideración nos despedimos de usted, no sin antes agradecerle por la atención que dispense a la presente.

Atentamente.



Carpio Quispe, Celia
D.N.I: 47647933



Quispe Córdova, Lisbeth
D.N. I: 76284705

DEFINICIÓN CONCEPTUAL DE LA VARIABLE INDEPENDIENTE Y DIMENSIONES

Variable: ESTUDIO DE TRABAJO

El estudio de trabajo es la evaluación sistemática de los métodos para desempeñar actividades, con la finalidad de mejorar la utilización de los recursos y determinar normas de rendimiento, respecto a las actividades que se están ejecutando. (Kanawaty, 1996)

Dimensiones de la variable:

Dimensión1: ESTUDIO DE TIEMPOS

técnica que tiene como tarea determinar un tiempo estándar aceptable, para realizar una operación dada, esta se basa en la medición del proceso con el método prescrito, tomando en cuenta las demoras personales inevitables y suplementos de fatiga. (Freivalds, y otros, 2004).

Dimensión 2: ESTUDIO DE MÉTODOS Y MOVIMIENTOS

El estudio de métodos y movimientos es una técnica muy importante, ya que además de ser el registro y evaluación crítica sistemática de las modalidades que se llevan a cabo, al ejecutar las actividades, se enfoca en analizar los movimientos realizados por los trabajadores para aquellas actividades. (Tejada, y otros, 2017)

DEFINICIÓN CONCEPTUAL DE LA VARIABLE DEPENDIENTE Y DIMENSIONES

Variable: PRODUCTIVIDAD

La productividad es la conexión entre la producción que se obtiene, ya sea de bienes o servicios, y los recursos a utilizar para su obtención. Se determina también como la utilización eficiente del trabajo, materiales, energía, tierra e información en el proceso productivo. (Prokopenko, 1989).

Dimensiones de la variable:

Dimensión 1: Eficiencia

Es hacer bien las cosas, su índice expresa la buena utilización de los recursos dentro de la producción de un producto en un determinado periodo, su medición es la división de los recursos programados entre los insumos utilizados (García, 2011).

Dimensión 2: Eficacia

Es obtener resultados, su índice expresa el buen resultado en la realización de un producto en un determinado periodo, su medición es la división de los productos logrados y las metas fijadas. (García, 2011)

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LAS VARIABLES INDEPENDIENTE ESTUDIO DEL TRABAJO

N°	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
1	DIMENSIÓN 1: Estudio de tiempos Tiempo normal (TN) y Tiempo estándar (TE) $TN=TO \times FV$; $TE = TN \times (1+S)$ TO = Tiempo observado FV = Factor de valoración S = Suplementarios	X		X		X		
2	Tiempo promedio por cada actividad	X		X		X		
2	DIMENSIÓN 2: Estudio de métodos y movimientos % Actividades improductivas $\left(\frac{\text{Actividades Improductivas}}{\text{Total de actividades}} \right) \times 100\%$	X		X		X		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): _____ SUFICIENCIA _____

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [X] Aplicable después de corregir [] No aplicable []

Apellidos y nombres del juez validador. Dr.: **Jorge Rafael Díaz Dumont** DNI: **08698815**

Especialidad del validador: **Ingeniero Industrial** **12 de junio de 2021**



Dr. Jorge Rafael Díaz Dumont (PND)
INGENIERO EN CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
SIMBOTTI - REGISTRO REGIONAL 15987

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

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

Firma del Experto Informante

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LA VARIABLE DEPENDIENTE PRODUCTIVIDAD

N°	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
1	<p>DIMENSIÓN 1: Eficiencia</p> <p>% de eficiencia $\left(\frac{HT}{HP}\right) \times 100\%$ HT = Horas trabajadas HP = Horas programadas</p>	X		X		X		
2	<p>DIMENSIÓN 2: Eficacia</p> <p>% de eficacia $\left(\frac{CSME}{CSMP}\right) \times 100\%$ CSME = Cantidad de servicios de mantenimiento ejecutado CSMP = Cantidad de servicios de mantenimiento programado</p>	X		X		X		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): _____ SUFICIENCIA _____

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [X] Aplicable después de corregir [] No aplicable []

Apellidos y nombres del juez validador. Dr.: **Jorge Rafael Díaz Dumont** DNI: **08698815**

Especialidad del validador: **Ingeniero Industrial** **12 de junio de 2021**

¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

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

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

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems



Dr. Jorge Rafael Díaz Dumont (PhD)
 INVESTIGADOR CIENTÍFICO Y TECNÓLOGO
 SIMACYT - REGISTRO REGIONAL 15887

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LA VARIABLE INDEPENDIENTE ESTUDIO DE TRABAJO

N°	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
1	DIMENSIÓN 1: Estudio de tiempos Tiempo normal (TN) y Tiempo estándar (TE) $TN=TO \times FV$; $TE = TN \times (1+S)$ TO = Tiempo observado FV = Factor de valoración S = Suplementarios	X		X		X		
2	Tiempo promedio por cada actividad							
2	DIMENSIÓN 2: Estudio de métodos y movimientos % Actividades improductivas $(\frac{\text{Actividades Improductivas}}{\text{Total de actividades}}) \times 100$	X		X		X		

Observaciones (precisar si hay suficiencia):

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [] No aplicable []

Apellidos y nombres del juez validador: Lino Rolando Rodríguez Alegre DNI: 06535058

Especialidad del validador: Ingeniero pesquero tecnólogo 12 de junio de 2021

¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

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

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

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



Firma del Experto Informante.

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LA VARIABLE DEPENDIENTE PRODUCTIVIDAD

Nº	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
1	<p>DIMENSIÓN 1: Eficiencia</p> <p>% de eficiencia $(\frac{HT}{HP}) \times 100$</p> <p>HT = Horas trabajadas HP = Horas programadas</p>	X		X		X		
	DIMENSIÓN 2: Eficacia	Si	No	Si	No	Si	No	
2	<p>% de eficacia $(\frac{CSME}{CSMP}) \times 100$</p> <p>CSME = Cantidad de servicios de mantenimiento ejecutado CSMP = Cantidad de servicios de mantenimiento programado</p>	X		X		X		

Observaciones (precisar si hay suficiencia):

Opinión de aplicabilidad: **Aplicable [x]** **Aplicable después de corregir []** **No aplicable []**

Apellidos y nombres del juez validador: Lino Rolando Rodríguez Alegre **DNI:** 06535058

Especialidad del validador: Mg Administración e Ingeniero pesquero tecnólogo **12 de junio de 2021**

¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

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

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

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



Firma del Experto Informante.

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LA VARIABLE INDEPENDIENTE ESTUDIO DE TRABAJO

Nº	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
1	DIMENSIÓN 1: Estudio de tiempos Tiempo estándar (TE) $TE = TN \times (1+S)$ TN = Tiempo normal S = Suplementarios	X		X		X		
2	Tiempo promedio por cada actividad							
2	DIMENSIÓN 2: Estudio de métodos y movimientos % Actividades improductivas $(\frac{\text{Actividades Improductivas}}{\text{Total de actividades}}) \times 100$	X		X		X		

Observacio

nes (precisar si hay suficiencia): Si hay suficiencia

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [X] Aplicable después de corregir [] No aplicable []

Apellidos y nombres del juez validador: Rosario del Pilar López Padilla DNI: 08163545

Especialidad del validador: Maestra en administración / Ingeniera alimentaria

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

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

4 de julio de 2021



-----CIP 200326-----

Firma del Experto Informante.

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LA VARIABLE DEPENDIENTE PRODUCTIVIDAD

N°	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias	
		Si	No	Si	No	Si	No		
1	<p>DIMENSIÓN 1: Eficiencia</p> <p>% de eficiencia $\left(\frac{HT}{HP}\right) \times 100$ HT = Horas trabajadas HP = Horas programadas</p>	X		X		X			
	DIMENSIÓN 2: Eficacia	Si	No	Si	No	Si	No		
2	<p>% de eficacia $\left(\frac{CSME}{CSMP}\right) \times 100$ CSME = Cantidad de servicios de mantenimiento ejecutado CSMP = Cantidad de servicios de mantenimiento programado</p>	X		X		X			

Observaciones (precisar si hay suficiencia): Si hay suficiencia

Opinión de aplicabilidad: **Aplicable [X]** **Aplicable después de corregir []** **No aplicable []**

Apellidos y nombres del juez validador: Rosario del Pilar López Padilla **DNI:** 08163545

Especialidad del validador: Maestra en administración / Ingeniera alimentaria

4 de julio de 2021



-----CIP 200326-----

Firma del Experto Informante.

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

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

ANEXO 12

Autorización para el levantamiento de información



Rumiche Yamunaque Globber Stiven

RUC: 20603217820

Autorización para el Levantamiento de Información

Yo, **Rumiche Yamunaque Globber Stiven**, identificado con DNI: 45377895, Por medio de la presente autorizo el uso de toda la información necesaria en el desarrollo del proyecto de investigación titulado: **“Estudio de trabajo para mejorar la productividad en el área de mantenimiento de RTM Cold Service S.A.C, Lima, 2021.”** realizado por las señoritas: **Carpio Quispe Celia** identificada con DNI: 47647933 y **Quispe Córdova Lisbeth** identificada con DNI: 76284705.

Lima, 07 de abril del 2021



RTM COLD SERVICE SAC
GLOBER RUMICHE Y.
GERENTE GENERAL

Rumiche Yamunaque Globber Stiven

Gerente general

Fuente: Elaboración Propia

ANEXO 13

Acta de reunión de trabajo

Tabla 92. Acta de reunión de trabajo

 ACTA DE REUNIÓN DE TRABAJO			
Tema: Coordinación de la ejecución del proyecto de investigación		N° de acta: 01	
Citado por: Carpio Quispe Celia y Quispe Córdova Lisbeth		Fecha: 07/06/2021 Inicio: 8 PM Fin: 9 PM	
Dirigido por: Gerencia		Lugar: Plataforma virtual Zoom	
Acuerdos: - Coordinar la implementación del proyecto de investigación en la compañía - Utilizar confidencialmente los datos de la empresa			
PARTICIPANTES			
N°	APELLIDOS Y NOMBRES	CARGO	ASISTENCIA
1	Rumiche Yamunaque, Globber Stiven	Gerente general	x
2	Motta Vega, Juan Carlos	Sub Gerente	x
3	Silva Llontop, Jorge Armando	Jefe de operaciones	x
4	Carpio Quispe, Celia	Investigadora	x
5	Quispe Córdova, Lisbeth	Investigadora	x

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 14

Acta de reunión de trabajo

Tabla 93. Acta de reunión de la presentación de mejoras

 ACTA DE REUNIÓN DE TRABAJO			
Tema: Presentación de las propuestas de mejora y presupuesto		N° de acta: 02	
Citado por: Carpio Quispe Celia y Quispe Córdova Lisbeth		Fecha: 10/09/2021	Hora: 4:00 PM- 4:40 PM
Dirigido por: Gerencia		Lugar: Plataforma virtual Zoom	
Acuerdos: - Presentación de las propuestas de mejora - Autorización de la implementación del proyecto expuesto			
PARTICIPANTES			
N°	APELLIDOS Y NOMBRES	CARGO	ASISTENCIA
1	Rumiche Yamunaque, Globber Stiven	Gerente general	x
2	Motta Vega, Juan Carlos	Sub Gerente	x
3	Silva Llontop, Jorge Armando	Jefe de operaciones	x
4	Carpio Quispe, Celia	Investigadora	x
5	Quispe Córdova, Lisbeth	Investigadora	x

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 15

Acta de reunión de trabajo

Tabla 94. Acta de reunión de la capacitación

 ACTA DE REUNIÓN DE TRABAJO			
Tema: Capacitación y charla informativa del estudio de trabajo		N° de acta: 03	
Citado por: Carpio Quispe Celia y Quispe Córdova Lisbeth		Fecha: 17/09/21	Hora: 6:00 pm a 6:30 pm
Dirigido por: Carpio Quispe Celia y Quispe Córdova Lisbeth		Lugar: Plataforma virtual Zoom	
Acuerdos: - Comunicar sobre la implementación de las mejoras propuestas - Explicar los métodos de trabajo propuestos			
PARTICIPANTES			
N°	APELLIDOS Y NOMBRES	CARGO	ASISTENCIA
1	Rumiche Yamunaque, Globber Stiven	Gerente general	x
2	Motta Vega, Juan Carlos	Sub Gerente	x
3	Silva Llontop, Jorge Armando	Jefe de operaciones	x
4	Viera Mondragon, Victor Manuel	Técnico electricista	x
5	Sosa More, Israel	Técnico electricista	x
6	Rodriguez Valencia, Jhostin Samuel	Técnico electricista	x
7	Quispe Malpartida, Marco Antonio	Técnico frigorista	x
8	Gómez Viera, Giancarlo Olivermike	Técnico frigorista	x
9	Campomanes Parra, Jorge Luis	Técnico frigorista	x
10	Caramantin Torres, Rafael	Técnico de apoyo	x
11	Orilla Ortega, Joel Eduardo	Técnico de apoyo	x
12	Carpio Quispe, Celia	Investigadora	x
13	Quispe Córdova, Lisbeth	Investigadora	x

Fuente: Elaboración propia



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, ESPEJO PEÑA DENNIS ALBERTO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA INDUSTRIAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA NORTE, asesor de Tesis titulada: "Estudio de trabajo para mejorar la productividad en el área de mantenimiento de RTM Cold Service S.A.C, Lima, 2021", cuyos autores son CARPIO QUISPE CELIA, QUISPE CORDOVA LISBETH, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 17.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

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

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

LIMA, 12 de Diciembre del 2021

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
ESPEJO PEÑA DENNIS ALBERTO DNI: 42362677 ORCID: 0000-0002-0545-5018	Firmado electrónicamente por: DESPEJOP el 12-12- 2021 07:19:54

Código documento Trilce: TRI - 0218903