

Universidad de Lima  
Facultad de Ingeniería y Arquitectura  
Carrera de Ingeniería Industrial



# **MEJORA EN EL ÁREA TÉCNICA DE LA EMPRESA DE REFRIGERACIÓN Y AIRE ACONDICIONADO FRIO GROUP S.A.C.**

Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Industrial

**Juan Manuel Girao Quispe**

**Código 20111851**

**Paulo Antonio Obeso Herrera**

**Código 20112929**

**Asesor**

**Carlos Augusto Lizárraga Portugal**

Lima - Perú

Junio de 2019





**IMPROVEMENT IN THE TECHNICAL AREA  
OF THE REFRIGERATION AND AIR  
CONDITIONING COMPANY FRIO GROUP  
S.A.C.**

# TABLA DE CONTENIDO

<b>RESUMEN EJECUTIVO .....</b>	<b>1</b>
<b>EXECUTIVE SUMMARY .....</b>	<b>3</b>
<b>CAPÍTULO I: CONSIDERACIONES GENERALES DE LA INVESTIGACIÓN</b>	<b>5</b>
1.1. Antecedentes de la empresa.....	5
1.1.1 Breve descripción de la empresa y reseña .....	5
1.1.2 Descripción de los productos o servicios ofrecidos.....	6
1.1.3 Descripción del mercado objetivo de la empresa .....	10
1.1.4 Estrategia general de la empresa.....	11
1.1.5 Descripción de la problemática actual de la empresa .....	11
1.2. Objetivos de la investigación (general y específicos) .....	12
1.3. Alcance y limitaciones de la investigación.....	13
1.4. Justificación de la investigación .....	13
1.5. Hipótesis de la investigación .....	14
1.6. Marco referencial.....	14
1.7. Marco conceptual.....	16
<b>CAPÍTULO II: ANÁLISIS SITUACIONAL DE LA EMPRESA Y SELECCIÓN DEL SISTEMA O PROCESO A SER MEJORADO .....</b>	<b>18</b>
2.1. Análisis del entorno global .....	18
2.1.1. Análisis del entorno global .....	18
2.1.2. Análisis del entorno competitivo .....	19
2.1.3. Identificación y evaluación de las oportunidades y amenazas del entorno .....	22
2.2. Análisis interno de la empresa .....	24
2.2.1. Análisis del direccionamiento estratégico: visión, misión y objetivos organizacionales .....	24
2.1.3. Análisis de la estructura organizacional .....	26
2.2.3. Identificación y descripción general de los procesos claves.....	28
2.2.4. Análisis de los indicadores generales de desempeño de los procesos claves-línea base.....	31
2.2.5. Determinación de posibles oportunidades de mejora .....	34
2.2.6. Identificación y evaluación de las fortalezas y debilidades de la empresa .....	35
2.2.7. Selección del sistema o proceso a mejorar .....	38
<b>Capítulo III: DIAGNÓSTICO DEL SISTEMA O PROCESO OBJETIVO DE ESTUDIO .....</b>	<b>41</b>

3.1. Análisis del sistema o proceso objeto de estudio.....	41
3.1.1. Descripción detallada del Área Técnica de la empresa Frio Group S.A.C.....	41
3.1.2. Análisis de los indicadores específicos de desempeño del sistema o proceso.....	43
3.2. Determinación de las causas raíces de los problemas hallados .....	45
<b>Capítulo IV: DETERMINACIÓN DE LA PROPUESTA DE SOLUCIÓN .....</b>	<b>49</b>
4.1. Planeamiento de alternativas de solución .....	49
<b>Capítulo V: DESARROLLO Y PLANIFICACIÓN DE LAS SOLUCIONES .....</b>	<b>51</b>
5.1. Ingeniería de la solución .....	51
5.1.1. Desarrollo de proceso y formatos para el Área de Servicio Técnico.....	51
5.1.2. Mejora en procesos de mantenimiento con más reclamos.....	54
5.1.3. Desarrollo de un sistema para la adquisición de materiales y repuesto .....	83
5.2. Plan de implementación de la solución.....	89
5.2.1. Objetivos y metas.....	89
5.2.2. Elaboración del presupuesto general requerido para la ejecución de la solución.....	90
5.2.3. Actividades y cronograma de implementación de la solución.....	92
<b>Capítulo VI: ECONÓMICA FINANCIERA DE LA SOLUCIÓN .....</b>	<b>93</b>
6.1. Análisis Financiero .....	93
6.1.1 Beneficios Económicos por aumento de capacidad de mano de obra .....	93
6.1.2 Ahorros Económicos.....	97
6.1.3 Fondo de flujo económico de la mejora.....	97
6.2. Análisis de sensibilidad .....	98
6.2.1 Análisis de VAN y TIR .....	100
6.2.2 Análisis Tornado y Araña .....	102
<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>105</b>
<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>106</b>
<b>REFERENCIAS.....</b>	<b>108</b>
<b>BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>109</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>110</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 Oportunidades y Amenazas .....	22
Tabla 2.2 Cuadro de enfrentamiento de factores para las oportunidades .....	23
Tabla 2.3 Cuadro de enfrentamiento de factores para las amenazas .....	23
Tabla 2.4 Matriz EFE.....	24
Tabla 2.5 Fortalezas y Debilidades .....	35
Tabla 2.6 Cuadro de enfrentamiento de factores para las fortalezas .....	36
Tabla 2.7 Cuadro de enfrentamiento de factores para las debilidades.....	36
Tabla 2.8 Matriz EFI.....	37
Tabla 2.9 Procesos claves de la empresa Frio Group S.A.C. ....	38
Tabla 2.10 Matriz de enfrentamiento de factores de la empresa Frio Group S.A.C.....	38
Tabla 2.11 Cuadro de Calificación de Factores .....	39
Tabla 2.12 Cuadro de Selección del Área a Mejorar .....	40
Tabla 3.1 Participación del Área Técnica de la empresa Frio Group S.A.C. en los ingresos totales .....	43
Tabla 3.2 Indicadores del Área de Servicio Técnico y Logístico de la empresa Frio Group S.A.C.....	44
Tabla 3.3 Análisis de J.P. Tibouth del Área Técnica de la empresa Frio Group S.A.C. ....	46
Tabla 4.1 Propuesta de solución .....	50
Tabla 5.1 Trabajos realizados en los años 2015 y 2016 por el Área Técnica de la empresa Frio Group S.A.C.....	55
Tabla 5.2 Reclamos por servicio durante los años 2015 y 2016.....	55
Tabla 5.3 Causas de reclamos más frecuentes en los problemas principales del Área Técnica de la empresa Frio Group S.A.C.....	57
Tabla 5.4 Pasos para el mantenimiento preventivo de equipo de aire acondicionado residencial menor a 36 000 BTU.....	60
Tabla 5.5 Análisis de Pareto para tiempos del proceso de mantenimiento preventivo de equipos de aire acondicionado residenciales no mayor a 36 000 BTU.....	62
Tabla 5.6 Análisis de los cinco porqués para el proceso de mantenimiento preventivo de equipo de aire acondicionado residencial menor a 36 000 BTU.....	64

Tabla 5.7 Comparativo de tiempos en la mejora del mantenimiento preventivo de aire acondicionado residenciales menores a 36 000 BTU.....	66
Tabla 5.8 Tiempos para el mantenimiento preventivo de exhibidoras de frio autocontenidas menores a 2,5m.....	69
Tabla 5.9 Análisis de Pareto para tiempos del proceso de mantenimiento preventivo de exhibidoras de frio autocontenidas menores a 2,5m.....	71
Tabla 5.10 Análisis de los cinco porqués para el mantenimiento preventivo de exhibidoras de frio autocontenidas menores a 2,5m.....	73
Tabla 5.11 Comparativo de tiempos en la mejora del mantenimiento preventivo de exhibidoras de frio autocontenidas menores a 2,5m después de la mejora.....	75
Tabla 5.12 Tiempos para el mantenimiento correctivo de equipos de aire acondicionados residenciales no mayores a 36 000 BTU.....	77
Tabla 5.13 Comparativo de tiempos en la mejora del mantenimiento reactivo de equipos de aire acondicionado residenciales no mayores 36 000 BTU después de la mejora .....	81
Tabla 5.14 Resumen de mejora de tiempos.....	83
Tabla 5.15 Solicitud de materiales y repuestos del Área Técnica de la empresa Frio Group S.A.C.....	84
Tabla 5.16 Proyectado de ventas servicio técnico de la empresa Frio Group S.A.C.....	87
Tabla 5.17 Lead time proveedores de la empresa Frio Group S.A.C.....	87
Tabla 5.18 Cálculo de punto de reorden.....	88
Tabla 5.19 Objetivos y Metas dentro del Área Técnica de la empresa Frio Group S.A.C.....	89
Tabla 5.20 Herramientas a ser adquiridas para la mejora de la empresa Frio Group S.A.C.....	90
Tabla 5.21 Repuestos y materiales a ser adquiridos para stock inicial de mejora en la empresa Frio Group S.A.C.....	90
Tabla 5.22 Cronograma de implementación de la solución en la empresa Frio Group S.A.C .....	92
Tabla 6.1 Ahorro de horas hombre en Servicio Técnicos de la empresa Frio Group S.A.C.....	93
Tabla 6.2 Solicitud de atenciones por servicio del Área Técnica de la empresa Frio Group S.A.C.....	94

Tabla 6.3 Proporción servicios de mantenimiento de la empresa Frio Group S.A.C.....	94
Tabla 6.4 Precios de venta promedio de servicios de mantenimiento de la empresa Frio Group S.A.C.....	95
Tabla 6.5 Beneficio por la atención de servicios no atendidos por falta de capacidad....	96
Tabla 6.6 Aumento de ingresos estimados por año después de mejora en principales procesos de mantenimiento de Frio Group S.A.C.....	96
Tabla 6.7 Sobrecostos por atender los reclamos en servicios de la empresa Frio Group S.A.C.....	97
Tabla 6.8 Fondo de flujo económico de mejora aplicada al área técnica de Frio Group S.A.C. ....	98
Tabla 6.9 Análisis de variables de entrada del modelo de sensibilidad.....	103



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Vitrina refrigerada Haier-Carrier.....	7
Figura 1.2 Compresores Semi-Herméticos Coopeland.....	7
Figura 1.3 Evaporadores de Pared Kobol .....	8
Figura 1.4 Central de Frío Zero Zone .....	8
Figura 1.5 Mini Split Haier .....	9
Figura 1.6 Chiller Carrier.....	9
Figura 1.7 VRF Haier .....	10
Figura 2.1 Estructura Organizacional Frio Group S.A.C. ....	26
Figura 2.2 Estructura Organizacional Técnica – Frio Group S.A.C.....	28
Figura 2.3 Mapa de Macro Proceso Frio Group S.A.C. ....	29
Figura 2.4 Perspectiva de Control Balanced Scorecard.....	32
Figura 2.5 Tablero de Control Procesos Claves de la empresa Frio Group S.A.C.....	33
Figura 3.1 Técnica de los cinco porqués del Área Técnica de la empresa Frio Group S.A.C.....	47
Figura 5.1 Diagrama de Proceso Propuesto .....	52
Figura 5.2 Formato de Plan de Trabajo de la empresa Frio Group S.A.C. ....	53
Figura 5.3 Formato de Orden de Trabajo para el Área Técnica de la empresa Frio Group S.A.C.....	54
Figura 5.4 Diagrama de Pareto-Reclamos de Instalación y Mantenimiento de Muebles de Frío .....	56
Figura 5.5 Diagrama de Pareto de las causas de reclamos por problemas del Área Técnica de la empresa Frio Group S.A.C.....	57
Figura 5.6 DOP del proceso actual de mantenimiento preventivo de equipos de aire acondicionado residencial no mayor a 36 000 BTU.....	61
Figura 5.7 Diagrama de Pareto para tiempos del proceso de mantenimiento preventivo de equipos de aire acondicionado residenciales no mayor a 36 000 BTU.....	63
Figura 5.8 DOP de la mejora en el proceso de mantenimiento preventivo de equipos de aire acondicionado residenciales menores a 36 000 BTU.....	65
Figura 5.9 Mantenimiento preventivo de aire acondicionado residencial no mayor a 36 000 BTU.....	67

Figura 5.10 DOP del Proceso Actual del mantenimiento preventivo de exhibidoras de frio autocontenidas menores a 2,5m.....	70
Figura 5.11 Diagrama de Pareto para tiempos del proceso de mantenimiento preventivo de exhibidoras de frio autocontenidas menores a 2,5m.....	72
Figura 5.12 DOP de la mejora de proceso de mantenimiento preventivo de exhibidoras de frio autocontenidas menores a 2,5m.....	74
Figura 5.13 Plan de trabajo para el mantenimiento preventivo de exhibidoras de frio autocontenidas menores a 2,5m después de la mejora.....	76
Figura 5.14 DOP del proceso de mantenimiento reactivo de equipos de aire acondicionados residenciales no mayores a 36 000 BTU.....	78
Figura 5.15 DOP del proceso de mantenimiento reactivo de equipos de aire acondicionados residenciales no mayores a 36 000 BTU después de la mejora .....	80
Figura 5.16 Plan de trabajo para el mantenimiento reactivo de equipos de aire acondicionado residenciales menores a 36 000 BTU después de la mejora, el cual tendrá una vigencia de un año para el área técnica de Frio Group S.A.C. ....	82
Figura 5.17 Diagrama de Pareto-Materiales e Insumos solicitados .....	85
Figura 5.18 Diagrama de Pareto-Repuestos Solicitados .....	85
Figura 5.19 Modelo para el cálculo del punto de reorden.....	86
Figura 5.20 Modelo a utilizar.....	88
Figura 6.1 Probabilidad que el VAN sea positivo.....	100
Figura 6.2 Riesgo de inversión del proyecto.....	101
Figura 6.3 Evaluación de la TIR con variación en costo de oportunidad.....	101
Figura 6.4 Análisis tornado de Frio Group S.A.C.....	102
Figura 6.5 Gráfico de araña de variables independientes.....	104

## RESUMEN EJECUTIVO

Los procesos dentro de las organizaciones son fundamentales para un correcto funcionamiento integral de todas sus áreas. Desarrollarlos de manera apropiada no solo significa mantener un orden, pero también tener mejor tiempo de respuesta, ser más productivos y sobre todo reducir sobrecostos.

Tomando en consideración la premisa anterior y con el uso de técnicas de ingeniería industrial, la presente tesis plantea la mejora del área técnica de la empresa Frio Group S.A.C.

Se determinó que la implementación de una mejora en la gestión del servicio técnico de la empresa Frio Group S.A.C. y el desarrollo de un sistema de adquisición de materiales y repuestos para dicha área logrará reducir al alto número de reclamos que presenta el área. De esta manera, se diseñó el procedimiento para la atención de solicitudes, se realizó un estudio de tiempos de los principales procesos del área técnica con la finalidad de rediseñarlos, obteniendo como consecuencia un aumento de capacidad disponible de la mano de obra en 176,97 horas anuales, las cuales significan poder atender más servicios con la misma cantidad de mano de obra , generando así beneficios de S/47 800 anuales debido a atención de servicios dejados de lado por falta de capacidad de mano de obra , al menos S/ 39 000 de ingresos adicionales por aumento de ventas y un ahorro de S/ 20 772 al reducir los sobrecostos generados por atender reclamos de clientes debido a deficiencias del servicio técnico. Adicionalmente, se logró reducir el tiempo de espera por repuestos e insumos, eliminando este tiempo en general de los principales procesos del servicio técnico de Frio Group S.A.C.

Para lograr la mejora es necesario realizar una inversión inicial de S/ 51 359, en los cuales están contemplados herramientas para mejorar tiempos de principales procesos de mantenimiento, adquisición de repuestos y materiales según el punto de reorden calculado para agilizar los tiempos de los trabajos y la comisión por contratación de coordinador técnico encargado de gestionar el plan de mejora.

Se obtendrán beneficios económicos anuales, de aproximadamente S/ 119 272 para el primer año con un VAN de S/ 53 610 a una tasa del 20%, y una TIR de 83,91%. La inversión será recuperada en 1 año 6 meses y 7 días. El análisis de riesgo de inversión

del proyecto indica que existe una probabilidad del 89,26% de que el valor del VAN sea positivo al igual que un riesgo del 10,74% para la inversión, lo cual hace viable la mejora en la gestión del servicio técnico de la empresa Frio Group S.A.C.

**Palabras clave:** refrigeración, aire acondicionado, servicio técnico, mantenimiento, plan de mantenimiento.



## **EXECUTIVE SUMMARY**

The processes within organizations are fundamental for the proper functioning of all their areas. Developing them in an appropriate manner not only means maintaining order, but also having a better response time, being more productive and above all reducing cost overruns.

Taking into consideration the previous premise and with the use of industrial engineering techniques, the presented research work is about the improvement of the technical area of the company Frio Group S.A.C.

It was determined that the implementation of an improvement in the management of the technical service of the company Frio Group S.A.C. and the development of a procurement system for materials and spare parts this area will reduce the high number of claims presented by the area. In this way, the procedure for the attention of requests was designed, a time study of the main processes of the technical area was carried out with the purpose of redesigning them, obtaining as a consequence an increase of available capacity of the workforce in 176,97 annual hours, which means being able to serve more services with the same amount of labor, thus generating benefits of S/ 47 800 per year due to service attention left aside due to lack of availability, at least S/ 39 000 of additional income per increase of sales and savings of S/ 20 772 by reducing the cost overruns generated by customers due to technical service deficiencies. Additionally, it was possible to reduce the waiting time for spare parts and supplies, eliminating this time in general from the main processes of the technical service of Frio Group S.A.C.

To achieve the improvement it is necessary to make an initial investment of S/ 51 359, in which tools are included to improve times of main maintenance processes, acquisition of spare parts and materials according to the reorder point calculated to speed up the times of the works and the commission for hiring a technical coordinator responsible for managing the improvement plan.

Annual economic benefits will be obtained, of approximately S/ 119 272 for the first year with NPV of S/ 53 610 at a rate of 20%, and an IRR of 83,91%. The investment will be recovered in 1 year, 6 months and 7 days. The risk analysis of the project

investment indicates that there is a probability of 89,26% of the value of the positive sea NPV, as well as the risk of 10,74% for the investment, which makes it possible to improve the management of the service of the company Frio Group S.A.C.

**Keywords:** refrigeration, air conditioning, technical service, maintenance, maintenance plan

# **CAPÍTULO I: CONSIDERACIONES GENERALES DE LA INVESTIGACIÓN**

## **1.1. Antecedentes de la empresa**

### **1.1.1 Breve descripción de la empresa y reseña**

La empresa Frio Group S.A.C. (RUC: 20543702618, CIU: 52391), es una pequeña empresa con cinco años en el mercado nacional dedicada a la venta, diseño, instalación y mantenimiento de equipos de Refrigeración y Aire Acondicionado para aplicación Comercial e Industrial, así como equipamiento complementario para supermercados, tiendas por departamentos, restaurantes, agro-industria, centros de distribución, centros de procesamiento de alimentos e industrias relacionadas. El principal mercado objetivo geográficamente es Lima y Piura, donde se vende a través de representantes, distribuidores y directamente a usuarios finales.

En la actualidad son dos sectores en los que tiene presencia la empresa Frio Group S.A.C. y con los cuales genera casi la totalidad de su facturación. Estos son el sector del Supermercado y el sector de Construcción.

Los equipos de aire acondicionado son comercializados, por lo general, por medio del desarrollo de proyectos para el sector de construcción. La empresa Frio Group S.A.C. se encarga de la selección de equipos, cálculo de cargas térmicas, desarrollo de planos y de la instalación de los equipos que adquiere el cliente. Es oportuno mencionar que este sector sigue la tendencia global hacia el consumo y utilización de recursos menos contaminantes, esto lleva a que se busque innovar en tecnologías que reduzcan los niveles de contaminación que impacten a menor medida al medio ambiente. Por ello, la empresa Frio Group S.A.C. comercializa equipos altamente eficientes para disminuir los gastos operativos y que utilizan refrigerantes considerados como menos dañinos a la capa de ozono.

Con respecto a la comercialización de los equipos de refrigeración, son los de aplicación comercial los que generan los mayores ingresos para la empresa Frio Group S.A.C. a lo largo de su existencia ha logrado tener una aceptable participación de mercado en el sector de Supermercado con estos equipos.

Sus principales clientes son las empresas que poseen las cadenas más importantes de supermercados en el Perú, como, por ejemplo: Supermercados Peruanos, Cencosud, Grupo Falabella y Makro. Adicionalmente, se les brinda el servicio de mantenimiento preventivo de equipos de refrigeración para dichas compañías.

Tanto el mercado de refrigeración como el mercado de aire acondicionado son mercados muy técnicos motivo por el cual aproximadamente el 50% de los trabajadores de la empresa Frio Grupo S.A.C. es personal técnico. En total la empresa cuenta con alrededor 40 trabajadores distribuidos en cuatro áreas principales: (a) Área de Administración y Finanzas, (b) Área de Proyectos, (c) Área Comercial y (d) Área Técnica.

La gran mayoría de los equipos son importados de países como China, Italia, España y Estados Unidos. Las ventas con los clientes más importantes se dan por proyectos; es decir, la empresa Frio Group S.A.C. se presenta a una licitación y si resulta ganador, el contratante hace el pedido de los equipos y la empresa Frio Group S.A.C. se encarga desde la importación de estos equipos hasta la instalación de estos en la localidad que indique el cliente.

Adicionalmente, la empresa Frio Group S.A.C. cuenta con un almacén de 1 200 m<sup>2</sup>. La razón principal de tener un almacén fue la posibilidad de poder almacenar mercadería para proyectos asignados a la empresa y también tener un stock razonable de equipos y repuestos para cualquier venta directa que pudiera existir.

### **1.1.2 Descripción de los productos o servicios ofrecidos**

La empresa Frio Group S.A.C. como se mencionó está situada en el rubro de refrigeración comercial y aire acondicionado. Dentro de sus actividades está la venta, instalación, mantenimiento de equipos de refrigeración comercial y aire acondicionado. A continuación, se describirán los principales productos y servicios ofrecidos por la empresa.

#### **A) Equipos de refrigeración comercial:**

- **Vitrinas Refrigeradas:** Son muebles frigoríficos para conservar o congelar comida perecible. Dentro de sus muchas presentaciones, estas vitrinas pueden ser libre o autoservicio. Dependiendo del modelo y tipo de producto a almacenar estos muebles pueden tener puertas. La marca más comercializada por la empresa Frio Group S.A.C. es Haier-Carrier de procedencia China.

## Figura 1.1

*Vitrina refrigerada Haier-Carrier*



Fuente: Área Comercial de la empresa Frio Group S.A.C. (2015)

- **Compresores:** Son encargados de administrar la distribución del gas refrigerante. Estos alteran la presión del refrigerante de vapor de baja a alta presión. Existen muchos tipos de compresores como, por ejemplo: herméticos, semi-herméticos, scroll y tipo tornillo.

## Figura 1.2

*Compresores Semi-Herméticos Copeland*



Fuente: Área Técnica de la empresa Frio Group S.A.C. (2015)

- **Evaporadores:** Unidad interior del equipo de aire acondicionado y/o refrigeración que cumple la función de intercambiador de calor con la finalidad de reducir la temperatura del aire circundante.

**Figura 1.3**

*Evaporadores de Pared Kobol*



Fuente: Área Técnica de la empresa Frio Group S.A.C. (2015)

- **Centrales de frío / Unidades condensadoras:** Las centrales de frío tienen una tecnología que controla mejor la capacidad y da mayor estabilidad al funcionamiento de los sistemas de refrigeración para establecimientos como supermercados y cámaras frigoríficas. Normalmente está compuesta por compresores.

**Figura 1.4**

*Central de Frío Zero Zone*



Fuente: Área Técnica de la empresa Frio Group S.A.C. (2015)

## **B) Equipos de refrigeración comercial:**

- **Mini Split:** Son equipos de aire acondicionado compuestos por dos partes. Una unidad interior llamada evaporador y otra unidad exterior conocida como condensador.

**Figura 1.5**

*Mini Split Haier*



Fuente: Área Comercial de la empresa Frio Group S.A.C. (2015)

- **Chillers:** Sistema de aire acondicionado refrigerado por agua que enfría el aire interior de un espacio. Su uso normalmente se da en edificios comerciales, hospitales, universidades, etc.

**Figura 1.6**

*Chiller Carrier*



Fuente: Área Técnica de la empresa Frio Group S.A.C. (2015)

- **Sistema de aire acondicionado VRF:** Son sistemas de aire acondicionado en los cuales la producción energética es proporcional a la demanda y se transporta únicamente el caudal de refrigerante necesario para satisfacer la demanda térmica puntual de un ambiente. Este tipo de sistema en la actualidad es considerado el más eficiente.

## **Figura 1.7**

*VRF Haier*



Fuente: Área Técnica de la empresa Frio Group S.A.C. (2015)

### **C) Instalación de equipos de refrigeración comercial y aire acondicionado:**

La empresa Frio Group S.A.C. además de proveer los equipos a sus clientes, realiza la instalación de los mismos. La instalación es realizada tomando en cuenta los tiempos del cliente y utilizando materiales de calidad que aseguren una larga vida al trabajo realizado. Durante las instalaciones se realizan trabajos de ensamblaje, soldadura y eléctrico.

### **D) Mantenimiento de equipos de refrigeración comercial y aire acondicionado:**

La empresa Frio Group S.A.C. está en capacidad de brindar el servicio de mantenimiento preventivo y correctivo de equipos de refrigeración y aire acondicionado las 24 horas durante los 7 días de la semana del año. Actualmente, se realiza el servicio de mantenimiento preventivo y correctivo a Supermercados Peruanos S.A. (Plaza Veá) para sus equipos de refrigeración y aire acondicionado. El mantenimiento preventivo consta del lavado de equipos, revisión técnica de los mismos e identificación de fallos existente. Consecuentemente, se brinda el servicio de emergencias cuando algunos de dichos equipos dejan de funcionar.

### **1.1.3 Descripción del mercado objetivo de la empresa**

Actualmente, la empresa Frio Group S.A.C. se encuentra enfocado en dos sectores del mercado peruano: (a) La construcción y (b) Supermercados, a los cuales considera como su principal mercado objetivo para aire acondicionado y refrigeración comercial respectivamente.

Para el sector construcción, la empresa Frio Group S.A.C. va de la mano con el suministro e instalación de equipos de aire acondicionado, principalmente a los siguientes segmentos de mercado: edificios comerciales, centros comerciales, universidades, casinos, hospitales, hoteles y plantas industriales.

Por otra parte, el lado de la refrigeración comercial de la empresa Frio Group S.A.C. tiene fuerte presencia en los supermercados nacionales. Principalmente, sus equipos de refrigeración comercial están orientados al siguiente segmento de mercado: supermercados; tiendas por conveniencia, empresas pesqueras, restaurantes, cadenas de minimarkets y pastelerías. Cabe resaltar que el principal cliente actualmente de la empresa Frio Group S.A.C. es Supermercados Peruanos S.A., con sus tiendas Vivanda y Plaza Vea.

#### **1.1.4 Estrategia general de la empresa**

Las estrategias de la empresa Frio Group S.A.C. se basan en diferenciación de sus equipos y servicios a través de sus socios estratégicos, puesto que buscan satisfacer a sus clientes en base a una excelente calidad del servicio ejecutado y cumplimiento en los plazos establecidos.

El objetivo principal que tiene la empresa Frio Group S.A.C. es; incrementar la satisfacción del cliente con las propuestas técnicas y económicas, también con los trabajos ejecutados (post-servicio), dicha diferenciación está soportado en el know how técnico, capacitaciones y entrenamientos del personal técnico y representaciones exclusivas. Cumpliendo estos objetivos la empresa Frio Group S.A.C. logrará una ventaja competitiva y con ello un nivel de aceptación importante en ambos mercados.

La estrategia de diferenciación en los equipos está relacionada también con el uso de nuevas tecnologías no contaminantes, partes eficientes y ahorro energético. Realizando esto la empresa Frio Group S.A.C. ha podido captar nuevos clientes, pero se le complica retenerlos.

#### **1.1.5 Descripción de la problemática actual de la empresa**

En el 2011 la empresa estaba constituida por un Gerente General y una asistente administrativa, en ese año no había personal técnico y su único cliente era Supermercados Peruanos S.A., por tales motivos sus ingresos eran bajos; ya que la empresa estaba enfocada al tema de refrigeración. Los años siguientes la empresa Frio Group S.A.C. ha

ido logrando un crecimiento; esto quiere decir, que ya no solo estaba enfocado en productos de refrigeración, sino que empezó a adquirir conocimientos técnicos e importar productos de aire acondicionado y es así que a la fecha cuenta con sus dos líneas de productos (aire acondicionado y refrigeración). Pero este crecimiento no se ve reflejado en sus procesos internos, ya que a pesar que la empresa cuenta con políticas establecidas para realizar sus procedimientos en cada área, el personal muchas veces hace caso omiso de estos documentos e inclusive ni si quiera tienen conocimientos de ellos.

Por otra parte, en la empresa no cuenta con indicadores de gestión, eficiencia y otros para poder evaluarla y constatar que la empresa Frio Group S.A.C. está teniendo mejoras. Así mismo, muchas veces la ejecución de proyectos sobrepasa el costo inicial estimado en su momento y esto afecta la utilidad de este.

Son pocos los procesos que tienen procedimientos definidos, lo cual genera que muchas veces se dé reprocesos en la mayoría de las áreas generando sobrecostos innecesarios (aproximadamente un 5% de la utilidad final, según la información recibida por la Gerencia de Finanzas). Desde inicios de actividades en la empresa Frio Group S.A.C. se pudo evidenciar aumento en las facturaciones; sin embargo, esto no ha significado un crecimiento en sus utilidades.

Se sabe que en las instalaciones frigoríficas y de aire acondicionado, por lo general las ganancias son mínimas; esto se debe a que durante todo el proyecto existen distintas variantes que afectan y generan un cambio en la cotización inicial.

Además, existen otros factores que no están bajo el control de la empresa Frio Group S.A.C. y que logran interferir con el correcto desarrollo de las actividades de la empresa, por ejemplo, el incumplimiento de acuerdos por parte de proveedores claves, demoras en el proceso de importación y escasez de mano de obra técnica calificada y experimentada.

## **1.2. Objetivos de la investigación (general y específicos)**

### **Objetivo general**

Mejora en la empresa Frio Group S.A.C. a partir de un nuevo sistema de gestión en sus procesos técnicos.

## **Objetivos Específicos**

- Realizar el análisis de los procesos de la organización para determinar los problemas en el Área Técnica de la empresa Frio Group S.A.C
- Analizar los problemas en el Área Técnica de la empresa Frio Group S.A.C. para determinar las causas raíces y sus efectos.
- Proponer alternativas de solución y seleccionar la más adecuada a los objetivos de la empresa.
- Evaluar la viabilidad del proyecto técnica, económica y financieramente.

### **1.3. Alcance y limitaciones de la investigación**

La investigación es de una mejora aplicada al Área Técnica de la empresa Frio Group S.A.C., estudio que se realizó dentro del año 2016, empleando la data disponible desde el 2015.

Existen limitaciones de información, puesto que no se encuentra registro ni indicadores, ya que el personal no maneja todos los datos. Se harán entrevistas con los jefes y gerentes; así mismo, se revisará el comportamiento histórico y se construirá los indicadores.

### **1.4. Justificación de la investigación**

#### **Justificación Técnica**

El proyecto es viable pues se cuenta con la competencia y conocimiento de herramientas de ingeniería industrial y también la empresa Frio Group S.A.C. brinda acceso a sus principales procesos, es posible obtener mejoras utilizando herramientas de gestión de indicadores, identificación de problemas raíz y análisis de data.

#### **Justificación Económica**

El proyecto es factible, ya que al realizarse la mejora habrá una reducción de sobrecostos cuando se genera un reproceso, teniendo así más ventas e instalaciones de equipos con clientes satisfechos. Esto se evidenciará al constatarse con los indicadores financieros y operativos implementados.

## **Justificación Social**

Este proyecto de mejora integral impulsará las ventas de equipos e instalaciones para Frio Group S.A.C., generando de esta manera el aumento en la demanda de trabajo y; por lo tanto, el empleo de una mayor cantidad de colaboradores para el cumplimiento de las tareas que se le otorgará a la empresa. Así hay un impacto en las economías de los actuales colaboradores y nuevos a ser necesitados por parte de la empresa.

### **1.5. Hipótesis de la investigación**

La mejora en la empresa Frio Group S.A.C. es factible; aplicando un nuevo sistema de gestión en sus procesos técnicos.

### **1.6. Marco referencial**

Como marco de referencia se tiene:

Núñez Urrutia, E. E. (2018). Mejora en las áreas de Ingeniería y Proyectos de la empresa Autorel en el rubro de refrigeración y ventilación.

Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Industrial en la Universidad de Lima. El beneficio a obtener de esta referencia es entender como una mejora en el área de proyectos de la empresa Aurotel, permite el aumento de sus ingresos y también la disminución de las penalidades por atrasos en entrega de proyectos, lo cual se asemeja con las penalidades de Frio Group S.A.C. al tener fallas en sus instalaciones cuando estas perjudican a los productos del cliente.

Rodríguez Cedrón, G. (2005). Implementación de mejora operativa para una empresa de servicios de limpieza industrial y desinsectación integral.

Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Industrial). Universidad de Lima. El beneficio a obtener de esta referencia se plantea realizar un diagnóstico estratégico de la empresa y un diagnóstico funcional, que permitirá identificar y evaluar alternativas de solución. Además, el análisis para la mejora es realizado para las principales áreas de la organización (comercial, logística y administración). Finalmente, las propuestas de mejora son realizadas para los procesos más representativos y críticos de la empresa.

Calderón Sánchez, W. (2015). Mejora en los procesos comerciales y logísticos de la empresa Computación Informática y Servicios Electrónicos S.A.C.

Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Industrial). Universidad de Lima. El beneficio a obtenerse de esta referencia es la demostración de cómo las mejoras en la gestión de inventarios y procesos comerciales de una empresa que está enfocada en dos sectores de mercado totalmente diferente pueden influenciar positivamente en los resultados de la empresa haciéndola más competitiva utilizando herramientas de ingeniería industrial como la matriz VRIO y diagrama de Ishikawa.

Espinoza Albino, P. (2017). Mejora de procesos para la reducción de fallas en el mantenimiento de equipos de aire acondicionado en la empresa de servicios de servicios ESALB GROUP SAC 2017.

Tesis para optar por el título profesional de Ingeniero Industrial. Universidad Privada del Norte. El beneficio a obtenerse de esta referencia es la demostración que con el uso de herramientas de ingeniería como el DOP y estudio de tiempos se pueden mejorar los procesos de mantenimiento del área técnica, cuyos resultados se ven reflejados directamente en la disponibilidad de mano de obra e ingresos de la empresa de servicio técnico.

Durand Yucra, S. (2014). Propuesta de mejora de procesos en el área de servicio técnico de una empresa de venta de equipos médicos.

Tesis para optar por el título profesional de Ingeniero Industrial. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. El beneficio a obtener de esta referencia está relacionada a la necesidad de implementar un sistema de inventario de productos con mayor rotación para incrementar las ventas y mejorar el proceso de atención a clientes, disminuyendo las demoras por falta de stock de los productos solicitados.

Rivera Rubio, E. (2011). Sistema de gestión del mantenimiento industrial.

Tesis para optar por el título profesional de Ingeniero Industrial. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. El beneficio de esta referencia son los pasos y procedimientos a seguir para la implementación de un sistema integral de mantenimiento industrial en donde se toma en cuenta ciclo de vida de máquinas, mano de obra, instalaciones y tiempo estándar de tareas enfocados en calidad, confiabilidad y seguridad.

Gadea-García, A. W, (2016). Propuesta para la implementación del sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo en la empresa SUMIT S.A.C

Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Industrial. Universidad de Lima. Este estudio plantea la implementación de un sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo para el cual es necesario calcular desempeños productivos, eficiencias, entre otros indicadores que guardan relación con la mejora en la mano de obra que se desea aplicar a la empresa Frio Group S.A.C.

### **1.7. Marco conceptual**

En la investigación se utilizaron las siguientes técnicas de ingeniería industrial como Diagramas de Pareto que se utilizaron para identificar aquellos factores que representan las mayores incidencias (80%) dentro del marco de estudio, los Diagramas de Causa Efecto se utilizó para identificar los problemas principales de la empresa, sus causas raíces y sus principales efectos, los Diagramas de Operaciones se utilizaron para identificar de manera ordena todas las actividades que realizaba el área técnica de la empresa Frio Group S.A.C., el Punto de Reorden se utilizó para determinar el nivel de inventario mínimo en el cual se debe realizar la compra de los principales materiales y repuestos que utiliza el área técnica, el Diagrama, el Análisis Estudio de Tiempos y movimientos se utilizó para determinar los tiempos de procesos antes y después de la mejora y el tamaño de muestra.

### **Glosario de Términos**

- **Condensador:** Unidad exterior del aire acondicionado encargada de recepcionar el aire del exterior para combinarlo con el gas refrigerante y dar una sensación de confort.
- **Evaporador:** Unidad interior del equipo de aire acondicionado que cumple la función de intercambiador de calor.
- **HVAC:** Siglas en inglés que representan a las siguientes palabras Calefacción, Ventilación y Aire Acondicionado.
- **Puesta en marcha:** Acción de iniciar el funcionamiento de un equipo en general, donde se supervisa el correcto funcionamiento.
- **Vitrina Refrigerada:** Mueble refrigerado para el almacén y demostración de productos para baja y media temperatura; es decir, en conservación o congelamiento.

- **Autocontenido:** Equipo de refrigeración que cuenta con una unidad condensadora dentro del mismo, la cual le da autonomía al equipo para generar frío.
- **Remoto:** Equipo de refrigeración comercial que necesita la instalación externa de una unidad condensadora para poder generar frío.



## **CAPÍTULO II: ANÁLISIS SITUACIONAL DE LA EMPRESA Y SELECCIÓN DEL SISTEMA O PROCESO A SER MEJORADO**

### **2.1. Análisis del entorno global**

#### **2.1.1. Análisis del entorno global**

Para el análisis externo en la empresa Frio Group S.A.C., se realizará el análisis PESTAL.

#### **Entorno Político**

Actualmente, el Perú ha vivido una época de elecciones presidenciales y en poco tiempo entrará en un proceso de transición entre el gobierno actual y el futuro. Existe una incertidumbre muy grande con respecto a la gobernabilidad que podrá tener el próximo gobierno debido a la gran cantidad de miembros de la oposición que han sido elegidos para el congreso y que además representa la mayoría de este. Se prevé que la presión hacia el nuevo presidente sea muy grande, con exigencias a corto plazo por parte de la población, obligando al presidente a tomar las medidas acertadas y necesarias para poder disminuir el malestar general de los ciudadanos del Perú.

#### **Entorno Económico**

El Perú en los pasados 10 años tuvo un auge muy importante en su economía. La construcción y la inversión extranjera se realizaban agresivamente y de manera continuada dando como resultado mayor generación de empleos e ingresos en general para el país. Sin embargo, en los últimos 5 años, el panorama ha cambiado. Se percibe una desaceleración de la economía peruana, la moneda nacional se ha devaluado, crecimiento por debajo de las expectativas y por ende menos inversión extranjera como nacional. Afectando de esta manera la construcción de nuevos edificios empresariales, centros comerciales, apertura de supermercados nuevos, tiendas por conveniencia y retails en general.

## **Entorno Social**

La sociedad del Perú, sobre todo la de menos recursos, hoy en día está respaldada por programas sociales desarrollados por los últimos gobiernos. Existen mucho descontento de la población con el país y sus gobernantes debido a la mínima reducción de la pobreza y la brecha de desigualdad que se tiene hoy en día en el Perú.

## **Entorno Tecnológico**

La tecnología forma parte del estilo de vida de muchos peruanos y se está integrando de manera rápida al día a día de muchas personas debido a sus diversas funcionalidades y comodidades que brinda. La aceptación de esta es amplia y constantemente se está buscando adquirir nueva y encontrar la forma en que la tecnología pueda ayudar a mejorar el bienestar de la sociedad.

## **Entorno Ambiental**

Impulsado por el desarrollo por la COP 20 en la ciudad de Lima, Perú. El país últimamente ha empezado a tomar medidas para la protección del medio ambiente. Se le está dando prioridad a combatir la deforestación ocasionada por la minería ilegal y también el daño que se realiza a la capa de ozono debido a gases utilizados en la industria. Hoy en día existen muchas políticas que brindan beneficios a empresas que logran controlar y mantener su huella de carbono a un nivel aceptable. Con respecto a la mayoría de empresas grandes y medianas, se está generando una tendencia hacia el uso de refrigerante ecológica, los cuales no dañan la capa de ozono.

### **2.1.2. Análisis del entorno competitivo**

Es importante destacar que la industria de Refrigeración Comercial es una industria no fragmentada, un máximo de 12 fabricantes mundiales que se distribuyen en el mercado mundial. Por otro lado, la industria de Aire Acondicionado Comercial es una industria fragmentada a nivel mundial; puesto que existen miles de fabricantes y marcas, pero en realidad 20 compañías llevan el liderazgo mundial. En ambos casos, tanto refrigeración como aire acondicionado la empresa Frio Group S.A.C. representa actualmente a empresas líderes mundiales.

Con la finalidad de poder analizar el nivel de competencia de la empresa Frio Group S.A.C., se evaluará a la empresa con el modelo de Porter.

### **Poder de negociación de Clientes**

**Este factor es Alto.** Esto se debe a que los equipos de refrigeración y aire acondicionado, se encuentran estandarizados en el mercado; eso significa que no hay una mayor diferenciación de productos. Por lo tanto, una que otra característica técnica puede marcar una diferencia importante pero normalmente esta no es significativa, lo que termina marcando la diferenciación entre empresas es el servicio técnico. La experiencia en el sector y la asesoría que una empresa le pueda dar al cliente al momento del desarrollo del proyecto es un ejemplo de estrategia. Estos factores se vuelven cruciales a la hora de negociar con los clientes.

### **Poder de negociación de proveedores**

La empresa Frio Group S.A.C. cuenta con proveedores tanto extranjeros como nacionales, los cuales tienen distintos poderes de negociación.

**Este factor es Bajo.** Al tener representaciones exclusivas obtenidas a través de contratos comerciales, la empresa Frio Group S.A.C. se limita a cotizar equipos de dichas marcas, generando así dependencia con dicho proveedor; no permitiendo tener a la empresa Frio Group S.A.C. otra opción de negociación ante solicitudes de clientes referentes a precios y/o características específicas.

**Este factor es Alto.** Por lo general las compras que realiza la empresa Frio Group S.A.C. a los proveedores nacionales son para suministros de repuestos y materiales de instalación, por los cuales existen muchos proveedores que cuentan con precios, variedades de productos, promociones; con el cual la empresa Frio Group S.A.C. puede escoger cuál se acomoda mejor a sus solicitudes o requerimientos de sus clientes.

### **Amenaza de nuevos competidores**

**Esta amenaza es baja.** En los últimos años se ha notado un crecimiento del sector Refrigeración y Aire Acondicionado Comercial e Industria en el Perú, impulsado por la cada vez mayor participación de capitales extranjeros y nacionales comprando empresas existentes del rubro, generando nuevas empresas, invirtiendo en centros comerciales y en nuevos supermercados a lo largo y ancho del país. Se nota asimismo una clara tendencia

a la construcción de edificios para oficinas y/o departamentos, se ha notado también un importante incremento del sector exportador alimenticio (especialmente en el norte del país), lo cual ha demandado una mayor inversión en infraestructura de almacenes. Todo lo anterior ha motivado a muchas empresas extranjeras a iniciar operaciones en el Perú, y asimismo a algunos empresarios peruanos a tratar de entrar al sector. No obstante, muchas de estas nuevas empresas no cuentan con la capacidad técnica necesaria, ni con el conocimiento profundo del mercado y en algunos casos ni con la capacidad económica necesaria como para poder financiar proyectos llave en mano de mediana a gran envergadura y/o para traer equipos y mantenerlos en stock hasta que se presenta la oportunidad; por lo tanto, muchas de estas empresas nuevas especialmente las locales, buscan hacer negocio mediante la reventa de productos ofrecidos por las organizaciones más antiguas y con más tiempo en el rubro de refrigeración y aire acondicionado o de lo contrario buscan comercializar equipos de marcas nuevas, muchas de ellas de fabricantes desconocidos en el medio, normalmente de menor calidad y a menor precio, lo cual para la empresa Frio Group S.A.C. en relación a sus actuales clientes y marcas que representa, la presencia de estos nuevos competidores no representa una amenaza a corto plazo.

#### **Amenaza de productos sustitutos**

**Esta amenaza es baja.** Por ser una industria muy especializada tanto la refrigeración como el aire acondicionado la amenaza de productos sustitutos en la actualidad es bastante escasa y podríamos decir actualmente limitada. Los productos sustitutos o copias que normalmente se realizan en Asia y que se ofrecen en el mercado peruano no llegan a alcanzar los beneficios, calidad y ventajas de los actuales productos que ofrece la empresa Frio Group S.A.C. y sus principales competidores.

#### **Rivalidad entre competidores existentes**

**Este factor es alto.** Existen varios competidores importantes que representan también a alguno de los líderes mundiales y que tienen una sólida capacidad técnica y financiera. Asimismo, cuentan con muchos años de experiencia en el sector; si bien es cierto, hay alguna diferenciación del producto marca, características técnicas o eficiencia energéticas; esto se contrarresta con la participación, nivel de servicio, disponibilidad de producto y el tiempo en el mercado de las otras empresas.

Se concluye, que para la empresa Frio Group S.A.C. se encuentra en un mercado atractivo, por las siguientes razones. Primero, los productos que ofrecen no tienen sustitutos equivalentes principalmente para fines comerciales que desee el cliente. Segundo, el ingreso de nuevos competidores se ve limitado a factores de calidad y financiero los cuales son esenciales para las negociaciones. Finalmente, el servicio posventa es lo que se diferencia entre los competidores existentes.

### 2.1.3. Identificación y evaluación de las oportunidades y amenazas del entorno

Se evaluará el entorno externo de la empresa tomando en cuenta las oportunidades y amenazas del mercado. En la siguiente Tabla 2.1, se muestra una lista de las oportunidades y amenazas encontradas:

**Tabla 2.1**

*Oportunidades y Amenazas*

Letra	Oportunidad
A	Incremento gradual de la temperatura por calentamiento global.
B	Aumento de nuevos proyectos de Supermercados a nivel nacional.
C	Se ha incrementado la cantidad de viviendas en el sector construcción.
D	Necesidad de las empresas para elevar la calidad de sus productos.
Amenaza	
E	Competidores de mayor tiempo en el mercado muy bien posicionados y con relaciones muy sólidas en el mercado.
F	Marcas internacionales llegan directamente al mercado peruano sin necesidad de representantes y distribuidores.
G	Poca experiencia en colaboradores del país en el servicio técnico de los equipos.
H	Documentación comercial más estricta para la presentación a una licitación.

Elaboración Propia

Luego se utilizará la matriz de evaluación de factores externos (Matriz EFE). Se seguirán los siguientes pasos:

- Descripción de oportunidades y amenazas que afronta la empresa Frio Group S.A.C.
- Desarrollar un cuadro de enfrentamiento de factores, para dar un valor a cada factor con una ponderación máxima de 1 o 100%.
- Clasificar cada factor con una puntuación de 1 a 4 considerando lo siguiente:  
1=Amenaza Mayor, 2=Amenaza Menor, 3=Oportunidad Menor, 4=Oportunidad Mayor.

- Calcula el valor ponderado de cada uno de los factores multiplicando el valor y su clasificación respectivamente, de esta manera se obtiene el acumulado de toda la matriz. El total ponderado más alto que puede obtener la organización es 4 y el total ponderado más bajo es 1.

Un promedio ponderado total de 4 indica que la organización está respondiendo de manera excelente a las oportunidades y amenazas existentes en su industria. En otras palabras, las estrategias de la empresa están aprovechando con eficacia las oportunidades existentes y minimizando los posibles efectos negativos de las amenazas externas.

Un promedio ponderado de 1 indica que las estrategias de la empresa no están capitalizando las oportunidades ni evitando las amenazas externas. A continuación, se presentan los cuadros de enfrentamiento de factores y la matriz EFE (Tabla 2.2, Tabla 2.3 y Tabla 2.4).

**Tabla 2.2**

*Cuadro de enfrentamiento de factores para las oportunidades*

<b>Factor</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>Peso</b>	<b>Porcentaje al 50 %</b>
<b>A</b>	0	0	1	0	1	7,14 %
<b>B</b>	1	0	1	1	3	21,43 %
<b>C</b>	1	0	0	0	1	7,14 %
<b>D</b>	1	0	1	0	2	14,29 %
<b>Total</b>					<b>7</b>	<b>50 %</b>

Elaboración propia

**Tabla 2.3**

*Cuadro de enfrentamiento de factores para las amenazas*

<b>Factor</b>	<b>E</b>	<b>F</b>	<b>G</b>	<b>H</b>	<b>Peso</b>	<b>Porcentaje al 50 %</b>
<b>E</b>	0	1	0	0	1	8,33 %
<b>F</b>	1	0	1	0	2	16,67 %
<b>G</b>	1	0	0	1	2	16,67 %
<b>H</b>	0	0	1	0	1	8,33 %
<b>Total</b>					<b>6</b>	<b>50 %</b>

Elaboración propia

**Tabla 2.4***Matriz EFE*

<b>Aspectos Externos</b>				
<b>N°</b>	<b>Oportunidades</b>	<b>Valor</b>	<b>Calificación</b>	<b>Total, ponderado</b>
<b>A</b>	Incremento gradual de la temperatura por calentamiento global.	7,14 %	1	0,071
<b>B</b>	Aumento de nuevos proyectos de Supermercados a nivel nacional.	21,43 %	4	0,857
<b>C</b>	Se ha incrementado la cantidad de viviendas en el sector construcción.	7,14 %	1	0,071
<b>D</b>	Necesidad de las empresas para elevar la calidad de sus productos.	14,29 %	3	0,429
<b>Total</b>				<b>1,43</b>
<b>N°</b>	<b>Amenazas</b>	<b>Valor</b>	<b>Calificación</b>	<b>Total, ponderado</b>
<b>E</b>	Competidores de mayor tiempo en el mercado muy bien posicionados y con relaciones muy sólidas en el mercado.	8,33 %	3	0,250
<b>F</b>	Marcas internacionales llegan directamente al mercado peruano sin necesidad de representantes y distribuidores.	16,67 %	2	0,333
<b>G</b>	Poca experiencia en colaboradores del país en el servicio técnico de los equipos.	16,67 %	3	0,500
<b>H</b>	Documentación comercial más estricta para la presentación a una licitación.	8,33 %	1	0,083
<b>Total</b>				<b>1,17</b>

Elaboración propia

El total ponderado obtenido es de 2.6, lo que nos indica que las estrategias de la empresa aprovechan de manera correcta y con eficacia las oportunidades existentes, pero no minimiza en su totalidad los potenciales efectos negativos externos.

## **2.2. Análisis interno de la empresa**

### **2.2.1. Análisis del direccionamiento estratégico: visión, misión y objetivos organizacionales**

Con la finalidad de realizar el análisis del direccionamiento estratégico, se presentan la misión, visión y objetivos de la empresa Frio Group S.A.C.

- **Misión**

“Proveer soluciones completas, rentables y de alta calidad en refrigeración y aire acondicionado a nuestros clientes, comprometiéndonos a mantener la excelencia, respeto e integridad en todos los aspectos de nuestra operaciones y ámbito profesional.”

La empresa se basa en principios de ética, generando relaciones duraderas y de confianza con sus clientes, proveedores y empleados. Sin embargo, se propone la siguiente misión:

“Satisfacemos las necesidades de nuestros clientes brindándoles productos y servicios de óptima calidad, y manteniendo como objetivos el crecimiento sostenido de la empresa y sus partes interesadas.”

- **Visión**

“Ser la más exitosa y respetada compañía de refrigeración y aire acondicionado en el Perú.”

Es una organización que ofrece ser la mejor opción en la instalación de equipos de refrigeración y de aire acondicionado, con una constante innovación en sus equipos de excelente calidad, disponibilidad y servicio, siendo reconocida la más exitosa por la solidez y valores apegados a la ética.

- **Objetivos organizacionales**

A continuación, se presentan los objetivos de la organización, de los cuales la mayoría están enfocados en el desarrollo del negocio, crecimiento profesional del personal y desarrollo comercial Frio Group S.A.C.:

- Desarrollar una estructura dinámica, eficiente, funcional y con capacidad para dirigir cambios y generar nuevas oportunidades de negocio.
- Buscar la satisfacción de los clientes, siendo eficientes, innovadores, competitivos y comprometidos con la calidad de nuestros servicios.
- Transferir conocimientos, tecnológicos y experiencia al personal y al entorno social donde interactuamos.
- Seleccionar rigurosamente a los proveedores promoviendo una relación de mutuo beneficio a fin de asegurar productos y servicios de calidad a nuestros clientes.
- Exigir el estricto cumplimiento de las normas de seguridad para garantizar la integridad de empleados, clientes y bienes.

- Consolidar y mantener liderazgo de las marcas representadas a través de todas las cadenas de distribución de la empresa.
- Eliminar o disminuir al máximo la cantidad de reclamos de clientes por fallas en equipos o instalación brindada por la empresa.

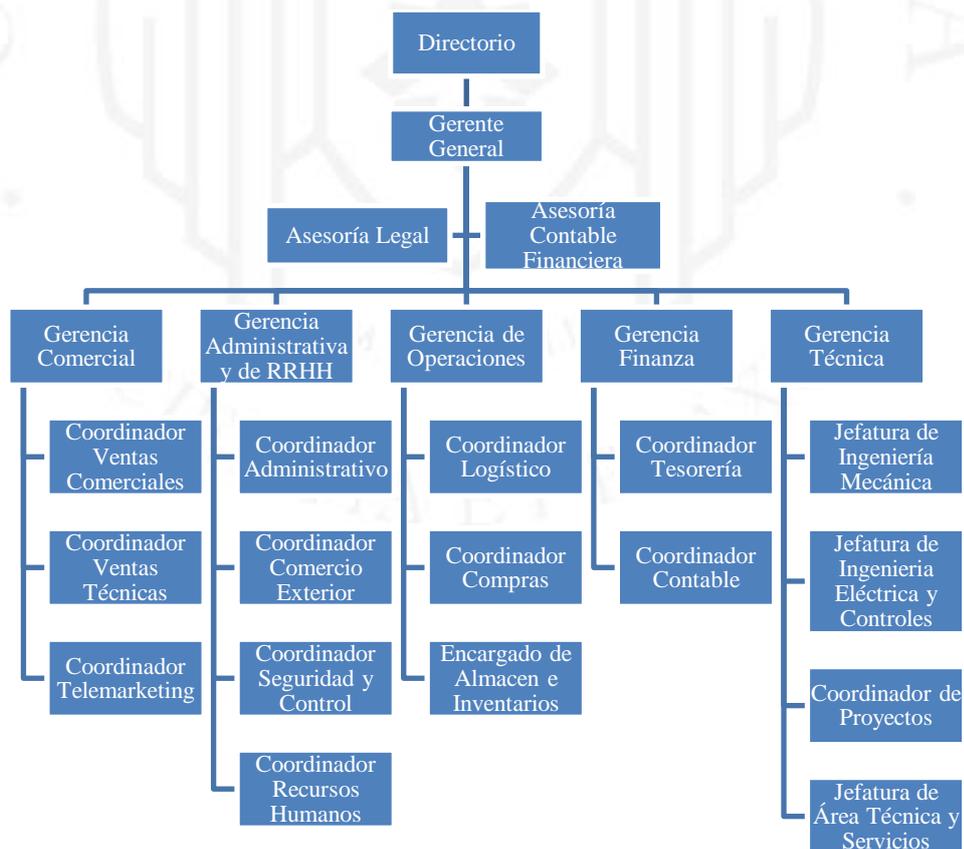
### 2.1.3. Análisis de la estructura organizacional

La empresa Frio Group S.A.C. cuenta con alrededor 40 trabajadores en planilla, donde se destaca que casi el 50% de los trabajadores en personal técnico especializado en distintos tipos de trabajo ya sea para instalaciones y/o mantenimientos. El personal administrativo está orientado a darle todo el soporte necesario al área técnica y de ventas.

La estructura orgánica actual de la empresa Frio Group S.A.C. está alineada con la estrategia de negocios, conformada por cinco gerencias, tal y como se puede apreciar en la siguiente Figura 2.1

**Figura 2.1**

*Estructura Organizacional Frio Group S.A.C.*



Elaboración propia

La Gerencia Técnica está conformada a su vez por cuatro áreas:

1. Jefatura de Ingeniería Mecánica
2. Jefatura de Ingeniería Eléctrica y Controles
3. Coordinador de Proyectos
4. Jefatura de Área Técnica y Servicios

Las Jefaturas de Ingeniería Mecánica, Eléctrica y Controles diseñan los sistemas de refrigeración y aire acondicionado (aspectos mecánicos, eléctricos y controles), según las necesidades del cliente. Están en permanente contacto con las fábricas y técnicos extranjeros. Estas divisiones de ingeniería están a cargo de ingenieros mecánicos y electricistas colegiados en el Colegio de Ingenieros del Perú (CIP).

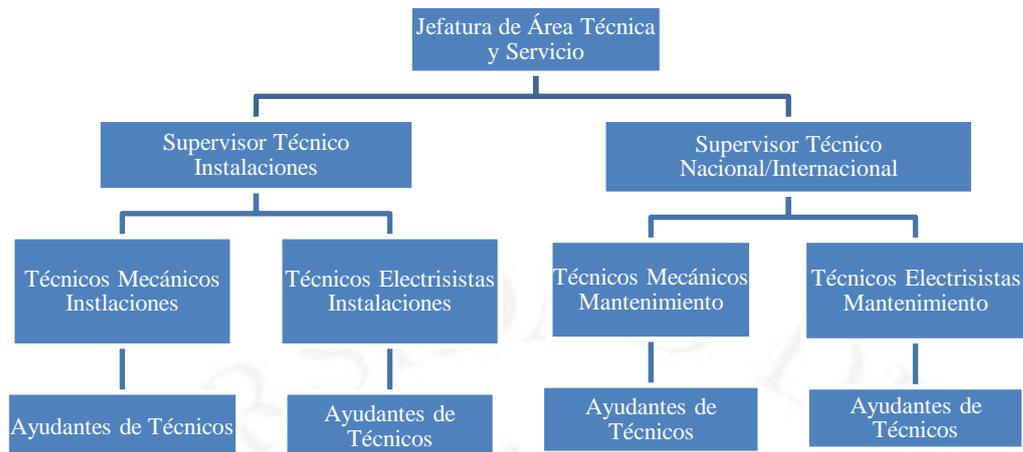
El coordinador de proyectos, se encarga del desarrollo de proyectos, coordinar los diseños mecánicos y eléctricos, dibujar todo el juego de planos del proyecto, realizar el levantamiento físico de información de los diferentes proyectos, apoyar en el desarrollo de cotizaciones y supervisa la correcta ejecución de los proyectos según lo planificado para finalmente desarrollar el expediente técnico y los planos “as built”.

La jefatura de área técnica y servicios es la responsable de ejecutar las instalaciones necesarias y asimismo se encarga de todas las actividades de mantenimiento (preventivo, correctivo) de los diferentes proyectos asignados. Esta división está en permanente contacto y comunicación con las divisiones técnicas y de proyectos. Están bajo esta división, todos los técnicos y operarios especializados que brindan el respectivo mantenimiento preventivo y reactivo en los diferentes proyectos. Es también responsable por la capacitación técnica de los clientes de la empresa Frio Group S.A.C.

A continuación, se detalla en la Figura 2.2 la Jefatura de Área Técnica y de Servicio:

**Figura 2.2**

*Estructura Organizacional Técnica – Frio Group S.A.C.*



Elaboración propia

### **2.2.3. Identificación y descripción general de los procesos claves**

En este punto se presentará un Mapa de Macro Procesos de la empresa Frio Group S.A.C. con la finalidad de identificar los procesos claves de la organización. (Ver Figura 2.3)

Si se toma como referencia el proceso de venta de la empresa Frio Group S.A.C. relaciona tanto las áreas comerciales, proyectos como también técnica. Para la atención de un cliente en específico, se puede decir que dicho proceso inicia con la visita técnica al local del cliente dónde se piensa instalar el equipo o producto. Se realizan los cálculos de cargas térmicas correspondientes y se presenta un presupuesto. Una vez que el cliente acepta el presupuesto, la empresa Frio Group S.A.C. espera la orden de compra para iniciar el proceso de importación o la entrega del producto, si es que este ya se encuentra en stock.

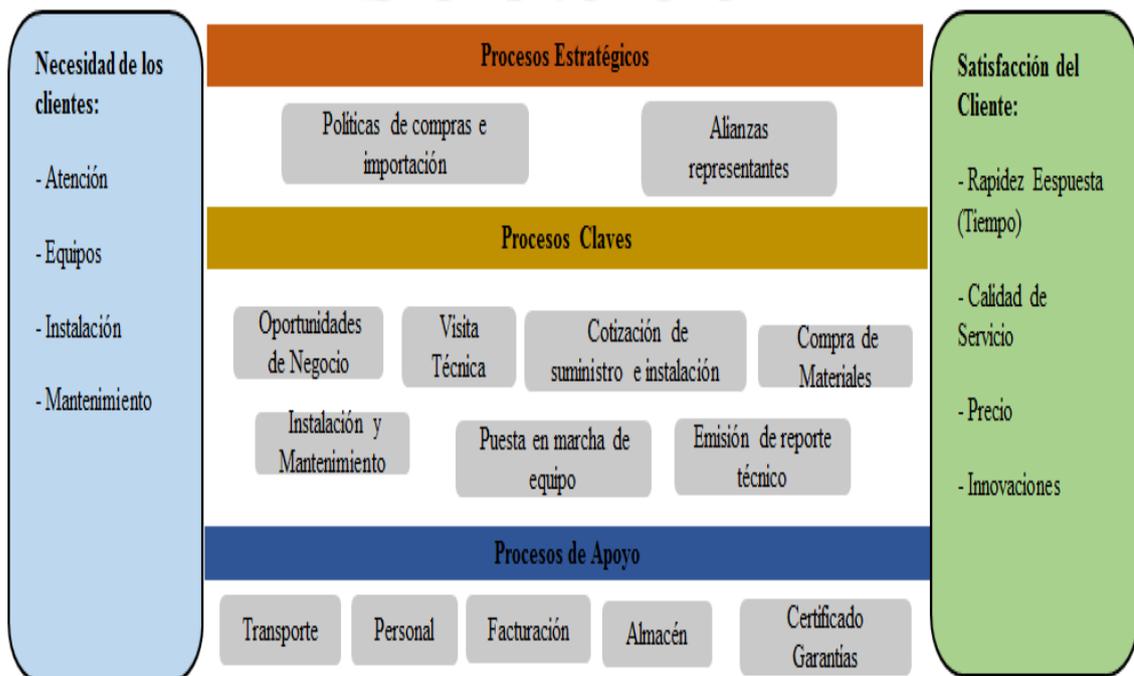
Una vez trasladado el activo al lugar indicado por el cliente, el personal técnico empieza con la instalación y puesta en marcha del equipo. Concluida la instalación, se genera un reporte técnico.

Finalmente, se procede a facturar al cliente, adjuntando junto a la factura: (a) Guía de remisión de entrega de equipos, (b) Reporte Técnico de Instalación y (c) Orden de compra del cliente.

Si bien es cierto, el proceso en general parece bien definido y claro, este y otros más demuestran ciertas complicaciones al interno de la empresa generando de esta manera reprocesos, demoras, utilización innecesaria de recurso humano y altos costos para la organización.

**Figura 2.3**

*Mapa de Macroproceso Frio Group S.A.C.*



Elaboración Propia

Los procesos claves de la empresa Frio Group S.A.C. son:

- **Búsqueda de Oportunidades de Negocio**

Este proceso está a cargo del área comercial, dicha área a través de trabajo en campo, telemarketing, página web y redes sociales debe traer nuevas oportunidades de negocio para la empresa, ya sean proyectos grandes, instalaciones o mantenimientos de equipos. Adicionalmente, es parte de la labor de ventas la visita constante a clientes ya existentes para poder levantar información de sus necesidades y requerimientos hacia la empresa.

- **Visita Técnica**

Este proceso involucra al área técnica y área de proyectos de la empresa Frio Group S.A.C.; por lo general, un técnico y un ingeniero del área de proyectos van juntos

a las visitas debido a que el ingeniero se encarga de evaluar la viabilidad del proyecto, cantidad de mano de obra necesaria y cálculo de cargas térmicas que se requieren para la selección de un equipo tanto de refrigeración como de aire acondicionado. El personal técnico en la visita se encarga de calcular los materiales necesarios para la instalación o mantenimiento y levantar información correspondiente a los accesos para realizar trabajos de mantenimiento o instalación.

- **Cotización de suministro e instalación**

Este proceso involucra al área técnica y área de proyectos de la empresa Frio Group S.A.C.; por lo general, un técnico y un ingeniero del área de proyectos van juntos a las visitas debido a que el ingeniero se encarga de evaluar la viabilidad del proyecto, cantidad de mano de obra necesaria y cálculo de cargas térmicas que se requieren para la selección de un equipo tanto de refrigeración como de aire acondicionado. El personal técnico en la visita se encarga de calcular los materiales necesarios para la instalación o mantenimiento y levantar información correspondiente a los accesos para realizar trabajos de mantenimiento o instalación.

El área comercial aplica el margen de venta a los costos recibidos, se encarga de pactar términos comerciales en función a descuentos, forma de pago y tiempo de pago. Adicionalmente, coordina fechas de realización de los trabajos y les hace seguimiento a las cotizaciones hasta obtener la orden de compra deseada.

- **Compra de materiales**

Este proceso involucra al área técnica y área logística de la empresa Frio Group S.A.C. Los materiales son comprados por logística una vez que se recibe la orden de compra. La lista de materiales enviada por el área técnica y es levantada en la visita técnica. El área de logística genera la orden de compra a los principales proveedores de la empresa Frio Group S.A.C. y también coordina el despacho de los mismos a obra.

- **Instalación o Mantenimiento de equipos**

La instalación y mantenimiento de equipos de refrigeración y aire acondicionado está a cargo del área técnica de la empresa Frio Group S.A.C.

Este proceso inicia con la recepción de materiales, equipos a instalar, herramientas y elementos de protección personal.

Las instalaciones se dan según los parámetros acordados entre el área comercial y el cliente en la orden de compra tomando en cuenta las recomendaciones de fábrica al momento de instalar o realizar mantenimiento ya sea preventivo, reactivo o correctivo.

- **Puesta en marcha de equipos**

La puesta en marcha de equipos es realizada por el área técnica de la empresa Frio Group S.A.C. dicho proceso se da al momento de concluir alguna instalación o mantenimiento e involucra:

- Encendido de equipos
- Vacío del recorrido en tuberías de cobre
- Toma de parámetros e indicadores de temperatura que generan los equipos.

- **Emisión de reporte técnico**

El área técnica de la empresa Frio Group S.A.C. es la encargada de emitir los reportes técnicos una vez concluida la instalación o mantenimiento y realizado la puesta en marcha de los equipos en los que se realizaron los trabajos. El reporte técnico incluye:

- Quién solicita el servicio
- Problema o trabajo solicitado por el cliente
- N° serie de equipo a ser instalado o por realizar mantenimiento
- Diagnostico
- Acciones Tomadas
- Recomendaciones
- Observaciones
- Hora de Ingreso
- Hora de Salida
- Firma del técnico responsable
- Firma del cliente

Una vez que el reporte técnico es firmado por el cliente, se da por concluido el trabajo realizado.

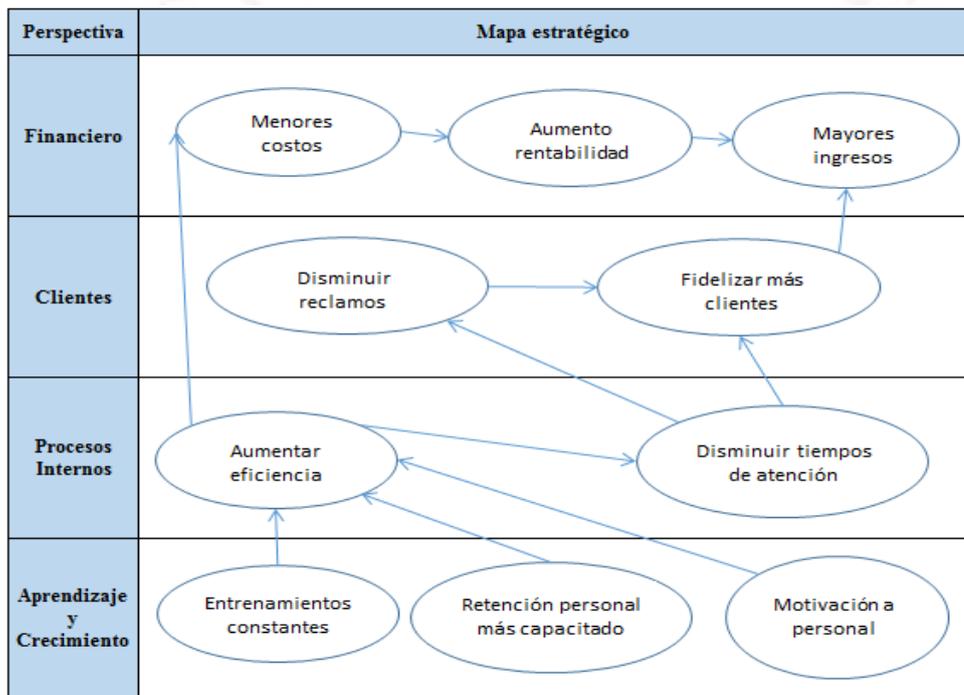
#### **2.2.4. Análisis de los indicadores generales de desempeño de los procesos claves-línea base**

Se procederá a elaborar un cuadro de control de Balanced Scorecard, ya que la empresa no cuenta con uno.

Con este cuadro se realizará un análisis de indicadores generales de la empresa, para verificar el correcto funcionamiento del mapa estratégico se analizará desde el punto de vista del personal interno, verificando que funcionen los procesos adecuadamente, luego ver si nuestros clientes están satisfechos y por último analizar si se están cumpliendo los objetivos financieros de la empresa. En la siguiente Figura 2.4 se presenta el mapeo estratégico del Balanced Scorecard de los procesos claves de la empresa Frio Group S.A.C.

**Figura 2.4**

*Perspectiva de Control Balanced Scorecard*



Elaboración Propia

Con la finalidad de presentar los indicadores de desempeño de los procesos claves enfocados en el mapa de procesos estratégico Balanced Scorecard, se presenta la Figura 2.5

**Figura 2.5**

*Tablero de Control Procesos Claves de la empresa Frio Group S.A.C.*

Perspectiva	Mapa estratégico	Objetivos estratégicos	Indicadores generales	Unidad de medida	Valor Actual	Valor meta	Iniciativas estratégicas	Responsable
Financiero		Aumentar la rentabilidad de la empresa	Participación de mercado	Porcentaje	Refrigeración: 4,9% Aire: 0,01%	Refrigeración: 20% Aire: 10%	Definición y seguimiento de plan de ventas anual	Gerente Comercial
Clientes		Mejorar el nivel de satisfacción de los clientes	Cantidad de reclamos por instalación	Reclamos/Instalación mensual	2,12	0,1	Evaluación de la calidad de los servicios de instalación y mantenimiento	Gerente Técnico
Procesos Internos		Optimizar los procedimientos del área técnica	Nivel de cumplimiento de los procedimientos existentes	Porcentaje	60%	90%	Mapear y desarrollar procedimientos claves para las áreas críticas de la empresa	Gerente General
Aprendizaje y Crecimiento		Alinear al personal con los objetivos y necesidades de la empresa	Rotación del personal técnica	Porcentaje	66,67%	10%	Plan de entrenamiento con socios estratégicos y bonificaciones por resultados	Área de RRHH

Elaboración Propia

## **2.2 .5. Determinación de posibles oportunidades de mejora**

Realizando el análisis de la información recibida por parte de los gerentes de las principales áreas de la empresa Frio Group S.A.C. y también tomando en consideración el tablero de control de procesos de dicha empresa se identifica que el área técnica está presente en 4 de los 7 procesos claves de la organización. De esta manera se encontraron deficiencias dentro del área técnica durante la ejecución de los trabajos los cuales se detallan a continuación:

- **Oportunidades de mejora en la visita técnica**
  - Error en el cálculo de materiales necesarios para instalación o insumos para mantenimiento, se estima de más o de menos.
  - No se cuenta con un formato definido para envío de información de materiales o insumos necesarios al área comercial de la empresa Frio Group S.A.C.
  - Información levantada referente a los accesos para realizar una instalación o mantenimiento no es exacta, hay ocasiones donde se deben realizar trabajos adicionales no presupuestados para acceder a las zonas de instalación o mantenimiento.
- **Oportunidades de mejora en la instalación o mantenimiento de equipos**
  - No hay procedimientos establecidos para las principales actividades de mantenimiento de equipos de refrigeración y aire acondicionado.
  - No hay procedimientos establecidos para los trámites de ingresos de materiales a obra.
  - No existen los controles necesarios de temperatura y condiciones de equipos una vez que se concluye con las instalaciones o mantenimientos.
  - No se identifica correctamente las políticas, peligros y control de riesgos en el trabajo.
  - No se cumple con los trabajos en los tiempos acordados.
  - El número de reclamos por instalación mensual es elevado.
  - Falta de conocimiento al momento de manipular equipos de refrigeración y aire acondicionado más sofisticado de más alta tecnología.
- **Oportunidades de mejora en la puesta en marcha**
  - Falta de conocimiento de sistemas más complejos de refrigeración y aire acondicionado.

- No existen protocolos definidos para arranque y puesta en marcha de equipos de refrigeración y aire acondicionado.
- No se realizan pruebas ni seguimiento a los equipos una vez concluido el procedimiento de puesta en marcha.

### 2.2.6. Identificación y evaluación de las fortalezas y debilidades de la empresa

Para el análisis del entorno interno, se empleará la matriz de evaluación de factores internos o Matriz EFI. Se describe los siguientes pasos:

- Mencionar las fortalezas y debilidades de la empresa que serán los factores internos.
- Asignar un valor a cada uno de los factores internos con una ponderación máxima de 1 o 100%. El valor representa la importancia del ese factor para alcanzar el éxito de la empresa.

Clasificar cada factor con una puntuación de 1 al 4 considerando lo siguiente: 1= debilidad mayor, 2=debilidad menor, 3=fortaleza menor, 4=fortaleza mayor. Por último, se multiplica el valor de importancia y el valor de clasificación que recibe cada factor.

En la Tabla 2.5 se detallan las principales fortalezas y debilidades de la empresa.

**Tabla 2.5**

*Fortalezas y Debilidades*

Letra	Fortalezas
A	Representar exclusivamente marcas líderes a nivel mundial que garanticen altos estándares de calidad para los clientes
B	El área técnica cuenta con asesoría, pasantías y apoyo técnico como parte de sus alianzas estratégicas con empresas extranjeras
C	Know How del mercado por parte de sus altos directivos
D	Capacidad para poder apalancar proyectos de mediana y grande envergadura de refrigeración comercial y aire acondicionado.

Elaboración propia

Letra	Debilidades
E	Los conocimientos de los directivos no son transmitidos de forma constante al personal de ventas, dependiendo estos últimos de la ayuda de otras áreas dentro de la organización
F	La diferencia de conocimiento entre el personal técnico es muy marcada, existiendo técnicos que solo siguen instrucciones y otros que pueden realizar un trabajo con autonomía, pero de manera muy limitada
G	Reconocimiento a la empresa por altos niveles de disconformidad en servicios de instalación y mantenimiento que afecta también a la venta de equipos
H	No aplicar y fomentar el seguimiento de políticas de seguridad y salud en el trabajo a favor de los colaboradores de la organización

Elaboración propia

A continuación, se realizar los cuadros de enfrentamiento de factores y la matriz EFE (Tabla 2.6, Tabla 2.7 y Tabla 2.8).

**Tabla 2.6**

*Cuadro de enfrentamiento de factores para las fortalezas*

Factor	A	B	C	D	Peso	Porcentaje al 50 %
A	0	1	1	1	3	17 %
B	0	0	1	1	2	12 %
C	1	1	0	1	3	17 %
D	0	0	1	0	1	4 %
<b>Total</b>					<b>9</b>	<b>50 %</b>

Elaboración propia

**Tabla 2.7**

*Cuadro de enfrentamiento de factores para las debilidades*

Factor	E	F	G	H	Peso	Porcentaje al 50 %
E	0	0	0	1	1	6,25 %
F	1	0	1	1	3	18,75 %
G	1	1	0	1	3	18,75 %
H	1	0	0	0	1	6,25 %
<b>Total</b>					<b>8</b>	<b>50 %</b>

Elaboración propia

**Tabla 2.8***Matriz EFI*

<b>Aspectos Internos</b>				
<b>N°</b>	<b>Fortalezas</b>	<b>Valor</b>	<b>Calificación</b>	<b>Total ponderado</b>
<b>A</b>	Representar exclusivamente marcas líderes a nivel mundial que garanticen altos estándares de calidad para los clientes	17 %	4	0,68
<b>B</b>	El área técnica cuenta con asesoría, pasantías y apoyo técnico como parte de sus alianzas estratégicas con empresas extranjeras	12 %	3	0,36
<b>C</b>	Know How del mercado por parte de sus altos directivos	17 %	3	0,51
<b>D</b>	Capacidad para poder apalancar proyectos de mediana y grande envergadura de refrigeración comercial y aire acondicionado.	4 %	3	0,12
<b>Total</b>				<b>1,67</b>
<b>N°</b>	<b>Debilidades</b>	<b>Valor</b>	<b>Calificación</b>	<b>Total ponderado</b>
<b>E</b>	Los conocimientos de los directivos no son transmitidos de forma constante al personal de ventas, dependiendo estos últimos de la ayuda de otras áreas dentro de la organización	6,25 %	1	0,063
<b>F</b>	La diferencia de conocimiento entre el personal técnico es muy marcada, existiendo técnicos que solo siguen instrucciones y otros que pueden realizar un trabajo con autonomía, pero de manera muy limitada	18,75 %	2	0,375
<b>G</b>	Reconocimiento a la empresa por altos niveles de disconformidad en servicios de instalación y mantenimiento que afecta también a la venta de equipos	18,75 %	2	0,375
<b>H</b>	No aplicar y fomentar el seguimiento de políticas de seguridad y salud en el trabajo a favor de los colaboradores de la organización	6,25 %	2	0,125
<b>Total</b>				<b>0,938</b>

Elaboración propia

Si la suma total de los ponderados se encuentra por arriba de 2,5 indica que tienen una posición interna fuerte mientras que las calificaciones muy por debajo de 2,5 caracterizan a las organizaciones que son débiles. En la siguiente página se muestra la matriz EFI con las respectivas fortalezas y debilidades. Luego del análisis, se obtuvo como resultado 2,61 que indica una posición interna fuerte, sin embargo, está muy cercana a tener una posición débil, principalmente afecta por el área técnica.

### 2.2.7. Selección del sistema o proceso a mejorar

Para la selección del área a mejorar dentro de la empresa Frio Group S.A.C., en primer lugar, se determinará los procesos claves dentro de la empresa Frio Group S.A.C. (Ver Tabla 2.9). Así mismo, se realizará una matriz de enfrentamiento de cada factor de la empresa Frio Group S.A.C. para determinar el peso de las mismas. (Ver Tabla 2.10). Finalmente, se determinará calificación de cada factor. (Ver Tabla 2.11).

**Tabla 2.9**

*Procesos claves de la empresa Frio Group S.A.C.*

Letra	Procesos Claves
A	Búsqueda de oportunidades de negocio
B	Visita técnica
C	Compra de materiales
D	Instalación o mantenimiento de equipos
E	Prueba en marcha
F	Emisión de reporte técnico

Elaboración propia

**Tabla 2.10**

*Matriz de enfrentamiento de factores de la empresa Frio Group S.A.C.*

Factor	A	B	C	D	E	F	Peso	Porcentaje
A	0	1	1	0	1	1	4	20%
B	1	0	1	0	1	1	4	20%
C	1	0	0	1	1	1	4	20%
D	1	1	1	0	1	1	5	25%
E	0	0	1	0	0	1	2	10%
F	0	0	1	0	0	0	1	5%
<b>Total</b>							<b>20</b>	<b>100%</b>

Elaboración propia

**Tabla 2.11**

*Cuadro de Calificación de Factores*

<b>Aspecto</b>	<b>Calificación</b>
<b>Poco significativo</b>	2
<b>Significativo</b>	4
<b>Muy significativo</b>	6
<b>Altamente significativo</b>	8

Elaboración propia

Una vez que se determinó los procesos claves, el peso y se realizó el cuadro de calificación. Se realizará un ranking de factores tomando como referencia los resultados obtenidos. Con este análisis se determinará el Área a mejorar en la empresa Frio Group S.A.C. (Ver Tabla 2.12)

Según el cuadro de ranking de factores, se observa que el Área Técnica de la empresa Frio Group S.A.C. es la que obtuvo mayor calificación y guarda mayor relación que otras en los procesos claves de la organización. Por lo tanto, será el área de mejora y estudio.

**Tabla 2.12**

*Cuadro de Selección del Área a Mejorar*

Ranking de Factores		Área Comercial		Área Técnica		Área Logística		Área de Finanzas		Área de Proyectos		Área de RRHH	
Procesos Claves	Pond.	Calif.	Pun	Calif.	Pun	Calif.	Punt.	Calif.	Pun	Calif.	Pun	Calif.	Pun
<b>Búsqueda de oportunidades de negocio</b>	20%	8	1,6	2	0,4	2	0,4	2	0,4	2	0,4	2	0,4
<b>Visita técnica</b>	20%	2	0,4	8	1,6	2	0,4	2	0,4	8	1,6	2	0,4
<b>Compra de materiales</b>	20%	2	0,4	6	1,2	8	1,6	8	1,6	2	0,4	2	0,4
<b>Instalación o mantenimiento de equipos</b>	25%	2	0,5	8	2	4	1	2	0,5	4	1	2	0,5
<b>Prueba en marcha</b>	10%	2	0,2	8	0,8	2	0,2	2	0,2	4	0,4	2	0,2
<b>Emisión de reporte técnico</b>	5%	2	3,1	8	0,4	2	0,1	2	0,1	2	0,1	2	0,1
<b>TOTAL</b>			6,2		<b>6,4</b>		3,7		3,2		3,9		2

Elaboración propia

## **Capítulo III: DIAGNÓSTICO DEL SISTEMA O PROCESO OBJETIVO DE ESTUDIO**

### **3.1. Análisis del sistema o proceso objeto de estudio**

#### **3.1.1. Descripción detallada del Área Técnica de la empresa Frio Group S.A.C.**

En la empresa Frio Group S.A.C. en los últimos años tuvo un crecimiento importante en la cantidad de personal técnico dentro de la empresa. Del año 2013 al 2014 se presentó un crecimiento del 50%, y del 2014 a la fecha un crecimiento del 100%. En la actualidad el personal técnico son 20 personas equivalente a la mitad de la totalidad de trabajadores de la empresa. Este crecimiento está sustentado principalmente debido al inicio de operaciones en la ciudad de Piura en este año y también a la adjudicación del mantenimiento preventivo de equipos de refrigeración comercial de 16 tiendas de Supermercados Peruanos S.A. (Plaza Veá). Adicionalmente a esta última actividad se encuentran las instalaciones de equipos de aire acondicionado e instalaciones de muebles refrigerados que se realizan con menor frecuencia según compras y proyectos adjudicados a la empresa.

Los ingresos generados por el área técnica de la empresa Frio Group S.A.C. tanto por instalación y mantenimiento de equipo de refrigeración y aire acondicionado a terceros se muestran en la Tabla 3.1. Realizar estos trabajos de manera correcta es clave para aumentar la eficiencia de la empresa y satisfacer a los clientes y de esta manera retenerlos; ya que, en un 80% las ventas de equipos incluyen la instalación o mantenimiento de los mismos.

Las instalaciones de equipos por lo general están a cargo de dos técnicos dependiendo del tamaño del proyecto, si es un proyecto muy grande la empresa envía a más técnicos y por lo general realiza sub contrataciones. Los inconvenientes que presenta la empresa con las subcontrataciones es que no puede controlar la calidad del servicio de estas. El cálculo de materiales, refrigerante y las herramientas de trabajo son de suma importancia para que el área técnica pueda concluir el trabajo satisfactoriamente; sin embargo, por lo general los materiales enviados no son los necesarios para la instalación, se realizan instalaciones sin seguir procedimientos y no se obtienen resultados iguales

para equipos similares, generando de esta manera retraso en el cumplimiento de fechas de culminación e instalaciones deficientes que generan reclamos, mala imagen de marca e insatisfacción de los clientes.

El mantenimiento preventivo programado de equipos y sistemas de refrigeración son actividades de inspección de los equipos, tanto de funcionamiento como de limpieza y calibración, debe llevarse a cabo en forma periódica con base en un plan de aseguramiento y control de validez, basado en las recomendaciones del fabricante de cada equipo y de los usos, prácticas y necesidades del supermercado, con la finalidad de prevenir fallas y mantener los equipos en óptima operación.

Los mantenimientos preventivos se realizan con la finalidad de que las fallas sean reducidas al mínimo y que ninguna pieza o componente que presente fallas sea olvidado por más del periodo mínimo de tiempo necesario (horas, un día, una semana, etc.). La aplicación de este mantenimiento es un proceso dinámico que debe actualizarse cuando se adquieren nuevos modelos o tipos de equipos, cuando hay cambios en instalaciones o remodelaciones. En general durante este tipo de mantenimiento programado, se deben incorporar todos los registros documentados de las actividades de rutina, de las calibraciones e inspecciones, así como de las acciones de mantenimiento correctivo realizadas debido a fallas o a eventos no programados.

Es importante resaltar que el servicio de mantenimiento preventivo debe incluir la realización de servicios correctivos, reactivos y también la atención a emergencias cuando ocurren fallas dentro de los equipos. Estas últimas por estandarización de la industria deben ser atendidas en no menos de 3 horas una vez recibida la alarma por el área de monitoreo central del cliente. Después de estas tres horas, si el personal técnico de la empresa Frio Group S.A.C. no ha llegado a tienda, cualquier merma de productos perecibles que sean producidos por el mal funcionamiento de los equipos son cargados en su totalidad a la empresa proveedora del servicio de mantenimiento preventivo.

**Tabla 3.1***Participación del Área Técnica de la empresa Frio Group S.A.C. en los ingresos totales*

<b>SERVICIO</b>	<b>2014</b>	<b>%</b>	<b>2015</b>	<b>%</b>	<b>2016</b>	<b>%</b>
<b>Instalación Equipos Aire Acondicionado</b>	S/. 13 454	24%	S/. 19 077	24%	S/. 27 884	14%
<b>Instalación Equipos Refrigeración Comercial</b>	S/. 36 294	65%	S/. 55 642	70%	S/. 55 768	28%
<b>Mantenimiento Preventivo</b>	--	--	--	--	S/. 85 644	43%
<b>Mantenimiento Reactivo</b>	S/. 5 737	10%	S/. 4 769	6%	S/. 30 309	15%
<b>TOTAL</b>	<b>S/. 55 485</b>	<b>100%</b>	<b>S/. 79 488</b>	<b>100%</b>	<b>S/. 199 605</b>	<b>100%</b>

Elaboración propia

La instalación de equipos de aire acondicionado y equipos de refrigeración comercial han disminuido en porcentaje más no en valor monetario en el año 2016 en comparación a los años 2014 y 2015. Sin embargo, no refleja los intereses de la organización para estos servicios. La empresa Frio Group S.A.C. desea facturar al menos S/ 100 000 tanto en instalación de aire acondicionado y refrigeración comercial. Adicionalmente, aumentar la participación de mantenimiento reactivo a uno 20%, ya que este servicio involucra la venta de repuestos. El mantenimiento preventivo representa un 43% debido a que se tiene contrato por dicho servicio con Supermercados Peruanos S.A.

### **3.1.2. Análisis de los indicadores específicos de desempeño del sistema o proceso**

La empresa no cuenta con indicadores para el área de servicio técnico, motivo por el cual se ha procedido con el cálculo de los siguientes indicadores como se muestra en la Tabla 3.2

**Tabla 3.2***Indicadores del Área de Servicio Técnico y Logístico de la empresa Frio Group S.A.C.*

INDICADORES	2015	2016	Objetivos	Metas
<b>Servicios / Semana</b>	6	3	20	Aumentar en 17 instalaciones adicionales por semana
<b>Servicios Solicitados / Servicios Culminados</b>	79,82%	69,84%	95%	Aumentar la cantidad de servicios atendidos. Dejando de atender un 5% en el peor escenario
<b>Reclamos / Servicio al Mes</b>	8	12	1	Reducir en 87,5% los reclamos de mantenimiento por tienda al mes
<b>Servicios culminados a tiempo / Mes</b>	45%	49%	90%	Aumentar en 41 % el porcentaje de entregas a tiempo por mes

Fuente: Registro del Área Técnica y Logística de la empresa Frio Group S.A.C. (2016)

Para todos los indicadores se consideró solo el personal técnico de la empresa Frio Group S.A.C. que trabaja bajo el régimen de planilla.

Como se puede observar, los reclamos por instalación son mayores en el año 2016 que en el año 2015. Los tiempos promedio de atención de emergencias de muebles de refrigeración por mantenimiento preventivo están por encima del límite que son 3 horas, exponiendo de esta forma a la empresa ante cualquier merma de productos perecibles posibles. Por otro lado, las entregas a tiempo dejan mucho a desear ya que no superan el 50% de todas las entregas de la empresa, demostrando la falta de nivel de servicio por parte de la empresa Frio Group S.A.C.

Dentro de las metas planteadas por el Área Técnica de Frio Group S.A.C. está aumentar a como mínimo 90% las entregas a tiempo y reducir en 87,5% los reclamos por fallas en mantenimiento realizado lo que implicaría una reducción por su parte del ratio de fallas de equipos instalados por personal técnico. Adicionalmente, según el jefe del Área Técnica la productividad del personal técnica está alrededor el 66%, motivo por el cual se deben tomar acciones para su incremento ya que beneficia a toda la organización, permitiendo de esta manera que la empresa sea considerada como fiable para los tipos de trabajos adjudicados.

### **3.2. Determinación de las causas raíces de los problemas hallados**

Con la finalidad de determinar la causa raíz de los problemas principales del área técnica de la empresa Frio Group S.A.C. se desarrolla la Tabla 3.3 siguiendo como referencia la metodología de diagnóstico de J.P. Tibouth



**Tabla 3.3**

*Análisis de J.P. Tibouth del Área Técnica de la empresa Frio Group S.A.C.*

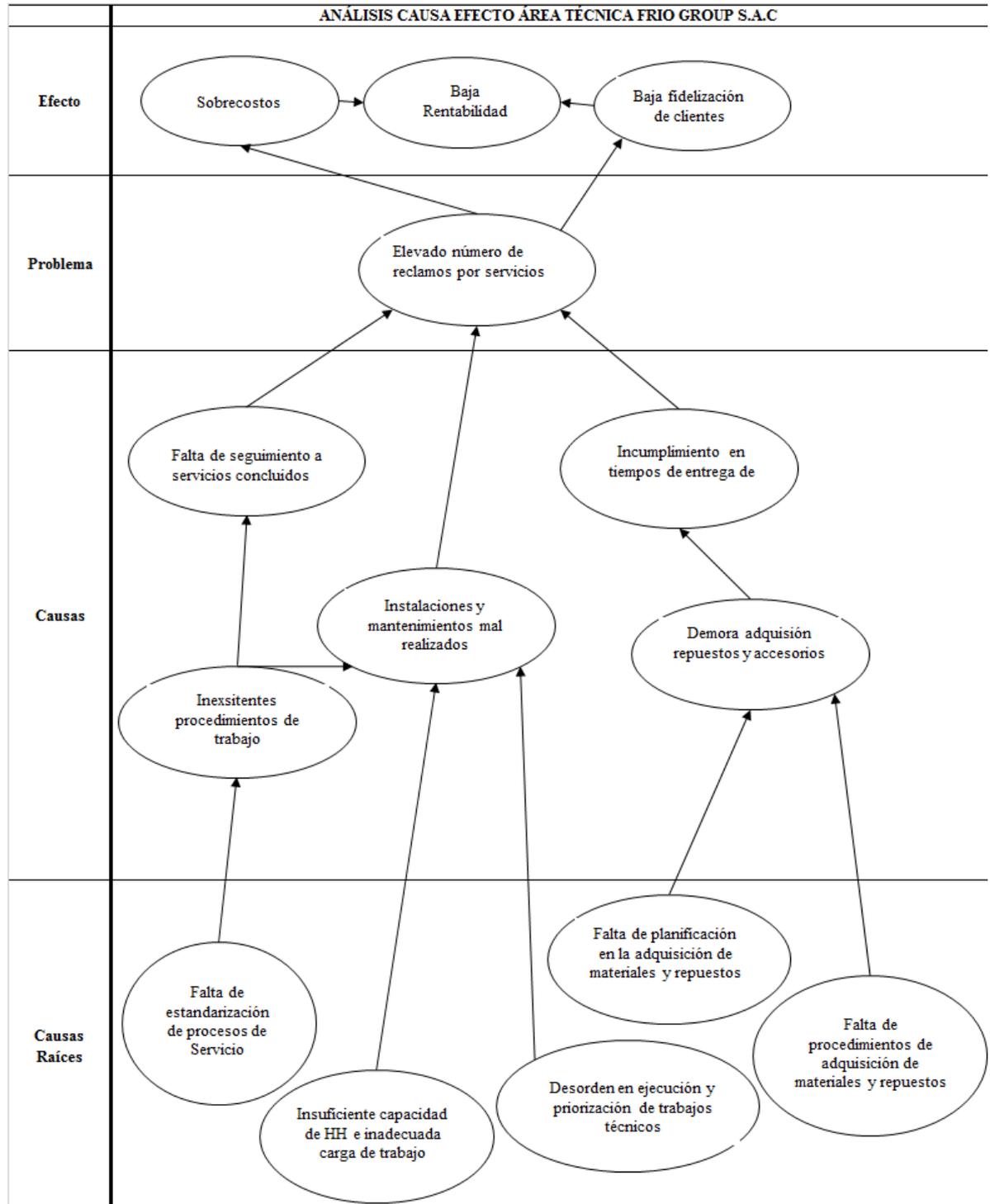
<b>Análisis de Resultados: año 2016</b> Servicios atendidos fuera de fecha Reclamos por Servicios Tiempos prolongados por instalación		<b>KPIS: año 2016</b> Número de reclamos / Servicio = 12 → Mensual Servicios culminados a tiempo = 49% → Mensual Nivel de Servicio = 69,84 % → Mensual	
<b>Estudio de Políticas</b>	<b>Análisis de medios, recursos y organización</b>	<b>Análisis de Métodos y procedimientos</b>	<b>Relación con otros Procesos</b>
Política de despacho de materiales para instalación o mantenimiento inadecuada.	Personal técnico poco capacitado e inexperto.	Inexistentes procedimientos de trabajo para actividades estándares de instalación y mantenimiento.	Recursos Humanos: Selección de personal.
Política de subcontratación a terceros técnicos en proyectos medianos o grandes.	Herramientas de trabajo para instalaciones y mantenimientos son nuevas y calibradas.	Inexistentes procedimientos de seguimiento y control de instalación y mantenimiento.	Rotación de personal.
Política de postventa inexistentes.	Se cuenta con una van y furgón exclusivo para el área técnica.	Inexistente planificación de trabajos.	Proyectos: Información de cantidad de materiales y accesibilidad para la realización de trabajos.
Política de logística y planificación de pedidos inexistentes.	Sistema informático de trabajos a realizar y seguimiento para el área inexistente.		Logística: Lista de materiales a ser adquirida para los trabajos.

Elaboración propia

Con la información obtenida de la tabla precedente, se desarrolla un análisis de causa en la Figura 3.1

**Figura 3.1**

*Técnica de los cinco porqués del Área Técnica de la empresa Frio Group S.A.C.*

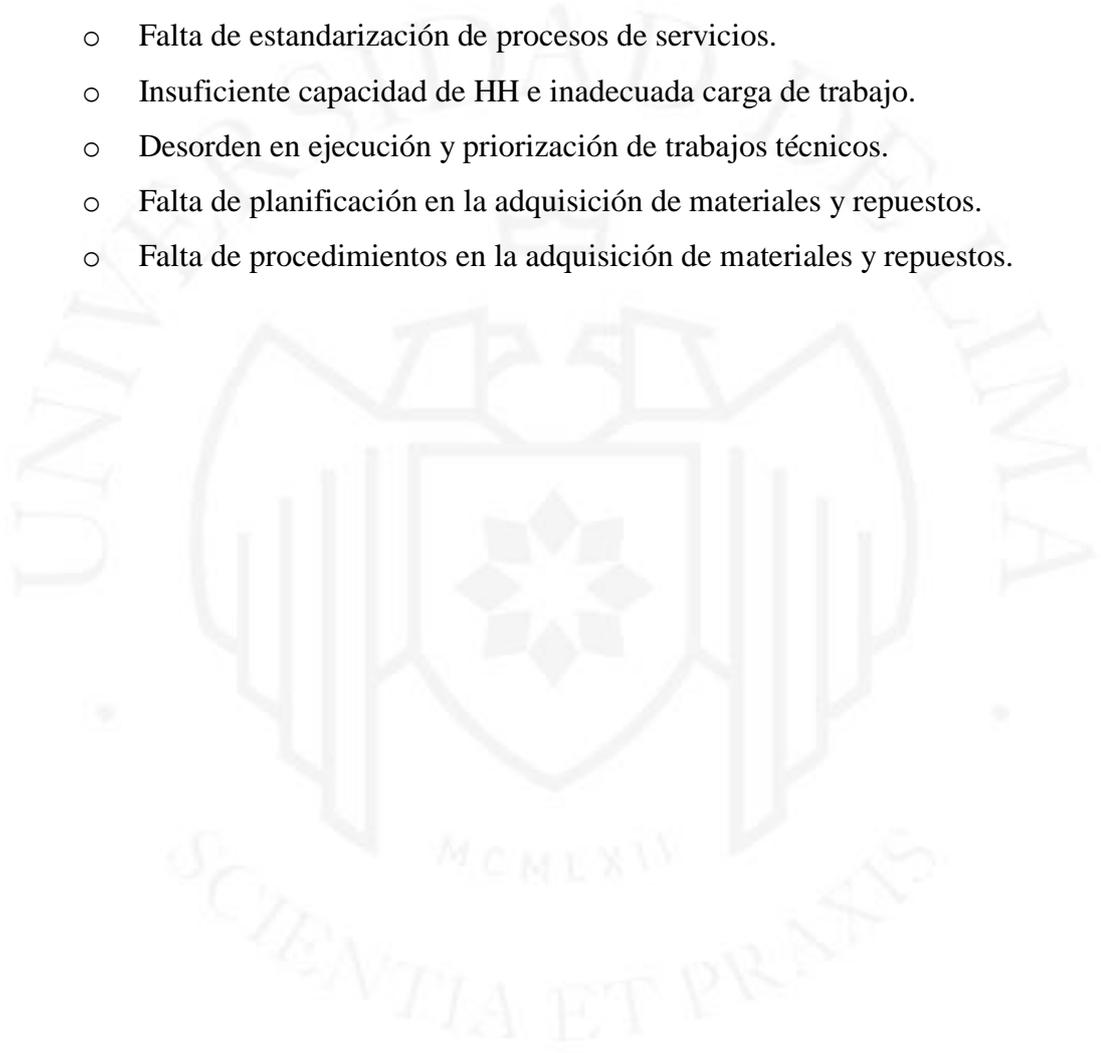


Elaboración propia

En la figura anterior se puede determinar que se tiene como principal problema el alto número de reclamos por instalaciones y mantenimiento de equipos de refrigeración y aire acondicionado.

El alto número de reclamos por servicios es sustentado por las malas instalaciones y mantenimientos que se realizan, incumplimientos en tiempos de entrega y por la falta de seguimiento que se les hace a los trabajos realizados una vez que estos concluyen, hallando como causas raíces las siguientes:

- Falta de estandarización de procesos de servicios.
- Insuficiente capacidad de HH e inadecuada carga de trabajo.
- Desorden en ejecución y priorización de trabajos técnicos.
- Falta de planificación en la adquisición de materiales y repuestos.
- Falta de procedimientos en la adquisición de materiales y repuestos.



# Capítulo IV: DETERMINACIÓN DE LA PROPUESTA DE SOLUCIÓN

## 4.1. Planeamiento de alternativas de solución

En el presente capítulo se presentarán las alternativas de solución para las principales causas raíces de los problemas del área técnica de la empresa Frio Group S.A.C.

Para este estudio fue necesario desarrollar el diagnóstico estratégico de la empresa Frio Group S.A.C. como también el diagnóstico de procesos. A partir de estos dos diagnósticos se llegará a las posibles propuestas de solución para la coyuntura actual de la organización, los cuales son:

- Mejora en la gestión del servicio técnico de la empresa Frio Group S.A.C., con esta propuesta de solución el área técnica de la empresa tendría estandarizados sus procedimientos de trabajos, también mejoraría la disponibilidad de carga de trabajo de los operarios; además de ello, se tendría una mejor priorización de trabajos técnicos. Para esto se estaría implementando planes de trabajos para los 3 principales servicios que realiza el área técnica, con la finalidad de distribuir mejor las actividades de cada servicio. La finalidad de esta propuesta de solución es mejorar la satisfacción del cliente y así reducir el número de reclamos que se genera a la empresa Frio Group S.A.C.
- Desarrollo de un sistema de adquisición de repuestos y materiales, con esta propuesta de solución la empresa Frio Group S.A.C. estaría mejorando la planificación y procedimientos para la adquisición de los materiales y repuestos que se utilizarán para los servicios técnicos. Se realizará un punto de reorden para determinar el stock mínimo que debe haber en almacén y así mismo saber cuándo se debe realizar la compra de estos. La finalidad de esta propuesta de solución, es eliminar las demoras de adquisición de los materiales y repuestos que aumentan los tiempos para culminar los servicios.

La propuesta de solución implica que para superar el problema identificado es necesario desarrollar una solución integradora que pueda atender todas las causas raíces. Ver Tabla 4.1

**Tabla 4.1**

*Propuesta de Solución*

Problema	Causas Raíces	Propuestas de solución	Detalle	Objetivo
Elevado número de reclamos por servicios	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Estandarización de procesos de servicio.</li> </ul>		*Se estandarizará los procesos de trabajo de cada actividad para mejorar los tiempos.	*Realizar servicios de manera correcta y rápida.
	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Insuficiente capacidad de HH e inadecuada carga de trabajo</li> </ul>	Mejora en la gestión del servicio técnico de la empresa Frio Group S.A.C.	*Se mejorará la capacidad de HH	*Tener más capacidad de HH para poder realizar más servicios.
	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Desorden en la ejecución y priorización de trabajos</li> </ul>		*Se desarrollará una mejor programación y priorización de los trabajos	*Tener un orden en la distribución de trabajos por realizar.
	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Falta de planificación en adquisición de materiales y repuestos.</li> </ul>	Desarrollo de un sistema de adquisición de	*Se desarrollará un sistema de adquisición para establecer procedimientos de compras.	*Realizar una correcta planificación de los materiales y repuestos más utilizados.
	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Falta de procedimiento de adquisición de materiales y repuestos.</li> </ul>	repuestos y materiales	*Identificar el punto de reorden para los materiales y repuestos más solicitados en cada área	*Tener correctos procedimientos para la identificación de los materiales y repuestos más rotativos.

Elaboración propia

# **Capítulo V: DESARROLLO Y PLANIFICACIÓN DE LAS SOLUCIONES**

## **5.1. Ingeniería de la solución**

La mejora en la gestión del servicio técnico de la empresa Frio Group S.A.C., se iniciará con la descripción del proceso deseado para la atención de servicios de mantenimiento, creando los formatos de plan de trabajo y ordenes de trabajo necesarios para el ordenamiento del Área Técnica. Se realizará la medición de tiempos de las actividades medibles para el mantenimiento preventivo de equipos de aire acondicionado con capacidad no mayor a 36 000 BTU y mantenimiento preventivo de exhibidoras de frío no mayores a 2,5m, las cuales representan el 90% de los servicios por mantenimiento que tiene la empresa. Con información de los reclamos de los clientes, se detectarán los más recurrentes y las fallas más asociadas a estas y su relación con los procedimientos actuales de la empresa. Se analizarán también tiempos improductivos y su relación con la falta de suministros, repuestos y otros. Las actividades mencionadas tienen la finalidad de optimizar el desempeño en los trabajos de mantenimiento preventivo y correctivo; con ello disminuir el elevado número de reclamos por parte de los clientes hacia el servicio técnico de la empresa Frio Group S.A.C.

### **5.1.1. Desarrollo de proceso y formatos para el Área de Servicio Técnico**

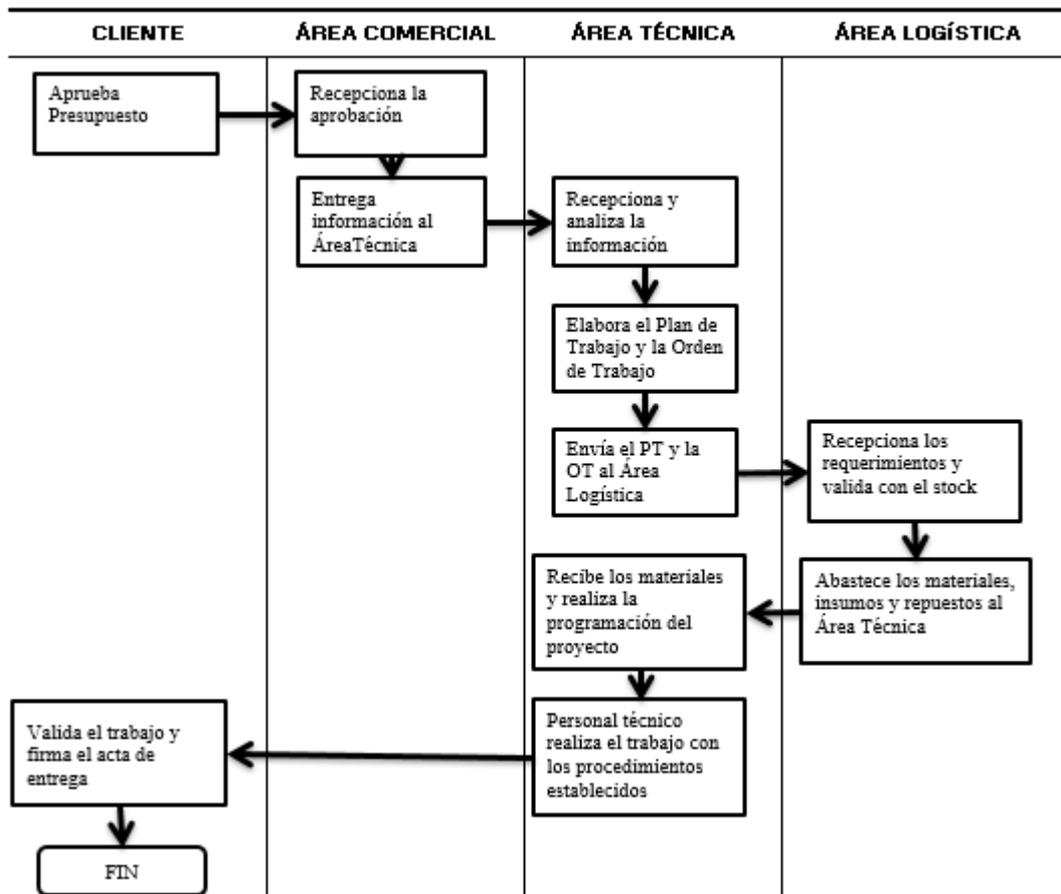
#### **Proceso propuesto para la atención de servicios:**

El trabajo de mantenimiento de equipos de aire acondicionado y refrigeración comercial debe iniciar una vez que la empresa recibe la aprobación del cliente respecto a un presupuesto y el área comercial le da la información referente al trabajo a realizar al área técnica de Frio Group S.A.C., con esta información el Área Técnica puede realizar el plan de trabajo y la orden de trabajo para dicha actividad contemplando así los recursos necesarios. Enseguida, se debe realizar la programación del proyecto y con la información del plan de trabajo y orden de trabajo el área logística debe suministrar los materiales, insumos y repuestos necesarios. Una vez que el personal técnico se encuentre en el local del mantenimiento debe seguir los procedimientos establecidos para instalaciones y mantenimientos para un trabajo correcto y optimización de tiempos y recursos. Una vez concluido con el servicio se debe validar parámetros de los equipos en

los cuales se trabajó y finalmente con el cliente hacer firmar el acta de entrega o conformidad. En la Figura 5.1 se representa el proceso descrito.

**Figura 5.1**

*Diagrama de Proceso Propuesto*



Elaboración propia

Una vez que se tiene el proceso general para la atención de servicios técnicos definido, es parte de la solución la creación de formatos de plan de trabajo y ordenes de trabajo inexistentes para el área.

**Plan de Trabajo:**

Tiene la finalidad de resumir el resultado de la planificación del mantenimiento, en la cual se planifica la estrategia, recursos, procedimientos y métodos. En la Figura 5.2 se presenta el formato de plan de trabajo para el Área Técnica de la empresa Frio Group S.A.C.

**Figura 5.2**

*Formato de Plan de Trabajo de la empresa Frio Group S.A.C.*

		ACTIVIDAD				CODIGO P/T
RESPONSABLES						
Tarea	Ubicación	Tiempo	Materiales y Herramientas	Equipos	Observaciones	
ELABORADO POR		REVISADO POR		AUTORIZADO POR		
Jefe Técnico		Gerencia General		Gerencia General		

Elaboración propia

**Orden de Trabajo:**

Tiene la finalidad de señalar al operario las tareas a realizar durante el servicio de mantenimiento que se programará, controla los trabajos y asegura el éxito de los mismos. En la Figura 5.3 se presenta el formato de orden de trabajo desarrollado para el Área Técnica de la empresa Frio Group S.A.C.

**Figura 5.3**

*Formato de Orden de Trabajo para el Área Técnica de la empresa Frio Group S.A.C.*

	
ORDEN DE TRABAJO	
N.º _____	
Fecha de Emisión: _____	Requerido para el: _____
Cliente: _____	Equipo: _____ Código: _____
Descripción del Trabajo para efectuar: -----	
Emitido por: _____	Aprobado por: _____
Programado para: _____	Hora: ____ Plan de Trabajo N.º: _____
Notas:	
Trabajo realizado por: _____	
Inicio: _____	Término: _____ Horas Hombre empleadas: _____
MATERIALES REQUERIDOS	EQUIPOS REQUERIDOS
Supervisor: _____	Observaciones: _____

Elaboración propia

### **5.1.2. Mejora en procesos de mantenimiento con más reclamos**

#### **A. Identificación de Servicios con más reclamos**

Con la finalidad de aplicar la mejora a aquellos servicios que representan la mayor cantidad de reclamos para el área técnica de Frio Group S.A.C., se presenta el resumen del total de atenciones realizadas durante los años 2015 y 2016 como se observa en la Tabla 5.1.

Como se puede ver en la Tabla 5.1 los trabajos por mantenimiento representan más del 60% de todos los trabajos realizados por el Área Técnica de la empresa Frio Group S.A.C. durante los años 2015 y 2016. De esta manera es durante este periodo en el cual se analizó los reclamos realizados para identificar a qué servicios pertenecían como se demuestra en la Tabla 5.2

**Tabla 5.1**

*Trabajos realizados en los años 2015 y 2016 por el Área Técnica de la empresa Frio Group S.A.C.*

<b>ATENCIONES POR INSTALACIÓN</b>				
	<b>2015</b>	<b>%</b>	<b>2016</b>	<b>%</b>
<b>Aire Acondicionado residencial</b>	9	29%	6	32%
<b>Exhibidores de Frio</b>	22	71%	13	68%
<b>Total</b>	<b>31</b>	<b>100%</b>	<b>19</b>	<b>100%</b>

<b>ATENCIONES POR MANTENIMIENTO</b>				
<b>Aire Acondicionado residencial</b>	11	18%	18	16%
<b>Exhibidores de Frio</b>	49	82%	94	84%
<b>Total</b>	<b>60</b>	<b>100%</b>	<b>112</b>	<b>100%</b>

Fuente: Reportes Técnicos de la empresa Frio Group S.A.C. (2016)

**Tabla 5.2**

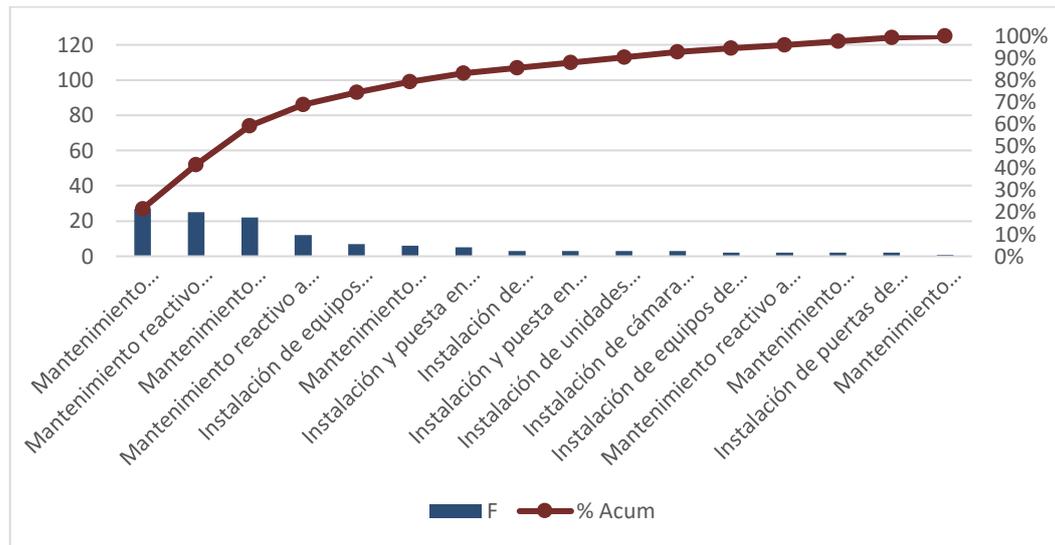
*Reclamos por servicio durante los años 2015 y 2016*

<b>RECLAMOS POR ATENCIONES DEL SERVICIO TÉCNICO</b>		<b>F</b>
<b>1</b>	Mantenimiento preventivo de exhibidoras de frio autocontenidas menores a 2.5m	27
<b>2</b>	Mantenimiento reactivo de equipos de aire acondicionado residenciales menores a 36,000 BTU	25
<b>3</b>	Mantenimiento preventivo a equipos de aire acondicionado residenciales menores a 36,00 BTU	22
<b>4</b>	Mantenimiento reactivo a exhibidoras de frio mayores de 2.5m	12
<b>5</b>	Instalación de equipos residenciales de aire acondicionados residenciales menores a 36,000 BTU	7
<b>6</b>	Mantenimiento preventivo a evaporadores de cámaras de frio	6
<b>7</b>	Instalación y puesta en marcha de exhibidoras refrigeradas autocontenidas	5
<b>8</b>	Instalación de controladores Eliwell a sistema de refrigeración remoto en cámaras de frio	3
<b>9</b>	Instalación y puesta en marcha de sistema munters de deshumidificación de aire	3
<b>10</b>	Instalación de unidades condensadoras para exhibidoras refrigeradas remotas	3
<b>11</b>	Instalación de cámara frigorífica menores a 100 m2	3
<b>12</b>	Instalación de equipos de aire acondicionado tipo VRF y Chiller	2
<b>13</b>	Mantenimiento reactivo a compresores de baja y media temperatura	2
<b>14</b>	Mantenimiento preventivo a sistema de tubería de cobre de supermercado	2
<b>15</b>	Instalación de puertas de vidrio a exhibidoras de frio abiertas (sin puertas) tipo mural	2
<b>16</b>	Mantenimiento preventivo a sistemas de aire acondicionado tipo VRF y Chiller	1
<b>TOTAL</b>		<b>125</b>

Fuente: Reportes de Servicio Técnico de la empresa Frio Group S.A.C. (2016)

**Figura 5.4**

*Diagrama de Pareto-Reclamos de Instalación y Mantenimiento de Muebles de Frío*



Elaboración propia

Como se puede observar de la Figura 5.4, los servicios que representan el 80% de los reclamos recibidos durante los años 2015 y 2016 para la empresa Frio Group S.A.C. fueron los siguientes:

- Mantenimiento preventivo a equipos de aire acondicionado residenciales menores a 36 000 BTU (**Total realizados entre los años 2015-2016: 19**)
- Mantenimiento preventivo de exhibidoras de frío autocontenidas no mayores a 2,5m (**Total realizados entre los años 2015-2016: 70**)
- Mantenimiento reactivo a equipos de aire acondicionado residenciales menores a 36 000 BTU (**Total realizados entre los años 2015-2016: 10**)

Parte de la presente mejora de la gestión del servicio del Área Técnica es evaluar cuáles fueron los motivos por los reclamos en los tres servicios mencionados. Con información recabada por el área comercial cuando recibió los reclamos por parte de los clientes se desarrolló la Tabla 5.3 para identificar las frecuencias de las causas y así poder solucionarlas para optimizar los servicios con más problemas.

**Tabla 5.3**

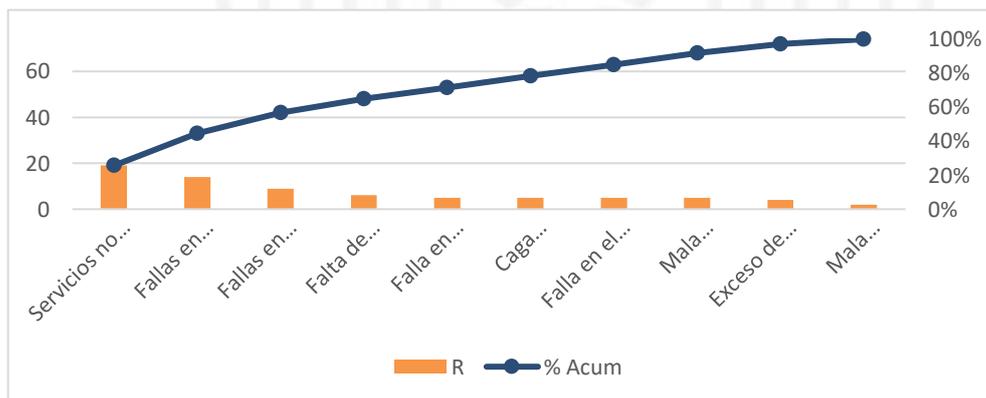
*Causas de reclamos más frecuentes en los problemas principales del Área Técnica de la empresa Frio Group S.A.C.*

CAUSAS DE RECLAMOS POR PROBLEMAS DEL ÁREA TÉCNICA		R
1	Servicios no entregados a tiempo	19
2	Fallas en funcionamiento de equipos post mantenimiento preventivo de equipo de frio	14
3	Fallas en funcionamiento de equipos post mantenimiento preventivo de aire acondicionado	9
4	Falta de aislamiento a tuberías de cobre	6
5	Falla en instalaciones eléctricas	5
6	Caga incompleta de gas refrigerante a equipo	5
7	Falla en el anclaje de soportes de equipos de aire acondicionado	5
8	Mala programación de controladores de temperatura	5
9	Exceso de carga de gas refrigerante a equipo	4
10	Mala instalación de tuberías de cobre	2
<b>TOTAL</b>		<b>74</b>

Fuente: Registros área comercial Frio Group S.A.C. (2016)

**Figura 5.5**

*Diagrama de Pareto de las causas de reclamos por problemas del Área Técnica de la empresa Frio Group S.A.C.*



Elaboración propia

## **B. Análisis de procesos de Mantenimiento a mejorar**

Para el análisis de cada proceso a mejorar en primer lugar se describirá el proceso actual que siguen los trabajadores. Se realizará un estudio de tiempos por tarea del cual según el número de observaciones definiremos nuestra muestra real para tener una información más adecuada. Se presenta el modelo utilizado para hallar la muestra del número de observaciones totales que se deben realizar para hallar el tiempo estándar de cada actividad de los procesos antes y después de la mejora.

$$N = (\sigma * z) / (T.\text{obs} * \text{error})$$

Donde:

N = Tamaño muestra para número de observaciones

$\sigma$  = Desviación estándar de los tiempos observados por cada actividad

z = estadístico de prueba a un nivel de confianza del 95%

T. Obs = Tiempo observado, tiempo promedio de las observaciones realizadas por actividad

Error = Error del nivel de confianza

Con el uso de este modelo se procede a realiza el cálculo de los tiempos antes y después de la mejora para las actividades materia de estudio del presente trabajo.

#### **a) Proceso actual de mantenimiento preventivo de equipos de aire acondicionado residenciales no mayor a 36 000 BTU**

Cuenta con las siguientes actividades:

- 1. Limpieza del serpentín del evaporador:** Se debe desmontar la carcasa de la unidad evaporadora, ubicar el serpentín de la unidad evaporadora del equipo de aire acondicionado y proceder con la limpieza utilizando jabón líquido, peine de serpentín, cepillo y agua con una manguera. (25 minutos)
- 2. Limpieza de bandejas de condensado:** Se debe desmontar la carcasa de la unidad condensadora, y se procede a limpiar la bandeja de condensado con cepillo, trapo y agua con una manguera. (12 minutos)
- 3. Revisión de condiciones de filtros:** Para realizar esta actividad se debe esperar se haya terminado con la limpieza del serpentín del evaporador, la inspección es visual con la finalidad de realizar limpieza o cambio. (14 minutos)
- 4. Alinear aletas de evaporador:** Con el peine de serpentines se debe alinear las aletas que se encuentren aplacadas. (8 minutos)
- 5. Limpieza de carcasa de unidad condensadora:** Después de revisar el evaporador, y con el desmontaje de la unidad condensadora se procede a limpiar la carcasa con espuma limpiadora y trapos. (19 minutos)

- 6. Limpieza de bomba de condensado:** Se ubica la bomba de condensado en el recorrido de la instalación y se procede con su desmontaje y limpieza con trapo. (10 minutos)
- 7. Limpieza en partes eléctricas:** Se debe realizar el desmontaje del tablero de control de la unidad condensadora donde se ubican las conexiones eléctricas y contactores, esta actividad debe realizarse con una brocha. Se debe armar la unidad condensadora que estaba desarmada. (30 minutos)
- 8. Limpieza del serpentín del condensador:** Con la unidad condensadora desmontada, se procede a lavar el serpentín del condensador utilizando agua a través de una manguera y aplicando espuma. (28 minutos)
- 9. Revisión de moto ventiladores:** Se realiza el desmontaje de carcasa, desmontaje de moto ventiladores, revisión de los moto ventiladores ubicados en la unidad condensadora, inspeccionando el funcionamiento y la vibración. (25 minutos)
- 10. Chequeo de presiones de la línea de líquido y gas:** Instalación de manómetro para la medición de las presiones de gas y se compara con las medidas recomendadas de fábrica. (18 minutos)
- 11. Revisión de ruidos de compresores:** Se arranca el equipo sin ensamblarse carcasas para identificar ruidos en compresores. (5 minutos)
- 12. Revisión de fuga de gas:** Se utiliza detergente y se coloca en las tuberías de cobre para detectar fuga de gas refrigerante en el recorrido de tubería de cobre. (29 minutos)
- 13. Lubricación de partes móviles:** Se realiza la lubricación de los moto ventiladores y partes móviles de la unidad condensadora y evaporadora. (18 minutos)
- 14. Revisión y ajuste de tornillería en unidades:** Se realiza el ensamble de las carcasas de las unidades condensadoras y evaporadoras. (38 minutos)

A continuación, en la Tabla 5.4 se detallan los pasos actuales para realizar el servicio y los tiempos calculados según las observaciones realizadas:

**Tabla 5.4**

*Pasos para el mantenimiento preventivo de equipo de aire acondicionado residencial menor a 36 000 BTU*

<b>Mantenimiento Preventivo del Equipo de Aire Acondicionado Residencial Menor a 36 000 BTU</b>		
<b>N°</b>	<b>ACTIVIDADES PROCESO ACTUAL</b>	<b>TIEMPO (min)</b>
<b>1</b>	Limpieza del serpentín	25
<b>2</b>	Limpieza de bandeja de condensado	12
<b>3</b>	Revisión de condiciones de los filtros	14
<b>4</b>	Alinear aletas de evaporador	8
<b>5</b>	Limpieza de carcasa de unidad condensadora	19
<b>6</b>	Limpieza de bomba de condensado	10
<b>7</b>	Limpieza en partes eléctricas	30
<b>8</b>	Limpieza del serpentín condensador	28
<b>9</b>	Revisión de moto ventiladores	25
<b>10</b>	Chequeo de presiones de la línea de líquido y gas	18
<b>11</b>	Revisión de ruidos en compresores	5
<b>12</b>	Revisión de fuga de gas	29
<b>13</b>	Lubricación de partes móviles	18
<b>14</b>	Revisión y ajuste de tornillería en unidades	38
<b>TIEMPO TOTAL</b>		<b>279</b>

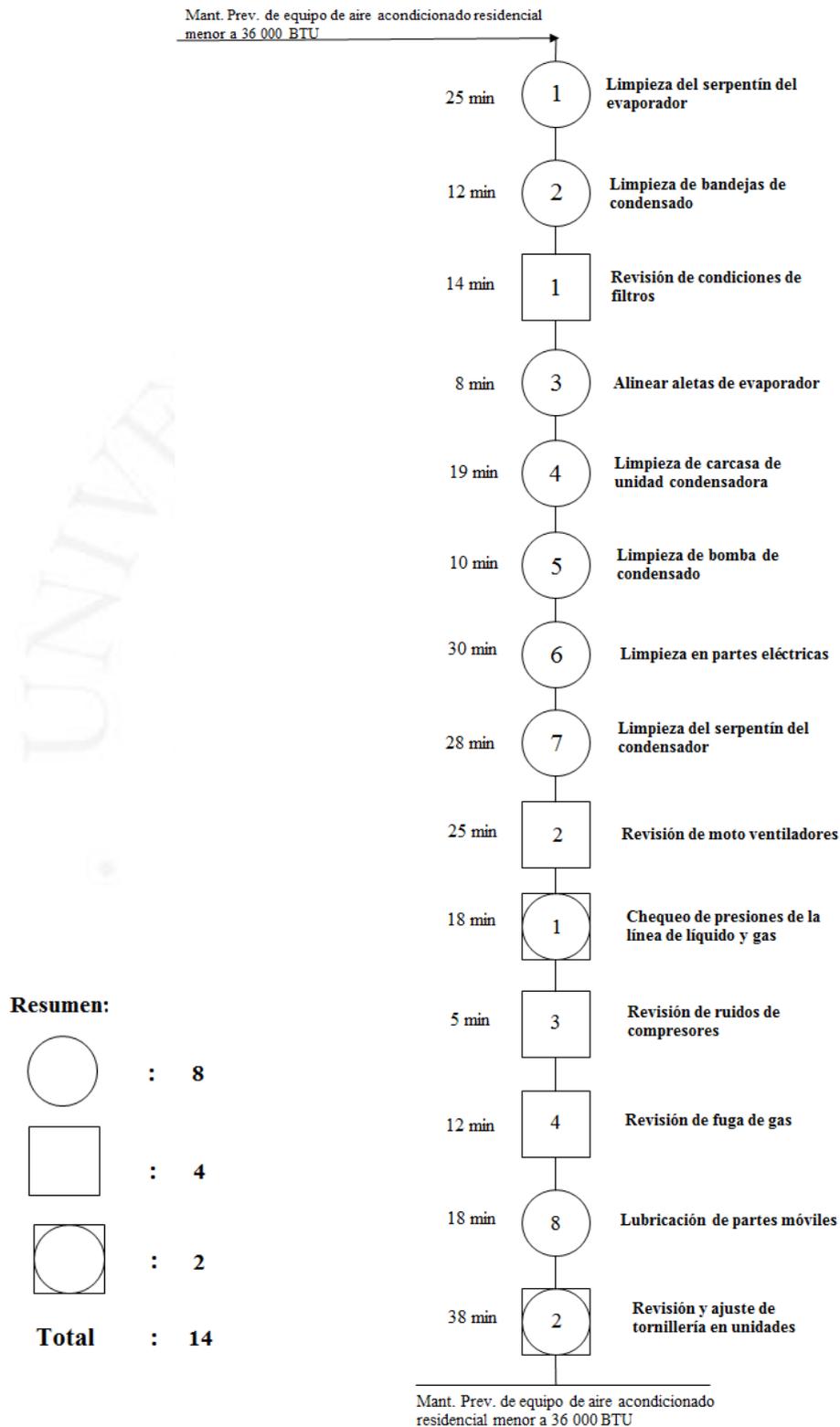
Elaboración propia

El tiempo total actual empleado para la culminación de la actividad es de 279 minutos, aproximadamente 4 horas con 39 minutos.

En la Figura 5.6 se presenta el DOP del proceso de Proceso de mantenimiento preventivo de equipos de aire acondicionado residenciales no mayor a 36,000 BTU:

**Figura 5.6**

*DOP del proceso actual de mantenimiento preventivo de equipos de aire acondicionado residencial no mayor a 36 000 BTU*



Elaboración propia

Se procederá con el análisis de Pareto (Tabla 5.5) para los tiempos obtenidos para el proceso de mantenimiento preventivo de equipos de aire acondicionado residenciales no mayores a 36 000 BTU con la finalidad de encontrar el 80% de los tiempos que generan más demora en el proceso y ubicar sus causas para proceder con la mejora.

**Tabla 5.5**

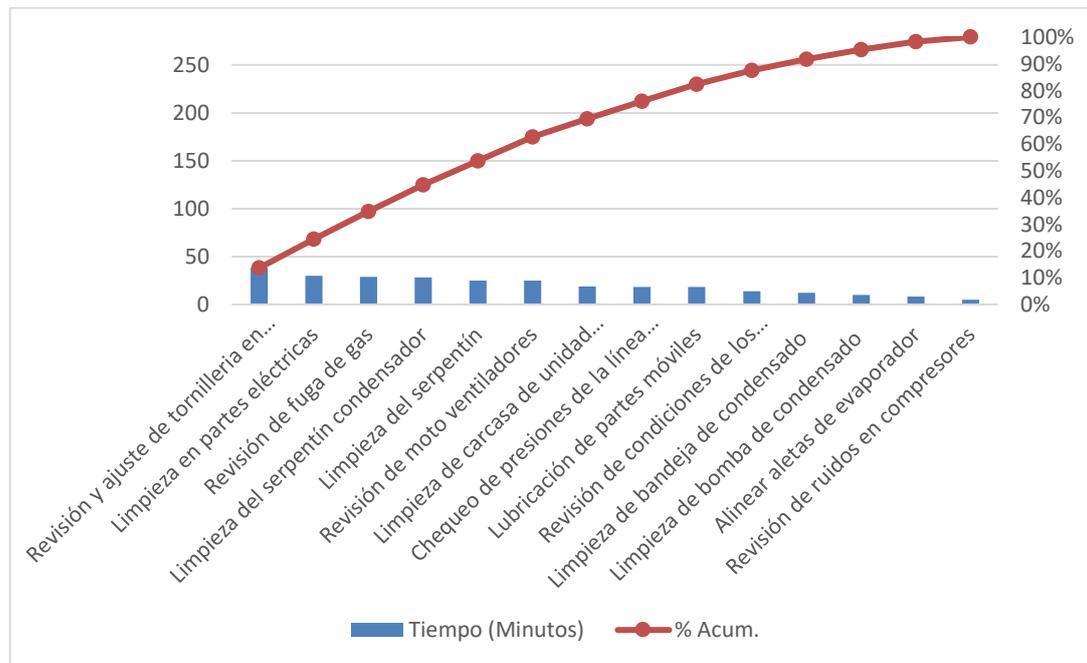
*Análisis de Pareto para tiempos del proceso de mantenimiento preventivo de equipos de aire acondicionado residenciales no mayor a 36 000 BTU*

	<b>Descripción</b>	<b>Tiempo (Minutos)</b>	<b>% Acum.</b>	<b>%</b>	<b>Frecuencia acumulada</b>
<b>1</b>	Revisión y ajuste de tornillería en unidades	38	14%	14%	38
<b>2</b>	Limpieza en partes eléctricas	30	24%	11%	68
<b>3</b>	Revisión de fuga de gas	29	35%	10%	97
<b>4</b>	Limpieza del serpentín condensador	28	45%	10%	125
<b>5</b>	Limpieza del serpentín	25	54%	9%	150
<b>6</b>	Revisión de moto ventiladores	25	63%	9%	175
<b>7</b>	Limpieza de carcasa de unidad condensadora	19	70%	7%	194
<b>8</b>	Chequeo de presiones de la línea de líquido y gas	18	76%	6%	212
<b>9</b>	Lubricación de partes móviles	18	82%	6%	230
<b>10</b>	Revisión de condiciones de los filtros	14	87%	5%	244
<b>11</b>	Limpieza de bandeja de condensado	12	92%	4%	256
<b>12</b>	Limpieza de bomba de condensado	10	95%	4%	266
<b>13</b>	Alinear aletas de evaporador	8	98%	3%	274
<b>14</b>	Revisión de ruidos en compresores	5	100%	2%	279
	<b>TOTAL</b>	<b>279</b>			

Elaboración propia

**Figura 5.7**

*Diagrama de Pareto para tiempos del proceso de mantenimiento preventivo de equipos de aire acondicionado residenciales no mayor a 36 000 BTU*



Elaboración propia

Del análisis de Pareto podemos identificar que son las siguientes actividades las que tienen un mayor consumo de tiempo en todo el proceso:

- Limpieza de serpentín de evaporador
- Limpieza de serpentín de condensador
- Limpieza de partes eléctricas
- Revisión de moto ventiladores
- Revisión de fuga de gas
- Revisión y ajuste de tornillería en unidades

Se utilizará el método de los cinco porqués para poder identificar las causas de las principales demoras del proceso como se detalla en la Tabla 5.6

**Tabla 5.6**

*Análisis de los cinco porqués para el proceso de mantenimiento preventivo de equipo de aire acondicionado residencial menor a 36 000 BTU*

<b>Cinco porqués para el Proceso de Mantenimiento Preventivo Aire Acondicionado</b>				
<b>¿Por qué?</b>	<b>¿Por qué?</b>	<b>¿Por qué?</b>	<b>¿Por qué?</b>	<b>¿Por qué?</b>
Tiempos prolongados en actividades de mantenimiento preventivo de equipos de aire acondicionado residenciales menores a 36,000 BTU	Inadecuado seguimiento y control de actividades	Cuello de botellas en actividades	No existe orden lógico en actividades  Demora en llegada de insumos	Procedimiento no establecido y con reproceso  Falta programación compras de insumos
		Procedimientos desfasados	Herramientas y técnicas desfasadas	Falta de adquisición de herramientas de trabajo actualizadas

Elaboración propia

Del análisis del proceso para el mantenimiento preventivo de un equipo de aire acondicionado residencial menor a 36 000 BTU, se puede indicar:

- Muchos pasos para culminar con el servicio.
- Existen reproceso, se realizan actividades que inician en una zona determinada de los equipos, se concluyen; sin embargo, antes de culminar con el servicio total se vuelve a la zona inicial.
- Carencia de inspecciones durante la realización de las actividades.
- No existen actividades de validaciones y controles para la puesta en marcha de los equipos.
- Herramientas de trabajo desfasadas que aumentan el tiempo de las actividades.
- Tiempo de espera de algunas actividades por insuficiencia de insumos para el mantenimiento.

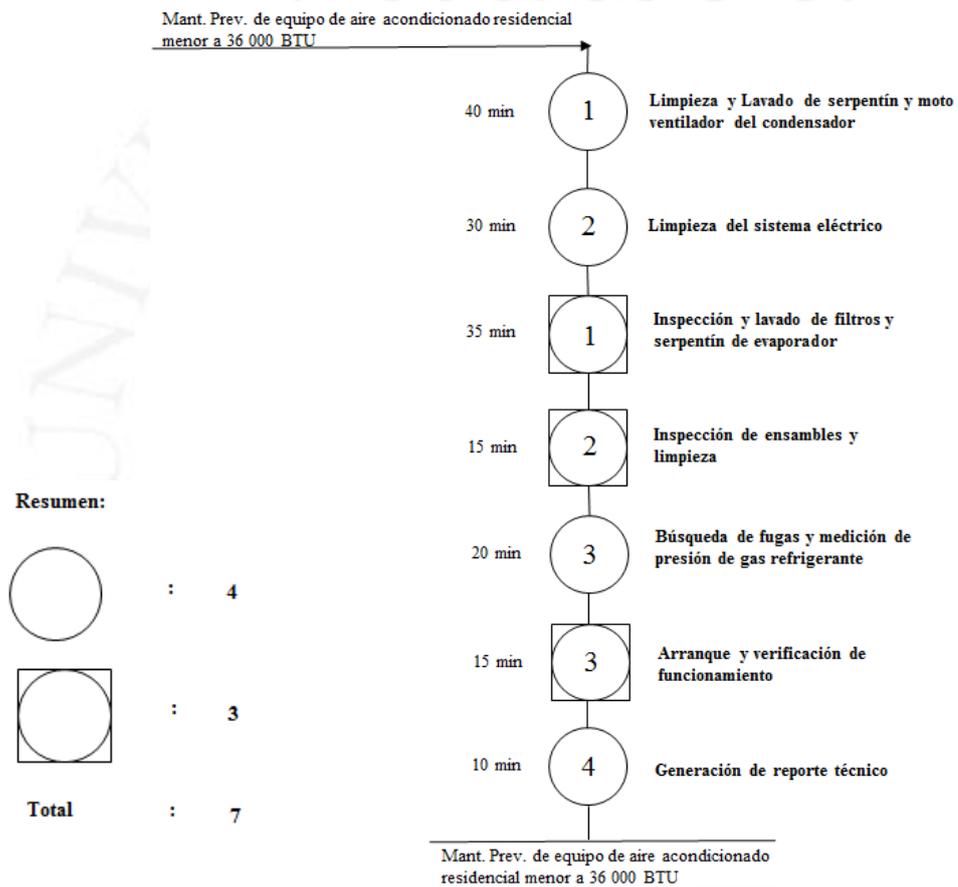
Con la información recabada a través de la medición de tiempo, diagrama de Pareto y análisis de los cinco porqués, se procede a desarrollar las nuevas actividades del proceso incluyendo las mejoras en las herramientas, ordenamiento de actividades, controles y tiempos.

**b) Mejora en el proceso de mantenimiento preventivo de equipos de aire acondicionado residenciales no mayor a 36 000 BTU**

Se presenta en la Figura 5.8 DOP del proceso de mantenimiento preventivo de equipos de aire acondicionado residenciales menores a 36 000 BTU después de la mejora

**Figura 5.8**

*DOP de la mejora en el proceso de mantenimiento preventivo de equipos de aire acondicionado residenciales menores a 36 000 BTU*



Elaboración propia

En la Tabla 5.7, podemos observar el nuevo tiempo de trabajo para el proceso en mención comparado con el tiempo anterior antes de realizarse la mejora.

**Tabla 5.7**

*Comparativo de tiempos en la mejora del mantenimiento preventivo de aire acondicionado residenciales menores a 36 000 BTU*

<b>Proceso de mantenimiento preventivo equipos de aire acondicionado residenciales menores a 36 000 BTU</b>			<b>Tiempo (minutos)</b>		
<b>Actividad</b>	<b>Antes</b>	<b>Después</b>	<b>Antes</b>	<b>Después</b>	
<b>1</b>	Limpieza del serpentín del evaporador	Limpieza del serpentín y motoventilador	25	40	
<b>2</b>	Limpieza de bandejas de condensado	Limpieza del sistema eléctrico	12	30	
<b>3</b>	Revisión de condiciones de filtros	Inspección y lavado de filtros y serpentín de evaporador	14	35	
<b>4</b>	Alinear aletas de evaporador	Inspección de ensambles y limpieza	8	15	
<b>5</b>	Limpieza de carcasa de unidad condensadora	Búsqueda de fugas y medición de presión de gas refrigerante	19	20	
<b>6</b>	Limpieza de bomba de condensado	Arranque y verificación de funcionamiento	10	15	
<b>7</b>	Limpieza en partes eléctricas	Generación de reporte técnico	30	10	
<b>8</b>	Limpieza del serpentín del condensador		28		
<b>9</b>	Revisión de moto ventiladores		25		
<b>10</b>	Chequeo de presiones de la línea de líquido y gas		18		
<b>11</b>	Revisión de ruidos de compresores		5		
<b>12</b>	Revisión de fuga de gas		29		
<b>13</b>	Lubricación de partes móviles		18		
<b>14</b>	Revisión y ajuste de tornillería en unidades		38		
			<b>Tiempo en minutos</b>	<b>279</b>	<b>165</b>
			<b>Tiempo en horas</b>	<b>4:39</b>	<b>2:45</b>
			<b>Minutos reducidos</b>	<b>114</b>	
			<b>Porcentaje reducción</b>	<b>40,86%</b>	

Elaboración propia

En la Figura 5.9 se presenta el plan de trabajo para el mantenimiento preventivo de aire acondicionado residencial no mayor a 36 000 BTU, el cual tendrá una vigencia de un año para el área técnica de la empresa Frio Group S.A.C.

**Figura 5.9**

*Mantenimiento preventivo de aire acondicionado residencial no mayor a 36 000 BTU*

		ACTIVIDAD			CÓDIGO P/T	
		<b>Mantenimiento preventivo de equipos de aire acondicionado residenciales no mayor a 36.000 BTU</b>			<b>2019-001</b>	
RESPONSABLES		<b>Personal técnico de Frio Group S.A.C.</b>				
N°	Tarea	Ubicación	Tiempo	Materiales y Herramientas	Equipos	Observaciones
1	Limpieza y lavado de serpentín de condensador #	Unidad Condensadora	40	Jabón líquido, hidrolavadora, cepillo, trapos	Guantes de carnaza y escalera	
2	Limpieza del sistema eléctrico	Tablero de control de la unidad condensadora	30	Brocha	Guantes de carnaza y escalera	
3	Inspección y lavado de filtros y serpentín de evaporador	Unidad Evaporadora	35	Jabón líquido, aspiradora, hidrolavadora, cepillo	Guantes de carnaza y escalera	
4	Inspección de ensambles y limpieza	Unidad evaporadora y condensadora	15		Escalera	
5	Búsqueda de fugas y medición de presión de gas refrigerante	Tubería de cobre	20	Detector de fuga electrónico, manómetro		
6	Arranque y verificación de funcionamiento	Equipo de aire acondicionado	15	Pinzas amperimétricas		Según parámetros de funcionamiento de fabricante
7	Generación de reporte técnico		10	Reporte Técnico		Debe ser firmado por cliente
<b>TOTAL DE TIEMPO</b>			165			
ELABORADO POR		REVISADO POR		AUTORIZADO POR		
<b>Jefe Técnico</b>		<b>Gerencia General</b>		<b>Gerencia General</b>		

Elaboración propia

**c) Proceso actual de mantenimiento preventivo de exhibidoras de frío autocontenidas menores a 2,5m**

Cuenta con las siguientes actividades:

1. **Desescarche del evaporador:** Se debe realizar el desescarche del evaporador del equipo en el cual se realizará el trabajo de mantenimiento. El desescarche puede ser manual (desconectando el equipo) o electrónico con el uso de resistencias. (25 minutos)
2. **Retiro de tapas laterales de muebles:** Se retiran las tapas laterales del mueble de Frio como también las frontales para poder acceder al evaporador y otras partes. (15 minutos)

3. **Limpieza de filtros:** En la parte frontal del mueble de frío se encuentran los filtros, los cuales deben ser retirados y lavados con jabón, agua a través de una manguera y trapo. (10 minutos)
4. **Recoger agua de bandeja de evaporador:** Con una manguera se debe retirar el agua del evaporador que es ocasionada por el drenaje del equipo ya que es autocontenida. (5 minutos)
5. **Limpieza de motoventiladores de evaporador:** Una vez que se llegue al evaporador, se debe desmontar la carcasa del motoventilador y con agua a través de una manguera realizar la limpieza, se utiliza también un trapo. (25 minutos)
6. **Limpieza de partes eléctricas:** Se debe desmontar la parte trasera del equipo de frío para poder acceder a la unidad condensadora y acceder al panel de control eléctrico, la limpieza se debe dar con una brocha utilizando guantes de carnaza. (30 minutos)
7. **Limpieza de unidad condensadora:** La limpieza de la unidad condensadora se realiza desmontando la unidad condensadora y limpiando con agua a través de una manguera, jabón líquido y trapos para el secado. (25 minutos)
8. **Revisión de programación de controlador:** El controlador del equipo se ubica en la zona frontal del equipo, la programación debe estar en función a los parámetros sugeridos por fábrica y deseados por el cliente. (25 minutos)
9. **Revisión de compresor y capacitor:** El compresor se ubica junto a la unidad condensadora, se debe realizar y validar visualmente que los componentes del compresor estén intactos (no quemados) y que esté todo operativo. (25 minutos)
10. **Limpieza de compresor:** Se realiza la limpieza del compresor con el uso de trapo y agua, se seca con el trapo y se le adiciona un lubricante. (15 minutos)
11. **Retiro de bandejas y brazos de bandejas:** Se procede con el retiro de todas las bandejas del mueble refrigerado y de los brazos de los mismos. (30 minutos)
12. **Limpieza de bandejas y brazos de góndolas:** Se realiza la limpieza utilizando agua a través de una manguera y trapo a las bandejas y brazos de bandejas del equipo. Se procede con el rearmado de las bandejas, brazos, tapas laterales, traseras y frontales del equipo. (50 minutos)
13. **Revisión de presión de gas refrigerante:** Instalación de manómetro para la medición de las presiones de gas. (25 minutos)

**14. Revisión de parámetros de temperatura y defrost:** Se procede a medir las temperaturas del equipo una vez encendido y el tiempo programado para el defrost. (20 minutos)

A continuación, en la Tabla 5.8 se detallan los pasos actuales para realizar el servicio y los tiempos calculados según las observaciones realizadas:

**Tabla 5.8**

*Tiempos para el mantenimiento preventivo de exhibidoras de frío autocontenidas menores a 2,5m*

<b>Mantenimiento Preventivo Equipo Exhibidoras de Frío Autocontenidas menores a 2,5 m</b>		
<b>Nº</b>	<b>ACTIVIDADES PROCESO ACTUAL</b>	<b>TIEMPO (min)</b>
1	Desescarche del evaporador	25
2	Retiro de tapas de mueble	15
3	Limpieza de filtros	10
4	Recoger agua de bandeja de evaporador	5
5	Limpieza de motoventiladores del evaporador	25
6	Limpieza de partes eléctricas	30
7	Limpieza de la unidad condensadora	25
8	Revisión de programación de controlador	25
9	Revisión de compresor y capacitor	25
10	Limpieza de compresor	15
11	Retiro de bandejas y brazos de bandejas	30
12	Limpieza de bandejas y brazos de góndolas	50
13	Revisión de presión de gas refrigerante	25
14	Revisión de parámetros de temperatura y defrost	20
<b>TIEMPO TOTAL</b>		<b>325</b>

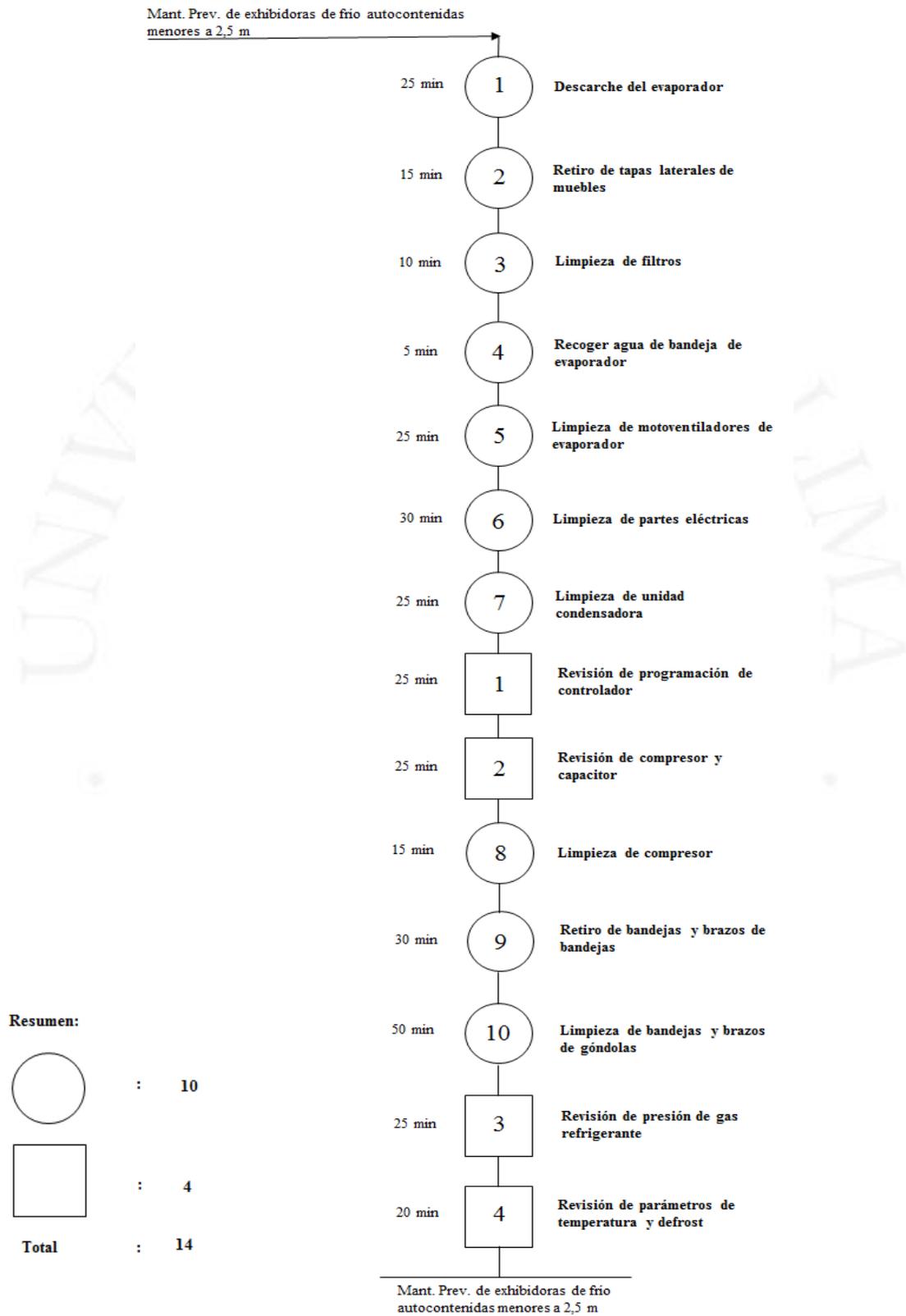
Elaboración propia

El tiempo total actual empleado para la culminación de la actividad es de 325 minutos, aproximadamente 5 horas con 25 minutos.

En la Figura 5.10 se presenta el DOP del proceso de Proceso mantenimiento preventivo de exhibidoras de frío autocontenidas menores a 2,5m.

**Figura 5.10**

*DOP del Proceso Actual del mantenimiento preventivo de exhibidoras de frio autocontenidas menores a 2,5m*



Elaboración propia

Se procederá con el análisis de Pareto (Tabla 5.9) para los tiempos obtenidos para el proceso de mantenimiento preventivo de exhibidoras de frío autocontenidas menores a 2,5m con la finalidad de encontrar el 80% de los tiempos que generan más demora en el proceso y ubicar sus causas para proceder con la mejora.

**Tabla 5.9**

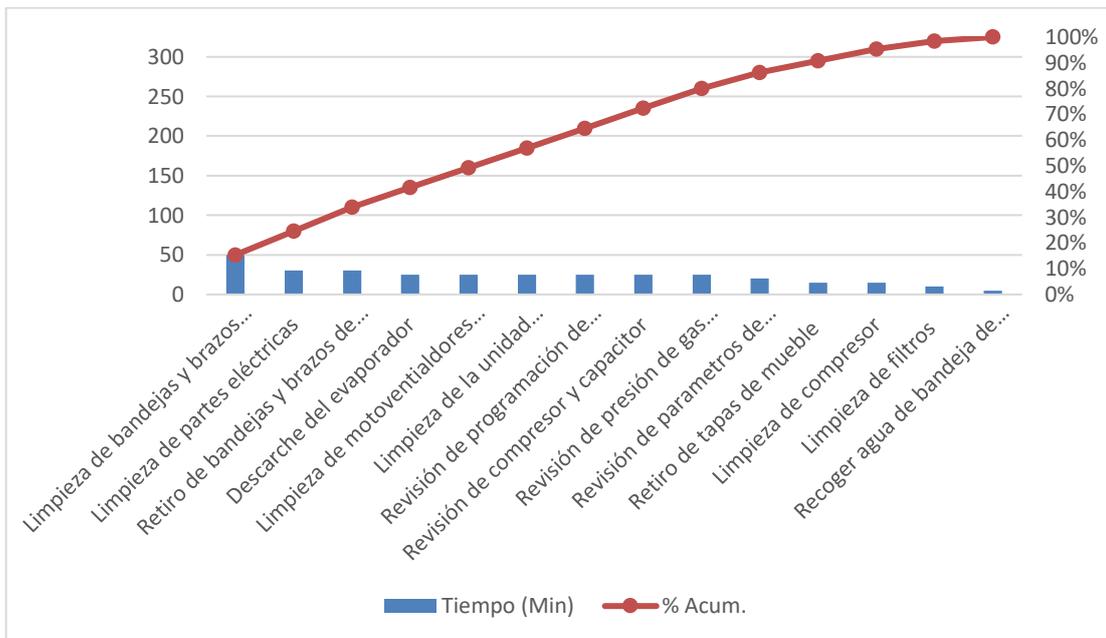
*Análisis de Pareto para tiempos del proceso de mantenimiento preventivo de exhibidoras de frío autocontenidas menores a 2,5m.*

N°	Descripción	Tiempo (Min)	% Acum.	%	Frecuencia acumulada
1	Limpieza de bandejas y brazos de góndolas	50	15%	15%	50
2	Limpieza de partes eléctricas	30	25%	9%	80
3	Retiro de bandejas y brazos de bandejas	30	34%	9%	110
4	Desescarche del evaporador	25	42%	8%	135
5	Limpieza de motoventiladores del evaporador	25	49%	8%	160
6	Limpieza de la unidad condensadora	25	57%	8%	185
7	Revisión de programación de controlador	25	65%	8%	210
8	Revisión de compresor y capacitor	25	72%	8%	235
9	Revisión de presión de gas refrigerante	25	80%	8%	260
10	Revisión de parámetros de temperatura y defrost	20	86%	6%	280
11	Retiro de tapas de mueble	15	91%	5%	295
12	Limpieza de compresor	15	95%	5%	310
13	Limpieza de filtros	10	98%	3%	320
14	Recoger agua de bandeja de evaporador	5	100%	2%	325
<b>TOTAL</b>		<b>325</b>			

Elaboración propia

**Figura 5.11**

*Diagrama de Pareto para tiempos del proceso de mantenimiento preventivo de exhibidoras de frio autocontenidas menores a 2,5m*



Elaboración propia

Del análisis de Pareto podemos identificar que son las siguientes actividades las que tienen un mayor consumo de tiempo en todo el proceso:

- Limpieza de partes eléctricas
- Limpieza de bandejas y brazos de góndolas
- Retiro de bandejas y brazos de góndolas
- Descarche del evaporador
- Limpieza de motoventiladores

Se utilizará el método de los cinco porqués para poder identificar las causas de las principales demoras del proceso como se detalla en la Tabla 5.10

**Tabla 5.10**

*Análisis de los cinco porqués para el mantenimiento preventivo de exhibidoras de frio autocontenidas menores a 2,5m*

<b>Cinco Porqués para el Proceso de Mantenimiento Preventivo Exhibidoras de Frio Autocontenidas Menores a 2,5 m</b>				
<b>¿Por qué?</b>	<b>¿Por qué?</b>	<b>¿Por qué?</b>	<b>¿Por qué?</b>	<b>¿Por qué?</b>
				Procedimientos no establecidos
Tiempos prolongados en actividades de mantenimiento preventivo de exhibidoras de frio autocontenidas menores a 2.5m	Cuello de botellas en actividades	No existe orden lógico de actividades	Existen reprocesos	Falta de adquisición de herramientas de trabajo actualizadas
				No se combinan inspecciones con operaciones
		Trabajo operativo de ensamble prolongado	Trabajo realizado por un solo colaborador	Reducción de costos

Elaboración propia

Del análisis del proceso para el mantenimiento preventivo de exhibidoras de frio autocontenidas menores a 2.5m, se puede indicar:

- Orden de actividades inadecuada, se realizan operaciones que generan fatiga al medio de todo el procedimiento, haciendo que el trabajo se realice de manera más lenta.
- Inspecciones y operaciones realizadas de maneras independientes cuando sí hay posibilidad de juntarlas.
- No se cuenta con herramientas adecuadas para optimizar tiempos de limpieza.
- No se realizan los controles adecuados al finalizar el mantenimiento ni tampoco el arranque formal del equipo para validar que este funcione bien y no se tenga que realizar una segunda visita.

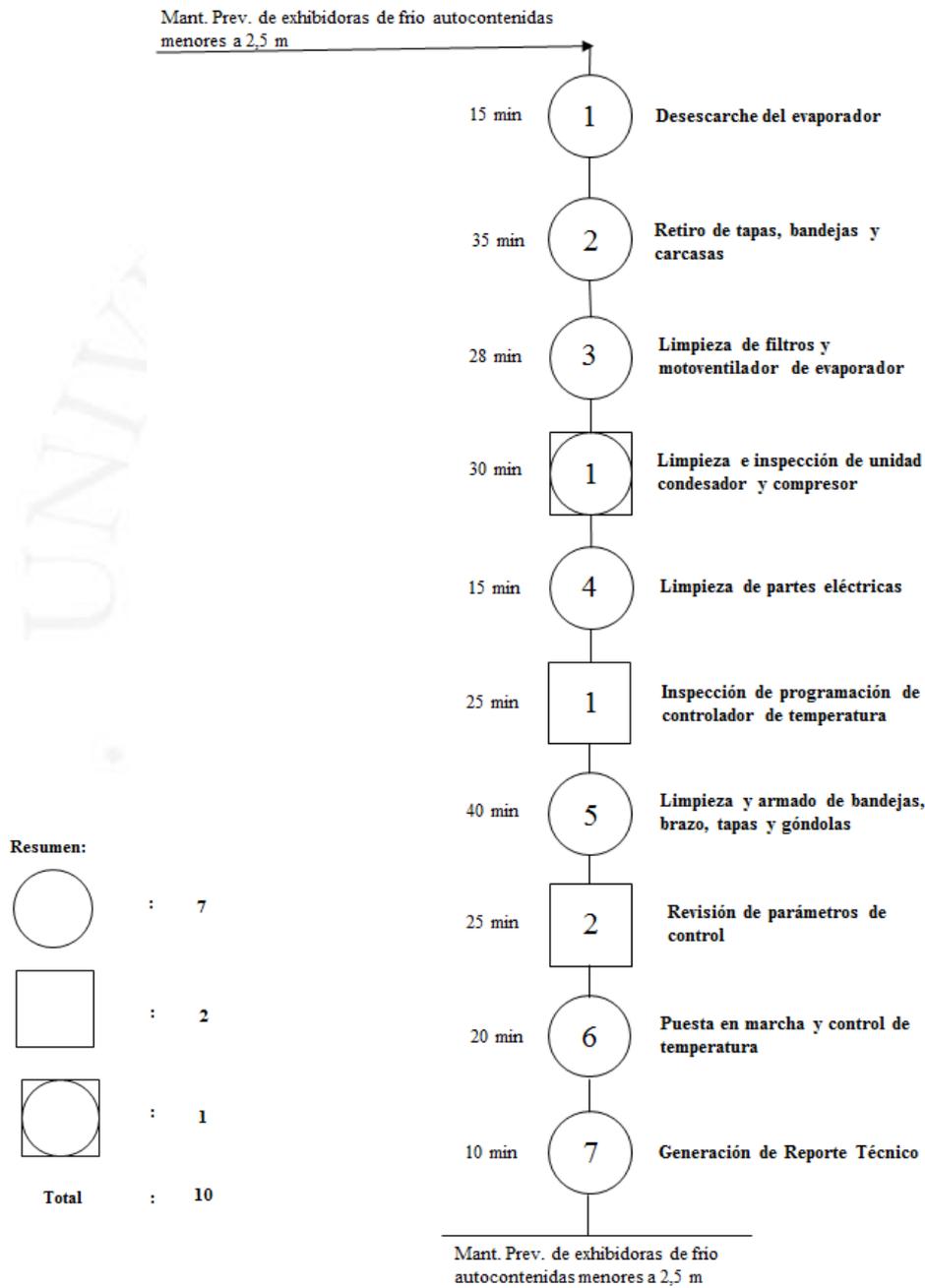
Con la información recabada a través de la medición de tiempo, diagrama de Pareto y análisis de los cinco porqués, se procede a desarrollar las nuevas actividades del proceso incluyendo las mejoras en las herramientas, ordenamiento de actividades, controles y tiempos.

**d) Mejora en el proceso mantenimiento preventivo de exhibidoras de frio autocontenidas menores a 2,5m**

Se presenta en la Figura 5.12 DOP del proceso de mantenimiento preventivo de exhibidoras de frío autocontenidas menores a 2,5m después de la mejora

**Figura 5.12**

*DOP de la mejora de proceso de mantenimiento preventivo de exhibidoras de frío autocontenidas menores a 2,5m*



Elaboración propia

En la Tabla 5.11, podemos observar el nuevo tiempo de trabajo para el proceso en mención comparado con el tiempo anterior antes de realizarse la mejora.

**Tabla 5.11**

*Comparativo de tiempos en la mejora del mantenimiento preventivo de exhibidoras de frio autocontenidas menores a 2,5m después de la mejora*

<b>Proceso de mantenimiento preventivo de exhibidoras de frio autocontenidas menores a 2,5m</b>			<b>Tiempo (minutos)</b>	
<b>Actividad</b>	<b>Antes</b>	<b>Después</b>	<b>Antes</b>	<b>Después</b>
1	Desescarche del evaporador	Desescarche de evaporador	25	15
2	Retiro de tapas de mueble	Retiro de tapas, bandejas y carcasas	15	35
3	Limpieza de filtros	Limpieza de filtros y moto ventilador de evaporador	10	28
4	Recoger agua de bandeja de evaporador	Limpieza e inspección de unidad condensadora y compresor	5	30
5	Limpieza de motoventiladores del evaporador	Limpieza de partes eléctricas	25	15
6	Limpieza de partes eléctricas	Inspección de programación de controlador de temperatura	30	25
7	Limpieza de la unidad condensadora	Limpieza y armado de bandejas, brazos, tapas y góndolas	25	40
8	Revisión de programación de controlador	Revisión de parámetros de control	25	25
9	Revisión de compresor y capacitor	Puesta en marcha y control de temperatura	25	20
10	Limpieza de compresor	Generación de reporte técnico	15	10
11	Retiro de bandejas y brazos de bandejas		30	
12	Limpieza de bandejas y brazos de góndolas		50	
13	Revisión de presión de gas refrigerante		25	
14	Revisión de parámetros de temperatura y defrost		20	
<b>Tiempo en minutos</b>			<b>325</b>	<b>243</b>
<b>Tiempo en horas</b>			<b>5:25</b>	<b>4:03</b>
<b>Minutos reducidos</b>			<b>82</b>	
<b>Porcentaje reducción</b>			<b>25,23%</b>	

Elaboración propia

En la Figura 5.13 se presenta el plan de trabajo para el mantenimiento preventivo de exhibidoras de frio autocontenidas menores a 2,5m después de la mejora, el cual tendrá una vigencia de un año para el área técnica de la empresa Frio Group S.A.C.

**Figura 5.13**

*Plan de trabajo para el mantenimiento preventivo de exhibidoras de frio autocontenidas menores a 2,5m después de la mejora*

		ACTIVIDAD			CODIGO P/T
		Mantenimiento preventivo de exhibidora refrigerada autocontenida menor a 2,5m			2019-002
RESPONSABLES		Personal técnico de Frio Group S.A.C.			
Tarea	Ubicación	Tiempo	Materiales y Herramientas	Equipos	Observaciones
1) Descarche de evaporador	Desconectar equipo o presionar boton	15			
2) Retiro de tapas, bandejas y carcacas	Lados laterales, frontales, carcacas	35			
3) Limpieza de filtros y moto ventilador de evaporador	Lado frontal de equipo	28	Aspiradora, hidrolavadora, jabón		
4) Limpieza e inspección de unidad condensadora y compresor	Parte inferior de exhibidora	30	Hidrolavadora, jabón, trapos		
5) Limpieza de partes eléctricas	Panel de control de unidad condensadora	15	Brocha	Gautes de camaza	
6) Inspección de programación de controlador de temperatura	Es parte de la tapa frontal	25			Según indicaciones del manual de fábrica
7) Limpieza y armado de bandejas, brazos, tapas y góndolas		40	Hidrolavadora, jabón, trapos		
8) Revisión de parámetros de control		25		Termómetros, manómetros	
9) Puesta en marcha y control de temperatura		20		Termómetros, manómetros	Según indicaciones del manual de fábrica
10) Generación de reporte técnico		10		Reporte técnico	
		243			
ELABORADO POR		REVISADO POR		AUTORIZADO POR	
Jefe Técnico		Gerencia General		Gerencia General	

Elaboración propia

**e) Proceso actual de mantenimiento reactivo a equipos de aire acondicionado residenciales menores a 36 000 BTU**

Cuenta con las siguientes actividades:

1. **Diagnóstico general de problema:** Se realiza la inspección del aire acondicionado con la finalidad de encontrar la falla reportada por el cliente y su causa. (30 minutos)
2. **Desmontaje de carcasas:** Se procede con el desmontaje de la carcasa de la unidad condensadora y del evaporador. (25 minutos)
3. **Cambio de repuesto:** Se procede con el cambio de repuesto ya sea arrancador de compresor, relay de evaporador, carga de gas refrigerante, cambio de tarjeta de evaporador. Se debe esperar llegue el repuesto por parte del área logística de la empresa. (Arrancador 55 minutos / Relay 50 minutos/ Gas Refrigerante 55 minutos /Tarjeta de evaporador 65 minutos)
4. **Montaje las carcasas:** Se reinstalan las carcasas de las unidades condensadoras y evaporadoras del equipo. (25 minutos)
5. **Pruebas de funcionamiento:** Se validan las pruebas del equipo, el aire acondicionado debe llegar a temperatura en el controlador, debe estar operativo. Adicionalmente se toma mediciones con el termómetro. (15 minutos)

A continuación, en la Tabla 5.12 se detallan los pasos actuales para realizar el servicio y los tiempos calculados según las observaciones realizadas

**Tabla 5.12**

*Tiempos para el mantenimiento correctivo de equipos de aire acondicionados residenciales no mayores a 36 000 BTU*

<b>Mantenimiento Reactivo Actual de equipos de Aire Acondicionado residencial menores a 36 000 BTU</b>		
<b>Nº</b>	<b>ACTIVIDADES PROCESO ACTUAL</b>	<b>TIEMPO (min)</b>
1	Diagnóstico general de problema	30
2	Desmontaje de carcasas	25
3	Cambio de repuesto	65
4	Montaje las carcasas	25
5	Pruebas de funcionamiento	15
<b>TIEMPO TOTAL</b>		<b>160</b>

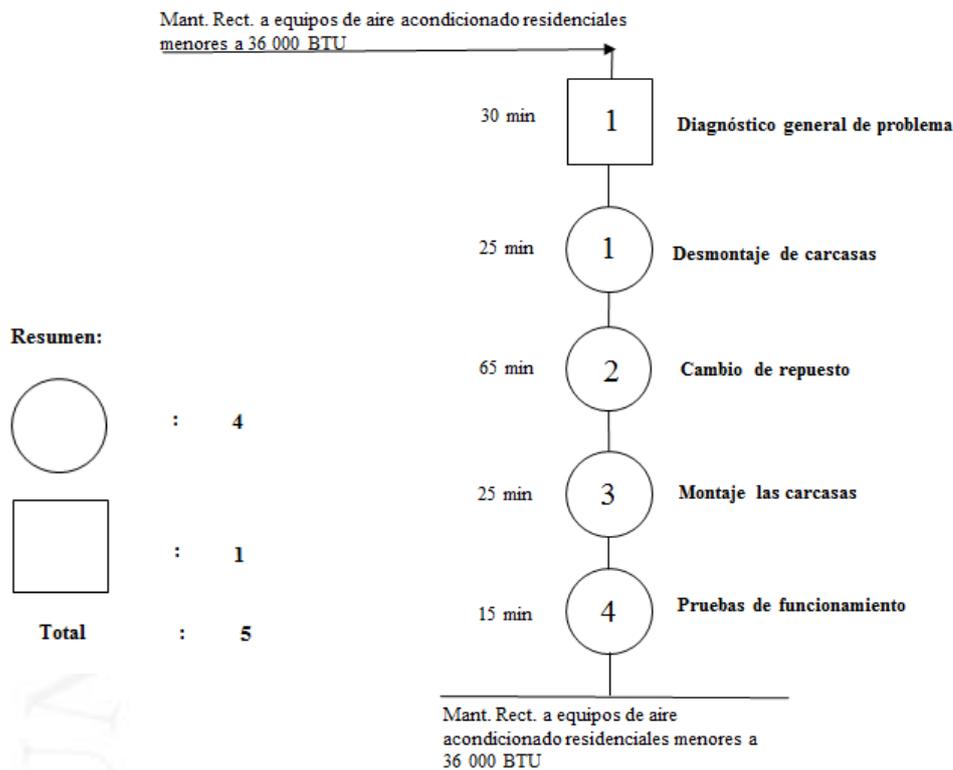
Elaboración propia

El tiempo total actual empleado para la culminación de la actividad es de 160 minutos, aproximadamente 2 horas con 40 minutos.

En la Figura 5.14 se presenta el DOP del proceso de Proceso mantenimiento correctivo de equipos de aire acondicionados residenciales no mayores a 36 000 BTU

**Figura 5.14**

*DOP del proceso de mantenimiento reactivo de equipos de aire acondicionado residenciales no mayores a 36 000 BTU*



Elaboración propia

Del análisis del cuadro anterior podemos identificar que son las siguientes actividades las que tienen un mayor consumo de tiempo en todo el proceso:

- Cambio de repuesto
- Diagnóstico general del problema

Para el mantenimiento reactivo de equipos de aire acondicionado residenciales menores a 36,000 BTU antes de la mejora, se puede indicar:

Para el análisis de las demoras y el diseño del nuevo proceso no se realizará análisis de Pareto, puesto que para este servicio es oportuno mencionar que las demoras en la actividad “cambio de repuesto” está principalmente ocasionada por la falta del repuesto en stock, los técnicos realizan las actividades precedentes al cambio del repuesto y deben esperar que llegue el stock al lugar donde se realizará el mantenimiento.

Adicionalmente, se plantea por la jefatura técnica de la empresa Frio Group S.A.C. dar mayor servicio en el mantenimiento correctivo; es decir, limpiar también algunos componentes del equipo de aire acondicionado.

Del análisis podemos indicar:

- El diagnóstico realizado en el lugar de la instalación toma un tiempo adicional, dicho diagnóstico debería ser realizado en una visita previa de costo para el cliente, el cual puede ser obviado si decide tomar el mantenimiento correctivo.
- Los repuestos la empresa no los tiene en stock, deben programarse las compras de los mismos con anticipación en función a un pronóstico y solo tomar en consideración para el proceso los tiempos reales de cambio de repuesto.
- Se debe realizar un mejor control de indicadores una vez que el equipo está puesto en marcha, culminado la reparación.

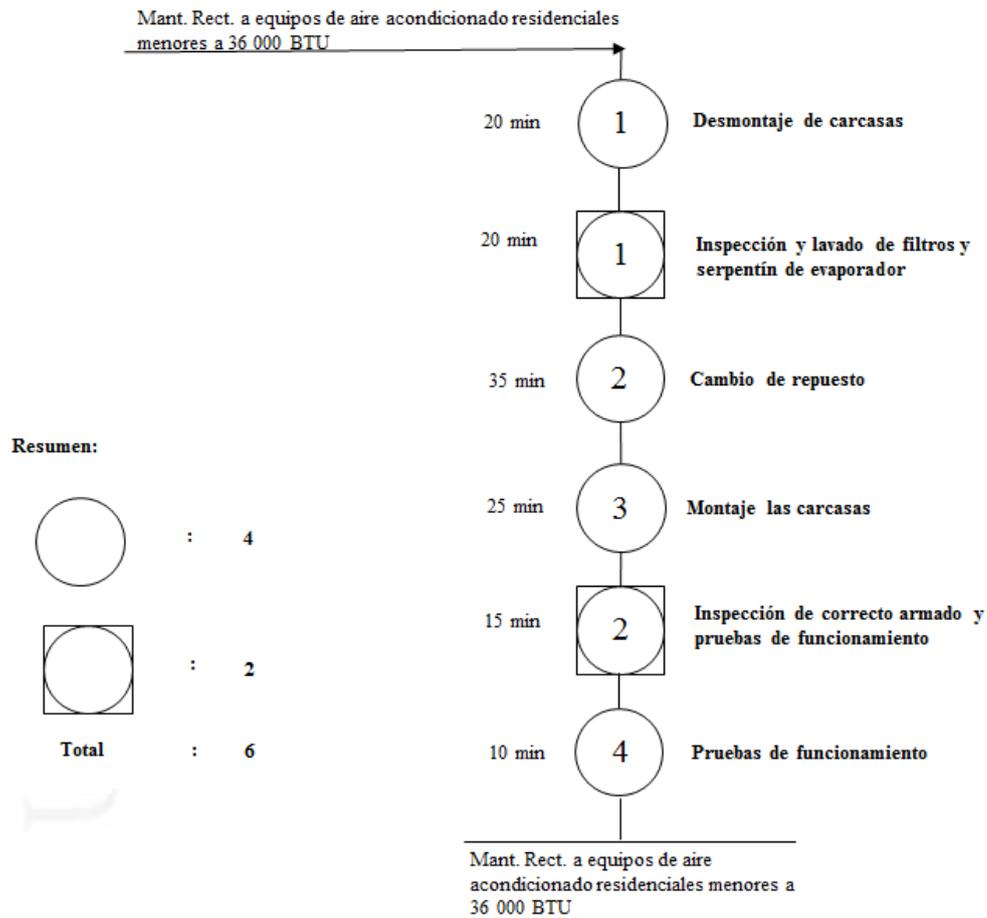
Con la información recabada a través de la medición de tiempo, análisis de los cinco porqués y deseos de mejora en el proceso por parte de la jefatura del área técnica de la empresa se procede a desarrollar las nuevas actividades del proceso incluyendo las mejoras en actividades, controles y repuestos.

**f) Mejora en el proceso de mantenimiento reactivo a equipos de aire acondicionado residenciales menores a 36 000 BTU**

Se presenta en la Figura 5.15 DOP del proceso de mantenimiento reactivo de equipos de aire acondicionado residenciales menores a 36 000 BTU

**Figura 5.15**

*DOP del proceso de mantenimiento reactivo de equipos de aire acondicionado residenciales no mayores a 36 000 BTU después de la mejora*



Elaboración propia

En la Tabla 5.13, podemos observar el nuevo tiempo de trabajo para el proceso en mención comparado con el tiempo anterior antes de realizarse la mejora.

**Tabla 5.13**

*Comparativo de tiempos en la mejora del mantenimiento reactivo de equipos de aire acondicionado residenciales no mayores a 36 000 BTU después de la mejora*

<b>Proceso de mantenimiento reactivo equipos de aire acondicionado residenciales menores a 36 000 BTU</b>			<b>Tiempo(minutos)</b>	
<b>Actividad</b>	<b>Antes</b>	<b>Después</b>	<b>Antes</b>	<b>Después</b>
<b>1</b>	Diagnóstico general de problema	Desmontaje de carcasas	30	20
<b>2</b>	Desmontaje de carcasas	Inspección y lavado de filtros y serpentín de evaporador	25	20
<b>3</b>	Cambio de repuesto	Cambio de repuesto	65	35
<b>4</b>	Montaje las carcasas	Montaje las carcasas	25	25
<b>5</b>	Pruebas de funcionamiento	Inspección de correcto armado y pruebas de funcionamiento	15	15
<b>6</b>		Generación de reporte técnico		10
<b>Tiempo en minutos</b>			<b>160</b>	<b>125</b>
<b>Tiempo en horas</b>			<b>2:40</b>	<b>2:05</b>
<b>Minutos reducidos</b>			<b>35</b>	
<b>Porcentaje reducción</b>			<b>21,88%</b>	

Elaboración propia

En la Figura 5.16, se presenta el plan de trabajo para el reactivo mantenimiento de equipos de aire acondicionado residenciales menores a 36 000 BTU después de la mejora.

**Figura 5.16**

*Plan de trabajo para el mantenimiento reactivo de equipos de aire acondicionado residenciales menores a 36 000 BTU después de la mejora, el cual tendrá una vigencia de un año para el área técnica de Frio Group S.A.C.*

		ACTIVIDAD			CODIGO P/T	
		Mantenimiento reactivo de aire acondicionado residencial no mayor a 36 000 BTU			2019-003	
RESPONSABLES		Personal técnico de Frio Group S.A.C.				
Tarea	Ubicación	Tiempo (minutos)	Materiales y Herramientas	Equipos	Observaciones	
1)Desmontaje de carcasas	Undad condensadora y evaporador	20				
2)Inspección y lavado de filtros y serpentín de evaporador	Unidad evaporadora	20	Jabón liquido,hidrolavadora,cepillo	Guantes de carnaza y escalera		
3)Cambio de repuesto	Unidad evaporadora o condensadora	35				
4)Montaje las carcasas	Unidad evaporadora y condensadora	25				
5)Inspección de correcto armado y pruebas de funcionamiento		15	Manómetro,termómetro		Segun parámetros de funcionamiento de fabricante	
6)Generación de reporte técnico		10	Reporte técnico			
		125				
ELABORADO POR		REVISADO POR		AUTORIZADO POR		
Jefe Técnico		Gerencia General		Gerencia General		

Elaboración propia

Una vez concluida la mejora de los procesos de mantenimiento preventivo y correctivo seleccionados, en la Tabla 5.14 se presentan los resúmenes de las mejoras en tiempo. Adicionalmente a la mejora en tiempos, el tener el proceso con actividades definidas y un plan de trabajo debería afectar positivamente la disminución de fallas en instalaciones.

**Tabla 5.14***Resumen de mejora de tiempos*

Resumen de mejoras		
Descripción	Antes	Después
Disminución de tiempos para el servicio de mantenimiento preventivo de equipos de aire acondicionado residenciales menores a 36 000 BTU (horas)	4:39	2:45
Disminución de tiempos para el servicio de mantenimiento preventivo de exhibidores de frío autocontenidos menores a 2,5m (horas)	5:25	4:03
Disminución de tiempos para el servicio de mantenimiento reactivo de equipos de aire acondicionado residenciales menores a 36 000 BTU (horas)	2:40	2:05
Aumento de capacidad de mano de obra (horas)	0	176:58

Elaboración propia

**5.1.3. Desarrollo de un sistema para la adquisición de materiales y repuesto**

El suministro de materiales, insumos y repuestos a tiempo es de importancia para realizar los servicios de manera adecuada y también poder cumplir con la atención del cliente en los tiempos solicitados, principalmente en los mantenimientos reactivos.

Actualmente, la compra de estos productos se realiza por el área de logística y se da al momento que es aprobado un servicio, muchas veces los insumos llegan durante los servicios de instalación o mantenimiento, a veces es necesario reprogramar las atenciones debido a que no se encuentra en el mercado algún repuesto o también el trabajo es pausado hasta que llegue el repuesto. Es por ello que la propuesta de mejora involucra tener en stock los materiales, repuestos e insumos más utilizados para los servicios que atiende Frio Group S.A.C., de esta manera una vez que llegue la Orden de Trabajo al área logística de la empresa, dicha área podrá atender de manera inmediata al área técnica sin

perjudicar el resultado del trabajo a realizarle al cliente. En la Tabla 5.15 se puede analizar el detalle de los materiales y repuestos más solicitados al área de logística con la finalidad de realizar el análisis de Pareto y seleccionar aquellos que representen el 80% de las compras y de esta manera tener en stock estos productos para agilizar las atenciones.

**Tabla 5.15**

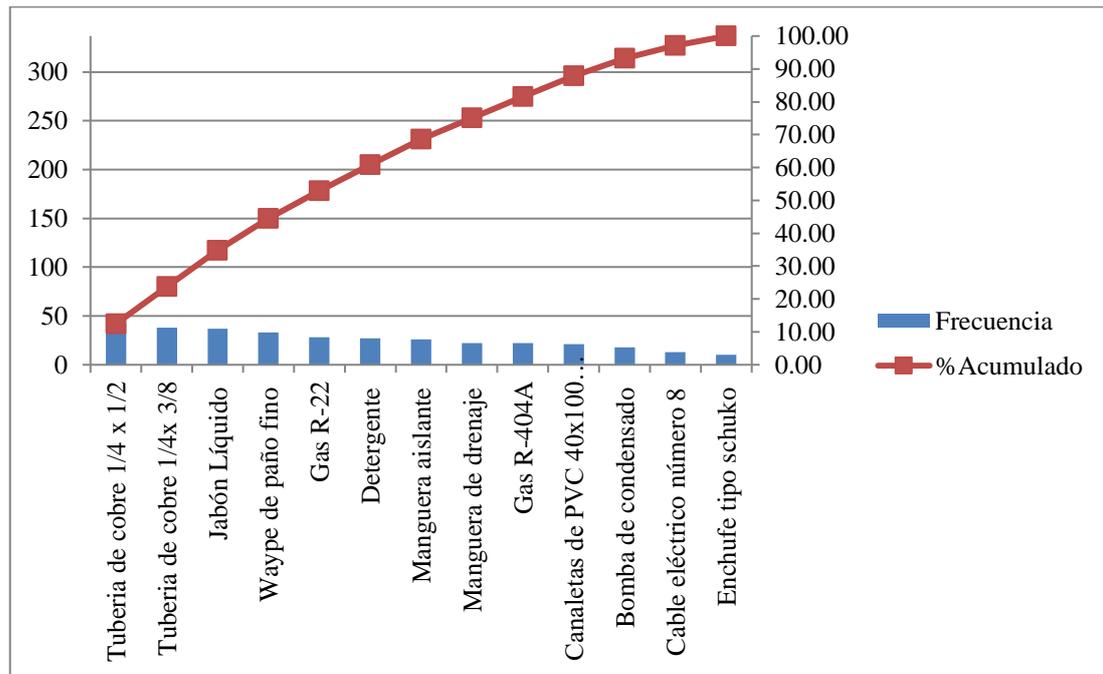
*Solicitud de materiales y repuestos del Área Técnica de la empresa Frio Group S.A.C.*

N°	Materiales e Insumos solicitados en Instalaciones y Mantenimientos	Frecuencia
1	Tubería de cobre 1/4 x 1/2	42
2	Tubería de cobre 1/4x 3/8	38
3	Jabón Líquido	37
4	Waype de paño fino	33
5	Gas R-22	28
6	Detergente	27
7	Manguera aislante	26
8	Manguera de drenaje	22
9	Gas R-404A	22
10	Canaletas de PVC 40x100 cm	21
11	Bomba de condensado	18
12	Cable eléctrico número 8	13
13	Enchufe tipo schuko	10
<b>TOTAL</b>		<b>337</b>
N°	Repuestos más solicitados en Mantenimientos reactivos	Frecuencia
1	Gas R-22	28
2	Gas R-404A	21
3	Válvula de servicio Parker Herl T37S1	14
4	Válvula de bola Danfoss GBC 67S 2 5/8"	13
5	Capacitor de arranque de exhibidora de frio 240-270 uf	12
6	Termostato Haier Split T204	11
7	Válvula de expansión TES Danfoss	11
8	MiniBomba de condensado	8
9	Tarjeta de equipos de aire acondicionado	8
10	Luminarias de exhibidora de frio	7
11	Cinta foam	6
12	Filtro secador DCR Danfoss	6
13	Válvula de expansión electrónica PXV Eliwell	5
14	Compresor de baja temperatura de 4 HP Frascold	2
<b>TOTAL</b>		<b>152</b>

Elaboración propia

**Figura 5.17**

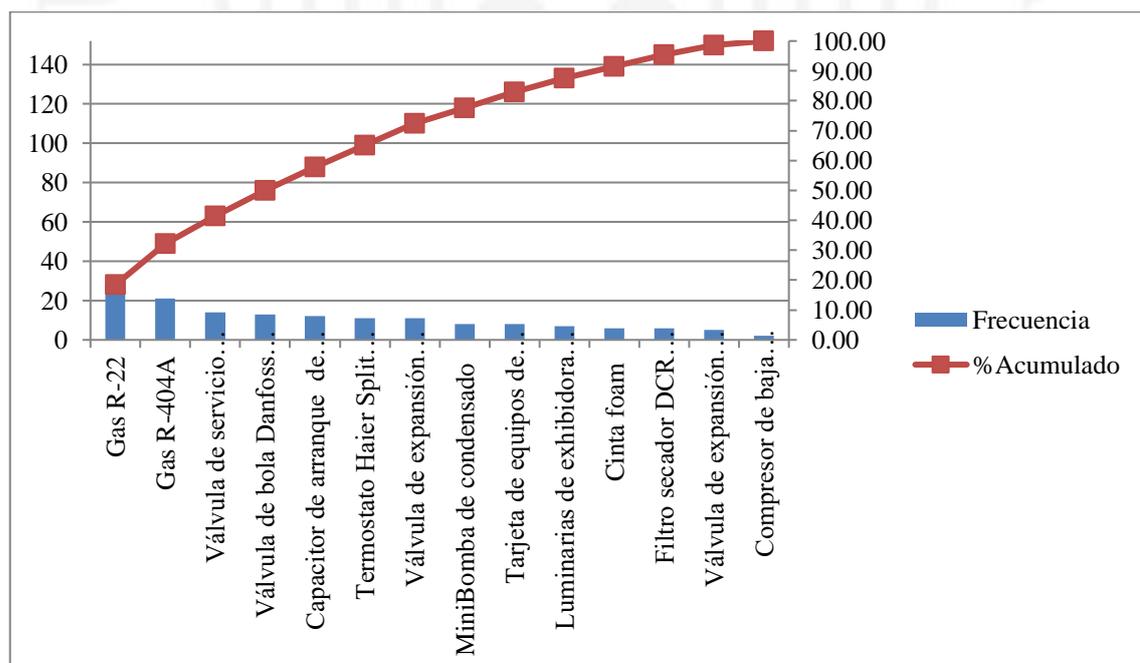
*Diagrama de Pareto-Materiales e Insumos solicitados*



Elaboración propia

**Figura 5.18**

*Diagrama de Pareto-Repuestos Solicitados*



Elaboración propia

Del análisis de la figura anterior podemos concluir que los siguientes repuestos o materiales, son los que más rotación tienen en la empresa Frio Group S.A.C.:

- Tubería de cobre 1/4 x 1/2
- Tubería de cobre 1/4x 3/8
- Trapos
- Jabón Líquido
- Gas R-22
- Arrancador de compresor de aire acondicionado 36 000 BTU
- Tarjeta de evaporador aire acondicionado 36 000 BTU

Por lo tanto, la mejora implica contar con dichos productos en stock al momento de realizar los servicios para mejorar las atenciones y reducir tiempos muertos por falta de productos. Para dicho fin, se procederá con el cálculo del punto de reorden, el cual significa la cantidad mínima de la cual se debe tener stock para poder iniciar el proceso de compra del mismo.

En la Figura 5.19 se detalla el modelo utilizado para encontrar el punto de reorden.

### **Figura 5.19**

*Modelo para el cálculo del punto de reorden*

$$r = u + z * \sigma$$

Fuente: (Guerra, 2011)

De la figura podemos indicar que:

- r: punto de reorden
- u: demanda promedio
- z: número estandarizado de la tabla normal (1- $\alpha$ )
- $\sigma$ : desviación estándar

En la Tabla 5.16 se realiza una proyección de los repuestos e insumos necesitados mensualmente en el periodo de un año. La proyección fue realizada según la demanda del año 2016 incrementada en 20%. Adicionalmente, se calculó la demanda promedio y desviación estándar mensual.

**Tabla 5.16***Proyctado de ventas servicio técnico de la empresa Frio Group S.A.C.*

Insumo / Repuesto	MENSUAL												Total	Prom	Des.Est.
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12			
Tubería de cobre 1/4 x 1/2 x 5 m	8	6	7	6	4	3	4	2	3	4	2	1	50	5	2,17
Tubería de cobre 1/4x 3/8 x 5 m	8	8	10	4	2	1	3	2	4	1	2	0	45	4	3,22
Trapos (paquetes de 6 unidades)	25	21	24	23	19	15	10	8	18	19	18	11	211	18	5,57
Jabón Líquido (unidad)	14	15	19	22	15	17	11	15	19	21	12	22	202	17	3,76
Arrancador de compresor de aire acondicionado 36 000 BTU	3	1	0	4	2	3	0	1	0	1	1	0	16	2	1,37
Tarjeta de evaporador aire acondicionado 36 000 BTU	1	3	4	0	0	2	0	1	3	0	2	0	16	2	1,44
Gas R-22	7	4	6	4	10	8	7	6	3	6	1	4	66	6	2,43

Elaboración propia

Para el cálculo del punto de reorden se debe considerar el tiempo que le tarda a los proveedores de la empresa Frio Group S.A.C. poder abastecerlos. En la Tabla 5.17 se presenta el lead time de sus proveedores.

**Tabla 5.17***Lead time proveedores de la empresa Frio Group S.A.C*

Materiales y repuestos	Lead Time (días)	Lead Time (meses)
Tubería de cobre 1/4 x 1/2 x 5 metros	2	0,07
Tubería de cobre 1/4x 3/8 x 3 metros	2	0,07
Trapos (paquetes de 6 unidades)	1	0,03
Jabón Líquido(unidad)	1	0,03
Arrancador de compresor de aire acondicionado 36 000 BTU	3	0,10
Tarjeta de evaporador aire acondicionado 36 000 BTU	2	0,07
Gas R-22	4	0,13

Elaboración propia

Con la información del lead time de manera mensual y datos de requerimientos mensuales proyectados junto a su desviación estándar, se presenta el modelo a utilizar para calcular el punto de reorden de los insumos y repuestos mencionados.

### Figura 5.20

*Modelo a utilizar*

$$\sigma_L = \sigma_n \sqrt{L/n}$$

Fuente:(GONZALES, 2011)

Donde:

- L: Lead Time
- n: tiempo en el cual se encuentra la desviación

Así considerando que la demanda de repuestos e insumos tenga una distribución normal y con la finalidad de satisfacer al 97,5% de las veces que se requieran dichos productos, se presenta en la Tabla 5.18 el cálculo de punto de reorden.

**Tabla 5.18**

*Cálculo de punto de reorden*

Insumos/Repuestos	Prom	z	$\sigma L$	$\sigma n$	PR	r
Tubería de cobre 1/4 x 1/2 x 5 m	5	1,96	2,17	0,26	6,10	6
Tubería de cobre 1/4x 3/8 x 5 m	4	1,96	3,22	0,26	5,63	5
Tropos (paquete de seis)	18	1,96	5,57	0,18	19,99	20
Jabón Líquido (unidad)	17	1,96	3,76	0,18	18,35	18
Arrancador de compresor de aire acondicionado 36 000 BTU	2	1,96	1,37	0,32	2,85	2
Tarjeta de evaporador aire acondicionado 36 000 BTU	2	1,96	1,44	0,26	2,73	2
Gas R-22	6	1,96	2,43	0,37	7,74	7

Elaboración propia

Se puede indicar que Frio Group S.A.C. debe hacer pedidos de sus insumos y repuestos más necesitados cada vez que tenga en stock las cantidades de punto de reorden (r).

## 5.2. Plan de implementación de la solución

### 5.2.1. Objetivos y metas

**Tabla 5.19**

*Objetivos y Metas dentro del Área Técnica de la empresa Frio Group S.A.C.*

Mejora	Objetivo	Objetivo Específico	Meta	Indicador	Recursos	Responsable	Inicio	Fin
En la gestión del servicio técnico	a) Establecer los procesos de trabajos específicos de mantenimiento para disminuir reclamos y tiempo de atención	a) Determinar el tiempo estándar de las actividades principales del área técnica b) Establecer lineamientos que ayudará al personal al cumplimiento de los procedimientos de trabajo	a) Realizar las actividades de instalación y mantenimiento en los tiempos adecuados b) Disminuir los errores de instalación por falta de conocimiento técnico	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Medición de tiempos en las actividades de mantenimiento: Minutos / Actividad</li> <li>▪ Control de calidad de servicio: Número de reclamos / Servicio</li> </ul>	a) Planilla actual de personal del Área Técnica b) Cronómetro c) Hidrolavadora (S/ 4 299)	a) Coordinador Técnico b) Planificador de Operaciones c) Coordinador de Operaciones	01/06/2019	30/06/2019
Desarrollo de un sistema de adquisición de materiales, insumos y repuestos	a) Abastecer al área técnica de los materiales, insumos y repuestos a tiempo para evitar retrasos en la atención	a) Determinar cantidad de productos a tener en stock b) Definir procedimiento de compra con área logística	a) Tener a tiempo los materiales, insumos y repuestos cuando requiera el área técnica	Control de Stock de materiales y repuestos: Rotación de materiales y repuestos / Servicio	a) Planilla actual de personal del Área Logística	a) Planificador de Operaciones	02/09/2019	22/09/2019

Elaboración propia

## 5.2.2. Elaboración del presupuesto general requerido para la ejecución de la solución

Para la presente mejora del área técnica de la empresa Frio Group S.A.C. se ha considerado la adquisición de las siguientes herramientas:

**Tabla 5.20**

*Herramientas a ser adquiridas para la mejora de la empresa Frio Group S.A.C.*

Descripción	Marca	Precio(S/) + IGV	Cantidad (unid.)	Total (S/)
Hidrolavadora HD6/13 C	Kärcher	4 299	2	8 598
Aspiradora de mano Move 14.4 V BHN 14090	BOSCH	259	2	518
Detector de fuga de gas refrigerante	CPS	899	2	1 798
<b>TOTAL</b>				<b>10 914</b>

Elaboración propia

Además de ello, para suplir la falta de abastecimiento de materiales la empresa Frio Group S.A.C. debe contar con un inventario inicial de:

**Tabla 5.21**

*Repuestos y materiales a ser adquiridos para stock inicial de mejora en la empresa Frio Group S.A.C.*

<b>Repuestos/Materiales a ser adquiridos para stock inicial de mejora</b>			
Descripción	Precio(S/) + IGV	Cantidad (unid.)	Total (S/)
Tubería de cobre flexible 1/2 x 5m	34,33	50	1 716,5
Tubería de cobre flexible 1/4x5m	28,66	45	1 289,7
Trapos (paquete de seis)	1,50	211	316,5
Jabón Líquido (unidad 4L)	25,90	202	5 231,8
Arrancador de compresor de aire acondicionado 36 000 BTU	185	16	2 960
Tarjeta de evaporador aire acondicionado 36 000 BTU	125	16	2 000
Gas R-22	355	66	23 430
<b>TOTAL</b>			<b>36 945</b>

Elaboración propia

Finalmente, para llevar acabo todo el proceso de mejora en la empresa Frio Group S.A.C. referente al área de mantenimiento se ha considerado la contratación de una empresa casa talentos que pueda identificar y seleccionar a un coordinador técnico. Se

pagará a dicha empresa la cantidad de S/ 3 500 por sus servicios. De esta manera el presupuesto total para la implementación será de S/ 51 359.

### **Indicadores antes y después de la mejora**

- Reclamos/Servicio (Mensual)  
**Antes (2016):** 10,41  
**Después de la mejora:** 5,2
- Servicios culminados a tiempo (porcentaje)  
**Antes (2016):** 49%  
**Después de la mejora:** 81%
- Nivel de servicios  
**Antes (2016):** 67,34%  
**Después de la mejora:** 88,56%
- Tiempo estándar mantenimiento preventivo equipos de aire acondicionado  
**Antes (2016):** 279 minutos  
**Después de la mejora:** 165 minutos
- Tiempo estándar mantenimiento preventivo exhibidoras de frio  
**Antes (2016):** 325 minutos  
**Después de la mejora:** 243 minutos
- Tiempo estándar mantenimiento reactivo equipos de aire acondicionado  
**Antes (2016):** 160 minutos  
**Después de la mejora:** 125 minutos

### 5.2.3. Actividades y cronograma de implementación de la solución

**Tabla 5.22**

*Cronograma de implementación de la solución en la empresa Frio Group S.A.C.*

Nº	Nombre de la Tarea	Duración (días)	Inicio	Fin	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
					1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	Levantamiento de información respecto a servicios realizados, procesos, procedimientos, fallas y problemas actuales del área técnica de Frio Group S.A.C.	30	01/06/2019	30/06/2019	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
2	Identificación causas raíces y elaboración de procedimientos de trabajo para servicios técnicos	21	01/07/2019	21/07/2019					■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
4	Cálculo de tiempos estándar y desarrollo de planes de trabajo, formato de órdenes de servicio para el área técnica	28	22/07/2019	18/08/2019							■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
3	Cálculo y definición de demanda no atendida por falta de capacidad	14	19/08/2019	01/09/2019									■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
5	Pronóstico de repuestos, materiales e insumos más solicitados para el área técnica	21	02/09/2019	22/09/2019											■	■	■	■	■	■	■	■
7	Desarrollo e implementación de procedimiento de adquisiciones para el área de logística	14	23/09/2019	06/10/2019																■	■	■
8	Plan de capacitación a todo el personal del área técnica referente a los nuevos procedimientos de trabajo	21	07/10/2019	27/10/2019																	■	■

Elaboración propia

## Capítulo VI: ECONÓMICA FINANCIERA DE LA SOLUCIÓN

### 6.1. Análisis Financiero

La correcta implementación de la propuesta de solución permitirá tener mayores ingresos y ahorros para la empresa Frio Group S.A.C., logrando reducir costos y disminuyendo reprocesos por fallas en las atenciones del servicio técnico y tiempos de entrega. Los ingresos y ahorros que se genera en cada solución aplicada, fueron calculados con respecto a los resultados obtenidos durante el proceso de mejora. Así mismo, se tuvo de la base de datos de la empresa Frio Group S.A.C. información relevante para la investigación y también por las jefaturas de las áreas en donde se está aplicando la mejora.

#### 6.1.1 Beneficios Económicos por aumento de capacidad de mano de obra

Una vez realizada la mejora, se logró aumentar la capacidad de la mano de obra como se demuestra en la tabla 6.1

**Tabla 6.1**

*Ahorro de horas hombre en Servicio Técnicos de la empresa Frio Group S.A.C.*

AÑO 2016				
Servicio	Atenciones	Tiempo antes de mejora (horas)	Tiempo después de mejora (horas)	Diferencia (horas)
Mantenimiento preventivo de equipos de aire acondicionado residenciales no mayores a 36 000 BTU	20	4:39	2:45	1:54
Mantenimiento preventivo de exhibidoras de frío autocontenidas menores a 2,5 m	94	5:25	4:03	1:22
Mantenimiento reactivo de equipos de aire acondicionado residenciales no mayores a 36 000 BTU	18	2:40	2:05	0:35
<b>Total</b>	<b>132</b>	<b>12:44</b>	<b>8:53</b>	<b>176:58</b>

Elaboración propia

En el año 2016 con los tiempos de la mejora, se pudo haber generado un ahorro de las 176,97 horas, las cuales pudieron ser utilizadas para atender las solicitudes rechazadas por falta de capacidad como se muestra en la Tabla 6.2

**Tabla 6.2**

*Solicitud de atenciones por servicio del Área Técnica de la empresa Frio Group S.A.C*

<b>SOLICITUD DE MANTENIMIENTO POR AÑO</b>				
<b>Año</b>	<b>2015</b>		<b>2016</b>	
Solicitudes recibidas	114		189	
Solicitudes atendidas	91	79,82%	132	80,49%
Solicitud no atendida de mantenimiento preventivo de equipos de aire acondicionado residenciales no mayores a 36 000 BTU	11	9,65%	14	6,10%
Solicitud no atendida de mantenimiento preventivo de exhibidoras de frio autocontenidas menores a 2,5 m	8	7,02%	31	9,76%
Solicitud no atendida de mantenimiento reactivo de equipos de aire acondicionado residenciales no mayores a 36 000 BTU	4	3,51%	12	3,66%

Fuente: Reportes Técnicos de la empresa Frio Group S.A.C. (2015-2016)

En la Tabla 6.3 se presenta el cuadro de proporción entre los servicios de mantenimiento preventivo de equipos de aire acondicionado residenciales menores a 36 000 BTU, mantenimiento preventivo de exhibidoras de frio autocontenidas menores a 2,5m y mantenimiento reactivo de equipos de aire acondicionado residenciales no mayores a 36 000 BTU, tomando en consideración el año 2016.

**Tabla 6.3**

*Proporción servicios de mantenimiento de la empresa Frio Group S.A.C.*

<b>PROPORCIÓN DE SERVICIOS DE MANTENIMIENTO</b>		
<b>Servicio</b>	<b>Proporción</b>	<b>Servicios</b>
Mantenimiento preventivo de equipos de aire acondicionado residenciales no mayores a 36,000 BTU	18%	30
Mantenimiento preventivo de exhibidoras de frio autocontenidas menores a 2.5 m	67%	110
Mantenimiento reactivo de equipos de aire acondicionado residenciales no mayores a 36,000 BTU	15%	24
<b>TOTAL</b>	<b>100%</b>	<b>164</b>

Elaboración propia

Con la finalidad de calcular los beneficios y ahorros a ser generados por la mejora se presenta la Tabla 6.4 donde se detalla el precio de venta promedio que la empresa Frio Group S.A.C. cobra a sus clientes para los servicios que son materia de mejora.

**Tabla 6.4**

*Precios de venta promedio de servicios de mantenimiento de la empresa Frio Group S.A.C.*

<b>PRECIO DE VENTA POR SERVICIOS 2016</b>	
<b>Servicios</b>	<b>Precio Promedio (S/)</b>
Mantenimiento preventivo de equipos de aire acondicionado residenciales no mayores a 36 000 BTU	1 000
Mantenimiento preventivo de exhibidoras de frio auto contenidas menores a 2,5 m	2 063
Mantenimiento reactivo de equipos de aire acondicionado residenciales no mayores a 36 000 BTU	1 438

Elaboración propia

Como se indicó en la Tabla 6.1 del presente capítulo, una vez realizada la mejora, la empresa cuenta con 176,97 horas de capacidad de mano de obra disponibles con las cuales podría atender la demanda de un total de 52 servicios dejados de atender por falta de capacidad según la información de Frio Group S.A.C. del 2016. Tomando en consideración la proporción de los servicios (ver Tabla 6.3), en la Tabla 6.5, se muestran los servicios que podrán ser atendidos a causa de la mejora y el beneficio económico que estos representan para la empresa.

Se determina un beneficio total de S/ 88 062, atendiendo un total de 52 servicios los cuales suman 176,97 horas y está dentro de la capacidad disponible de la mano de obra una vez realizada la mejora.

Adicionalmente, el buen trabajo realizado se estima lograría aumentar la venta para los principales servicios del área técnica de Frio Group S.A.C. en un 30% anual, como se muestra en la Tabla 6.6.

**Tabla 6.5***Beneficio por la atención de servicios no atendidos por falta de capacidad*

Descripción	Servicios	Tiempo	Precio	Beneficio
Mantenimiento preventivo de equipos de aire acondicionado residenciales menores a 36 000 BTU	11	31:51	S/ 1 000	S/ 11 000
Mantenimiento preventivo de exhibidoras de frio autocontenidas menores a 2,5m	29	118:34	S/ 2 063	S/59 812
Mantenimiento reactivo de equipos de aire acondicionado residenciales menores a 36 000 BTU	12	26:33	S/ 1 438	S/ 17 250
<b>Total beneficio</b>				<b>S/ 88 062</b>

Elaboración propia

**Tabla 6.6***Aumento de ingresos estimados por año después de mejora en principales procesos de mantenimiento de Frio Group S.A.C.*

Descripción	Año 1		Año 2		Año 3			
	Servicios	Ingresos	Servicios	Ingresos	Servicios	Ingresos		
Mantenimiento preventivo de equipos de aire acondicionado residenciales menores a 36 000 BTU	9	S/ 9 000	11	S/ 11 000	15	S/15 000		
Mantenimiento preventivo de exhibidoras de frio autocontenidas menores a 2,5m	33	S/ 68 062	42	S/ 86 625	55	S/113 438		
Mantenimiento reactivo de equipos de aire acondicionado residenciales menores a 36 000 BTU	7	S/ 10 063	9	S/ 12 938	12	S/17 250		
<b>Total</b>		<b>S/ 87 125</b>	<b>Total</b>		<b>S/ 110 562</b>	<b>Total</b>		<b>S/ 145 688</b>

Elaboración propia

De la tabla precedente podemos afirmar que se generarían ingresos adicionales por aumento de ventas de S/ 87 125 para el año 1, S/ 110 562 para el año 2 y S/ 145 688 para el año 3 una vez realizada la mejora.

### 6.1.2 Ahorros Económicos

Aplicando la mejora a los principales procesos del área técnica de Frio Group S.A.C., se estima poder reducir los sobrecostos de la empresa por reclamos en sus principales servicios (ver tabla 6.7)

**Tabla 6.7**

*Sobrecostos por atender los reclamos en servicios de la empresa Frio Group S.A.C.*

<b>SOBRECOSTOS POR ATENDER RECLAMOS EN SERVICIOS 2016</b>			
<b>Servicios</b>	<b>2016 (Cant.)</b>	<b>Costo Promedio (S/)</b>	<b>Total (S/)</b>
Mantenimiento preventivo de equipos de aire acondicionado residenciales no mayores a 36 000 BTU	24	420	10 080
Mantenimiento preventivo de exhibidoras de frío autocontenidas menores a 2,5 m	31	391	12 122
Mantenimiento reactivo de equipos de aire acondicionado residenciales no mayores a 36 000 BTU	19	380	7 222
<b>TOTAL</b>			<b>S/ 29 422</b>

Elaboración propia

Aplicando la mejora a los principales procesos del área técnica de la empresa Frio Group S.A.C. se estima un ahorro de un total de S/ 29 422.

### 6.1.3 Fondo de flujo económico de la mejora

Para la presente evaluación económica se ha considerado un periodo de 3 años y un costo de oportunidad por parte de la gerencia general de Frio Group S.A.C. del 20%. En la Tabla 6.8 se detalla el fondo de flujo económico.

**Tabla 6.8***Fondo de flujo económico de mejora aplicada al área técnica de Frio Group S.A.C.*

<b>Flujo de caja económico</b>	<b>Año 0</b>	<b>Año 1</b>	<b>Año 2</b>	<b>Año 3</b>
<b>Costos de la mejora</b>				
Compra equipos (herramientas) para procesos	-10 914	0	0	0
Comisión por contratación de coordinador técnico	-3 500	0	0	0
Sueldo coordinador de mantenimiento		-20 448	-20 448	-20 448
Sueldo de técnicos de refrigeración y aire acondicionado		-122 688	-122 688	-122 688
Repuestos y materiales para mejora	-36 945	-38 792.25	-40 731.86	-42 768.46
<b>Total Egresos</b>	<b>-51 359</b>	<b>-181 928.25</b>	<b>-183 867.88</b>	<b>-185 904.46</b>
<b>Beneficios de la mejora</b>				
Beneficios por atención de servicios dejados de atender por falta de capacidad		88 062.50	88 062.50	88 062.50
Beneficios por aumento de servicios		87 125	110 562.50	145 687.50
Ahorros por disminución de sobrecostos en reprocesos		29 422	29 422	29 422
Depreciación de equipos (herramientas)		-2 182.80	-2 182.80	-2 182.80
<b>Total Ingresos</b>	<b>-51 359</b>	<b>202 426.70</b>	<b>225 864.20</b>	<b>260 989.20</b>
<b>Utilidad</b>				
Utilidad antes de impuestos		20 498.50	41 996.34	75 084.74
Impuestos (28%)		-5 739.57	-11 758.97	-21 023.73
Utilidad después de impuesto		14 758.88	30 237.36	54 061.02
		2 182.80	2 182.80	2 182.80
<b>Flujo de caja económico</b>	<b>-51 359</b>	<b>16 941.68</b>	<b>32 420.16</b>	<b>56 243.82</b>

<b>VAN</b>	S/ 17 821.580
<b>TIR</b>	37%
<b>B/C</b>	1.35
<b>P. RECUP</b>	2 años y 13 días

Elaboración propia

Del análisis financiero podemos determinar que el proyecto de mejora es viable debido a que tiene un VAN positivo, la TIR del proyecto es mayor al 20%, el cual es el costo de oportunidad de la gerencia general de Frio Group S.A.C, y por cada S/1 de inversión el beneficio esperado de la empresa es de S/1,35

## 6.2. Análisis de sensibilidad

Para el presente análisis de sensibilidad se procederá inicialmente con describir las variables de entrada (independientes) y de salida (dependientes) del presente proyecto

con la finalidad de a partir de ellas aplicar un análisis al VAN y TIR como también análisis tornado y araña.

- Variables independientes:

Tiempo estándar del mantenimiento preventivo de equipos de aire acondicionado residenciales menores a 36 000 BTU: Es el tiempo estándar calculado una vez realizada la mejora, sigue una distribución triangular cuyos límites máximos y mínimos son 3,03 y 2,47 (variación del 10%)

Tiempo estándar del mantenimiento preventivo de exhibidoras de frío menores a 2,5m: Es el tiempo estándar calculado una vez realizada la mejora, sigue una distribución triangular cuyos límites máximos y mínimos son 4,45 y 3,65 (variación del 10%)

Tiempo estándar del mantenimiento reactivo de equipos de aire acondicionado residenciales menores a 36 000 BTU: Es el tiempo estándar calculado una vez realizada la mejora, sigue una distribución triangular cuyos límites máximos y mínimos son 2,28 y 1,87 (variación del 10%)

Aumento de ventas de servicios de mantenimiento: Esta variable afecta el crecimiento de las ventas para los principales servicios de mantenimiento de Frio Group S.A.C., sigue una distribución triangular cuyo límite máximo y mínimo es 30% y 10% (variación del 10%)

Precio de mantenimiento preventivo de equipos de aire acondicionado residenciales menores a 36 000 BTU: Es el precio de venta acordado por Frio Group S.A.C. para prestar sus servicios a cualquier cliente, sigue una distribución triangular cuyo límite máximo y mínimo es 550 y 450 (variación de S/100)

Precio de mantenimiento preventivo de exhibidoras de frío menores a 2.5m: Es el precio de venta acordado por Frio Group S.A.C. para prestar sus servicios a cualquier cliente, sigue una distribución triangular cuyo límite máximo y mínimo es 1350 y 1550 (variación de S/100)

Precio de mantenimiento reactivo de equipos de aire acondicionado residenciales menores a 36 000 BTU: Es el precio de venta acordado por Frio Group S.A.C. para prestar sus servicios a cualquier cliente, sigue una distribución triangular cuyo límite máximo y mínimo es 850 y 1050 (variación de S/100)

- Variables dependientes:

Capacidad de mano de obra: La capacidad de mano de obra obtenida después de la mejora del área técnica, depende de que se cumplan los tiempos estándar de los principales procesos de mantenimiento del área técnica de Frio Group S.A.C., si los tiempos estándar varían, también variará la capacidad de mano de obra.

Valor actual neto: Indicador financiero de viabilidad de proyecto, este depende de los precios de venta, cantidad de servicios a atender por mejora en capacidad de mano de obra, entre otros.

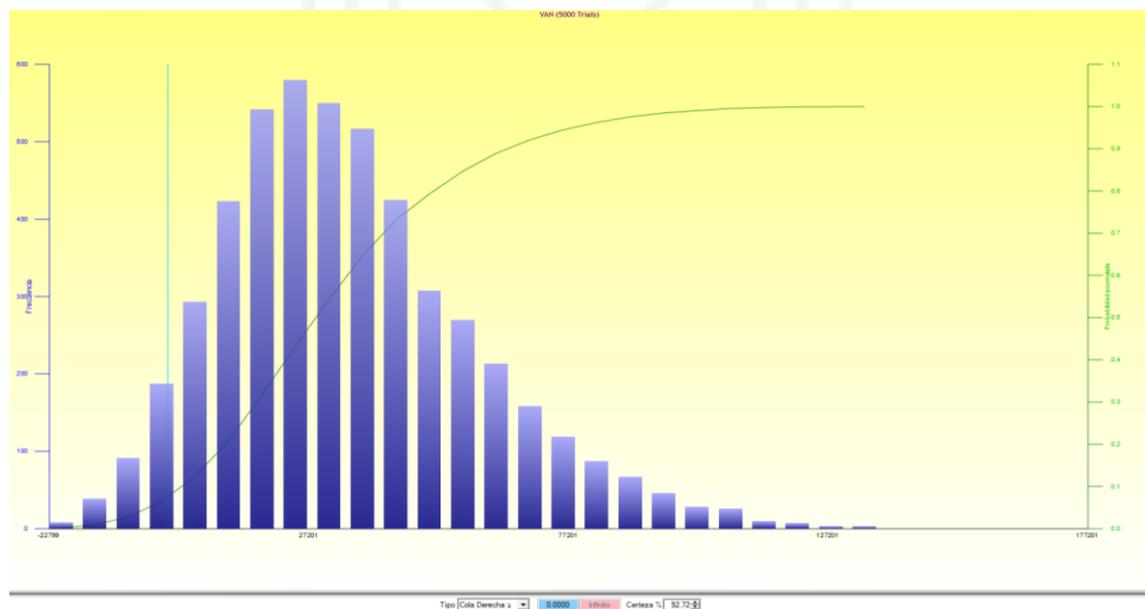
Tasa interna de retorno: Indicador de rentabilidad, porcentaje de beneficio o pérdida, depende de los flujos netos obtenidos del análisis financiero, los cuales dependen de las variables dependientes.

### 6.2.1 Análisis de VAN y TIR

Del análisis de sensibilidad realizado al VAN del presente proyecto, podemos afirmar que existe una probabilidad del 92,72% de que el valor del VAN sea positivo al igual que un riesgo del 7,28% por inversión en la mejora para la empresa Frio Group S.A.C. Adicionalmente, hay una posibilidad del 99,80% de que la TIR sea mayor al costo de oportunidad de los inversionistas, como se muestran en las Tablas 6.1 y 6.2

**Figura 6.1**

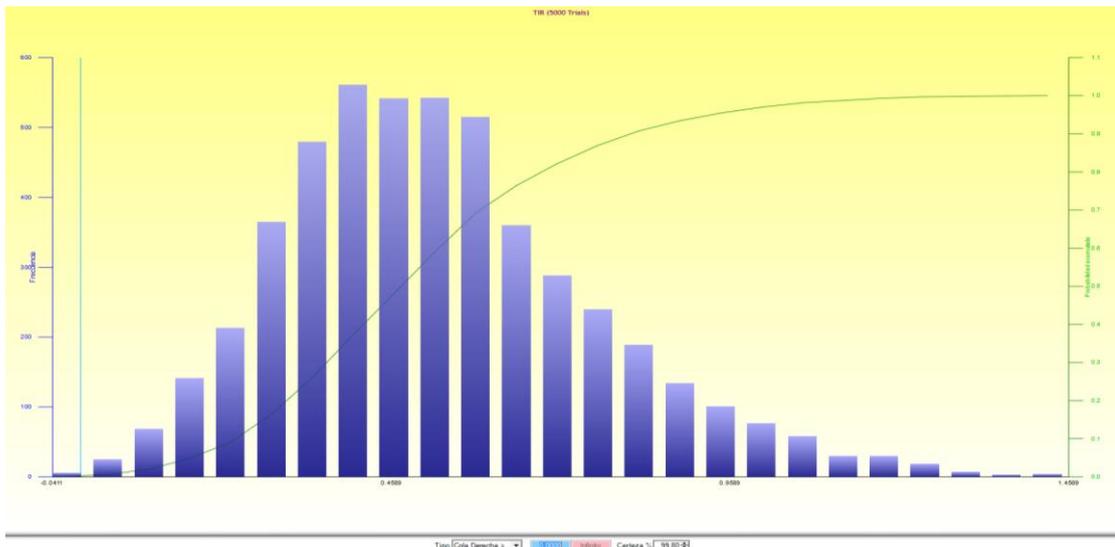
*Probabilidad que el VAN sea positivo*



Elaboración propia

**Figura 6.2**

*Riesgo de inversión del proyecto*

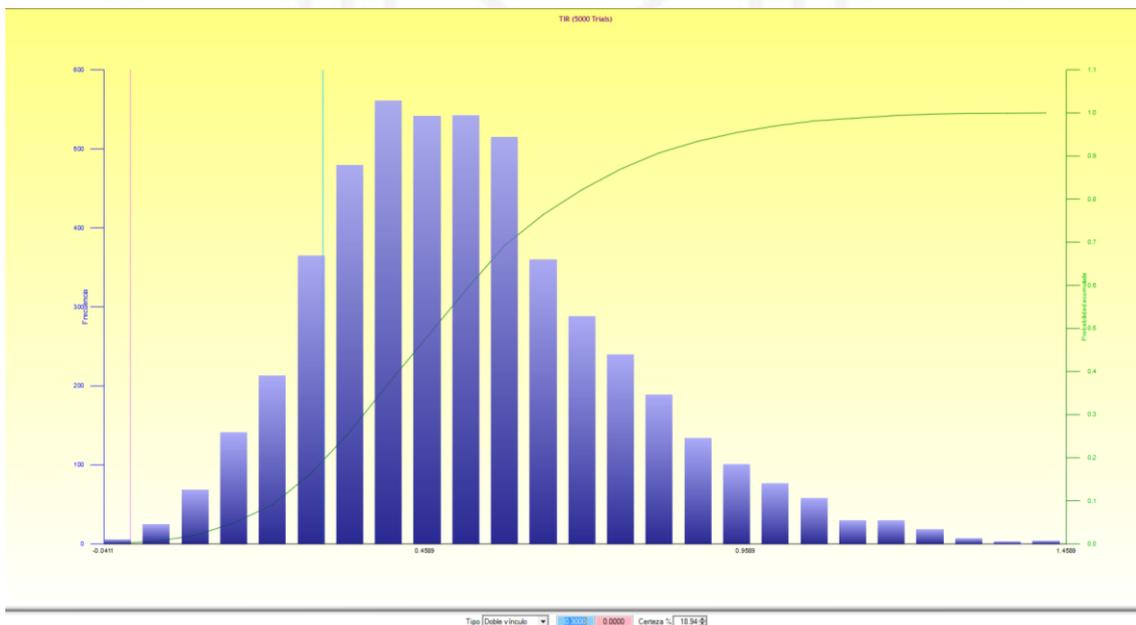


Elaboración propia

Adicionalmente, podemos indicar que manteniendo constantes todas las variables y aumentando el costo de oportunidad a un 30%, el nivel de certeza de inversión del proyecto es de 18,94 %, lo que significa que también es rentable, como se muestra en la Figura 6.3

**Figura 6.3**

*Evaluación de la TIR con variación en costo de oportunidad*



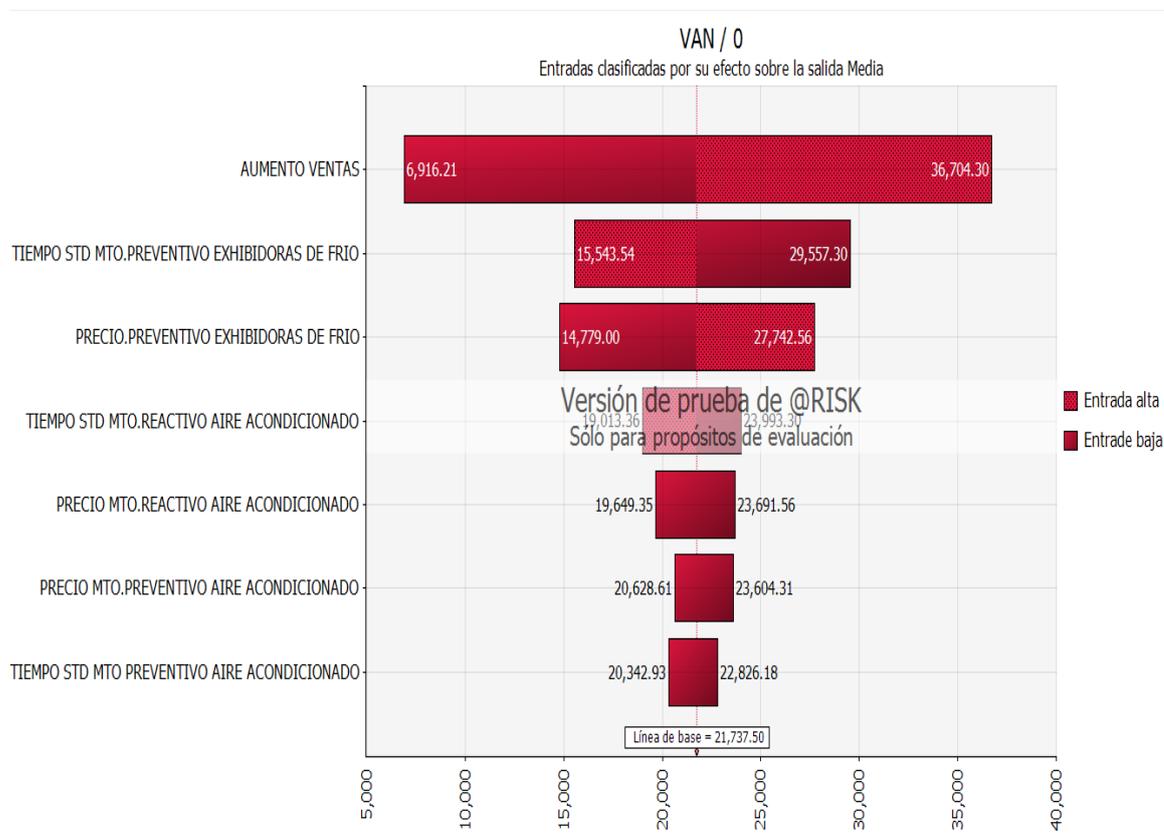
Elaboración propia

## 6.2.2 Análisis Tornado y Araña

Utilizando las variables de entrada se realizó la simulación de sensibilidad hallando los resultados presentados en la Figura 6.4

**Figura 6.4**

*Análisis tornado de Frio Group S.A.C.*



Elaboración propia

Del análisis tornado podemos realizar las siguientes interpretaciones consecuentes de la variación de las variables de entrada (independiente), según se detalla en la Tabla 6.9

**Tabla 6.9***Análisis de variables de entrada del modelo de sensibilidad.*

Celda Precedente	Valor Base: 37 242,62			Cambio de Ingreso		
	Resultado Superior	Resultado Inferior	Rango de Efectividad	Ingreso Superior	Ingreso Inferior	Valor Caso Base
CAPACIDAD DE MANO DE OBRA	53,717.40	20,204.97	33,512.43	44.24%	45.75%	-1.51%
AUMENTO DE VENTAS	51,850.38	22,895.50	28,954.88	39.22%	38.52%	0.70%
PRECIO MTO.PREVENTIVO AIRE ACONDICIONADO	43,430.66	30,693.16	12,737.50	16.62%	17.59%	-0.97%
PRECIO.PREVENTIVO EXHIBIDORAS DE FRIO	38,626.64	34,827.52	3,799.12	3.72%	6.48%	-2.77%
PRECIO MTO.REACTIVO AIRE ACONDICIONADO	38,937.67	35,615.25	3,322.42	4.55%	4.37%	0.18%

Elaboración propia

Se puede realizar el siguiente análisis:

Aumentando en un 10% la capacidad de mano de obra se afectaría positivamente en 45,75% al VAN del proyecto.

Aumentando en 10% el aumento de ventas se afectaría positivamente en 39,22% al VAN del proyecto.

Disminuyendo en 10% el precio de mantenimiento preventivo aire acondicionado se afectaría positivamente el VAN en un 17,59%.

Disminuyendo en 10% el precio preventivo de exhibidoras de frío se afectaría positivamente el VAN en un 6,48%.

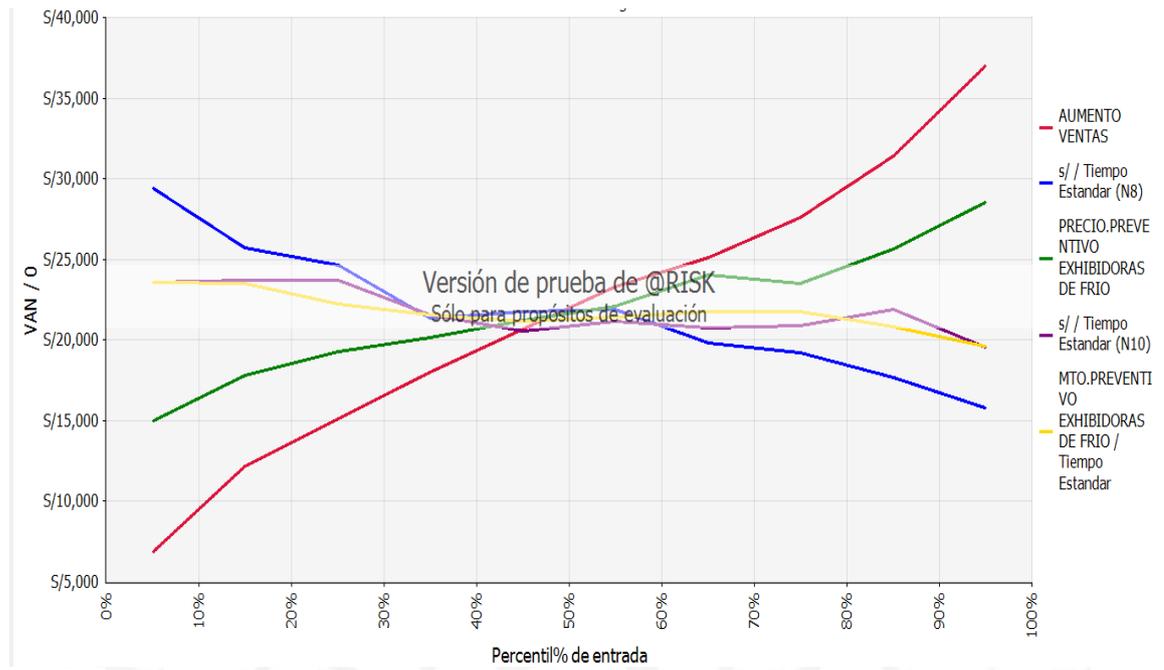
Aumentando en 10% el precio de mantenimiento reactivo aire acondicionado, se lograrían beneficios positivos en el VAN del 4,55%

Disminuyendo en 10% el precio de mantenimiento reactivo aire acondicionado, se lograrían beneficios positivos en el VAN del 4,37%

Finalmente, a través del análisis del gráfico tipo araña, podemos validar que la variable independiente de la capacidad de mano de obra es aquella que puede generar mayores impactos tanto negativos como positivos al momento de simular alguna sensibilidad del proyecto, como se demuestra en la Figura 6.5

**Figura 6.5**

*Gráfico de araña de variables independientes*



Elaboración propia



## CONCLUSIONES

Del estudio realizado, se halló que el problema principal que tiene el área técnica de la empresa Frio Group S.A.C. es el elevado número de reclamos de los clientes por los servicios de mantenimiento preventivo y reactivo de equipos de aire acondicionado residencial menores a 36 000 BTU como también por mantenimiento preventivo de exhibidoras de frío autocontenidas de 2,5m; los cuales al año 2015 y 2016 evidencian generar el 80% de todos los reclamos recibidos por el área técnica de la empresa.

Como parte del análisis del área técnica de Frio Group S.A.C., se efectuó un diagrama causa efecto donde se identificaron las principales causas raíz de su principal problema, las cuales son:

Falta de gestión de procesos de servicio técnico: No existe un procedimiento definido para la atención de servicios de mantenimiento del área técnica, no existen formatos de ordenes ni plan de trabajos, motivo por el cual a esta causa se le atribuye los errores en los principales procesos de mantenimiento de Frio Group S.A.C., teniendo ratios para el año 2016 de nivel de servicio menor al 70% , 87% de reclamos anuales por servicios realizados y generando sobrecostos, en dicho año, por atención de reclamos de hasta S/ 20 772.

Inadecuada capacidad de hora hombre: Existen solicitudes de servicio que dejan de ser atendidos por una falta de capacidad de mano de obra, la cual se determinó era debido a que la disponibilidad de la mano de obra estaba saturada por los prolongados tiempos en los principales procesos de mantenimiento antes de realizar la mejora , lo que no solo generaba malestar al cliente no atendido, también retrasos en las entregas de aproximadamente en 51% de los servicios y principalmente la no atención de 52 servicios en el año 2016 , lo que pudo significar S/ 59 500 en ingresos para Frio Group S.A.C.

Mala programación de servicio técnico: Para el año 2016 la programación de mano de obra en función a los retrasos generados por falta de suministros y largo tiempo de procesos técnicos significan el 42% del incumplimiento total de entregas en su debido plazo, generando problemas de capacidad de mano de obra expresados en 21 servicios

del año 2016 dejados de atender no por falta de personal, pero sí por programar al personal a culminar trabajos atrasados.

Falta de procedimientos de adquisición: Los repuestos y materiales para los servicios de Frio Group S.A.C. son comprados al momento de recibir la aprobación por parte del cliente haciendo que se genere retrasos al momento de realizar los servicios por falta de stock o llegada de dichos repuestos y materiales, aumentando tiempo de finalización de trabajos e inconformidad por parte del cliente. Se estimó que para los mantenimientos reactivos el tiempo promedio de espera por el repuesto era de 22 minutos, tiempo improductivo para Frio Group S.A.C. que afecta al ratio de entregas a tiempo.

Se plantearon dos alternativas de solución, la primera “Mejora en la gestión del servicio técnico de Frio Group S.A.C.”, la cual redujo en 40% los tiempos para realizar mantenimiento preventivo de equipos de aire acondicionado y 25% tanto para mantenimiento preventivo de equipos de refrigeración como mantenimiento reactivo de equipos de aire acondicionado, obteniendo así una disponibilidad de 176,97 horas anuales de la mano de obra, la cual significaría para Frio Group S.A.C. S/ 59 500 de ingresos por atender servicios dejados de lado por falta de capacidad, un ahorro en sobrecostos de S/ 20 772 y al menos S/ 39 000 por aumento de ventas a causa de mejores resultados con sus servicios. En segundo lugar, se planteó la alternativa de solución “Desarrollo de sistema de adquisición de materiales y repuestos” la cual redujo en 13% el tiempo estándar del mantenimiento reactivo y permitió incrementar actividades a este proceso para brindarle mejor servicio al cliente sin aumentar el tiempo del proceso. Ambas alternativas fueron desarrolladas en simultáneo porque se complementan.

El beneficio económico para Frio Group S.A.C. una vez realizada la mejora, será de al menos S/ 202 427 para el primer año, generando un VAN de S/ 17 821 en un periodo de 3 años, a una tasa del 20%, y una TIR de 37%, teniendo un periodo de recuperación de 2 años 13 días y un beneficio costo de S/ 1,35. Adicionalmente, del análisis financiero se determinó que el nivel de riesgo de inversión del proyecto es de 7,28% concluyendo que la mejora en la empresa Frio Group S.A.C. en su área técnica es factible aplicando un nuevo sistema de gestión de sus principales procesos técnicos.

## RECOMENDACIONES

Luego de implementada la propuesta y transcurrido el tiempo de recupero se deberá calcular los indicadores de gestión y calidad del área técnica de Frio Group S.A.C. para tener conocimiento y evaluar si realmente la mejora aplicada ha generado un impacto positivo en el problema principal del área y ha solucionado del todo las causas raíz.

Se recomienda revisar y validar los planes de trabajos y principales procesos del área técnica de Frio Group S.A.C. anualmente con la finalidad de identificar oportunidades de mejora y aumentar los beneficios para dicha área de la empresa. Se deben realizar mediciones de tiempo y supervisiones de manera frecuente para asegurar el correcto desarrollo de los procesos en función a tiempos y con las herramientas establecidas por la empresa y así evitar contingencias con el cliente.

Se recomienda que Frio Group S.A.C. destine una parte de sus beneficios adquiridos por la mejora aplicada para la creación de una partida presupuestaria anual que le permita seguir invirtiendo en el desarrollo de su área técnica. Dicho presupuesto se podría utilizar para adquirir herramientas de trabajo más automatizadas que disminuyan aún más los tiempos de trabajo y aseguren mayor calidad, contratar mayor personal técnico, sujeto a potencial demanda, para aumentar capacidad disponible, desarrollar metodología 5s para sus servicios técnicos y mejorar conocimiento del personal técnico a través de programas de capacitaciones.

Se recomienda a la empresa Frio Group S.A.C. reducir el porcentaje de riesgo (10,74%) que se halló en el análisis de sensibilidad, con el fin de generar mayor rentabilidad. Para esto la empresa Frio Group S.A.C. debe asegurarse de mantener constantes sus tiempos estándar o reducirlos y a la vez generar incremento de ventas.

## REFERENCIAS

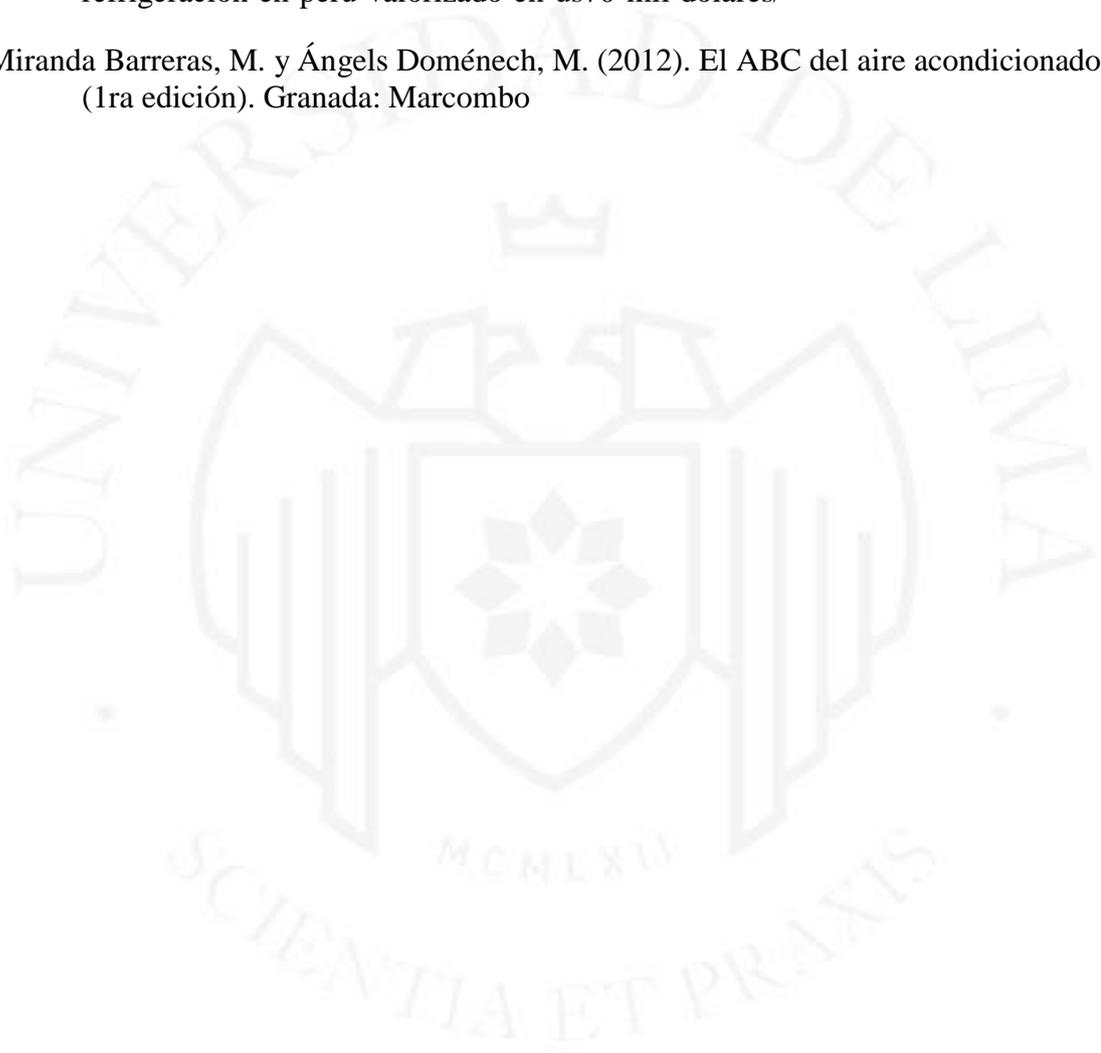
- Calderón Sánchez, W. (2015). Mejora en los procesos comerciales y logísticos de la empresa Computación Informática y Servicios Electrónicos S.A.C. (Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Industrial). Universidad de Lima
- Durand Yucra, S. (2014). Propuesta de mejora de procesos en el área de servicio técnico de una empresa de venta de equipos médicos (tesis para optar por el título profesional de Ingeniero Industrial). Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas.
- Kehuarucho, A. (02 de febrero de 2015). *El Comercio*. Mercado de aire acondicionado seguirá calentándose este año.  
<https://elcomercio.pe/economia/negocios/mercado-aire-acondicionado-seguira-calentandose-ano-331708-noticia/>
- Espinoza Albino, P. (2017). Mejora de procesos para la reducción de fallas en el mantenimiento de equipos de aire acondicionado en la empresa de servicios ESALB GROUP SAC 2017(tesis para optar por el título profesional de Ingeniero Industrial). Universidad Privada del Norte.
- Gadea-García, A. W, (2016). Propuesta para la implementación del sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo en la empresa SUMIT S.A.C. (Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Industrial). Universidad de Lima.
- Núñez Urrutia, E. (2018). Mejora en las áreas de ingeniería y proyectos de la empresa autorel en el rubro de refrigeración y ventilación (Tesis para optar por el título profesional de Ingeniero Industrial). Universidad de Lima
- Rivera Rubio, E. (2011). Sistema de gestión del mantenimiento industrial (tesis para optar por el título profesional de Ingeniero Industrial). Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
- Rodríguez Cedrón, G. (2005). Implementación de mejora operativa para una empresa de servicios de limpieza industrial y desinsectación integral (Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Industrial). Universidad de Lima.

## BIBLIOGRAFIA

Bonilla, E., Diaz, B., Kleeberg, F. y Noriega, M. (2012). Mejora continua de los procesos. Universidad de Lima

Amaro, J. (23 de Octubre de 2017). *La República*. Construyen primer centro de refrigeración en Perú valorizado en US\$70 mil dólares.  
<https://larepublica.pe/empresa/1134940-construyen-primer-centro-de-refrigeracion-en-peru-valorizado-en-us70-mil-dolares/>

Miranda Barreras, M. y Ángels Doménech, M. (2012). El ABC del aire acondicionado (1ra edición). Granada: Marcombo



## ANEXOS

1) Estudio de tiempos antes de la mejora para el mantenimiento preventivo de equipos de aire acondicionado residenciales menores a 36,000 BTU:

**Cálculo de tamaño de muestra “N”:**

### Procesos

unidades de cálculo:  
minutos

#### Limpieza serpentín de evaporador

##### Elementos

	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5</u>	<u>6</u>	<u>7</u>	<u>8</u>	<u>T obs.</u>	<u>f.val.</u>	<u>TN</u>	<u>f.sup.</u>	<u>T.Std.</u>	<u>frec.</u>	<u>T.Std. (*)</u>	<u>Desviación Est</u>	<u>z (95%)</u>	<u>error</u>	<u>N</u>	<u>N</u>
Desmonta carcasa de evaporador	12.4	12.3	13.2	13.3	14.2	14.6	13.4	15.1	13.563	0.95	12.9	1.14	14.69	1	14.688188	1.0013384	1.96	0.05	2.89	2
Lava serpentín evaporador	10.5	10.8	10.2	10.4	11.2	10.4	10.1	11.2	10.6	0.95	10.1	1.14	11.48	1	11.4798	0.4242641	1.96	0.05	1.57	1
<b>TOTAL</b>															<b>26.167988</b>	<b>min/equipo</b>				

#### Limpieza bandejas de condensado

##### Elementos

	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5</u>	<u>6</u>	<u>7</u>	<u>8</u>	<u>T obs.</u>	<u>f.val.</u>	<u>TN</u>	<u>f.sup.</u>	<u>T.Std.</u>	<u>frec.</u>	<u>T.Std. (*)</u>	<u>Desviación Est</u>	<u>z (95%)</u>	<u>error</u>	<u>N</u>	<u>N</u>
Desmonta carcasa de bandeja	6.9	6.7	6.8	6.1	6.9	6.2	6.5	6.1	6.525	0.95	6.2	1.14	7.067	1	7.066575	1.3508278	1.96	0.05	8.12	8
Limpieza bandeja condensado	4.5	5.1	4.7	4.8	4.3	4.2	4.1	4.9	4.575	0.95	4.35	1.13	4.911	1	4.9112625	0.7818352	1.96	0.05	6.7	6
<b>TOTAL</b>															<b>11.977838</b>	<b>min/equipo</b>				

#### Revisión filtros

##### Elementos

	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5</u>	<u>6</u>	<u>7</u>	<u>8</u>	<u>T obs.</u>	<u>f.val.</u>	<u>TN</u>	<u>f.sup.</u>	<u>T.Std.</u>	<u>frec.</u>	<u>T.Std. (*)</u>	<u>Desviación Est</u>	<u>z (95%)</u>	<u>error</u>	<u>N</u>	<u>N</u>
Retirar filtro de evaporador	3.2	3.7	3.3	3.5	3.1	3.7	3.9	3.7	3.5125	0.95	3.34	1.11	3.704	1	3.7039313	0.2850439	1.96	0.05	3.18	3
Limpieza de filtro	7.4	7.2	7.3	7.7	7.4	7.5	7.8	7.5	7.475	0.95	7.1	1.11	7.882	1	7.8823875	0.1982062	1.96	0.05	1.04	1
Se reubican filtros en evaporador	2.1	2.6	2.8	1.9	2.1	2.9	1.7	2.1	2.275	0.95	2.16	1.11	2.399	1	2.3989875	0.4367085	1.96	0.05	7.52	7
<b>TOTAL</b>															<b>13.985306</b>	<b>min/equipo</b>				

#### Alinear aletas de evaporador

##### Elementos

	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5</u>	<u>6</u>	<u>7</u>	<u>8</u>	<u>T obs.</u>	<u>f.val.</u>	<u>TN</u>	<u>f.sup.</u>	<u>T.Std.</u>	<u>frec.</u>	<u>T.Std. (*)</u>	<u>Desviación Est</u>	<u>z (95%)</u>	<u>error</u>	<u>N</u>	<u>N</u>
--	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	---------------	---------------	-----------	---------------	---------------	--------------	-------------------	-----------------------	----------------	--------------	----------	----------

Alinear aletas con peine	7.3	7.9	8.4	8.8	8.2	8.1	7.9	8.6	8.15	0.95	7.74	1.11	8.594	1	8.594175	0.4690416	1.96	0.05	2.26	2	
<b>TOTAL</b>																<b>8.594175</b>	<b>min/equipo</b>				
<b><u>Limpieza carcasa unidad condensadora</u></b>	<b><u>1</u></b>	<b><u>2</u></b>	<b><u>3</u></b>	<b><u>4</u></b>	<b><u>5</u></b>	<b><u>6</u></b>	<b><u>7</u></b>	<b><u>8</u></b>	<b><u>T obs.</u></b>	<b><u>f.val.</u></b>	<b><u>TN</u></b>	<b><u>f.sup.</u></b>	<b><u>T.Std.</u></b>	<b><u>frec.</u></b>	<b><u>T.Std. (*)</u></b>	<b><u>Desviación Est</u></b>	<b><u>Z (95%)</u></b>	<b><u>error</u></b>	<b><u>N</u></b>	<b><u>N</u></b>	
<b>Elementos</b>																					
Lavado con agua	11.9	11.7	11.5	11.7	11.4	11.8	11.2	11.9	11.638	0.95	11.1	1.11	12.27	1	12.271744	0.2503569	1.96	0.05	0.84	0	
Secado con trapo	6.5	6.2	5.9	6.1	6.1	6.5	6.6	6.9	6.35	0.95	6.03	1.11	6.696	1	6.696075	0.3295018	1.96	0.05	2.03	2	
<b>TOTAL</b>																<b>18.967819</b>	<b>min/equipo</b>				
<b><u>Limpieza de bomba de condensado</u></b>	<b><u>1</u></b>	<b><u>2</u></b>	<b><u>3</u></b>	<b><u>4</u></b>	<b><u>5</u></b>	<b><u>6</u></b>	<b><u>7</u></b>	<b><u>8</u></b>	<b><u>T obs.</u></b>	<b><u>f.val.</u></b>	<b><u>TN</u></b>	<b><u>f.sup.</u></b>	<b><u>T.Std.</u></b>	<b><u>frec.</u></b>	<b><u>T.Std. (*)</u></b>	<b><u>Desviación Est</u></b>	<b><u>Z (95%)</u></b>	<b><u>error</u></b>	<b><u>N</u></b>	<b><u>N</u></b>	
<b>Elementos</b>																					
Desarmar bomba de condensado	7.2	6.4	6.9	6.9	6.8	7.1	7.3	7.4	7	0.95	6.65	1.11	7.382	1	7.3815	0.3207135	1.96	0.05	1.8	1	
Limpiar con trapo y agua	2.8	3	2.1	2.9	2.4	2.6	2.5	2.8	2.6375	0.95	2.51	1.11	2.781	1	2.7812438	0.2973094	1.96	0.05	4.42	4	
<b>TOTAL</b>																<b>10.162744</b>	<b>min/equipo</b>				
<b><u>Limpieza en partes eléctricas</u></b>	<b><u>1</u></b>	<b><u>2</u></b>	<b><u>3</u></b>	<b><u>4</u></b>	<b><u>5</u></b>	<b><u>6</u></b>	<b><u>7</u></b>	<b><u>8</u></b>	<b><u>T obs.</u></b>	<b><u>f.val.</u></b>	<b><u>TN</u></b>	<b><u>f.sup.</u></b>	<b><u>T.Std.</u></b>	<b><u>frec.</u></b>	<b><u>T.Std. (*)</u></b>	<b><u>Desviación Est</u></b>	<b><u>Z (95%)</u></b>	<b><u>error</u></b>	<b><u>N</u></b>	<b><u>N</u></b>	
<b>Elementos</b>																					
Desmontaje de tablero	9.1	9.2	9.2	9.4	9.6	8.8	8.9	9.1	9.1625	0.95	8.7	1.12	9.749	1	9.7489	0.2559994	1.96	0.05	1.1	1	
Limpieza de conexiones eléctricas	7	7.5	7.2	6.9	7.3	7.2	7.1	7.4	7.2	0.95	6.84	1.12	7.661	1	7.6608	0.2	1.96	0.05	1.09	1	
Armado unidad condensadora y tablero	12.1	12.3	12.1	12.2	12.6	13.1	12.4	12.2	12.375	0.95	11.8	1.12	13.17	1	13.167	0.3370036	1.96	0.05	1.07	1	
<b>TOTAL</b>																<b>30.5767</b>	<b>min/equipo</b>				
<b><u>Limpieza serpentín condensador</u></b>	<b><u>1</u></b>	<b><u>2</u></b>	<b><u>3</u></b>	<b><u>4</u></b>	<b><u>5</u></b>	<b><u>6</u></b>	<b><u>7</u></b>	<b><u>8</u></b>	<b><u>T obs.</u></b>	<b><u>f.val.</u></b>	<b><u>TN</u></b>	<b><u>f.sup.</u></b>	<b><u>T.Std.</u></b>	<b><u>frec.</u></b>	<b><u>T.Std. (*)</u></b>	<b><u>Desviación Est</u></b>	<b><u>Z (95%)</u></b>	<b><u>error</u></b>	<b><u>N</u></b>	<b><u>N</u></b>	
<b>Elementos</b>																					
Desmonta carcasa de condensador	11.5	11.2	11.4	12.3	13.2	12.1	12.3	11.8	11.975	0.95	11.4	1.12	12.74	1	12.7414	0.6453128	1.96	0.05	2.11	2	
Lava serpentín de condensador	9.5	9.8	9.9	10.2	9.9	9.4	10.1	9.4	9.775	0.95	9.29	1.11	10.31	1	10.307738	0.3105295	1.96	0.05	1.25	1	

Seca serpentín de condensador	5.2	5.8	5.7	5.2	5.6	5.2	5.5	4.9	5.3875	0.95	5.12	1.11	5.681	1	5.6811188	0.3090885	1.96	0.05	2.25	2
														<b>TOTAL</b>	<b>28.730256</b>	<b>min/equipo</b>				
<b><u>Revisión moto ventiladores</u></b>	<b><u>1</u></b>	<b><u>2</u></b>	<b><u>3</u></b>	<b><u>4</u></b>	<b><u>5</u></b>	<b><u>6</u></b>	<b><u>7</u></b>	<b><u>8</u></b>	<b><u>T obs.</u></b>	<b><u>f.val.</u></b>	<b><u>TN</u></b>	<b><u>f.sup.</u></b>	<b><u>T.Std.</u></b>	<b><u>frec.</u></b>	<b><u>T.Std. (*)</u></b>	<b><u>Desviación Est</u></b>				
<b>Elementos</b>																				
Desmontar carcasa de moto ventiladores	5.8	6.1	5.9	5.8	5.7	5.8	5.9	6.1	5.8875	0.95	5.59	1.12	6.264	1	6.2643	0.1457738	1.96	0.05	0.97	0
Desmontar moto ventiladores	4.5	4.3	4.7	4.6	4.3	4.1	4.7	4.6	4.475	0.95	4.25	1.12	4.761	1	4.7614	0.2187628	1.96	0.05	1.92	1
Inspección Armado carcasa y moto ventiladores	3.8	4.1	4.3	4.5	4.2	4.7	4.2	4.4	4.275	0.95	4.06	1.12	4.549	1	4.5486	0.2712405	1.96	0.05	2.49	2
	9.1	9.3	9.4	8.9	8.8	9.2	9.3	8.9	9.1125	0.95	8.66	1.12	9.696	1	9.6957	0.2232071	1.96	0.05	0.96	0
														<b>TOTAL</b>	<b>25.27</b>	<b>min/equipo</b>				
<b><u>Chequeo de presiones de la línea v gas</u></b>	<b><u>1</u></b>	<b><u>2</u></b>	<b><u>3</u></b>	<b><u>4</u></b>	<b><u>5</u></b>	<b><u>6</u></b>	<b><u>7</u></b>	<b><u>8</u></b>	<b><u>T obs.</u></b>	<b><u>f.val.</u></b>	<b><u>TN</u></b>	<b><u>f.sup.</u></b>	<b><u>T.Std.</u></b>	<b><u>frec.</u></b>	<b><u>T.Std. (*)</u></b>					
<b>Elementos</b>																				
Instalación de manómetro	14.9	15.3	15.2	15.6	15.9	15.2	15.9	15.2	15.4	0.95	14.6	1.11	16.24	1	16.2393	0.3625308	1.96	0.05	0.92	0
Inspección medidas según fábrica	2.2	1.9	2.2	2.2	2	2.3	2.2	2.3	2.1625	0.95	2.05	1.11	2.28	1	2.2803563	0.1407886	1.96	0.05	2.55	2
														<b>TOTAL</b>	<b>18.519656</b>	<b>min/equipo</b>				
<b><u>Revisión de ruidos de compresores</u></b>	<b><u>1</u></b>	<b><u>2</u></b>	<b><u>3</u></b>	<b><u>4</u></b>	<b><u>5</u></b>	<b><u>6</u></b>	<b><u>7</u></b>	<b><u>8</u></b>	<b><u>T obs.</u></b>	<b><u>f.val.</u></b>	<b><u>TN</u></b>	<b><u>f.sup.</u></b>	<b><u>T.Std.</u></b>	<b><u>frec.</u></b>	<b><u>T.Std. (*)</u></b>					
<b>Elementos</b>																				
Arranque de equipo	2.8	2.7	2.1	2.6	2.9	3	3.2	3	2.7875	0.95	2.65	1.11	2.939	1	2.9394188	0.3356763	1.96	0.05	4.72	4
Inspección auditiva	2.3	2.1	2.5	2.1	1.9	1.8	2.2	2.1	2.125	0.95	2.02	1.11	2.241	2	4.481625	0.2187628	1.96	0.05	4.04	4
														<b>TOTAL</b>	<b>2.9394188</b>	<b>min/equipo</b>				
<b><u>Revisión de fuga de gas</u></b>	<b><u>1</u></b>	<b><u>2</u></b>	<b><u>3</u></b>	<b><u>4</u></b>	<b><u>5</u></b>	<b><u>6</u></b>	<b><u>7</u></b>	<b><u>8</u></b>	<b><u>T obs.</u></b>	<b><u>f.val.</u></b>	<b><u>TN</u></b>	<b><u>f.sup.</u></b>	<b><u>T.Std.</u></b>	<b><u>frec.</u></b>	<b><u>T.Std. (*)</u></b>					
<b>Elementos</b>																				
Colocar detergente en tuberías	9.4	9.9	9.8	10.9	9.3	11.2	9.2	10.3	10	0.95	9.5	1.11	10.55	1	10.545	0.7445037	1.96	0.05	2.92	2
Identificar burbujeo	18.4	17.4	17.2	19.3	16.2	18.1	19.2	18.2	18	0.95	17.1	1.11	18.98	1	18.981	1.0406042	1.96	0.05	2.27	2
														<b>TOTAL</b>	<b>29.526</b>	<b>min/equipo</b>				

<u>Lubricación de partes móviles</u>	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5</u>	<u>6</u>	<u>7</u>	<u>8</u>	<u>T obs.</u>	<u>f.val.</u>	<u>TN</u>	<u>f.sup.</u>	<u>T.Std.</u>	<u>frec.</u>	<u>T.Std. (*)</u>					
<b>Elementos</b>																				
Lubricar partes móviles evaporador	5.6	5.1	5.6	5.7	5.8	5.2	5.4	5.3	5.4625	0.95	5.19	1.11	5.76	1	5.7602063	0.2503569	1.96	0.05	1.8	1
Lubricar partes móviles condensador	6.2	6.1	6.2	6.6	5.9	6.2	6.4	6.3	6.2375	0.95	5.93	1.11	6.577	1	6.5774438	0.2065879	1.96	0.05	1.3	1
Lubricar partes móviles moto ventilador	5.6	5.6	5.7	5.4	5.3	5.1	4.9	5.1	5.3375	0.95	5.07	1.11	5.628	1	5.6283938	0.2875388	1.96	0.05	2.11	2
<b>TOTAL</b>																<b>17.966044</b>	<b>min/equipo</b>			

<u>Revisión y ajuste de tornillería</u>	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5</u>	<u>6</u>	<u>7</u>	<u>8</u>	<u>T obs.</u>	<u>f.val.</u>	<u>TN</u>	<u>f.sup.</u>	<u>T.Std.</u>	<u>frec.</u>	<u>T.Std. (*)</u>					
<b>Elementos</b>																				
Ensamble carcasa evaporador	13.8	13.5	15	15.6	15.2	15.5	14.5	15.4	14.813	0.95	14.1	1.11	15.62	1	15.619781	0.9176056	1.96	0.05	2.43	2
Ensamble carcasa condensador	12.4	11.6	12.1	13.6	12.7	12.4	12.5	12.6	12.488	0.95	11.9	1.11	13.17	1	13.168069	0.7463243	1.96	0.05	2.34	2
Revisión tornillería	10.4	10.4	9.4	10.2	10.5	9.2	10.9	9.2	10.025	0.95	9.52	1.11	10.57	1	10.571363	0.4494441	1.96	0.05	1.76	1
<b>TOTAL</b>																<b>39.359213</b>	<b>min/equipo</b>			

Recálculo de tiempo estándar con tamaño de muestra correcta:

<u>Limpieza serpentín de evaporador</u>	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5</u>	<u>6</u>	<u>7</u>	<u>8</u>	<u>9</u>	<u>T obs.</u>	<u>f.val.</u>	<u>TN</u>	<u>f.sup.</u>	<u>T.Std.</u>	<u>frec.</u>	<u>T.Std. (*)</u>				
<b>Elementos</b>																				
Desmonta carcasa	12.4	12.3								12.4	0.95	11.7	1.14	13.4	1	13.375				
Lava serpentín	10.5	10.8								10.7	0.95	10.1	1.14	11.5	1	11.534				
<b>TOTAL</b>																<b>24.909</b>	<b>min/equipo</b>			





<u>Chequeo de presiones de la línea y gas</u>	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5</u>	<u>6</u>	<u>7</u>	<u>8</u>	<u>9</u>	<u>T</u> <u>obs.</u>	<u>f.val.</u>	<u>TN</u>	<u>f.sup.</u>	<u>T.Std.</u>	<u>frec.</u>	<u>T.Std.</u> <u>(*)</u>
<b>Elementos</b>																
Instalación de manómetro	14.9	15.3								15.1	0.95	14.3	1.11	15.9	1	15.923
Inspección medidas según fábrica	2.2	1.9								2.05	0.95	1.95	1.11	2.16	1	2.1617
																TOTAL <b>18.085</b> min/equipo
<u>Revisión de ruidos de compresores</u>	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5</u>	<u>6</u>	<u>7</u>	<u>8</u>	<u>9</u>	<u>T</u> <u>obs.</u>	<u>f.val.</u>	<u>TN</u>	<u>f.sup.</u>	<u>T.Std.</u>	<u>frec.</u>	<u>T.Std.</u> <u>(*)</u>
<b>Elementos</b>																
Arranque de equipo	2.8	2.7	2.1	2.6						2.55	0.95	2.42	1.11	2.69	1	2.689
Inspección auditiva	2.3	2.1	2.5	2.1						2.25	0.95	2.14	1.11	2.37	1	2.3726
																TOTAL <b>5.0616</b> min/equipo
<u>Revisión de fuga de gas</u>	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5</u>	<u>6</u>	<u>7</u>	<u>8</u>	<u>9</u>	<u>T</u> <u>obs.</u>	<u>f.val.</u>	<u>TN</u>	<u>f.sup.</u>	<u>T.Std.</u>	<u>frec.</u>	<u>T.Std.</u> <u>(*)</u>
<b>Elementos</b>																
Colocar detergente en tuberías	9.4	9.9								9.65	0.95	9.17	1.11	10.2	1	10.176
Identificar burbujeo	18.4	17.4								17.9	0.95	17	1.11	18.9	1	18.876
																TOTAL <b>29.051</b> min/equipo
<u>Lubricación de partes móviles</u>	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5</u>	<u>6</u>	<u>7</u>	<u>8</u>	<u>9</u>	<u>T</u> <u>obs.</u>	<u>f.val.</u>	<u>TN</u>	<u>f.sup.</u>	<u>T.Std.</u>	<u>frec.</u>	<u>T.Std.</u> <u>(*)</u>
<b>Elementos</b>																
Lubricar partes móviles evaporador	5.6	5.1								5.35	0.95	5.08	1.11	5.64	1	5.6416
Lubricar partes móviles condensador	6.2	6.1								6.15	0.95	5.84	1.11	6.49	1	6.4852
Lubricar partes móviles moto ventilador	5.6	5.6								5.6	0.95	5.32	1.11	5.91	1	5.9052
																TOTAL <b>18.032</b> min/equipo
<u>Revisión y ajuste de tornillería</u>	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5</u>	<u>6</u>	<u>7</u>	<u>8</u>	<u>9</u>	<u>T</u> <u>obs.</u>	<u>f.val.</u>	<u>TN</u>	<u>f.sup.</u>	<u>T.Std.</u>	<u>frec.</u>	<u>T.Std.</u> <u>(*)</u>
<b>Elementos</b>																

Ensamble carcasa evaporador	13.8	13.5				13.7	0.95	13	1.11	14.4	1	14.394
Ensamble carcasa condensador	12.4	11.6				12	0.95	11.4	1.11	12.7	1	12.654
Revisión tornillería	10.4	10.4				10.4	0.95	9.88	1.11	11	1	10.967
<b>TOTAL</b>											<b>38.015</b>	<b>min/equipo</b>

1.1) Estudio de tiempos mejorados para el mantenimiento preventivo de equipos de aire acondicionado residenciales menores a 36,000 BTU:

**Cálculo de tamaño de muestra “N”:**

**Procesos**

unidades de cálculo: minutos

<u>Lavado condensador</u>	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5</u>	<u>6</u>	<u>7</u>	<u>8</u>	<u>T</u> <u>obs.</u>	<u>f.val.</u>	<u>TN</u>	<u>f.sup.</u>	<u>T.Std.</u>	<u>frec.</u>	<u>T.Std.</u> <u>(*)</u>	<u>Desviación</u> <u>Est</u>	<u>z</u> <u>(95%)</u>	<u>error</u>	<u>N</u>	<u>N</u>
<b>Elementos</b>																				
Desmontaje carcasa unidad condensadora	12.5	12.4	13.1	13.2	13.5	14.1	12.9	14.9	13.33	0.95	12.66	1.14	14.43	1	14.431	0.836233	1.96	0.05	2.46	2
Lavado de serpentín de condensador	3.4	2.4	2.8	3.3	3.2	3.1	2.9	2.8	2.988	0.95	2.838	1.11	3.15	1	3.1503	0.327054	1.96	0.05	4.291	4
Lavado carcasa de condensador	6.7	5.8	5.2	6.1	5.2	5.5	6.2	6.1	5.85	0.95	5.558	1.11	6.169	1	6.1688	0.526444	1.96	0.05	3.528	3
Lavado bandeja de condensador	2.9	3.1	2.8	2.5	3.6	2.9	3.1	3	2.988	0.95	2.838	1.11	3.15	1	3.1503	0.313676	1.96	0.05	4.116	4
Desmontaje carcasa moto ventilador	3.2	3.4	4.1	2.9	3.5	2.7	2.9	2.7	3.175	0.95	3.016	1.11	3.348	1	3.348	0.480327	1.96	0.05	5.93	5
Lavado moto ventilador	2.2	1.9	2.4	2.9	1.4	2.1	2.2	2.1	2.15	0.95	2.043	1.11	2.267	1	2.2672	0.424264	1.96	0.05	7.735	7
Inspección moto ventilador	2.3	2.4	2.1	2	2.8	2.1	2.9	2.3	2.363	0.95	2.244	1.11	2.491	1	2.4913	0.329231	1.96	0.05	5.463	5
Lubricación moto ventilador	4.3	5.2	5.8	4.9	4.7	4.4	4.8	4.3	4.8	0.95	4.56	1.11	5.062	1	5.0616	0.512696	1.96	0.05	4.187	4
<b>TOTAL</b>															<b>40.069</b>	<b>min/equipo</b>				
<u>Limpieza de sistema eléctrico</u>	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5</u>	<u>6</u>	<u>7</u>	<u>8</u>	<u>T</u> <u>obs.</u>	<u>f.val.</u>	<u>TN</u>	<u>f.sup.</u>	<u>T.Std.</u>							
<b>Elementos</b>																				
Desmontaje de tablero de control eléctrico	8.8	8.9	8.9	9.2	9.4	8.1	8.7	8.9	8.863	0.95	8.419	1.11	9.346	1	9.3455	1.217724	1.96	0.05	5.386	5
Limpieza con brocha de conexiones eléctricas	6.9	7	7.2	6.9	6.8	7.2	6.9	7.4	7.038	0.95	6.686	1.11	7.421	1	7.421	0.533642	1.96	0.05	2.972	2
Armado de carcasa de unidad condensadora	13.2	12.6	12.1	12.2	12.5	12.1	12.4	12.3	12.43	0.95	11.8	1.11	13.1	1	13.102	0.887988	1.96	0.05	2.802	2
<b>TOTAL</b>															<b>29.869</b>	<b>min/equipo</b>				

<u>Inspección y lavado de filtros y serpentín de evaporador</u>	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5</u>	<u>6</u>	<u>7</u>	<u>8</u>	<u>T</u> <u>obs.</u>	<u>f.val.</u>	<u>TN</u>	<u>f.sup.</u>	<u>T.Std.</u>	<u>frec.</u>	<u>T.Std.</u> <u>(*)</u>	<u>Desviación</u> <u>Est</u>				
<b>Elementos</b>																				
Desmontaje carcasa de unidad evaporadora	12.1	12.2	12.9	12.4	11.9	12.1	13.1	12.8	12.44	0.95	11.82	1.12	13.23	1	13.234	0.440576	1.96	0.05	1.389	1
Lavado serpentín unidad evaporador	3.3	2.3	2.6	3.2	2.9	3	2.7	2.6	2.825	0.95	2.684	1.11	2.979	1	2.979	0.337004	1.96	0.05	4.676	4
Inspección de filtros	1.2	2.1	2.2	1.8	2.4	1.9	1.7	2	1.913	0.95	1.817	1.11	2.017	1	2.0167	0.364251	1.96	0.05	7.466	7
Lavado de filtros	2.8	2.7	3.1	2.2	2.8	2.4	2.7	2.1	2.6	0.95	2.47	1.11	2.742	1	2.7417	0.338062	1.96	0.05	5.097	5
Alinear aletas	6.9	6.3	7.8	7.4	7.1	7.7	6.9	7.4	7.188	0.95	6.828	1.11	7.579	1	7.5792	0.491172	1.96	0.05	2.679	2
Armado de carcasa de unidad evaporadora	6.1	6.3	6.1	5.8	6.6	6.1	6.4	6.2	6.2	0.95	5.89	1.11	6.538	1	6.5379	0.239046	1.96	0.05	1.511	1
<b>TOTAL</b>															<b>35.088</b>	<b>min/equipo</b>				
<u>Inspección de ensamblajes y limpieza</u>	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5</u>	<u>6</u>	<u>7</u>	<u>8</u>	<u>T</u> <u>obs.</u>	<u>f.val.</u>	<u>TN</u>	<u>f.sup.</u>	<u>T.Std.</u>	<u>frec.</u>	<u>T.Std.</u> <u>(*)</u>	<u>Desviación</u> <u>Est</u>				
<b>Elementos</b>																				
Inspeccionar ensamblajes de carcasa	6.4	6.9	6.3	6.6	5.8	6.1	6.3	6.2	6.325	0.95	6.009	1.11	6.67	1	6.6697	0.328416	1.96	0.05	2.035	2
Inspeccionar y retocar limpieza carcacas	7.4	7.7	7.4	7.4	7.7	7.3	8.5	6.9	7.538	0.95	7.161	1.11	7.948	1	7.9483	0.462717	1.96	0.05	2.406	2
<b>TOTAL</b>															<b>14.618</b>	<b>min/equipo</b>				
<u>Búsqueda de fuga de gas y medición de presión</u>	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5</u>	<u>6</u>	<u>7</u>	<u>8</u>	<u>T</u> <u>obs.</u>	<u>f.val.</u>	<u>TN</u>	<u>f.sup.</u>	<u>T.Std.</u>	<u>frec.</u>	<u>T.Std.</u> <u>(*)</u>	<u>Desviación</u> <u>Est</u>				
<b>Elementos</b>																				
Inspeccionar con detector de fuga por tubería	6.1	5.4	5.8	6.3	5.5	5.3	5.7	6	5.763	0.95	5.474	1.12	6.131	1	6.1313	0.35431	1.96	0.05	2.41	2
Instalación de manómetro	7.9	7.3	7.2	7.6	7.9	7.2	7.9	7.2	7.525	0.95	7.149	1.12	8.007	1	8.0066	0.337004	1.96	0.05	1.756	1
Levantamiento de información de medidas	5.9	6.1	5.1	5.3	5.4	4.9	4.7	4	5.175	0.95	4.916	1.12	5.506	1	5.5062	0.669221	1.96	0.05	5.069	5
<b>TOTAL</b>															<b>19.644</b>	<b>min/equipo</b>				
<u>Arranque y verificación de funcionamiento</u>	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5</u>	<u>6</u>	<u>7</u>	<u>8</u>	<u>T</u> <u>obs.</u>	<u>f.val.</u>	<u>TN</u>	<u>f.sup.</u>	<u>T.Std.</u>	<u>frec.</u>	<u>T.Std.</u> <u>(*)</u>	<u>Desviación</u> <u>Est</u>				
<b>Elementos</b>																				
Arranque de equipo	6.3	7.1	6.4	6.8	6.3	6.5	6.1	5.9	6.425	0.95	6.104	1.11	6.775	1	6.7752	0.380789	1.96	0.05	2.323	2
Verificación de temperatura	4.2	4.4	5.1	4.9	4.7	4.9	5.2	3.3	4.588	0.95	4.358	1.11	4.838	1	4.8375	0.619764	1.96	0.05	5.296	5
Inspección de ruidos	2.1	1.9	2.2	1.8	1.3	1.7	2.4	2.2	1.95	0.95	1.853	1.11	2.056	1	2.0563	0.35051	1.96	0.05	7.046	7
Medición de amperaje	1.1	0.9	1.2	0.8	1	1.2	0.8	0.9	0.988	0.95	0.938	1.11	1.041	1	1.0413	0.164208	1.96	0.05	6.518	6
<b>TOTAL</b>															<b>14.71</b>	<b>min/equipo</b>				

<u>Generación de reporte técnico</u>	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5</u>	<u>6</u>	<u>7</u>	<u>8</u>	<u>T</u> <u>obs.</u>	<u>f.val.</u>	<u>TN</u>	<u>f.sup.</u>	<u>T.Std.</u>	<u>frec.</u>	<u>T.Std.</u> <u>(*)</u>	<u>Desviación</u> <u>Est</u>	<u>z</u> <u>(95%)</u>	<u>error</u>	<u>N</u>	<u>N</u>
<b>Elementos</b>																				
Realización de reporte técnico	9.2	9.1	10.4	8.8	7.7	9.4	9.1	9	9.088	0.95	8.633	1.12	9.669	1	9.6691	0.741499	1.96	0.05	3.199	3
															<b>TOTAL</b>	<b>9.6691</b>	<b>min/equipo</b>			

**Recálculo de tiempo estándar con tamaño de muestra correcta:**

<u>Lavado condensador</u>	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5</u>	<u>6</u>	<u>7</u>	<u>8</u>	<u>9</u>	<u>T obs.</u>	<u>f.val.</u>	<u>TN</u>	<u>f.sup.</u>	<u>T.Std.</u>	<u>frec.</u>	<u>T.Std.</u> <u>(*)</u>		
<b>Elementos</b>																		
Desmontaje carcasa unidad condensadora	12.5	12.4	13.1	13.2	13.5	14.1	12.9			13.1	0.95	12.445	1.14	14.1873	1	14.1873		
Lavado de serpentín de condensador	3.4	2.4	2.8	3.3	3.2	3.1	2.9			3.01429	0.95	2.86357	1.11	3.17856	1	3.17856		
Lavado carcasa de condensador	6.7	5.8	5.2	6.1	5.2	5.5	6.2			5.81429	0.95	5.52357	1.11	6.13116	1	6.13116		
Lavado bandeja de condensador	2.9	3.1	2.8	2.5	3.6	2.9	3.1			2.98571	0.95	2.83643	1.11	3.14844	1	3.14844		
Desmontaje carcasa moto ventilador	3.2	3.4	4.1	2.9	3.5	2.7	2.9			3.24286	0.95	3.08071	1.11	3.41959	1	3.41959		
Lavado moto ventilador	2.2	1.9	2.4	2.9	1.4	2.1	2.2			2.15714	0.95	2.04929	1.11	2.27471	1	2.27471		
Inspección moto ventilador	2.3	2.4	2.1	2	2.8	2.1	2.9			2.37143	0.95	2.25286	1.11	2.50067	1	2.50067		
Lubricación moto ventilador	4.3	5.2	5.8	4.9	4.7	4.4	4.8			4.87143	0.95	4.62786	1.11	5.13692	1	5.13692		
																<b>TOTAL</b>	<b>39.9774</b>	<b>min/equipo</b>
<u>Limpieza de sistema eléctrico</u>	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5</u>	<u>6</u>	<u>7</u>	<u>8</u>	<u>9</u>	<u>T obs.</u>	<u>f.val.</u>	<u>TN</u>	<u>f.sup.</u>	<u>T.Std.</u>	<u>frec.</u>	<u>T.Std.</u> <u>(*)</u>		
<b>Elementos</b>																		
Desmontaje de tablero de control eléctrico	8.8	8.9	8.9	9.2	9.4					9.04	0.95	8.588	1.11	9.53268	1	9.53268		
Limpieza con brocha de conexiones eléctricas	6.9	7	7.2	6.9	6.8					6.96	0.95	6.612	1.11	7.33932	1	7.33932		
Armado de carcasa de unidad condensadora	13.2	12.6	12.1	12.2	12.5					12.52	0.95	11.894	1.11	13.2023	1	13.2023		
																<b>TOTAL</b>	<b>30.0743</b>	<b>min/equipo</b>
<u>Inspección y lavado de filtros y serpentín de evaporador</u>	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5</u>	<u>6</u>	<u>7</u>	<u>8</u>	<u>9</u>	<u>T obs.</u>	<u>f.val.</u>	<u>TN</u>	<u>f.sup.</u>	<u>T.Std.</u>	<u>frec.</u>	<u>T.Std.</u> <u>(*)</u>		
<b>Elementos</b>																		
Desmontaje carcasa de unidad evaporadora	12.1	12.2	12.9	12.4	11.9	12.1	13.1			12.3857	0.95	11.7664	1.12	13.1784	1	13.1784		
Lavado serpentín unidad condensadora	3.3	2.3	2.6	3.2	2.9	3	2.7			2.85714	0.95	2.71429	1.11	3.01286	1	3.01286		

Inspección de filtros	1.2	2.1	2.2	1.8	2.4	1.9	1.7		1.9	0.95	1.805	1.11	2.00355	1	2.00355		
Lavado de filtros	2.8	2.7	3.1	2.2	2.8	2.4	2.7		2.67143	0.95	2.53786	1.11	2.81702	1	2.81702		
Alinear aletas	6.9	6.3	7.8	7.4	7.1	7.7	6.9		7.15714	0.95	6.79929	1.11	7.54721	1	7.54721		
Armado de carcasa de unidad evaporadora	6.1	6.3	6.1	5.8	6.6	6.1	6.4		6.2	0.95	5.89	1.11	6.5379	1	6.5379		
															TOTAL	35.0969 min/equipo	
<b><u>Inspección de ensambles y limpieza</u></b>	<b><u>1</u></b>	<b><u>2</u></b>	<b><u>3</u></b>	<b><u>4</u></b>	<b><u>5</u></b>	<b><u>6</u></b>	<b><u>7</u></b>	<b><u>8</u></b>	<b><u>9</u></b>	<b><u>T obs.</u></b>	<b><u>f.val.</u></b>	<b><u>TN</u></b>	<b><u>f.sup.</u></b>	<b><u>T.Std.</u></b>	<b><u>frec.</u></b>	<b><u>T.Std. (* )</u></b>	
<b>Elementos</b>																	
Inspeccionar ensambles de carcasa	6.4	6.9								6.65	0.95	6.3175	1.11	7.01243	1	7.01243	
Inspeccionar y retocar limpieza carcasas	7.4	7.7								7.55	0.95	7.1725	1.11	7.96148	1	7.96148	
																14.9739 min/equipo	
<b><u>Búsqueda de fuga de gas y medición de presión</u></b>	<b><u>1</u></b>	<b><u>2</u></b>	<b><u>3</u></b>	<b><u>4</u></b>	<b><u>5</u></b>	<b><u>6</u></b>	<b><u>7</u></b>	<b><u>8</u></b>	<b><u>9</u></b>	<b><u>T obs.</u></b>	<b><u>f.val.</u></b>	<b><u>TN</u></b>	<b><u>f.sup.</u></b>	<b><u>T.Std.</u></b>	<b><u>frec.</u></b>	<b><u>T.Std. (* )</u></b>	
<b>Elementos</b>																	
Inspeccionar con detector de fuga por tubería	6.1	5.4	5.8	6.3	5.5					5.82	0.95	5.529	1.12	6.19248	1	6.19248	
Instalación de manómetro	7.9	7.3	7.2	7.6	7.9					7.58	0.95	7.201	1.12	8.06512	1	8.06512	
Levantamiento de información de medidas	5.9	6.1	5.1	5.3	5.4					5.56	0.95	5.282	1.12	5.91584	1	5.91584	
																TOTAL	20.1734 min/equipo
<b><u>Arranque y verificación de funcionamiento</u></b>	<b><u>1</u></b>	<b><u>2</u></b>	<b><u>3</u></b>	<b><u>4</u></b>	<b><u>5</u></b>	<b><u>6</u></b>	<b><u>7</u></b>	<b><u>8</u></b>	<b><u>9</u></b>	<b><u>T obs.</u></b>	<b><u>f.val.</u></b>	<b><u>TN</u></b>	<b><u>f.sup.</u></b>	<b><u>T.Std.</u></b>	<b><u>frec.</u></b>	<b><u>T.Std. (* )</u></b>	
<b>Elementos</b>																	
Arranque de equipo	6.3	7.1	6.4	6.8	6.3	6.5	6.1			6.5	0.95	6.175	1.11	6.85425	1	6.85425	
Verificación de temperatura	4.2	4.4	5.1	4.9	4.7	4.9	5.2			4.77143	0.95	4.53286	1.11	5.03147	1	5.03147	
Inspección de ruidos	2.1	1.9	2.2	1.8	1.3	1.7	2.4			1.91429	0.95	1.81857	1.11	2.01861	1	2.01861	
Medición de amperaje	1.1	0.9	1.2	0.8	1	1.2	0.8			1	0.95	0.95	1.11	1.0545	1	1.0545	
																TOTAL	14.9588 min/equipo
<b><u>Generación de reporte técnico</u></b>	<b><u>1</u></b>	<b><u>2</u></b>	<b><u>3</u></b>	<b><u>4</u></b>	<b><u>5</u></b>	<b><u>6</u></b>	<b><u>7</u></b>	<b><u>8</u></b>	<b><u>9</u></b>	<b><u>T obs.</u></b>	<b><u>f.val.</u></b>	<b><u>TN</u></b>	<b><u>f.sup.</u></b>	<b><u>T.Std.</u></b>	<b><u>frec.</u></b>	<b><u>T.Std. (* )</u></b>	
<b>Elementos</b>																	
Realización de reporte técnico	9.2	9.1	10.4							9.56667	0.95	9.08833	1.11	10.0881	1	10.0881	
																TOTAL	10.0881 min/equipo

2)Estudio de tiempos antes de la mejora para el mantenimiento preventivo de exhibidoras de frio autocontenidas menores a 2.5m:

**Cálculo de tamaño de muestra “N”:**

**Procesos**

**unidades de cálculo: minutos**

<b><u>Descarche de evaporador</u></b>	<b><u>1</u></b>	<b><u>2</u></b>	<b><u>3</u></b>	<b><u>4</u></b>	<b><u>5</u></b>	<b><u>6</u></b>	<b><u>7</u></b>	<b><u>8</u></b>	<b><u>T obs.</u></b>	<b><u>f.val.</u></b>	<b><u>TN</u></b>	<b><u>f.sup.</u></b>	<b><u>T.Std.</u></b>	<b><u>frec.</u></b>	<b><u>T.Std. (*)</u></b>	<b><u>Desviación Est</u></b>	<b><u>z (95%)</u></b>	<b><u>error</u></b>	<b><u>N</u></b>	<b><u>N</u></b>
<b>Elementos</b>																				
Descache electrónico/Manual	23	23.1	21.4	24.1	27.2	24.3	22.1	20.9	23.315	0.95	22.15	1.11	24.59	1	24.58567	1.987841615	1.96	0.05	3.342	3
															<b>TOTAL</b>	<b>24.58567</b>	<b>min/equipo</b>			
<b><u>Retiro de tapas laterales de muebles</u></b>	<b><u>1</u></b>	<b><u>2</u></b>	<b><u>3</u></b>	<b><u>4</u></b>	<b><u>5</u></b>	<b><u>6</u></b>	<b><u>7</u></b>	<b><u>8</u></b>	<b><u>T obs.</u></b>	<b><u>f.val.</u></b>	<b><u>TN</u></b>	<b><u>f.sup.</u></b>	<b><u>T.Std.</u></b>	<b><u>frec.</u></b>	<b><u>T.Std. (*)</u></b>	<b><u>Desviación Est</u></b>				
<b>Elementos</b>																				
Retiro tapas laterales	7.2	8.3	8.6	7.3	7.2	8.8	8.9	7.9	8.025	0.95	7.624	1.11	8.462	1	8.462363	2.712410452	1.96	0.05	13.25	13
Retiro de tapas frontales	6.4	5.5	6.2	5.8	6.3	5.2	5.8	6.2	5.925	0.95	5.629	1.11	6.248	1	6.247913	0.423421438	1.96	0.05	2.801	2
															<b>TOTAL</b>	<b>14.71028</b>	<b>min/equipo</b>			
<b><u>Limpieza de filtros</u></b>	<b><u>1</u></b>	<b><u>2</u></b>	<b><u>3</u></b>	<b><u>4</u></b>	<b><u>5</u></b>	<b><u>6</u></b>	<b><u>7</u></b>	<b><u>8</u></b>	<b><u>T obs.</u></b>	<b><u>f.val.</u></b>	<b><u>TN</u></b>	<b><u>f.sup.</u></b>	<b><u>T.Std.</u></b>	<b><u>frec.</u></b>	<b><u>T.Std. (*)</u></b>	<b><u>Desviación Est</u></b>				
<b>Elementos</b>																				
Retirar filtro de mueble de frio	3.2	3.7	3.3	3.5	3.1	3.7	3.9	3.7	3.5125	0.95	3.337	1.11	3.704	1	3.703931	0.285043856	1.96	0.05	3.181	3
Lavado de filtros	2.4	3.2	3.3	4.7	3.4	3.5	4.7	3.8	3.625	0.95	3.444	1.11	3.823	1	3.822563	0.774135462	1.96	0.05	8.371	8
Secado de filtros	2.7	2.6	2.8	1.9	2.1	2.9	2.7	2.1	2.475	0.95	2.351	1.11	2.61	1	2.609888	0.380788655	1.96	0.05	6.031	6
															<b>TOTAL</b>	<b>10.13638</b>	<b>min/equipo</b>			
<b><u>Recoger agua de bandeja de evaporador</u></b>	<b><u>1</u></b>	<b><u>2</u></b>	<b><u>3</u></b>	<b><u>4</u></b>	<b><u>5</u></b>	<b><u>6</u></b>	<b><u>7</u></b>	<b><u>8</u></b>	<b><u>T obs.</u></b>	<b><u>f.val.</u></b>	<b><u>TN</u></b>	<b><u>f.sup.</u></b>	<b><u>T.Std.</u></b>	<b><u>frec.</u></b>	<b><u>T.Std. (*)</u></b>	<b><u>Desviación Est</u></b>				
<b>Elementos</b>																				
Recoger agua con maguera	3.9	4.8	5.7	4.4	3.8	5.9	5.2	4.1	4.725	0.95	4.489	1.11	4.983	1	4.982513	0.810202796	1.96	0.05	6.722	6
															<b>TOTAL</b>	<b>4.982513</b>	<b>min/equipo</b>			

<u>Limpieza de moto ventilador de evaporador</u>	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5</u>	<u>6</u>	<u>7</u>	<u>8</u>	<u>T obs.</u>	<u>f.val.</u>	<u>TN</u>	<u>f.sup.</u>	<u>T.Std.</u>	<u>frec.</u>	<u>T.Std.</u> <u>(*)</u>	<u>Desviación</u> <u>Est</u>						
<b>Elementos</b>																						
Desmontar carcasa de moto ventilador	11	9.4	8.9	10.1	10.4	9.9	8.8	10.2	9.825	0.95	9.334	1.11	10.36	1	10.36046	0.736303509	1.96	0.05	2.938	2		
Limpiar moto ventilador	8.2	8.9	8.4	7.7	7.3	7.1	6.9	7.4	7.7375	0.95	7.351	1.11	8.159	1	8.159194	0.698851098	1.96	0.05	3.541	3		
Secar con trapo	5.4	5.2	5.7	6.1	5.7	6.4	6.2	5.8	5.8125	1.95	11.33	1.11	12.58	1	12.58116	0.405101398	1.96	0.05	2.732	2		
<b>TOTAL</b>															<b>20.74035</b>	<b>min/equipo</b>						
<u>Limpieza de partes eléctricas</u>	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5</u>	<u>6</u>	<u>7</u>	<u>8</u>	<u>T obs.</u>	<u>f.val.</u>	<u>TN</u>	<u>f.sup.</u>	<u>T.Std.</u>	<u>frec.</u>	<u>T.Std.</u> <u>(*)</u>	<u>Desviación</u> <u>Est</u>						
<b>Elementos</b>																						
Desmontar parte trasera de equipo	12	11.9	12.3	12.8	13.2	12.8	13.4	12.4	12.613	0.95	11.98	1.11	13.3	1	13.29988	0.52762947	1.96	0.05	1.64	1		
Desmontaje panel de control eléctrico	8.1	9.4	8.2	9.9	8.8	8.3	9.1	9.5	8.9125	0.95	8.467	1.12	9.483	1	9.4829	0.670687281	1.96	0.05	2.95	2		
Limpieza de partes eléctricas	7.8	8.2	7.9	7.1	6.9	7.5	7.1	8.9	7.675	0.95	7.291	1.11	8.093	1	8.093288	0.669221296	1.96	0.05	3.418	3		
<b>TOTAL</b>															<b>30.87607</b>	<b>min/equipo</b>						
<u>Limpieza de unidad condensadora</u>	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5</u>	<u>6</u>	<u>7</u>	<u>8</u>	<u>T obs.</u>	<u>f.val.</u>	<u>TN</u>	<u>f.sup.</u>	<u>T.Std.</u>	<u>frec.</u>	<u>T.Std.</u> <u>(*)</u>	<u>Desviación</u> <u>Est</u>	<u>z (95%)</u>	<u>error</u>	<u>N</u>	<u>N</u>		
<b>Elementos</b>																						
Desmontar carcasa de unidad condensadora	7.9	8.9	8.1	8.5	9.8	10.9	9.3	9.9	9.1625	0.95	8.704	1.12	9.749	1	9.7489	1.015504801	1.96	0.05	4.345	4		
Lavar con agua y jabón	8.2	7.4	7.3	6.6	7.1	7.4	6.9	8.2	7.3875	0.95	7.018	1.11	7.79	1	7.790119	0.569304086	1.96	0.05	3.021	3		
Secar con trapo	7.5	8	8.2	8.1	7.6	6.9	6.4	9.2	7.7375	0.95	7.351	1.11	8.159	1	8.159194	0.855131569	1.96	0.05	4.332	4		
<b>TOTAL</b>															<b>25.69821</b>	<b>min/equipo</b>						
<u>Revisión programación de controlador</u>	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5</u>	<u>6</u>	<u>7</u>	<u>8</u>	<u>T obs.</u>	<u>f.val.</u>	<u>TN</u>	<u>f.sup.</u>	<u>T.Std.</u>	<u>frec.</u>	<u>T.Std.</u> <u>(*)</u>	<u>Desviación</u> <u>Est</u>						
<b>Elementos</b>																						
Revisión parámetros actuales	8.2	6.4	7.4	6.4	7.2	6.1	5.9	4.2	6.475	0.95	6.151	1.11	6.828	1	6.827888	1.196124695	1.96	0.05	7.241	7		
Set up a temperaturas deseadas	16	14.7	15.1	18.1	16.6	15.7	17.1	13.1	15.85	0.95	15.06	1.15	17.32	1	17.31613	1.556552968	1.96	0.05	3.85	3		

															TOTAL	24.14401	min/equipo			
<u>Revisión compresor v capacitor</u>	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5</u>	<u>6</u>	<u>7</u>	<u>8</u>	<u>T obs.</u>	<u>f.val.</u>	<u>TN</u>	<u>f.sup.</u>	<u>T.Std.</u>	<u>frec.</u>	<u>T.Std.</u> <u>(*)</u>	<u>Desviación</u> <u>Est</u>				
<b>Elementos</b>																				
Inspección visual de componentes	13	16.2	17.2	12.4	15.2	15.4	16.1	17.8	15.463	0.95	14.69	1.11	16.31	1	16.30521	1.818113229	1.96	0.05	4.609	4
Prueba de encendido de equipo	9.4	8.8	9.9	10.2	8.1	10.1	9.2	10.4	9.52	0.95	9.044	1.11	10.04	1	10.03884	0.797567731	1.96	0.05	3.284	3
															TOTAL	26.34405	min/equipo			
															TOTAL	52.68809	min/equipo			
<u>Limpieza de compresor</u>	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5</u>	<u>6</u>	<u>7</u>	<u>8</u>	<u>T obs.</u>	<u>f.val.</u>	<u>TN</u>	<u>f.sup.</u>	<u>T.Std.</u>	<u>frec.</u>	<u>T.Std.</u> <u>(*)</u>					
<b>Elementos</b>																				
Limpieza con agua y trapo	6.9	5.4	4.6	5.2	6.6	7.1	6.2	5.9	5.9875	0.95	5.688	1.11	6.314	1	6.313819	0.877394682	1.96	0.05	5.744	5
Secado con trapo	4.3	5.1	4.9	5.7	6.1	5.9	5.6	5.2	5.35	0.95	5.083	1.11	5.642	1	5.641575	0.590399381	1.96	0.05	4.326	4
Adición de lubricante	5.1	4.3	4.4	4.1	3.9	4.4	4.9	3.9	4.375	1.95	8.531	1.11	9.47	1	9.469688	0.436708468	1.96	0.05	3.913	3
															TOTAL	11.95539	min/equipo			
<u>Retiro de bandejas v brazos de bandeja</u>	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5</u>	<u>6</u>	<u>7</u>	<u>8</u>	<u>T obs.</u>	<u>f.val.</u>	<u>TN</u>	<u>f.sup.</u>	<u>T.Std.</u>	<u>frec.</u>	<u>T.Std.</u> <u>(*)</u>					
<b>Elementos</b>																				
Retiro de bandejas	3.5	2.9	3.3	3.6	3.8	3	3.22	3.35	3.3338	0.95	3.167	1.12	3.547	4	14.18844	0.2999494	1.96	0.05	3.527	3
Retiro de brazos de bandeja	2.1	1.8	1.9	1.6	1.4	1.9	1.8	2	1.8125	0.95	1.722	1.12	1.929	8	15.428	0.223207143	1.96	0.05	4.827	4
															TOTAL	29.61644	min/equipo			
<u>Limpieza de bandejas v brazos de góndolas</u>	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5</u>	<u>6</u>	<u>7</u>	<u>8</u>	<u>T obs.</u>	<u>f.val.</u>	<u>TN</u>	<u>f.sup.</u>	<u>T.Std.</u>	<u>frec.</u>	<u>T.Std.</u> <u>(*)</u>					
<b>Elementos</b>																				
Limpieza con agua bandejas	1.1	1.5	1.9	1.7	1.4	1.2	1.1	1.4	1.4125	0.95	1.342	1.11	1.489	8	11.91585	0.285043856	1.96	0.05	7.911	7
Limpieza con agua brazos	1.1	0.9	1.2	1.3	1.1	1.4	0.8	1.5	1.1625	0.95	1.104	1.11	1.226	4	4.903425	0.238671921	1.96	0.05	8.048	8
Secado con trapo bandejas	1.1	1.4	1.2	1.1	0.5	0.7	1.1	0.9	1	0.95	0.95	1.11	1.055	8	8.436	0.287849167	1.96	0.05	11.28	11
Secado con trapo brazos	1.5	1.2	1.3	1.1	1.6	1.2	1.4	1.5	1.35	0.95	1.283	1.11	1.424	4	5.6943	0.177281052	1.96	0.05	5.148	5
Rearmado de brazos	1.8	1.9	2.1	1.6	1.2	1.4	1.1	1.5	1.575	0.95	1.496	1.12	1.676	8	13.4064	0.34537764	1.96	0.05	8.596	8
Rearmado de bandejas	2.1	1.8	2.1	1.5	1.7	2.4	1.9	2.4	1.9875	0.95	1.888	1.12	2.115	4	8.4588	0.322656385	1.96	0.05	6.364	6

														TOTAL	52.81478	min/equipo				
														<u>T.Std.</u>						
<u>Revisión de presión de gas refrigerante</u>	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5</u>	<u>6</u>	<u>7</u>	<u>8</u>	<u>T.obs.</u>	<u>f.val.</u>	<u>TN</u>	<u>f.sup.</u>	<u>T.Std.</u>	<u>frec.</u>	<u>(*)</u>					
<b>Elementos</b>																				
Instalación de manómetro	16	16.3	16.2	16.6	16.4	16.1	17.1	14.2	16.1	0.95	15.3	1.11	16.98	1	16.97745	0.848528137	1.96	0.05	2.066	2
Inspección medidas según fábrica	7.2	7.5	8.2	7.2	7	5.9	6.1	7.4	7.0625	0.95	6.709	1.11	7.447	1	7.447406	0.748212155	1.96	0.05	4.153	4
														TOTAL	24.42486	min/equipo				

														<u>T.Std.</u>						
<u>Revisión de parámetros de temperatura y defrost</u>	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5</u>	<u>6</u>	<u>7</u>	<u>8</u>	<u>T.obs.</u>	<u>f.val.</u>	<u>TN</u>	<u>f.sup.</u>	<u>T.Std.</u>	<u>frec.</u>	<u>(*)</u>					
<b>Elementos</b>																				
Medición de temperatura	11	11.3	11.1	11.5	12.2	13.4	12.5	13.1	12	0.95	11.4	1.11	12.65	1	12.654	0.5	1.96	0.05	1.633	1
Medición tiempo de defrost	8.1	7.6	7.4	8.6	8.7	8.6	9.5	8.6	8.3875	0.95	7.968	1.11	8.845	1	8.844619	0.580517011	1.96	0.05	2.713	2
														TOTAL	21.49862	min/equipo				

**Recálculo de tiempo estándar con tamaño de muestra correcta:**

<u>Limpieza serpentín de evaporador</u>	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5</u>	<u>6</u>	<u>7</u>	<u>8</u>	<u>9</u>	<u>10</u>	<u>11</u>	<u>12</u>	<u>13</u>	<u>T</u>	<u>f.val.</u>	<u>TN</u>	<u>f.sup.</u>	<u>T.Std.</u>	<u>frec.</u>	<u>T.Std. (*)</u>	
														<u>obs.</u>							
Desmonta carcasa	23.4	24.1	21.4											23.75	0.95	22.56	1.11	25.0444	1	25.044375	
														TOTAL	25.044375	min/equipo					

<u>Retiro de tapas laterales de muebles</u>	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5</u>	<u>6</u>	<u>7</u>	<u>8</u>	<u>9</u>	<u>10</u>	<u>11</u>	<u>12</u>	<u>13</u>	<u>T</u>	<u>f.val.</u>	<u>TN</u>	<u>f.sup.</u>	<u>T.Std.</u>	<u>frec.</u>	<u>T.Std. (*)</u>	
														<u>obs.</u>							
Retiro tapas laterales	7.2	8.3	8.6	7.3	7.2	8.8	8.9	7.9	8.4	7.7	7.9	8.5	8.1	8.062	0.95	7.658	1.11	8.50089	1	8.50089231	
Retiro de tapas frontales	6.4	5.5	6.2	5.8	6.3	5.2	5.8	6.2	5.7	6.8	6.4	6.6	6.7	6.123	0.95	5.817	1.11	6.45678	1	6.45678462	
														TOTAL	14.9576769	min/equipo					

<u>Limpieza de filtros</u>	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5</u>	<u>6</u>	<u>7</u>	<u>8</u>	<u>9</u>	<u>10</u>	<u>11</u>	<u>12</u>	<u>13</u>	<u>T</u> <u>obs.</u>	<u>f.val.</u>	<u>TN</u>	<u>f.sup.</u>	<u>T.Std.</u>	<u>frec.</u>	<u>T.Std. (*)</u>		
<b>Elementos</b>																						
Retirar filtro de mueble de frio	3.2	3.7	3.3	3.5	3.1	3.7	3.9	3.7						3.486	0.95	3.311	1.11	3.67569	1	3.67568571		
Lavado de filtros	2.4	3.2	3.3	4.7	3.4	3.5	4.7	3.8						3.6	0.95	3.42	1.11	3.7962	1	3.7962		
Secado de filtros	2.7	2.6	2.8	1.9	2.1	2.9	1.7	2.7						2.386	0.95	2.266	1.11	2.51574	1	2.51573571		
																				<b>TOTAL</b>	<b>9.98762143</b> min/equipo	
<u>Recoger agua de bandeja de evaporador</u>	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5</u>	<u>6</u>	<u>7</u>	<u>8</u>	<u>9</u>	<u>10</u>	<u>11</u>	<u>12</u>	<u>13</u>	<u>T</u> <u>obs.</u>	<u>f.val.</u>	<u>TN</u>	<u>f.sup.</u>	<u>T.Std.</u>	<u>frec.</u>	<u>T.Std. (*)</u>		
<b>Elementos</b>																						
Recoger agua con maguera	3.9	4.8	5.7	4.4	3.8	5.9								4.75	0.95	4.513	1.11	5.00888	1	5.008875		
																					<b>5.008875</b> min/equipo	
<u>Limpieza de moto ventilador de evaporador</u>	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5</u>	<u>6</u>	<u>7</u>	<u>8</u>	<u>9</u>	<u>10</u>	<u>11</u>	<u>12</u>	<u>13</u>	<u>T</u> <u>obs.</u>	<u>f.val.</u>	<u>TN</u>	<u>f.sup.</u>	<u>T.Std.</u>	<u>frec.</u>	<u>T.Std. (*)</u>		
<b>Elementos</b>																						
Desmontar carcasa de moto ventilador	10.9	9.4	8.9											9.733	0.95	9.247	1.11	10.2638	1	10.2638		
Limpiar moto ventilador	8.2	8.9	8.4											8.5	0.95	8.075	1.11	8.96325	1	8.96325		
Secar con trapo	5.4	5.2	5.7											5.433	0.95	5.162	1.11	5.72945	1	5.72945		
																					<b>TOTAL</b>	<b>24.9565</b> min/equipo
<u>Limpieza de partes eléctricas</u>	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5</u>	<u>6</u>	<u>7</u>	<u>8</u>	<u>9</u>	<u>10</u>	<u>11</u>	<u>12</u>	<u>13</u>	<u>T</u> <u>obs.</u>	<u>f.val.</u>	<u>TN</u>	<u>f.sup.</u>	<u>T.Std.</u>	<u>frec.</u>	<u>T.Std. (*)</u>		
<b>Elementos</b>																						
Desmontar parte trasera de equipo	12.1	11.9	12.3											12.1	0.95	11.5	1.11	12.7595	1	12.75945		
Desmontaje panel de control eléctrico	8.1	9.4	8.2											8.567	0.95	8.138	1.12	9.11493	1	9.11493333		
Limpieza de partes eléctricas	7.8	8.2	7.9											7.967	0.95	7.568	1.11	8.40085	1	8.40085		
																					<b>TOTAL</b>	<b>30.2752333</b> min/equipo
<u>Limpieza de unidad condensadora</u>	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5</u>	<u>6</u>	<u>7</u>	<u>8</u>	<u>9</u>	<u>10</u>	<u>11</u>	<u>12</u>	<u>13</u>	<u>T</u> <u>obs.</u>	<u>f.val.</u>	<u>TN</u>	<u>f.sup.</u>	<u>T.Std.</u>	<u>frec.</u>	<u>T.Std. (*)</u>		
<b>Elementos</b>																						
Desmontar carcasa de unidad condensadora	7.9	8.9	8.1	8.5										8.35	0.95	7.933	1.12	8.8844	1	8.8844		
Lavar con agua y jabón	8.2	7.4	7.3	6.6										7.375	0.95	7.006	1.11	7.77694	1	7.7769375		

Secar con trapo	7.5	8	8.2	8.1										7.95	0.95	7.553	1.11	8.38328	1	8.383275	
<b>TOTAL</b>																				25.0446125	min/equipo

<u>Revisión programación de controlador</u>	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5</u>	<u>6</u>	<u>7</u>	<u>8</u>	<u>9</u>	<u>10</u>	<u>11</u>	<u>12</u>	<u>13</u>	<u>T</u> <u>obs.</u>	<u>f.val.</u>	<u>TN</u>	<u>f.sup.</u>	<u>T.Std.</u>	<u>frec.</u>	<u>T.Std. (*)</u>	
<b>Elementos</b>																					
Revisión parámetros actuales	8.2	6.4	7.4	6.4	7.2	6.1	5.9							6.8	0.95	6.46	1.11	7.1706	1	7.1706	
Set up a temperaturas deseadas	16.4	14.7	15.1	18.1	16.6	15.7	17.1							16.24	0.95	15.43	1.15	17.7453	1	17.7453214	
<b>TOTAL</b>																				24.9159214	min/equipo

<u>Revisión compresor v capacitor</u>	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5</u>	<u>6</u>	<u>7</u>	<u>8</u>	<u>9</u>	<u>10</u>	<u>11</u>	<u>12</u>	<u>13</u>	<u>T</u> <u>obs.</u>	<u>f.val.</u>	<u>TN</u>	<u>f.sup.</u>	<u>T.Std.</u>	<u>frec.</u>	<u>T.Std. (*)</u>	
<b>Elementos</b>																					
Inspección visual de componentes	13.4	16.2	17.2	12.4										14.8	0.95	14.06	1.11	15.6066	1	15.6066	
Prueba de encendido de equipo	9.4	8.8	8.3	8.9										8.85	0.95	8.408	1.11	9.33233	1	9.332325	
<b>TOTAL</b>																				24.938925	min/equipo

<u>Limpieza de compresor</u>	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5</u>	<u>6</u>	<u>7</u>	<u>8</u>	<u>9</u>	<u>10</u>	<u>11</u>	<u>12</u>	<u>13</u>	<u>T</u> <u>obs.</u>	<u>f.val.</u>	<u>TN</u>	<u>f.sup.</u>	<u>T.Std.</u>	<u>frec.</u>	<u>T.Std. (*)</u>	
<b>Elementos</b>																					
Limpieza con agua y trapo	6.9	5.4	4.6	5.2	6.6									5.74	0.95	5.453	1.11	6.05283	1	6.05283	
Secado con trapo	4.3	5.1	4.9	5.7	6.1									5.22	0.95	4.959	1.11	5.50449	1	5.50449	
Adición de lubricante	5.1	4.3	4.4	4.1	3.9									4.36	1.95	8.502	1.11	9.43722	1	9.43722	
<b>TOTAL</b>																				14.94171	min/equipo

<u>Retiro de bandejas v brazos de bandeja</u>	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5</u>	<u>6</u>	<u>7</u>	<u>8</u>	<u>9</u>	<u>10</u>	<u>11</u>	<u>12</u>	<u>13</u>	<u>T</u> <u>obs.</u>	<u>f.val.</u>	<u>TN</u>	<u>f.sup.</u>	<u>T.Std.</u>	<u>frec.</u>	<u>T.Std. (*)</u>	
<b>Elementos</b>																					
Retiro de bandejas	3.5	2.9	3.3	3.6										3.325	0.95	3.159	1.12	3.5378	4	14.1512	
Retiro de brazos de bandeja	2.1	1.8	1.9	1.6										1.85	0.95	1.758	1.12	1.9684	8	15.7472	
<b>TOTAL</b>																				29.8984	min/equipo

<u>Limpieza de bandejas v brazos de góndolas</u>	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5</u>	<u>6</u>	<u>7</u>	<u>8</u>	<u>9</u>	<u>10</u>	<u>11</u>	<u>12</u>	<u>13</u>	<u>T</u> <u>obs.</u>	<u>f.val.</u>	<u>TN</u>	<u>f.sup.</u>	<u>T.Std.</u>	<u>frec.</u>	<u>T.Std. (*)</u>		
<b>Elementos</b>																						
Limpieza con agua bandejas	1.1	1.5	1.4	1.2	1.4	1.2	1.1	1.4	1.2	1.5	1.2			1.291	0.95	1.226	1.11	1.36126	8	10.8901091		
Limpieza con agua brazos	1.1	0.9	1.2	1.3	1.1	1.4	0.8	1.5	0.9	0.6	1.1			1.082	0.95	1.028	1.11	1.14078	4	4.56310909		
Secado con trapo bandejas	1.1	1.4	1.2	1.1	0.5	0.7	1.1	0.9	1.9	1.1	1.1			1.100	0.95	1.045	1.11	1.15995	8	9.2796		
Secado con trapo brazos	1.5	1.2	1.3	1.1	1.6	1.2	1.4	1.5	1.4	1.1	1.2			1.318	0.95	1.252	1.11	1.39002	4	5.56009091		
Rearmado de brazos	1.6	1.7	1.9	1.4	1	1.2	0.9	1.3	1.7	1.8	1.6			1.464	0.95	1.39	1.12	1.55731	8	12.4584727		
Rearmado de bandejas	2.1	1.8	2.1	1.5	1.7	1.5	1.9	2.4	2.5	2.9	2.6			2.091	0.95	1.986	1.12	2.22473	4	8.89890909		
<b>TOTAL</b>																				<b>51.6502909</b>	<b>min/equipo</b>	
<u>Revisión de presión de gas refrigerante</u>	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5</u>	<u>6</u>	<u>7</u>	<u>8</u>	<u>9</u>	<u>10</u>	<u>11</u>	<u>12</u>	<u>13</u>	<u>T</u> <u>obs.</u>	<u>f.val.</u>	<u>TN</u>	<u>f.sup.</u>	<u>T.Std.</u>	<u>frec.</u>	<u>T.Std. (*)</u>		
<b>Elementos</b>																						
Instalación de manómetro	15.9	16.3	16.2	16.6										16.25	0.95	15.44	1.11	17.1356	1	17.135625		
Inspección medidas según fábrica	7.2	7.5	8.2	7.2										7.525	0.95	7.149	1.11	7.93511	1	7.9351125		
<b>TOTAL</b>																					<b>25.0707375</b>	<b>min/equipo</b>
<u>Revisión de parámetros de temperatura v defrost</u>	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5</u>	<u>6</u>	<u>7</u>	<u>8</u>	<u>9</u>	<u>10</u>	<u>11</u>	<u>12</u>	<u>13</u>	<u>T</u> <u>obs.</u>	<u>f.val.</u>	<u>TN</u>	<u>f.sup.</u>	<u>T.Std.</u>	<u>frec.</u>	<u>T.Std. (*)</u>		
<b>Elementos</b>																						
Medición de temperatura	10.9	11.3												11.1	0.95	10.55	1.11	11.705	1	11.70495		
Medición tiempo de defrost	8.1	7.6												7.85	0.95	7.458	1.11	8.27783	1	8.277825		
<b>TOTAL</b>																					<b>19.982775</b>	<b>min/equipo</b>

2.1) Estudio de tiempos mejorados para el mantenimiento preventivo de exhibidoras de frío autocontenidas menores a 2,5m:

**Cálculo de tamaño de muestra “N”:**

Procesos

unidades de cálculo: minutos

<u>Descarche de evaporador</u>	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5</u>	<u>6</u>	<u>7</u>	<u>8</u>	<u>T</u> <u>obs.</u>	<u>f.val.</u>	<u>TN</u>	<u>f.sup.</u>	<u>T.Std.</u>	<u>frec.</u>	<u>T.Std.</u> <u>(*)</u>	<u>Desviación</u> <u>Est</u>	<u>z</u> <u>(95%)</u>	<u>error</u>	<u>N</u>	<u>N</u>
<b>Elementos</b>																				
Descarche electrónico	14.2	14.5	15.5	15.5	14.2	15.6	14.3	15.5	14.91	0.95	14.17	1.11	15.73	1	15.725	0.6621	1.96	0.05	1.74	1
															<b>TOTAL</b>	<b>15.725</b>	<b>min/equipo</b>			
<u>Retiro tapas, bandejas, brazos y carcasas</u>	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5</u>	<u>6</u>	<u>7</u>	<u>8</u>	<u>T</u> <u>obs.</u>	<u>f.val.</u>	<u>TN</u>	<u>f.sup.</u>	<u>T.Std.</u>	<u>frec.</u>	<u>T.Std.</u> <u>(*)</u>	<u>Desviación</u> <u>Est</u>	<u>z</u> <u>(95%)</u>	<u>error</u>	<u>N</u>	<u>N</u>
<b>Elementos</b>																				
Retiro tapas laterales	3.2	3.9	3.2	3.5	3.8	3.4	3.5	3.1	3.45	0.95	3.278	1.12	3.671	2	7.3416	0.95	1.96	0.05	10.79	10
Retiro de tapas frontales	5.4	4.5	5.2	4.8	4.3	5.2	5.5	5.8	5.088	0.95	4.833	1.12	5.413	1	5.4131	0.5139	1.96	0.05	3.96	3
Retiro bandejas	2.5	2.8	2.3	2.6	3.1	2.9	2.8	3.1	2.763	0.95	2.624	1.12	2.939	4	11.757	0.2825	1.96	0.05	4.009	4
Retiro brazos	1.9	1.6	1.7	1.5	1.2	1.7	1.5	1.8	1.613	0.95	1.532	1.12	1.716	8	13.726	0.2167	1.96	0.05	5.268	5
															<b>TOTAL</b>	<b>38.238</b>	<b>min/equipo</b>			
<u>Limpieza de filtros v moto ventilador</u>	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5</u>	<u>6</u>	<u>7</u>	<u>8</u>	<u>T</u> <u>obs.</u>	<u>f.val.</u>	<u>TN</u>	<u>f.sup.</u>	<u>T.Std.</u>	<u>frec.</u>	<u>T.Std.</u> <u>(*)</u>	<u>Desviación</u> <u>Est</u>	<u>z</u> <u>(95%)</u>	<u>error</u>	<u>N</u>	<u>N</u>
<b>Elementos</b>																				
Retirar filtro de mueble de frio	2.8	2.7	2.2	2.5	2.9	2.7	3.1	3.5	2.8	0.95	2.66	1.11	2.953	1	2.9526	0.3891	1.96	0.05	5.448	5
Lavado de filtros	1.4	2.2	2.3	2.7	2.4	2.5	2.7	2.8	2.375	0.95	2.256	1.11	2.504	1	2.5044	0.4464	1.96	0.05	7.368	7
Secado de filtros	1.7	1.6	1.8	2.4	1.6	2.6	2.2	2	1.988	0.95	1.888	1.11	2.096	1	2.0958	0.3796	1.96	0.05	7.487	7
Retiro agua de evaporador	5.1	4.4	4.8	4.4	4.7	5.9	5.2	4.9	4.925	0.95	4.679	1.11	5.193	1	5.1934	0.4892	1.96	0.05	3.893	3
Lavado moto ventilador	9.2	9.9	9.4	8.7	8.3	9.1	9.4	8.9	9.113	0.95	8.657	1.11	9.609	1	9.6091	0.4883	1.96	0.05	2.1	2
															<b>TOTAL</b>	<b>16.898</b>	<b>min/equipo</b>			
<u>Limpieza e inspección de UC v compresor</u>	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5</u>	<u>6</u>	<u>7</u>	<u>8</u>	<u>T</u> <u>obs.</u>	<u>f.val.</u>	<u>TN</u>	<u>f.sup.</u>	<u>T.Std.</u>	<u>frec.</u>	<u>T.Std.</u> <u>(*)</u>	<u>Desviación</u> <u>Est</u>	<u>z</u> <u>(95%)</u>	<u>error</u>	<u>N</u>	<u>N</u>
<b>Elementos</b>																				
Limpieza de unidad condensadora	7.5	8	8.2	8.1	7.6	6.9	6.4	9.2	7.738	0.95	7.351	1.11	8.159	1	8.1592	0.8551	1.96	0.05	4.332	4
Limpieza de compresor	8.2	7.4	7.3	6.6	7.1	7.4	6.9	8.2	7.388	0.95	7.018	1.11	7.79	1	7.7901	0.5693	1.96	0.05	3.021	3
Secado unidad condensadora	4.3	4	4.1	4.2	5.3	5.2	4.4	4	4.438	0.95	4.216	1.11	4.679	1	4.6793	0.5208	1.96	0.05	4.601	4
Secado de compresor	2.8	3.3	3.3	3.9	3.8	4	3.2	3.6	3.488	0.95	3.313	1.11	3.678	1	3.6776	0.4086	1.96	0.05	4.593	4

Inspección de ruido y arranque de compresor	2.1	3.3	3.4	4.1	3.8	3.5	3	2.9	3.263	0.95	3.099	1.11	3.44	1	3.4403	0.6116	1.96	0.05	7.349	7
<b>TOTAL</b>															<b>27.747</b>	<b>min/equipo</b>				
<b><u>Limpieza de partes eléctricas</u></b>	<b><u>1</u></b>	<b><u>2</u></b>	<b><u>3</u></b>	<b><u>4</u></b>	<b><u>5</u></b>	<b><u>6</u></b>	<b><u>7</u></b>	<b><u>8</u></b>	<b><u>T</u></b>	<b><u>f.val.</u></b>	<b><u>TN</u></b>	<b><u>f.sup.</u></b>	<b><u>T.Std.</u></b>	<b><u>frec.</u></b>	<b><u>T.Std.</u></b>	<b><u>Desviación</u></b>	<b><u>z</u></b>	<b><u>error</u></b>	<b><u>N</u></b>	<b><u>N</u></b>
<b>Elementos</b>																				
Retiro de tapa de panel eléctrico	7.1	7.4	7.9	7.7	7.9	8.1	8.4	7.9	7.8	0.95	7.41	1.11	8.225	1	8.2251	0.4036	1.96	0.05	2.028	2
Limpieza de conexiones eléctricas	6.8	7.2	6.9	6.1	6.8	6.5	6.3	7.1	6.713	0.95	6.377	1.11	7.078	1	7.0783	0.3834	1.96	0.05	2.239	2
<b>TOTAL</b>															<b>15.303</b>	<b>min/equipo</b>				
<b><u>Inspección de programación de controlador de temperatura</u></b>	<b><u>1</u></b>	<b><u>2</u></b>	<b><u>3</u></b>	<b><u>4</u></b>	<b><u>5</u></b>	<b><u>6</u></b>	<b><u>7</u></b>	<b><u>8</u></b>	<b><u>T</u></b>	<b><u>f.val.</u></b>	<b><u>TN</u></b>	<b><u>f.sup.</u></b>	<b><u>T.Std.</u></b>	<b><u>frec.</u></b>	<b><u>T.Std.</u></b>	<b><u>Desviación</u></b>	<b><u>z</u></b>	<b><u>error</u></b>	<b><u>N</u></b>	<b><u>N</u></b>
<b>Elementos</b>																				
Inspección de parámetros	7.2	6.1	7.4	6.4	8.2	6.4	5.9	4.2	6.475	0.95	6.151	1.11	6.828	1	6.8279	1.1961	1.96	0.05	7.241	7
Set Up según requerimiento	15.4	13.7	14.1	17.1	15.4	15.8	16.9	14.1	15.31	0.95	14.55	1.12	16.29	1	16.293	1.2822	1.96	0.05	3.283	3
<b>TOTAL</b>															<b>23.12</b>	<b>min/equipo</b>				
<b><u>Limpieza y armado de bandejas, brazos, tapas</u></b>	<b><u>1</u></b>	<b><u>2</u></b>	<b><u>3</u></b>	<b><u>4</u></b>	<b><u>5</u></b>	<b><u>6</u></b>	<b><u>7</u></b>	<b><u>8</u></b>	<b><u>T</u></b>	<b><u>f.val.</u></b>	<b><u>TN</u></b>	<b><u>f.sup.</u></b>	<b><u>T.Std.</u></b>	<b><u>frec.</u></b>	<b><u>T.Std.</u></b>	<b><u>Desviación</u></b>	<b><u>z</u></b>	<b><u>error</u></b>	<b><u>N</u></b>	<b><u>N</u></b>
<b>Elementos</b>																				
Limpieza tapas laterales	1.2	1.8	1.3	2.1	1.9	1.5	1.1	2	1.613	0.95	1.532	1.11	1.7	2	3.4008	0.3871	1.96	0.05	9.41	9
Limpieza tapas frontales	1.8	1.5	1.1	1.5	1.1	1.7	1.1	1.6	1.425	0.95	1.354	1.11	1.503	1	1.5027	0.2866	1.96	0.05	7.884	7
Limpieza brazos	0.5	0.4	0.4	0.6	0.6	0.6	0.5	0.6	0.525	0.95	0.499	1.11	0.554	8	4.4289	0.0886	1.96	0.05	6.618	6
Limpieza bandejas	1.5	1.3	1.2	1.8	1.2	1.4	1.8	1	1.4	0.95	1.33	1.11	1.476	4	5.9052	0.2878	1.96	0.05	8.06	8
Secado de tapas laterales	2.1	1.8	1.4	1.2	1.9	1.8	1.6	1.7	1.688	0.95	1.603	1.11	1.779	2	3.5589	0.285	1.96	0.05	6.621	6
Secado de tapas frontales	1.9	1.5	1.8	1.3	1.4	1.9	1.8	1.5	1.638	0.95	1.556	1.11	1.727	1	1.7267	0.2387	1.96	0.05	5.714	5
Secado de brazos	0.6	0.5	0.4	0.6	0.8	0.7	0.8	0.5	0.613	0.95	0.582	1.11	0.646	8	5.1671	0.1458	1.96	0.05	9.33	9
Secado de bandejas	1.1	1.2	1	0.9	1.2	1.3	0.7	0.9	1.038	0.95	0.986	1.11	1.094	4	4.3762	0.1996	1.96	0.05	7.54	7
Armado tapas laterales	1.1	0.9	0.6	0.7	1	0.9	0.8	0.7	0.838	0.95	0.796	1.12	0.891	2	1.7822	0.1685	1.96	0.05	7.887	7
Armado tapas frontales	0.8	0.9	0.6	0.4	0.5	0.5	0.7	0.6	0.625	0.95	0.594	1.12	0.665	1	0.665	0.1669	1.96	0.05	10.47	10
Armado brazos	0.3	0.6	0.4	0.5	0.6	0.4	0.5	0.7	0.4	0.95	0.38	1.12	0.426	8	3.4048	0.1309	1.96	0.05	12.83	12
Armando bandejas	0.8	1.1	0.9	0.8	1.1	0.9	0.7	1.1	0.925	0.95	0.879	1.12	0.984	4	3.9368	0.1581	1.96	0.05	6.701	6

	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5</u>	<u>6</u>	<u>7</u>	<u>8</u>	<u>T</u> <u>obs.</u>	<u>f.val.</u>	<u>TN</u>	<u>f.sup.</u>	<u>T.Std.</u>	<u>frec.</u>	<u>TOTAL</u> <u>T.Std.</u> <u>(*)</u>	<u>min/equipo</u> <u>Desviación</u> <u>Est</u>	<u>z</u> <u>(95%)</u>	<u>error</u>	<u>N</u>	<u>N</u>
<b>Revisión de parámetros de control</b>																				
<b>Elementos</b>																				
Instalación de manómetro	12.9	11.4	11.8	11.9	12.4	12.1	14.1	11.2	12.23	0.95	11.61	1.11	12.89	1	12.891	0.9285	1.96	0.05	2.977	2
Medición de presión de gas	6.2	6	6.8	6.2	6	6.4	7.4	7.1	6.513	0.95	6.187	1.11	6.867	1	6.8674	0.5276	1.96	0.05	3.176	3
Medición voltaje	3.2	2.1	2.8	2.9	3.3	3.5	3.1	2.9	2.975	0.95	2.826	1.11	3.137	1	3.1371	0.4234	1.96	0.05	5.579	5
Llenado de información	2.5	2.8	1.9	2.1	2.4	2.1	1.8	1.9	2.188	0.95	2.078	1.11	2.307	1	2.3067	0.3482	1.96	0.05	6.24	6

	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5</u>	<u>6</u>	<u>7</u>	<u>8</u>	<u>T</u> <u>obs.</u>	<u>f.val.</u>	<u>TN</u>	<u>f.sup.</u>	<u>T.Std.</u>	<u>frec.</u>	<u>TOTAL</u> <u>T.Std.</u> <u>(*)</u>	<u>min/equipo</u> <u>Desviación</u> <u>Est</u>	<u>z</u> <u>(95%)</u>	<u>error</u>	<u>N</u>	<u>N</u>
--	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	-------------------------	---------------	-----------	---------------	---------------	--------------	---	--	--------------------------	--------------	----------	----------

**Puesta en marcha y control de temperatura**

**Elementos**

Arranque de equipo	4.3	5.5	6.2	6.9	5.8	5.9	5.5	6.4	5.813	0.95	5.522	1.11	6.129	1	6.1293	0.7717	1.96	0.05	5.204	5
Inspección de sonidos	3.1	3.6	3.9	3.6	3.8	3.3	2.8	3.1	3.4	0.95	3.23	1.11	3.585	1	3.5853	0.3854	1.96	0.05	4.444	4
Control de temperatura	3.6	3.8	3.5	3.9	4.4	5.1	4.6	5	4.238	0.95	4.026	1.11	4.468	1	4.4684	0.6255	1.96	0.05	5.786	5
Control de tiempo de defrost	5.4	6.5	5.9	6.1	5.3	6.1	7.2	7	6.188	0.95	5.878	1.11	6.525	1	6.5247	0.6854	1.96	0.05	4.342	4

	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5</u>	<u>6</u>	<u>7</u>	<u>8</u>	<u>T</u> <u>obs.</u>	<u>f.val.</u>	<u>TN</u>	<u>f.sup.</u>	<u>T.Std.</u>	<u>frec.</u>	<u>TOTAL</u> <u>T.Std.</u> <u>(*)</u>	<u>min/equipo</u> <u>Desviación</u> <u>Est</u>	<u>z</u> <u>(95%)</u>	<u>error</u>	<u>N</u>	<u>N</u>
--	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	-------------------------	---------------	-----------	---------------	---------------	--------------	---	--	--------------------------	--------------	----------	----------

**Generación de reporte técnico**

**Elementos**

Generación de reporte técnico	9.8	9.3	9.1	9.8	10.2	8.8	9.6	10.4	9.625	0.95	9.144	1.11	10.15	1	10.15	0.5418	1.96	0.05	2.207	2
-------------------------------	-----	-----	-----	-----	------	-----	-----	------	-------	------	-------	------	-------	---	-------	--------	------	------	-------	---

<b>TOTAL</b>	<b>10.15</b>																			
--------------	--------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Recálculo de tiempo estándar con tamaño de muestra correcta:

	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5</u>	<u>6</u>	<u>7</u>	<u>8</u>	<u>9</u>	<u>10</u>	<u>11</u>	<u>12</u>	<u>T obs.</u>	<u>f.val.</u>	<u>TN</u>	<u>f.sup.</u>	<u>T.Std.</u>	<u>frec.</u>	<u>T.Std.</u> <u>(*)</u>
<b>Descarche de evaporador</b>																			
<b>Elementos</b>																			

Descarche electrónico	14.2												14.2	0.95	13.49	1.11	15	1	14.9739		
																			<b>TOTAL</b>	<b>14.9739</b>	min/equipo
<b><u>Retiro tapas, bandejas, brazos v carcasas</u></b>	<b><u>1</u></b>	<b><u>2</u></b>	<b><u>3</u></b>	<b><u>4</u></b>	<b><u>5</u></b>	<b><u>6</u></b>	<b><u>7</u></b>	<b><u>8</u></b>	<b><u>9</u></b>	<b><u>10</u></b>	<b><u>11</u></b>	<b><u>12</u></b>	<b><u>T obs.</u></b>	<b><u>f.val.</u></b>	<b><u>TN</u></b>	<b><u>f.sup.</u></b>	<b><u>T.Std.</u></b>	<b><u>frec.</u></b>	<b><u>T.Std.</u></b>		
<b>Elementos</b>																			<b>(*)</b>		
Retiro tapas laterales	3.2	3.9	3.2	3.5	3.8	3.4	3.5	3.1	2.4	2.1			3.21	0.95	3.0495	1.12	3.42	1	3.41544		
Retiro de tapas frontales	5.4	4.5	5.2	4.8	4.3	4.9	5.2	4.9	3.9	3.3			4.64	0.95	4.408	1.12	4.94	1	4.93696		
Retiro bandejas	2.5	2.8	2.3	2.6	3.1	2.9	2.8	3.1	2.2	2.4			2.67	1.95	5.2065	1.12	5.83	2	11.6626		
Retiro brazos	1.9	1.6	1.7	1.5	1.2	1.7	1.5	1.8	1.2	1.1			1.52	2.95	4.484	1.12	5.02	3	15.0662		
																			<b>TOTAL</b>	<b>35.0812</b>	min/equipo
<b><u>Limpieza de filtros v moto ventilador</u></b>	<b><u>1</u></b>	<b><u>2</u></b>	<b><u>3</u></b>	<b><u>4</u></b>	<b><u>5</u></b>	<b><u>6</u></b>	<b><u>7</u></b>	<b><u>8</u></b>	<b><u>9</u></b>	<b><u>10</u></b>	<b><u>11</u></b>	<b><u>12</u></b>	<b><u>T obs.</u></b>	<b><u>f.val.</u></b>	<b><u>TN</u></b>	<b><u>f.sup.</u></b>	<b><u>T.Std.</u></b>	<b><u>frec.</u></b>	<b><u>T.Std.</u></b>		
<b>Elementos</b>																			<b>(*)</b>		
Retirar filtro de mueble de frio	2.8	2.7	2.2	2.5	2.9	2.7	3.1						2.7	0.95	2.565	1.11	2.85	1	2.84715		
Lavado de filtros	1.4	2.2	2.3	2.7	2.4	2.5	2.7						2.3143	0.95	2.1986	1.11	2.44	1	2.44041		
Secado de filtros	1.7	1.6	1.8	2.4	1.6	2.6	2.2						1.9857	0.95	1.8864	1.11	2.09	1	2.09394		
Retiro agua de evaporador	5.1	4.4	4.8	4.4	4.7	5.9	5.2						4.9286	0.95	4.6821	1.11	5.2	1	11.018		
Lavado moto ventilador	9.2	9.9	9.4	8.7	8.3	9.1	9.4						9.1429	0.95	8.6857	1.11	9.64	1	9.64114		
																			<b>TOTAL</b>	<b>28.0407</b>	min/equipo
<b><u>Limpieza e inspección de UC v compresor</u></b>	<b><u>1</u></b>	<b><u>2</u></b>	<b><u>3</u></b>	<b><u>4</u></b>	<b><u>5</u></b>	<b><u>6</u></b>	<b><u>7</u></b>	<b><u>8</u></b>	<b><u>9</u></b>	<b><u>10</u></b>	<b><u>11</u></b>	<b><u>12</u></b>	<b><u>T obs.</u></b>	<b><u>f.val.</u></b>	<b><u>TN</u></b>	<b><u>f.sup.</u></b>	<b><u>T.Std.</u></b>	<b><u>frec.</u></b>	<b><u>T.Std.</u></b>		
<b>Elementos</b>																			<b>(*)</b>		
Limpieza de unidad condensadora	7.5	8	8.2	8.1	7.6	6.9	6.4						7.5286	0.95	7.1521	1.11	7.94	1	7.93888		
Limpieza de compresor	8.2	7.4	7.3	6.6	7.1	7.4	6.9						7.2714	0.95	6.9079	1.11	7.67	1	7.66772		
Secado unidad condensadora	4.3	4	4.1	4.2	5.3	5.2	4.4						4.5	0.95	4.275	1.11	4.75	1	4.74525		
Secado de compresor	2.8	3.3	3.3	3.9	3.8	4	3.2						3.4714	0.95	3.2979	1.11	3.66	1	6.22306		
Inspección de ruido y arranque de compresor	2.1	3.3	3.4	4.1	3.8	3.5	3						3.3143	0.95	3.1486	1.11	3.49	1	3.49491		
																			<b>TOTAL</b>	<b>28.0407</b>	min/equipo
<b><u>Limpieza de partes eléctricas</u></b>	<b><u>1</u></b>	<b><u>2</u></b>	<b><u>3</u></b>	<b><u>4</u></b>	<b><u>5</u></b>	<b><u>6</u></b>	<b><u>7</u></b>	<b><u>8</u></b>	<b><u>9</u></b>	<b><u>10</u></b>	<b><u>11</u></b>	<b><u>12</u></b>	<b><u>T obs.</u></b>	<b><u>f.val.</u></b>	<b><u>TN</u></b>	<b><u>f.sup.</u></b>	<b><u>T.Std.</u></b>	<b><u>frec.</u></b>	<b><u>T.Std.</u></b>		
<b>Elementos</b>																			<b>(*)</b>		

**Elementos**

Retiro de tapa de panel eléctrico	7.1	7.4											7.25	0.95	6.8875	1.11	7.65	1	7.64513	
Limpieza de conexiones eléctricas	6.8	7.2											7	0.95	6.65	1.11	7.38	1	7.3815	
<b>TOTAL</b>																			<b>15.0266</b>	min/equipo
<b><u>T.Std. (*)</u></b>																				

**Inspección de programación de controlador de temperatura**

**Elementos**

	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5</u>	<u>6</u>	<u>7</u>	<u>8</u>	<u>9</u>	<u>10</u>	<u>11</u>	<u>12</u>	<u>T obs.</u>	<u>f.val.</u>	<u>TN</u>	<u>f.sup.</u>	<u>T.Std.</u>	<u>frec.</u>	<u>T.Std. (*)</u>	
Inspección de parámetros	7.2	6.8	7.4	7.8	8.2	7.4	7.9						7.5286	0.95	7.1521	1.11	7.94	1	7.93888	
Set Up según requerimiento	15.4	14.5	14.1	17.1	17.3	16.9	16.9						16.029	0.95	15.227	1.12	17.1	1	17.0544	
<b>TOTAL</b>																			<b>24.9933</b>	min/equipo

**Limpieza v armado de bandejas, brazos, tapas**

**Elementos**

	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5</u>	<u>6</u>	<u>7</u>	<u>8</u>	<u>9</u>	<u>10</u>	<u>11</u>	<u>12</u>	<u>T obs.</u>	<u>f.val.</u>	<u>TN</u>	<u>f.sup.</u>	<u>T.Std.</u>	<u>frec.</u>	<u>T.Std. (*)</u>	
Limpieza tapas laterales	1.2	1.8	1.3	2.1	1.9	1.5	1.1	2	1.7	1.3	1.2	0.9	1.5	0.95	1.425	1.11	1.58	2	3.1635	
Limpieza tapas frontales	1.8	1.5	1.1	1.5	1.1	1.7	1.1	1.6	1	1.4	0.8	1.2	1.3167	0.95	1.2508	1.11	1.39	1	1.38843	
Limpieza brazos	0.5	0.4	0.4	0.6	0.6	0.6	0.5	0.4	0.5	0.6	0.5	0.7	0.525	0.95	0.4988	1.11	0.55	8	4.4289	
Limpieza bandejas	1.5	1.3	1.2	1.8	1.2	1.4	1.8	0.9	1.3	1.1	1.5	1.1	1.3417	0.95	1.2746	1.11	1.41	4	5.65915	
Secado de tapas laterales	2.1	1.8	1.4	1.2	1.9	1.8	1.6	1.6	1.3	1.7	1.5	1.4	1.6083	0.95	1.5279	1.11	1.7	2	3.39198	
Secado de tapas frontales	1.9	1.5	1.8	1.3	1.4	1.9	1.8	1.5	1.3	1.6	1.5	1.2	1.5583	0.95	1.4804	1.11	1.64	1	1.64326	
Secado de brazos	0.6	0.5	0.4	0.6	0.8	0.7	0.8	0.7	0.9	0.4	0.5	0.6	0.625	0.95	0.5938	1.11	0.66	8	5.2725	
Secado de bandejas	1.1	1.2	1	0.9	1.2	1.3	0.7	0.9	1.1	0.9	1	0.7	1	0.95	0.95	1.11	1.05	4	4.218	
Armado tapas laterales	1.1	0.9	0.6	0.7	1	0.9	0.8	0.6	0.9	0.8	0.6	0.7	0.8	0.95	0.76	1.12	0.85	2	1.7024	
Armado tapas frontales	0.8	0.9	0.6	0.4	0.5	0.5	0.7	0.6	0.7	0.5	0.6	0.5	0.6083	0.95	0.5779	1.12	0.65	1	0.64727	
Armado bandejas	0.3	0.6	0.4	0.5	0.6	0.4	0.5	0.7	0.7	0.5	0.7	1	0.575	0.95	0.5463	1.12	0.61	8	4.8944	
Armado brazos	0.8	1.1	0.9	0.8	1.1	0.9	0.7	1.1	0.8	0.9	0.5	0.6	0.85	0.95	0.8075	1.12	0.9	4	3.6176	
<b>TOTAL</b>																			<b>40.0274</b>	min/equipo
<b><u>T.Std. (*)</u></b>																				

**Revisión de parámetros de control**

**Elementos**

	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5</u>	<u>6</u>	<u>7</u>	<u>8</u>	<u>9</u>	<u>10</u>	<u>11</u>	<u>12</u>	<u>T obs.</u>	<u>f.val.</u>	<u>TN</u>	<u>f.sup.</u>	<u>T.Std.</u>	<u>frec.</u>	<u>T.Std. (*)</u>
--	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	-----------	-----------	-----------	---------------	---------------	-----------	---------------	---------------	--------------	-------------------

Instalación de manómetro	12.9	11.4	11.8	11.9	12.4	12.1							12.083	0.95	11.479	1.11	12.7	1	12.7419		
Medición de presión de gas	6.2	6	6.8	6.2	6	6.4							6.2667	0.95	5.9533	1.11	6.61	1	6.6082		
Medición voltaje	3.2	2.1	2.8	2.9	3.3	3.5							2.9667	0.95	2.8183	1.11	3.13	1	3.12835		
Llenado de información	2.5	2.8	1.9	2.1	2.4	2.1							2.3	0.95	2.185	1.11	2.43	1	2.42535		
<b>TOTAL</b>																			<b>24.9038</b>	min/equipo	

<u>Puesta en marcha y control de temperatura</u>	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5</u>	<u>6</u>	<u>7</u>	<u>8</u>	<u>9</u>	<u>10</u>	<u>11</u>	<u>12</u>	<u>T obs.</u>	<u>f.val.</u>	<u>TN</u>	<u>f.sup.</u>	<u>T.Std.</u>	<u>frec.</u>	<u>T.Std. (*)</u>		
<b>Elementos</b>																					
Arranque de equipo	4.3	5.5	6.2	6.9	5.8								5.74	0.95	5.453	1.11	6.05	1	6.05283		
Inspección de sonidos	3.1	3.6	3.9	3.6	3.8								3.6	0.95	3.42	1.11	3.8	1	3.7962		
Control de temperatura	3.6	3.8	3.5	3.9	4.4								3.84	0.95	3.648	1.11	4.05	1	4.04928		
Control de tiempo de defrost	5.4	6.5	5.9	6.1	5.3								5.84	0.95	5.548	1.11	6.16	1	6.15828		
<b>TOTAL</b>																			<b>20.0566</b>	min/equipo	

<u>Generación de reporte técnico</u>	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5</u>	<u>6</u>	<u>7</u>	<u>8</u>	<u>9</u>	<u>10</u>	<u>11</u>	<u>12</u>	<u>T obs.</u>	<u>f.val.</u>	<u>TN</u>	<u>f.sup.</u>	<u>T.Std.</u>	<u>frec.</u>	<u>T.Std. (*)</u>		
<b>Elementos</b>																					
Generación de reporte técnico	9.8	9.3											9.55	0.95	9.0725	1.11	10.1	1	10.0705		
<b>TOTAL</b>																			<b>10.0705</b>	min/equipo	

3) Estudio de tiempos antes de la mejora para el mantenimiento reactivo de equipos de aire acondicionado residenciales menores a 36 000 BTU:

**Cálculo de tamaño de muestra "N":**

Procesos

unidades de cálculo:  
minutos

<u>Diagnóstico general del problema</u>	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5</u>	<u>6</u>	<u>7</u>	<u>8</u>	<u>9</u>	<u>10</u>	<u>T obs.</u>	<u>f.val.</u>	<u>TN</u>	<u>f.sup.</u>	<u>T.Std.</u>	<u>frec.</u>	<u>T.Std. (*)</u>	<u>Desviación Est</u>	<u>Z (95%)</u>	<u>error</u>	<u>N</u>	<u>N</u>
---	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	-----------	---------------	---------------	-----------	---------------	---------------	--------------	-------------------	-----------------------	----------------	--------------	----------	----------

**Elementos**

Inspección del aire acondicionado	21.2	20.8	20.7	16.8	21						20.1	0.95	19.095	1.12	21.39	1	21.386	1.8547237	1.96	0.05	3.62	3	
Levantamiento de información en reporte	8.2	7.5	6.2	6.8	6.7						7.08	0.95	6.726	1.11	7.466	1	7.4659	0.77910205	1.96	0.05	4.31	4	
<b>TOTAL</b>												<b>28.852</b>	<b>min/equipo</b>										

<u>Desmontaje de carcasas</u>	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5</u>	<u>6</u>	<u>7</u>	<u>8</u>	<u>9</u>	<u>10</u>	<u>T obs.</u>	<u>f.val.</u>	<u>TN</u>	<u>f.sup.</u>	<u>T.Std.</u>	<u>frec.</u>	<u>T.Std.</u> <u>(*)</u>	<u>Desviación</u> <u>Est</u>				
-------------------------------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	-----------	---------------	---------------	-----------	---------------	---------------	--------------	-----------------------------	---------------------------------	--	--	--	--

**Elementos**

Desmontaje carcasa unidad condensadora	11.5	11.2	11.4	12.3	13.2						11.92	0.95	11.324	1.12	12.68	1	12.683	2.68357833	1.96	0.05	8.83	8	
Desmontaje carcasa unidad evaporadora	12.4	12.3	13.2	13.3	14.2						13.08	0.95	12.426	1.12	13.92	1	13.917	1.5517598	1.96	0.05	4.65	4	
<b>TOTAL</b>												<b>26.6</b>	<b>min/equipo</b>										

<u>Cambio de repuesto</u>	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5</u>	<u>6</u>	<u>7</u>	<u>8</u>	<u>9</u>	<u>10</u>	<u>T obs.</u>	<u>f.val.</u>	<u>TN</u>	<u>f.sup.</u>	<u>T.Std.</u>	<u>frec.</u>	<u>T.Std.</u> <u>(*)</u>	<u>Desviación</u> <u>Est</u>				
---------------------------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	-----------	---------------	---------------	-----------	---------------	---------------	--------------	-----------------------------	---------------------------------	--	--	--	--

**Elementos**

Espera por repuesto	22	23	29	19	21	18.7	23.1	15.2	17.1	15.1	19.03	0.95	18.079	1.11	20.07	1	20.067	4.23203707	1.96	0.05	8.72	8	
Cambio de relay		26.4						25.2			26.4	1.95	51.48	1.12	57.66	1	57.658	0.84852814	1.96	0.05	1.26	1	
Cambio de arrancador				30.1						31.1	30.1	2.95	88.795	1.12	99.45	1	99.45	0.70710678	1.96	0.05	0.92	1	
Recarga de gas refrigerante	33.4				29.1	29.1					31.25	3.95	123.44	1.12	138.3	1	138.25	2.48260616	1.96	0.05	3.11	3	
Cambio de tarjeta evaporador	40.1				39.5		39.9				39.8	4.95	197.01	1.12	220.7	1	220.65	0.30550505	1.96	0.05	0.3	1	
<b>TOTAL</b>												<b>177.18</b>	<b>min/equipo</b>										

<u>Montaje de carcasas</u>	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5</u>	<u>6</u>	<u>7</u>	<u>8</u>	<u>9</u>	<u>10</u>	<u>T obs.</u>	<u>f.val.</u>	<u>TN</u>	<u>f.sup.</u>	<u>T.Std.</u>	<u>frec.</u>	<u>T.Std.</u> <u>(*)</u>	<u>Desviación</u> <u>Est</u>				
----------------------------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	-----------	---------------	---------------	-----------	---------------	---------------	--------------	-----------------------------	---------------------------------	--	--	--	--

**Elementos**

Rearmado carcasa unidad condensadora	12.2	11.5	12.5	11.8	14.1						12.41	0.95	11.79	1.12	13.2	1	13.204	1.01636608	1.96	0.05	3.21	3	
Rearmado carcasa unidad evaporadora	10.7	11.2	11.9	11.4	11.8						11.4	0.95	10.83	1.12	12.13	1	12.13	0.48476799	1.96	0.05	1.67	1	
<b>TOTAL</b>												<b>25.334</b>	<b>min/equipo</b>										

<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5</u>	<u>6</u>	<u>7</u>	<u>8</u>	<u>9</u>	<u>10</u>	<u>T obs.</u>	<u>f.val.</u>	<u>TN</u>	<u>f.sup.</u>	<u>T.Std.</u>	<u>frec.</u>	<u>T.Std.</u> <u>(*)</u>	<u>Desviación</u> <u>Est</u>				
----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	-----------	---------------	---------------	-----------	---------------	---------------	--------------	-----------------------------	---------------------------------	--	--	--	--

**Prueba de funcionamiento**

**Elementos**

Encendido de equipo hasta llegar a temperatura	8.2	8.4	7.7	7.3	7.2				7.76	0.95	7.372	1.11	8.183	1	8.1829	0.53197744	1.96	0.05	2.69	2
Validación de temperatura	6.5	5.9	5.9	6.2	7.1				6.32	0.95	6.004	1.11	6.664	1	6.6644	0.50199602	1.96	0.05	3.11	3
<b>TOTAL</b>																<b>14.847</b>	<b>min/equipo</b>			

**Recálculo de tiempo estándar con tamaño de muestra correcta:**

<u>Diagnóstico general del problema</u>	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5</u>	<u>6</u>	<u>7</u>	<u>8</u>	<u>T</u> <u>obs.</u>	<u>f.val.</u>	<u>TN</u>	<u>f.sup.</u>	<u>T.Std.</u>	<u>frec.</u>	<u>T.Std. (*)</u>		
<b>Elementos</b>																	
Inspección del aire acondicionado	21.2	20.8	20.7						20.9	0.95	19.855	1.12	22.2376	1	22.2376		
Levantamiento de información en reporte	8.2	7.5	6.2						7.3	0.95	6.935	1.11	7.69785	1	7.69785		
<b>TOTAL</b>															<b>29.93545</b>	<b>min/equipo</b>	

<u>Desmontaje de carcasas</u>	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5</u>	<u>6</u>	<u>7</u>	<u>8</u>	<u>T</u> <u>obs.</u>	<u>f.val.</u>	<u>TN</u>	<u>f.sup.</u>	<u>T.Std.</u>	<u>frec.</u>	<u>T.Std. (*)</u>		
<b>Elementos</b>																	
Desmontaje carcasa unidad condensadora	11.5	11.2	11.4	12.3	13.2	10.5	9.9	10.8	11.35	0.95	10.783	1.12	12.0764	1	12.0764		
Desmontaje carcasa unidad evaporadora	12.4	12.3	13.2	13.3	14.2	11.2	10.8	10.9	12.29	0.95	11.673	1.12	13.0739	1	13.0739		
<b>TOTAL</b>															<b>25.1503</b>	<b>min/equipo</b>	

<u>Cambio de repuesto</u>	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5</u>	<u>6</u>	<u>7</u>	<u>8</u>	<u>T</u> <u>obs.</u>	<u>f.val.</u>	<u>TN</u>	<u>f.sup.</u>	<u>T.Std.</u>	<u>frec.</u>	<u>T.Std. (*)</u>
<b>Elementos</b>															
Espera por repuesto	22	23	29	19	21	18.7	23.1	15.2	21.38	0.95	20.306	1.11	22.5399	1	22.539938
Cambio de relay		26.4							26.4	0.95	25.08	1.12	28.0896	1	28.0896
Cambio de arrancador				30.1					30.1	0.95	28.595	1.12	32.0264	1	32.0264

Recarga de gas refrigerante	33.4			29.1	29.1				30.53	0.95	29.007	1.12	32.4875	1	32.487467
Cambio de tarjeta evaporador	40.1								40.1	0.95	38.095	1.12	42.6664	1	42.6664
															<b>TOTAL 157.8098 min/equipo</b>
RELAY	50.63														min/equipo
ARRANCADOR	54.566														min/equipo
RECARGA DE GAS	55.027														min/equipo
CAMIBIO TARJETA	65.206														min/equipo

<u>Montaje de carcasas</u>	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5</u>	<u>6</u>	<u>7</u>	<u>8</u>	<u>T</u> <u>obs.</u>	<u>f.val.</u>	<u>TN</u>	<u>f.sup.</u>	<u>T.Std.</u>	<u>frec.</u>	<u>T.Std. (*)</u>
<b>Elementos</b>															
Rearmado carcasa unidad condensadora	12.15	11.5	12.5						12.05	0.95	11.448	1.12	12.8212	1	12.8212
Rearmado carcasa unidad evaporadora	10.7	12	11.9						11.53	0.95	10.957	1.12	12.2715	1	12.271467
															<b>25.092667 min/equipo</b>

<u>Prueba de funcionamiento</u>	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5</u>	<u>6</u>	<u>7</u>	<u>8</u>	<u>T</u> <u>obs.</u>	<u>f.val.</u>	<u>TN</u>	<u>f.sup.</u>	<u>T.Std.</u>	<u>frec.</u>	<u>T.Std. (*)</u>
<b>Elementos</b>															
Encendido de equipo hasta llegar a temperatura	8.2	8.4	7.7						8.1	0.95	7.695	1.11	8.54145	1	8.54145
Validación de temperatura	6.5	5.9	5.9						6.1	0.95	5.795	1.11	6.43245	1	6.43245
															<b>TOTAL 14.9739 min/equipo</b>

3.1) Estudio de tiempos mejorados para el mantenimiento reactivo de equipos de aire acondicionado residenciales menores a 36,000 BTU:

Cálculo de tamaño de muestra "N":

Procesos

unidades de cálculo: minutos

<u>Desmontaje de carcasas</u>	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5</u>	<u>6</u>	<u>7</u>	<u>8</u>	<u>9</u>	<u>10</u>	<u>T</u> <u>obs.</u>	<u>f.val.</u>	<u>TN</u>	<u>f.sup.</u>	<u>T.Std.</u>	<u>frec.</u>	<u>T.Std. (*)</u>	<u>Desviación</u> <u>Est</u>	<u>z</u> <u>(95%)</u>	<u>error</u>	<u>N</u>	<u>N</u>
<b>Elementos</b>																						
Desmontaje carcasa unidad condensadora	10.4	10.2	9.7	9.9	12.1						10.46	0.95	9.937	1.12	11.1	1	11.12944	0.956	1.96	0.05	3.581	3
Desmontaje carcasa unidad evaporadora	9.2	7.9	9.1	8.8	11.1						9.22	0.95	8.759	1.12	9.81	1	9.81008	1.169	1.96	0.05	4.971	4
<b>TOTAL</b>											<b>20.93952</b>						<b>min/equipo</b>					
<u>Inspección y lavados de filtro de evaporador</u>	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5</u>	<u>6</u>	<u>7</u>	<u>8</u>	<u>9</u>	<u>10</u>	<u>T</u> <u>obs.</u>	<u>f.val.</u>	<u>TN</u>	<u>f.sup.</u>	<u>T.Std.</u>	<u>frec.</u>	<u>T.Std. (*)</u>	<u>Desviación</u> <u>Est</u>	<u>z</u> <u>(95%)</u>	<u>error</u>	<u>N</u>	<u>N</u>
<b>Elementos</b>																						
Lavado de serpentín	3	2.7	2.6	3.2	2.9						1.8	0.95	1.71	1.11	1.9	1	1.8981	0.239	1.96	0.05	5.199	5
Inspección de filtros	1.9	1.7	2	1.8	2.4						1.96	0.95	1.862	1.11	2.07	1	2.06682	0.27	1.96	0.05	5.404	5
Lavado de filtros	2.4	2.7	2.1	2.2	2.8						2.44	0.95	2.318	1.11	2.57	1	2.57298	0.305	1.96	0.05	4.899	4
Secado serpentín	1.5	1.6	1.1	1.3	1.7						1.44	0.95	1.368	1.11	1.52	1	1.51848	0.241	1.96	0.05	6.556	6
Secado filtros	0.9	1	1.2	0.9	1.4						1.08	0.95	1.026	1.11	1.14	1	1.13886	0.217	1.96	0.05	7.869	7
Alinear aletas	7.7	6.9	7.4	7.4	7.1						7.3	0.95	6.935	1.11	7.7	1	7.69785	0.308	1.96	0.05	1.655	1
<b>TOTAL</b>											<b>16.89309</b>						<b>min/equipo</b>					
<u>Cambio de repuesto</u>	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5</u>	<u>6</u>	<u>7</u>	<u>8</u>	<u>9</u>	<u>10</u>	<u>T</u> <u>obs.</u>	<u>f.val.</u>	<u>TN</u>	<u>f.sup.</u>	<u>T.Std.</u>	<u>frec.</u>	<u>T.Std. (*)</u>	<u>Desviación</u> <u>Est</u>	<u>z</u> <u>(95%)</u>	<u>error</u>	<u>N</u>	<u>N</u>
<b>Elementos</b>																						
Cambio de arrancador	18.8		19.1				20.4				19.43	0.95	18.46	1.12	20.7	1	20.677067	0.85	1.96	0.05	1.716	1
Cambio de relay		23.5		24.5					23.4		23.8	0.95	22.61	1.12	25.3	1	25.3232	0.608	1.96	0.05	1.002	1
Recarga de gas refrigerante		32.9			35.2			34.9			34.33	0.95	32.62	1.12	36.5	1	36.530667	1.25	1.96	0.05	1.428	1
Cambio de tarjeta evaporador						33.1				34.8	33.95	0.95	32.25	1.12	36.1	1	36.1228	1.202	1.96	0.05	1.388	1
<b>TOTAL</b>											<b>46.000267</b>						<b>min/equipo</b>					
<u>Montaje de carcasas</u>	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5</u>	<u>6</u>	<u>7</u>	<u>8</u>	<u>9</u>	<u>10</u>	<u>T</u> <u>obs.</u>	<u>f.val.</u>	<u>TN</u>	<u>f.sup.</u>	<u>T.Std.</u>	<u>frec.</u>	<u>T.Std. (*)</u>	<u>Desviación</u> <u>Est</u>	<u>z</u> <u>(95%)</u>	<u>error</u>	<u>N</u>	<u>N</u>
<b>Elementos</b>																						
Rearmada carcasa evaporador	12.4	13.2	12.2	12.1	12.5						12.48	0.95	11.86	1.12	13.3	1	13.27872	0.432	1.96	0.05	1.358	1
Rearmado carcasa condensador	11.2	12.1	11.1	11.4	11.5						11.46	0.95	10.89	1.12	12.2	1	12.19344	0.391	1.96	0.05	1.338	1
<b>TOTAL</b>											<b>25.47216</b>						<b>min/equipo</b>					

	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5</u>	<u>6</u>	<u>7</u>	<u>8</u>	<u>9</u>	<u>10</u>	<u>T</u> <u>obs.</u>	<u>f.val.</u>	<u>TN</u>	<u>f.sup.</u>	<u>T.Std.</u>	<u>frec.</u>	<u>T.Std. (*)</u>	<u>Desviación</u> <u>Est</u>	<u>z</u> <u>(95%)</u>	<u>error</u>	<u>N</u>	<u>N</u>
<b><u>Inspección armado v pruebas</u></b>																						
<b>Elementos</b>																						
Inspección correcta armado evaporador	3.3	3.1	3.6	3.5	3.4						3.38	0.95	3.211	1.11	3.56	1	3.56421	0.192	1.96	0.05	2.231	2
Inspección correcto armado condensador	2.9	3	3.1	3.7	3.8						3.3	0.95	3.135	1.11	3.48	1	3.47985	0.418	1.96	0.05	4.969	4
Arranque de equipo	2.3	2.8	2.7	2.6	2.7						2.62	0.95	2.489	1.11	2.76	1	2.76279	0.192	1.96	0.05	2.878	2
Uso de termómetro	2.2	2.4	2.1	2.4	1.7						2.16	0.95	2.052	1.11	2.28	1	2.27772	0.288	1.96	0.05	5.228	5
Validación de temperatura	3.3	3.1	2.9	2.8	2.5						2.92	0.95	2.774	1.11	3.08	1	3.07914	0.303	1.96	0.05	4.072	4
<b>TOTAL</b>																	<b>15.16371</b>					

	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5</u>	<u>6</u>	<u>7</u>	<u>8</u>	<u>9</u>	<u>10</u>	<u>T</u> <u>obs.</u>	<u>f.val.</u>	<u>TN</u>	<u>f.sup.</u>	<u>T.Std.</u>	<u>frec.</u>	<u>T.Std. (*)</u>	<u>Desviación</u> <u>Est</u>	<u>z</u> <u>(95%)</u>	<u>error</u>	<u>N</u>	<u>N</u>
<b><u>Generación de reporte técnico</u></b>																						
<b>Elementos</b>																						
Elaboración de reporte técnico	9.6	9.4	10.4	9.1	10.2						9.74	0.95	9.253	1.11	10.3	1	10.27083	0.546	1.96	0.05	2.197	2
<b>TOTAL</b>																	<b>15.16371</b>					

Recálculo de tiempo estándar con tamaño de muestra correcta:

	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5</u>	<u>6</u>	<u>7</u>	<u>T</u> <u>obs.</u>	<u>f.val.</u>	<u>TN</u>	<u>f.sup.</u>	<u>T.Std.</u>	<u>frec.</u>	<u>T.Std.</u> <u>(*)</u>
<b><u>Desmontaje de carcasas</u></b>														
<b>Elementos</b>														
Desmontaje carcasa unidad condensadora	10.4	10.2	9.7	9.9				10.05	0.95	9.5475	1.12	10.693	1	10.6932
Desmontaje carcasa unidad evaporadora	9.2	7.9	9.1	8.8				8.75	0.95	8.3125	1.12	9.31	1	9.31
<b>TOTAL</b>													<b>20.0032</b>	min/equipo

	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5</u>	<u>6</u>	<u>7</u>	<u>T</u> <u>obs.</u>	<u>f.val.</u>	<u>TN</u>	<u>f.sup.</u>	<u>T.Std.</u>	<u>frec.</u>	<u>T.Std.</u> <u>(*)</u>
<b><u>Inspección y lavados de filtro de evaporador</u></b>														
<b>Elementos</b>														
Lavado de serpentín	3	2.7	3.5	3.2	2.9	3.4	3.8	3.21429	0.95	3.0536	1.11	3.3895	1	3.389464
Inspección de filtros	1.9	1.7	2	1.8	2.4	2.6	2.3	2.1	0.95	1.995	1.11	2.2145	1	2.21445

Lavado de filtros	2.4	2.7	2.1	2.2	2.8	2.9	3.4	2.64286	0.95	2.5107	1.11	2.7869	1	2.786893	
Secado serpentín	1.5	1.6	1.1	1.3	1.7	2.1	2.7	1.71429	0.95	1.6286	1.11	1.8077	1	1.807714	
Secado filtros	1.5	1	1.2	1.4	1.4	2.1	2.9	1.64286	0.95	1.5607	1.11	1.7324	1	1.732393	
Alinear aletas	7.7	7.9	7.4	7.9	7.1	7.8	7.2	7.57143	0.95	7.1929	1.11	7.9841	1	7.984071	
														<b>TOTAL</b>	<b>19.91499</b> min/equipo
<b><u>Cambio de repuesto</u></b>	<b><u>1</u></b>	<b><u>2</u></b>	<b><u>3</u></b>	<b><u>4</u></b>	<b><u>5</u></b>	<b><u>6</u></b>	<b><u>7</u></b>	<b><u>T obs.</u></b>	<b><u>f.val.</u></b>	<b><u>TN</u></b>	<b><u>f.sup.</u></b>	<b><u>T.Std.</u></b>	<b><u>frec.</u></b>	<b><u>T.Std.</u></b>	<b><u>(*)</u></b>
<b>Elementos</b>															
Cambio de arrancador	18.8							18.8	0.95	17.86	1.12	20.003	1	20.0032	min/equipo
Cambio de relay	23.5							23.5	0.95	22.325	1.12	25.004	1	25.004	min/equipo
Recarga de gas refrigerante	32.9							32.9	0.95	31.255	1.12	35.006	1	35.0056	min/equipo
Cambio de tarjeta evaporador	33.1							33.1	0.95	31.445	1.12	35.218	1	35.2184	min/equipo
														<b>45.0072</b>	min/equipo
<b><u>Montaje de carcasas</u></b>	<b><u>1</u></b>	<b><u>2</u></b>	<b><u>3</u></b>	<b><u>4</u></b>	<b><u>5</u></b>	<b><u>6</u></b>	<b><u>7</u></b>	<b><u>T obs.</u></b>	<b><u>f.val.</u></b>	<b><u>TN</u></b>	<b><u>f.sup.</u></b>	<b><u>T.Std.</u></b>	<b><u>frec.</u></b>	<b><u>T.Std.</u></b>	<b><u>(*)</u></b>
<b>Elementos</b>															
Rearmada carcasa evaporador	12.4							12.4	0.95	11.78	1.11	13.076	1	13.0758	
Rearmado carcasa condensador	11.2							11.2	0.95	10.64	1.12	11.917	1	11.9168	
														<b>24.9926</b>	min/equipo
<b><u>Inspección armado y pruebas</u></b>	<b><u>1</u></b>	<b><u>2</u></b>	<b><u>3</u></b>	<b><u>4</u></b>	<b><u>5</u></b>	<b><u>6</u></b>	<b><u>7</u></b>	<b><u>T obs.</u></b>	<b><u>f.val.</u></b>	<b><u>TN</u></b>	<b><u>f.sup.</u></b>	<b><u>T.Std.</u></b>	<b><u>frec.</u></b>	<b><u>T.Std.</u></b>	<b><u>(*)</u></b>
<b>Elementos</b>															
Inspección correcta armado evaporador	3.3	3.1	3.6	3.5	3.1			3.32	0.95	3.154	1.11	3.5009	1	3.50094	
Inspección correcto armado condensador	2.9	3	3.1	3.7	3.5			3.24	0.95	3.078	1.11	3.4166	1	3.41658	
Arranque de equipo	2.3	2.8	2.7	2.6	2.7			2.62	0.95	2.489	1.11	2.7628	1	2.76279	
Instalación de manómetro	2.2	2.4	2.1	2.4	1.7			2.16	0.95	2.052	1.11	2.2777	1	2.27772	
Uso de termómetro	3.3	3.1	2.9	2.8	2.5			2.92	0.95	2.774	1.11	3.0791	1	3.07914	
Validación de temperatura															

TOTAL 15.03717 min/equipo  
T.Std.  
 (\*)

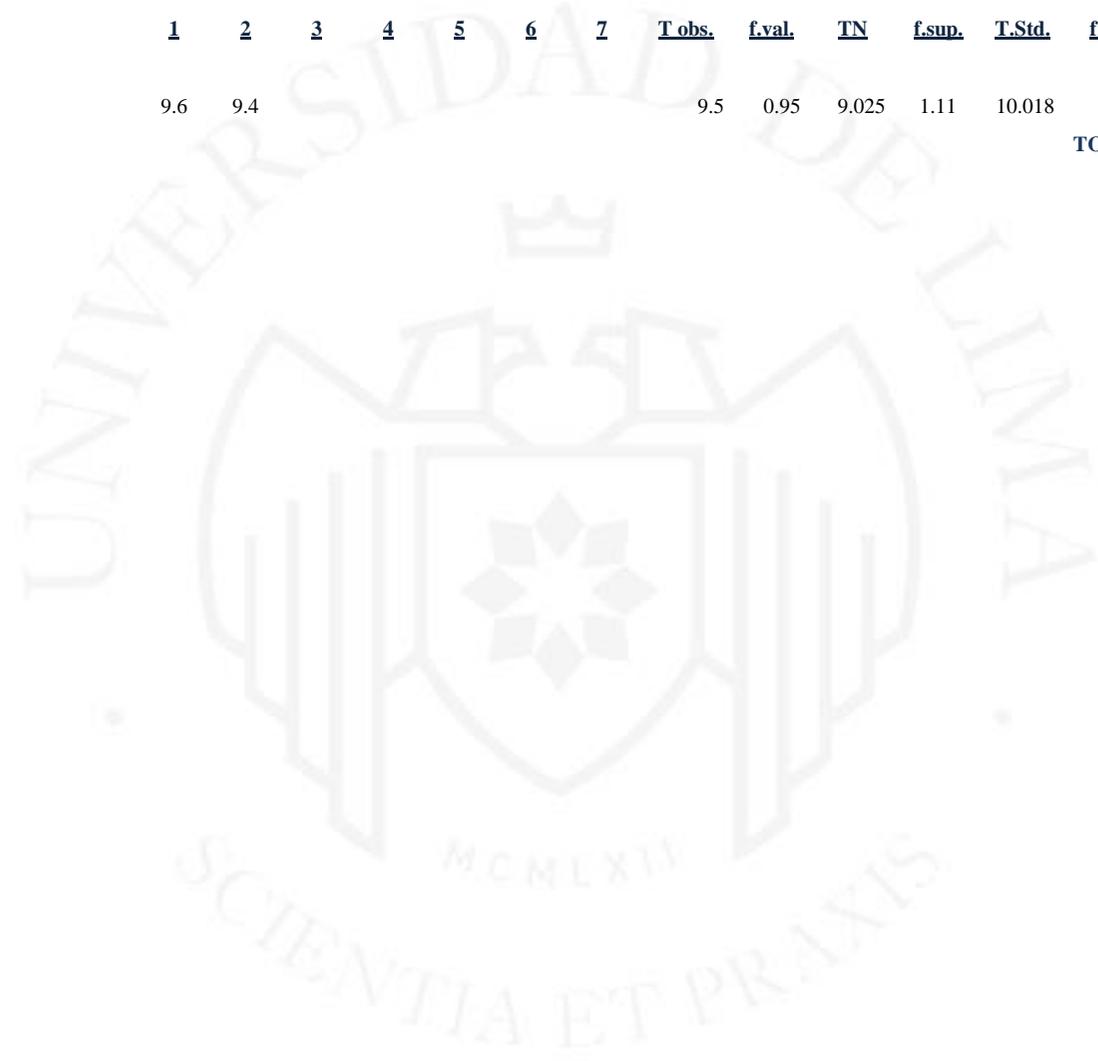
TOTAL 10.01775 min/equipo

Generación de reporte técnico

**Elementos**

Elaboración de reporte técnico

1	2	3	4	5	6	7	T. obs.	f.val.	TN	f.sup.	T.Std.	frec.
9.6	9.4						9.5	0.95	9.025	1.11	10.018	1



4) Suplementos de tiempos para la determinación de tiempo estándar:

<b><u>SUPLEMENTOS CONSTANTES</u></b>		
	<b>Hombres</b>	<b>Mujeres</b>
<b>A. Suplemento por necesidades personales</b>	5%	7%
<b>B. Suplemento base por fatiga</b>	4%	4%
<b><u>SUPLEMENTOS VARIABLES</u></b>		
<b>A. Suplemento por trabajar de pie</b>	2%	4%
<b>B. Suplemento por postura anormal</b>		
Ligeramente incómoda	-.-	1%
Incómoda	2%	3%
Muy incómoda	7%	7%
<b>C. Uso de fuerza/energía muscular</b> (levantar, tirar o empujar)		
Kg		
2.5	-.-	1%
5	1%	2%
10	3%	4%
25	9%	20%
35.5	22%	25%
<b>D. Mala iluminación</b>		
Por debajo de la potencia calcula	-.-	1%
Muy debajo de la potencia calculada	2%	2%
Absolutamente insuficiente	5%	5%
(continuación) <b>ensa</b> <b>ecisión</b>	-.-	-.-
Trabajos precisos	2%	2%
Trabajos de gran precisión	5%	5%
<b>F. Ruido</b>		
Sin ruido	-.-	-.-
Intermitente	2%	2%
Intermitente y muy fuerte	5%	5%
<b>G. Tensión mental</b>		
Proceso ligeramente complejo	1%	1%
Requiere atención en muchos objetos	4%	4%
Muy complejo	8%	8%
<b>H. Monotonía</b>		
Trabajo algo monótono	-.-	-.-
Bastante Monótono	1%	1%
Muy Monótono	4%	4%
<b><u>SUPLEMENTOS POR CONTINGENCIA</u></b>		
Suplementos por contingencia	<u>minutos de contingencia</u>	
	min. Efectivos	- min. De contingencia
Jornada de trabajo (8:30 am a 7:30 pm)		11 horas
refrigerio		1 horas
baño (para 1 ò 2)		0.5 horas
Minutos efectivos		570 minutos
Minutos de contingencia		30 minutos
Suplementos de contingencia		5,56%