

**UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DE LAS  
AMÉRICAS**

**CARRERA INGENIERÍA INDUSTRIAL  
TRABAJO FINAL DE GRADUACIÓN**

**Para optar por el grado de Bachillerato en Ingeniería  
Industrial**

**Propuesta de mejora en la productividad de la empresa  
Grupo Becar S.A.**

**AUTOR**

**Adrián Steven Benito Carballo**

**TUTOR**

**Ing. Alejandro Leiva Morales MBA**

**LECTOR**

**SAN JOSÉ, AGOSTO, 2019**

## **Dedicatoria**

Este trabajo de tesis se lo dedico a mis padres, quienes me han criado y me han enseñado cómo vivir una vida recta y honesta. Gracias a mis padres que siempre se han esforzado porque no me falte nada desde que nací, he llegado hasta aquí.

### **Agradecimientos**

En primer lugar a Dios por darme la salud para desarrollarme como una persona de bien y por la vida que me ha dado. Agradezco a mis padres ya que es gracias a ellos que he podido concluir mis estudios. A mi tutor el Ing. Alejandro Leiva a quien admiro por su conocimiento profesional y la calidad de persona que es.

## RESUMEN EJECUTIVO

El presente proyecto de investigación se realiza en la empresa Grupo Becar S.A. la cual se dedica a la venta, instalación y mantenimiento de sistemas de aires acondicionados. El propósito principal de este proyecto fue incrementar la productividad mediante la mitigación de constantes reprocesos que estaban causando pérdidas monetarias para la empresa proponiendo un rediseño en el sistema operativo de la empresa. Como primer paso, se procedió a determinar el problema y analizar la situación actual de la empresa, la cual por causa de los reprocesos tenía una oportunidad de mejora en la productividad de 14% ya que estaban utilizando días hábiles en los que debían cubrir servicios que eran pagados en el momento para realizar reprocesos.

Se procedió a realizar un análisis para determinar las causas de los reprocesos, para lo cual se requirió sacar una muestra para observar y analizar el método en que se realizaban los servicios tanto de instalación como de mantenimiento. Con el estudio de la muestra se dieron a conocer todas las causas que ocasionaban los reprocesos y su respectivo costo que impactaba la empresa, de esta manera se logró calcular la productividad actual de la empresa y como aumentaría si los reprocesos no existieran.

Una vez obtenidas todas las causas que generaban los reprocesos, se priorizaron para dar más énfasis en la mitigación y se analizaron los orígenes de cada causa, al obtener como resultado que todas las causas tenían solución y la mayoría se originaban por falta de supervisión, falta de motivación por parte del personal y fallas logísticas. Además se estudiaron las fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas que la empresa posee actualmente en el mercado para tenerlas en cuenta en el momento de proponer la solución.

Cuando el diagnóstico estuvo concluido se generó una propuesta de solución a los orígenes de las causas de los reprocesos. Dicha propuesta abarcó términos de factores humanos, organización, logística y procesos operativos. Una vez que la propuesta fue generada se realizó un análisis económico en el cual se vio reflejado las implicaciones que lleva la mitigación de los reprocesos, los cuales concluyeron en que su inversión inicial se recuperaba en 18 meses, y luego de esos 18 meses la empresa iba a tener un ahorro de \$240,38 y su productividad aumentaría en un 1%

Contenido	
Dedicatoria .....	1
Agradecimientos.....	2
Carta de autorización del tutor .....	3
CARTA DE REVISIÓN FILOLÓGICA .....	4
DECLARACIÓN JURA .....	6
CÓDIGO ÉTICA.....	7
RESUMEN EJECUTIVO .....	9
CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN .....	17
Generalidades de la Empresa .....	18
Historia de la empresa .....	18
Servicios y productos .....	19
Planteamiento del Problema.....	23
Objetivos .....	23
Objetivo general .....	23
Objetivos Específicos .....	23
Justificación.....	24
Antecedentes .....	25
Proyecciones.....	27
CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO .....	29
Sistema de Aire Acondicionado .....	29
Mantenimiento .....	31
Calidad .....	34
Estudio del Trabajo .....	38

	11
Muestreo .....	45
Logística .....	46
Productividad .....	47
Ciclo Deming PHVA .....	48
Análisis FODA .....	49
<b>CAPÍTULO III MARCO METODOLÓGICO .....</b>	<b>50</b>
Enfoque .....	50
Enfoque cuantitativo .....	50
Enfoque cualitativo .....	50
Enfoque mixto .....	51
Enfoque seleccionado.....	51
Alcance .....	52
Alcance exploratorio .....	52
Alcance descriptivo .....	52
Alcance correlacional.....	52
Alcance explicativo .....	53
Alcance seleccionado .....	53
Diseño.....	53
Diseño Cuantitativo.....	53
Diseño Seleccionado .....	54
Muestra de la Investigación.....	54
VARIABLES O UNIDADES DE ANÁLISIS.....	55
Instrumentos .....	57
Proceso para la Recolección de Datos.....	58

	12
Método de Análisis.....	59
Cronograma.....	59
WBS.....	60
<b>CAPÍTULO V DIAGNÓSTICO.....</b>	<b>61</b>
Estrategia.....	61
Servicios.....	63
Cálculo de la muestra.....	71
Recolección de datos.....	73
Productividad mensual actual.....	76
Diagrama de Klee y Pareto.....	83
Clasificación de causas.....	85
Análisis de las causas de los reprocesos.....	86
Análisis FODA.....	96
<b>CAPÍTULO IV CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>99</b>
Conclusiones.....	99
Recomendaciones.....	100
<b>CAPÍTULO VI PROPUESTA.....</b>	<b>101</b>
Propuesta.....	101
Estrategia.....	101
Recurso Humano.....	103
Organización.....	105
Procesos.....	107
Logística.....	141
Capacitaciones.....	146

Análisis Económico.....	149
Inversión inicial.....	150
Evaluación económica (costo – beneficio).....	151
Análisis de productividad final .....	153
Plan de Implementación .....	154
Factores críticos de éxito.....	156
APÉNDICES.....	158
Perfil de puestos .....	158
Manual de procedimientos .....	164
1. Propósito .....	164
2. Alcance .....	164
3. Responsables.....	165
4. Simbología .....	165
5. Instalación de equipo Mini-Split.....	167
6. Instalación de equipo Piso-Cielo .....	175
7. Instalación de equipo central de ductos .....	182
8. Instalación de equipo paquete.....	189
REFERENCIAS .....	193
Citas.....	193
Figura No 1 Sistema Mini Split.....	19
Figura No 2 Sistema Piso-Cielo .....	21
Figura No 3 Sistema Central de Ductos .....	22
Figura No 4 Sistema Paquete .....	22

Figura No 5 Diagrama de explosión sistema de aire acondicionado .....	31
Figura 6 Estructura de Diagrama Ishikawa .....	37
Figura No 7 Etapas del estudio del trabajo.....	39
Figura No 8 Simbología del trabajo .....	41
Figura No 9 Símbolos informativos y administrativos .....	42
Figura No 10 Diagrama de Flujo.....	43
Figura No 11 Ejemplo de hoja de registro .....	45
Figura No 11 Cálculo del tamaño de la muestra .....	58
Figura No 12 WBS .....	60
Figura No 13: Estrategia .....	61
Figura No 14 Diagrama de flujo.....	64
Figura No 15 Orden de servicio .....	68
Figura No 16 Diagrama de proceso.....	69
Figura No 17 Fórmula para población finita. ....	71
Figura No 18 Gráfico de Pareto .....	85
Figura No 19 Diagrama de Ishikawa de prueba de presión insuficiente.....	87
Figura No 20 Diagrama de Ishikawa Instalación de Drenaje Inadecuada .....	89
Figura No 21 Diagrama de Ishikawa de Vacío Insuficiente .....	90
Figura No 22 Diagrama de Ishikawa Desnivel en el Equipo .....	92
Figura No 23 Diagrama de Ishikawa Posición Inconveniente .....	93
Figura No 24 Diagrama de Ishikawa Incumplimiento de Hoja de Servicio .....	94
Figura No 25 Diagrama de Ishikawa Mantenimiento Correctivo Mal Ejecutado.....	95
Figura No 26 Análisis FODA.....	97
Figura No 27 Estrategia de propuesta .....	102

Figura No 28 Flujograma propuesto instalación nueva Mini-Split pág. 1 .....	108
Figura No 29 Flujograma propuesto instalación nueva Mini-Split pág. 2 .....	109
Figura No 30 Flujograma propuesto instalación nueva Mini-Split pág. 3 .....	110
Figura No 31 Flujograma propuesto instalación nueva Piso-Cielo pág. 1 .....	115
Figura No 32 Flujograma propuesto instalación nueva Piso-Cielo pág. 2.....	116
Figura No 33 Flujograma propuesto instalación nueva Piso-Cielo pág. 3.....	117
Figura No 34 Flujograma propuesto instalación nueva Central de ductos pág. 1.....	123
Figura No 35 Flujograma propuesto instalación nueva Central de ductos pág. 2.....	124
Figura No 36 Flujograma propuesto instalación nueva Central de ductos pág. 3.....	125
Figura No 37 Flujograma propuesto instalación nueva Paquete.....	131
Figura No 38 Orden de servicio propuesta.....	134
Figura No 39 Diagrama de proceso mantenimiento correctivo .....	135
Figura No 40 Hoja electrónica mantenimientos preventivos paso 1 .....	143
Figura No 41 Hoja electrónica mantenimientos preventivos paso 2.....	144
Figura No 42 Hoja electrónica mantenimientos preventivos paso 2.....	144
Figura No 43 Hoja electrónica mantenimientos preventivos .....	145
Figura No 44 Hoja electrónica instalación y mantenimientos correctivos; <b>Error! Marcador no definido.</b>	
Tabla 1 Variables o unidades de análisis.....	55
Tabla 2 Instrumentos.....	57
Tabla 3 Cronograma.....	59
Tabla 4 Tamaño de la muestra. ....	72
Tabla 5 Hoja de recolección de datos I .....	73

Tabla 6 Hoja de recolección de datos II.....	74
Tabla 7 Hoja de recolección de datos III.....	74
Tabla 8 Reprocesos por mes.....	76
Tabla 9 Porcentaje de cada causa.....	77
Tabla 10 Frecuencia mensual.....	78
Tabla 11 Costo por reprocesos.....	79
Tabla 12 Entradas.....	80
Tabla 13 Productividad mensual parcial instalación.....	80
Tabla 14 Productividad mensual parcial Mantenimiento Preventivo.....	81
Tabla 15 Productividad mensual parcial Mantenimiento Correctivo.....	82
Tabla 16 Productividad Total.....	82
Tabla 17 Diagrama de Klee.....	83
Tabla 18 Datos ordenados de las causas.....	84
Tabla 19 Clasificación de las causas.....	86
Tabla 20 Costo de curso de refrigeración.....	103
Tabla 21 Costo por hora de cada trabajador.....	146
Tabla 22 Capacitación al personal sobre el nuevo método de trabajo.....	146
Tabla 23 Capacitación inductiva al nuevo supervisor.....	148
Tabla 24 Capacitación a la asistente administrativa sobre su nueva función.....	148
Tabla 25 Capacitación inductiva sobre calidad.....	149
Tabla 26 Inversión inicial del proyecto.....	150
Tabla 27 Costo – Beneficio.....	152
Tabla 28 Tiempo de recuperación.....	153
Tabla 29 Análisis de productividad final.....	154

Tabla 30 Cronograma de implementación .....	155
---	-----

## CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN

Este proyecto de investigación estudia la problemática actual y las oportunidades de incrementar la productividad mediante mejoras en los métodos de trabajo de los procesos operativos de la empresa Grupo Becar S.A. Esta compañía que se dedica al servicio de instalación, venta y mantenimiento de aires acondicionados, a pesar de ser una organización pequeña, tiene veintitrés años de operar en las siete provincias del país de Costa Rica y licita para el Gobierno de la República, sin embargo siempre ha carecido de interés por mejorar continuamente.

Con base en lo anterior, en un mundo donde el cambio es la única constante, y la ciencia e innovación de nuevas tecnologías que facilitan la vida y el trabajo de los seres humanos cada día se ingenian de una manera más eficiente, es normal que la empresa presente dificultades y deficiencias en su capacidad de respuesta después de dicha cantidad considerable de años de trabajar de acuerdo con los mismos métodos de siempre, y mientras tanto, las compañías de competencia se innovan y surgen.

La investigación se enfocará en la medición y el análisis de los métodos de trabajo actuales de los procesos operativos del negocio mediante herramientas de ingeniería industrial, con el fin de establecer un diagnóstico que defina y explique de manera clara y entendible los puntos débiles de la empresa y la problemática general que actualmente se presenta. Además de lo anterior, se calcularán las pérdidas mensuales que hoy en día se están generando por los problemas que el diagnóstico exponga.

Una vez que se obtienen las fallas de los métodos empleados de manera definida y su asociación con la productividad de la compañía, la siguiente acción por ejecutar es proponer mejoras en los procesos que controlen los problemas y deficiencias presentados de acuerdo con las necesidades de la empresa para así aumentar las utilidades. De acuerdo con lo anterior, la línea de investigación que corresponde este proyecto es de diseño, desarrollo y mejoramiento de procesos.

Es importante mitigar los problemas actuales porque estos solo generan consecuencias negativas en el nivel financiero y de imagen. Si los métodos actuales perduran y se mantienen en función, en poco tiempo resultará afectada la vitalidad del negocio ya que existe competencia que se innova día a día bajo métodos cada vez más eficientes. Si no se implementa una solución, la imagen que tienen los clientes de Grupo Becar S.A. se irá degradando con el pasar del tiempo debido a los constantes reprocesos que han surgido recientemente y a los efectivos trabajos que realizan las empresas de la competencia. Y en seguida, por estas razones, la situación financiera se volverá negativa hasta el punto de dejar de ser un negocio rentable.

En el primer capítulo de esta investigación se describe el problema, se plantean los objetivos y se da a conocer la empresa y la razón de realizar el proyecto. En el segundo capítulo se plantean todas las teorías por analizar. En el tercer capítulo se exponen las metodologías para realizar la investigación. En el cuarto capítulo se desarrolla la investigación. Seguidamente en el quinto capítulo se reflejan las conclusiones y recomendaciones de la investigación. Y por último en el sexto capítulo se describe la propuesta generada.

### **Generalidades de la Empresa**

Grupo Becar S.A. es una empresa con veintidós años de experiencia que se dedica a la instalación venta, mantenimiento y todo lo que concierne el ámbito de aires acondicionados, opera de manera a domicilio en las siete provincias del país, y cuenta con una sede en la capital integrada por cuatro empleados, un gerente, dos técnicos empíricos y una asistente administrativa. Cabe resaltar que esta no es una empresa Pyme.

### **Historia de la empresa**

Inicialmente el actual dueño se dedicaba a trabajos de refrigeración, por lo que los repuestos los compraba en varias casas comerciales, entre algunas Refrigeración Beirute, y Saire S.A. fue de esta manera que se hace cliente frecuente de Saire, en ese momento, él cobraba los dineros con block de facturas corrientes las cuales se obtenían en cualquier librería. Pasa el tiempo y Saire lo invita a participar en la instalación de aires acondicionados para la primera etapa de Multiplaza de Escazú, entre los requisitos que él debía de cumplir estaba cobrar dicho trabajo, con facturas timbradas.

En ese momento el actual propietario decide realizar dichas facturas bajo una razón social, a partir de ese momento se formaliza bajo el nombre de fantasía GRUPO BECAR S.A. y entre las actividades de dicha sociedad se estipula la especialización en instalación, reparación y mantenimiento de equipos de aire acondicionado. La empresa no es un grupo como lo dice su nombre. Esta organización está ubicada en Guadalupe, San José, Costa Rica, en la casa del gerente general y no cuenta con ningún tipo de identificación.

### **Servicios y productos**

Los servicios y productos que la empresa ofrece actualmente son los siguientes:

- Venta, instalación y mantenimiento de aire acondicionado tipo Mini Split. Este equipo está compuesto por dos unidades, una interna (evaporador) que se instala en la pared dentro de la habitación que se pretende enfriar, y una externa (condensador) que se instala al aire libre ya que esta libera el aire caliente de la habitación. Es el más vendido ya que debido a sus características, su eficiencia y su capacidad (de 9000 a 32000 BTU) es un sistema ideal para enfriar uso doméstico o de oficina.

**Figura No 1 Sistema Mini Split**



Nota: Adrián Benito 2019

- Venta, instalación y mantenimiento de aire acondicionado tipo Piso-Cielo. La diferencia de este equipo y el Mini Split es que el evaporador del Piso-Cielo se coloca en el techo de la habitación y que tiene una capacidad mayor (de 12000 a 60000 BTU), por lo cual es apto para uso comercial.

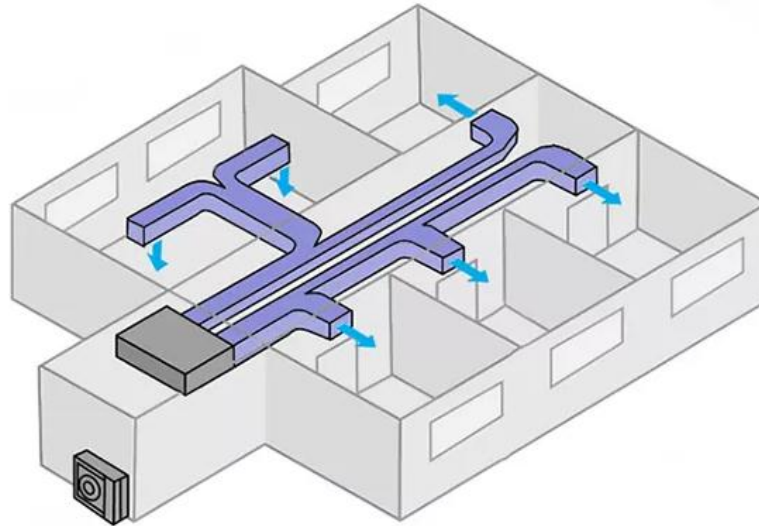
**Figura No 2 Sistema Piso-Cielo**



Nota: Adrián Benito 2019

- Venta, instalación y mantenimiento de aire acondicionado tipo Central de Ductos. Este sistema está conformado por una unidad externa (condensador) que se instala al aire libre, una unidad interna (evaporador) que se instala en un entretecho, y ductos y rejillas que se encargan de distribuir el aire tanto frío como caliente a través de ellos hacía varias habitaciones. Este equipo es efectivo para empresas y fábricas.

**Figura No 3 Sistema Central de Ductos**



Nota: Adrián Benito 2019

- Venta, instalación y mantenimiento de aire acondicionado tipo Paquete. Este sistema es ideal para enfriar el aire de grandes instalaciones como edificios o centros comerciales. El equipo posee ambas unidades (evaporador y condensador) unidas las cuales se instalan en el techo de la edificación. Este sistema es más práctico de instalar y enfría las habitaciones por medio de ductos de retorno y entrega de aire caliente y frío respectivamente.

**Figura No 4 Sistema Paquete**



Nota: Adrián Benito 2019

## **Planteamiento del Problema**

Los técnicos operarios no tienen ninguna supervisión en el momento de operar, ya que son subordinados de un gerente que también funciona como técnico, y por ende en ocasiones no puede dar servicio, atender asuntos administrativos y supervisar a la vez. Por causa del anterior motivo, se presentan reprocesos en los servicios de instalación y de mantenimiento de los aires acondicionados debido a malas ejecuciones del trabajo, los cuales se tienen que reagendar en días en los que se podrían hacer servicios de mantenimiento o instalación de nuevos productos.

Se ha documentado que aproximadamente 9 de 45 servicios mensuales requieren ser reprocesados, por ende si el costo de mano de obra por día es de ₡30,000.00, se multiplica por los nueve días de reproceso, se tiene una pérdida de ₡270,000.00 mensual. Lo anterior lleva a plantear la siguiente pregunta: ¿Cómo proponer un mapeo adecuado de los procesos operativos de la empresa Grupo Becar S.A. que mitigue los reprocesos por garantía para incrementar la productividad en al menos un 14%?(véase la página 82)

## **Objetivos**

### **Objetivo general**

Proponer un mapeo adecuado de los procesos operativos de la empresa Grupo Becar S.A. que mitigue los reprocesos por garantía para incrementar la productividad en al menos un 14%

### **Objetivos Específicos**

- Definir el problema que afecta la productividad.
- Medir el porcentaje de reprocesos con base en el total de servicios efectuados y su respectivo costo.
- Analizar las causas que generan los reprocesos y afectan la productividad.
- Proponer mejoras en los procesos operativos que incrementen la productividad de la empresa.
- Controlar los nuevos procesos mediante indicadores de productividad y calidad.

## Justificación

La realización de este proyecto es conveniente para Grupo Becar S.A porque al ser una empresa que cuenta con un número considerable de clientes ubicados en diferentes áreas del país, y al tener una sola sede en la capital, depende directamente de la eficiencia del personal, el cual consta de tres técnicos y una asistente administrativa, la cual se encarga de la logística de traslados y controlar los respectivos tiempos de visita. Actualmente los procesos no están debidamente establecidos, los técnicos hacen su trabajo basados en sus conocimientos y experiencia pero no siguen ningún manual de procedimientos ni protocolo establecido debido a que simplemente no existen.

Si se acumula las citas de instalación nueva o mantenimiento postergadas por cubrir un reproceso, al cabo de un periodo se genera una deficiencia en los ingresos de la empresa, ya que estos servicios serán pagados hasta que se realicen de manera efectiva y si progresivamente se trasladan de fecha y sobrepasan el periodo de recolección de utilidades, estas serán más bajas de lo que podrían ser con la solución a este problema. Por ejemplo, si en un mes se realizan 30 citas de mantenimiento o instalación nueva y el costo de mano de obra y materiales es de ¢540.000, la productividad dada por el indicador:  $30 \text{ citas pagadas} / 540 \text{ costo de mano de obra y materiales} = 0.056$  es la productividad. Y si con la mejora implementada se logra hacer:  $45 \text{ citas pagadas} / 540 \text{ costo de mano de obra y materiales} = 0.083$  es la productividad.

Como se demostró en el ejemplo anterior, la productividad aumenta en 0.027, un 45% respectivamente, y esto se logra mitigando los reprocesos por garantía y usando los días para atender servicios que sean pagados en el momento. En otras palabras, con la propuesta de solución que mitigue los reprocesos por medio de la documentación adecuada de los procesos y su debido control implementado, se producirían más utilidades al usar los mismos costos. La empresa no solo tendrá un incremento en su productividad, si no también mejorará su imagen con los clientes y podrá hacer frente a la competencia.

El proyecto llena los vacíos de conocimiento que poseen los técnicos ya que se tomarán las decisiones correctas en el momento de operar y no lo que la intuición les dicta. También, en el momento de ver los frutos del proyecto y la importancia de la innovación en el mercado, indirectamente se sembrará la inquietud en la gerencia de seguir la filosofía de cambio constante en la organización, lo cual es sumamente importante para la vitalidad de la empresa.

### **Antecedentes**

1. (Lescay Cordero & Pérez Vergara, 2009) en su estudio titulado “PROCEDIMIENTO PARA LA MEJORA DE LOS PROCESOS OPERATIVOS” hecho en Cuba, realizaron un trabajo que presenta el diseño de un procedimiento para la mejora de los procesos operativos y su implementación en la Unidad de Negocios Red de la Empresa de Telecomunicaciones de Cuba S.A (UNR). En el mismo se realiza una caracterización de la UNR, se identifica como responsable al proceso “Servicio de Reparación de Tecnologías”, se realiza una evaluación de la calidad al proceso, teniendo en cuenta los requisitos de la Norma ISO 9001/2000, y se muestran los resultados cualitativos y cuantitativos.

El procedimiento constituye una referencia para la toma de acciones de mejoras que contribuyan a fortalecer el Sistema de Gestión de la Calidad de la UNR. Como conclusiones el procedimiento mostró ser eficaz, logrando una disminución de 83,65 días en el tiempo de servicio. La adecuación de las funciones y responsabilidades de cada técnico y especialista impactó positivamente en la organización.

Este trabajo es de gran utilidad para la realización del proyecto porque demuestra que la capacitación es un elemento importante en la mejora de procesos y una de las causas del problema que presenta Grupo Becar S.A. es que los técnicos en ocasiones toman decisiones en los procesos de manera subjetiva y frecuentemente por esa razón el servicio acaba siendo un reproceso.

2. (Bustamante Breffe & Isaac Godínez, 2011) en su estudio titulado “PROCEDIMIENTO PARA EL MEJORAMIENTO DE PROCESOS EN COPEXTEL”, hecho en Cuba, realizaron una investigación en la empresa Copextel y tuvo como objetivo diseñar e implantar un procedimiento que permitiera organizar y ejecutar la mejora de los procesos en la empresa. Con el fin de conocer la situación de la calidad relacionada con los procesos, se realizó un diagnóstico y luego se procedió a diseñar y aplicar el procedimiento para el mejoramiento de procesos en Copextel. Resultó ser los servicios técnicos el primer proceso por mejorar, reduciéndose las causas principales que influían en el mal funcionamiento de éste.

Se creó un procedimiento para la mejora de procesos adecuado a las características de la organización. Y como resultado del plan de mejoras de Servicios Técnicos, fue rediseñada su ficha y mejorada la forma de cálculo de los indicadores, fueron capacitados los trabajadores en temas del manual de servicios técnicos y en comunicación para la atención al cliente, se creó el premio de Copextel por la excelencia en la atención al cliente, se corrigieron las deficiencias detectadas en el diagnóstico de imagen externa e interna, y se realizaron los encuentros de soluciones de Servicios Técnicos. Al igual que Grupo Becar S.A., esta empresa presentaba problemas similares, por ende será de guía para la realización del proyecto.

3. (Pons Murguía, Villa González del Pino, & Bermúdez Villa, 2013) en su estudio titulado “El análisis de fiabilidad humana en la mejora de procesos” hecho en Estados Unidos, realizaron una investigación que estudia el mejoramiento de los procesos considerándolos como un aspecto técnico. Sin embargo, tomaron en cuenta que esta tarea exige una perspectiva más amplia que permita a los ingenieros tener una mejor comprensión del significado del aspecto humano y su contribución en la ocurrencia de fallos.

Es por ello que requirieron emplear enfoques cognitivos conjuntamente con los enfoques tradicionales, para evaluar mejor el comportamiento humano en su interacción con los procesos. El análisis probabilístico de riesgos, aplicado a los sistemas industriales, demostró que el error humano es una parte importante del riesgo total. El trabajo también muestra una breve discusión de los métodos y técnicas aplicados en un estudio de caso. Como el problema de Grupo Becar S.A. está en parte compuesto por la falta de establecimiento de los procesos y por el aspecto humano, este estudio será tomado de orientación para la realización del proyecto.

4. (Falcón Acosta , Peterson Roldán , Benavides García , & Sarmenteros Bon, 2016) en su estudio titulado “Los métodos cuantitativos en la mejora de los procesos del catering” hecho en Cuba, realizaron una investigación realizada en la Unidad Empresarial de Base “Cuba Catering” del Aeropuerto Internacional “Juan Gualberto Gómez” de Varadero. Se propuso como objetivo mejorar los resultados en la prestación de sus servicios, a partir de solucionar deficiencias que presentan en su desempeño. Para desarrollar la investigación fue diseñado un procedimiento fundamentado en el enfoque de proceso, que utilizó como herramientas auxiliares las aportadas por los métodos cuantitativos.

La aplicación del mismo permitió la detección del problema, las causas que lo originaban, la selección de los procesos y subprocesos implicados y por último la propuesta de mejoras. Al igual que Grupo Becar S.A., esta es una empresa de servicios que depende directamente de la eficiencia y métodos que aplique el personal. La metodología utilizada en este artículo se tomará de orientación para la realización del proyecto.

5. (Arce Brenes, Mendez Arias, & Villegas Sánchez, 2017) en su estudio titulado “Desarrollo De Un Sistema Integrado De Gestión Para Micro, Pequeñas Y Medianas Empresas A Partir De La Norma Inte 01-01-09:2013.” hecho en Costa Rica, realizaron una investigación que propone un sistema integrado de gestión para las micro, pequeñas y medianas empresas, el cual se estructura a partir de los requerimientos de la normativa INTE 01-01-09:2013. El objetivo de este instrumento es que estas empresas mejoren sus prácticas organizacionales mediante la estandarización y unificación de sus procesos, lo cual les facilite su documentación y el establecimiento de controles internos.

El instrumento se diseñó y validó con la colaboración de empresas que estaban desarrollando prácticas de mejora continua. Se llegó a la conclusión de que la propuesta es manejable y guía al empresario para la autogestión y el monitoreo de las actividades de la organización, siempre y cuando la institución destine el tiempo y recursos necesarios para su consecución, ya que representa un compromiso en el largo plazo que requiere de esfuerzos recurrentes. La anterior investigación orienta el proyecto porque poseen el similar objetivo de mejorar los procesos y ayudar a la pequeña empresa a controlar toda su gestión.

### **Proyecciones**

1. Crear herramientas que documenten los procesos adecuados para la ejecución correcta de los servicios de mantenimiento e instalación y que estos sirvan de guía para los técnicos al momento de realizar dichos servicios y no existan más reprocesos por garantía.
2. Dar a conocer el problema que posee la empresa y la oportunidad de mejora que se espera alcanzar posterior a la implementación de la propuesta.

3. Obtener datos para generar una trazabilidad auténtica y de esta manera mitigar y controlar el problema.
4. Entender las fallas y motivos de los procesos por las que ocurren los reprocesos por garantía para echar de ver las oportunidades de mejora.
5. Crear procesos estandarizados en lo mayor posible para solucionar el problema.
6. Controlar los procesos operativos y la productividad de la empresa.

## **CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO**

El siguiente capítulo expone el sustento teórico del estudio y analiza las teorías para encuadrar la investigación. En este apartado se da a conocer los conceptos y teorías propuestas, realizando una descripción detallada de cada uno de los elementos esenciales de la teoría por emplear para el desarrollo del presente proyecto, de tal manera que la formulación del problema y su solución sean una deducción lógica del estudio realizado. Por lo tanto, para la correcta comprensión de la investigación se expone a continuación aspectos claves que facilitan el entendimiento del desarrollo del tema por tratar.

### **Sistema de Aire Acondicionado**

Debido a que el negocio de la empresa gira alrededor de los aires acondicionados, y lo que busca esta investigación es facilitar su respectiva instalación y mantenimiento, es necesario entender que es, cómo funciona y sus respectivos componentes para su correcto andar. Arnabat (2016) define el sistema de aire acondicionado como el encargado de extraer el calor del aire de la estancia que se quiera climatizar. (pág. 1). A continuación se exponen los aparatos encargados de su correcta función.

#### **Evaporador**

Teóricamente, se establece que en el evaporador ocurre:

El proceso de extracción del aire caliente, que cede su calor al gas refrigerante. Dentro de la unidad interior, un ventilador distribuye el flujo de aire refrigerado a la estancia. Esta unidad interior cuenta también con sensores de temperatura conectados al termostato. (Arnabat, 2016, pág. 1)

#### **Condensador**

La función y el modo de trabajo de este componente de un sistema de aire acondicionado son:

Condensar el fluido refrigerante. El fluido refrigerante a la salida del compresor está en estado de vapor recalentado y es así como entra en el condensador. Dado que es un intercambiador de calor, cederá su “calor” al agente condensante, ya sea agua o aire, produciéndose un enfriamiento del fluido refrigerante hasta llegar a la temperatura de condensación, a la cual se efectuará el cambio de estado. (Lijó, 2012, pág. 77)

### **Gas refrigerante**

Arnabat (2016) establece que el sistema de aire acondicionado “utiliza un gas refrigerante al que se transfiere el exceso de temperatura, al circular éste a una temperatura inferior a la del espacio refrigerado” (pág. 1)

### **Válvula de expansión**

Arnabat (2016) define que “La válvula de expansión libera de la presión al gas refrigerante, que al atravesarla pasa de estado líquido a estado gaseoso.” (pág. 1)

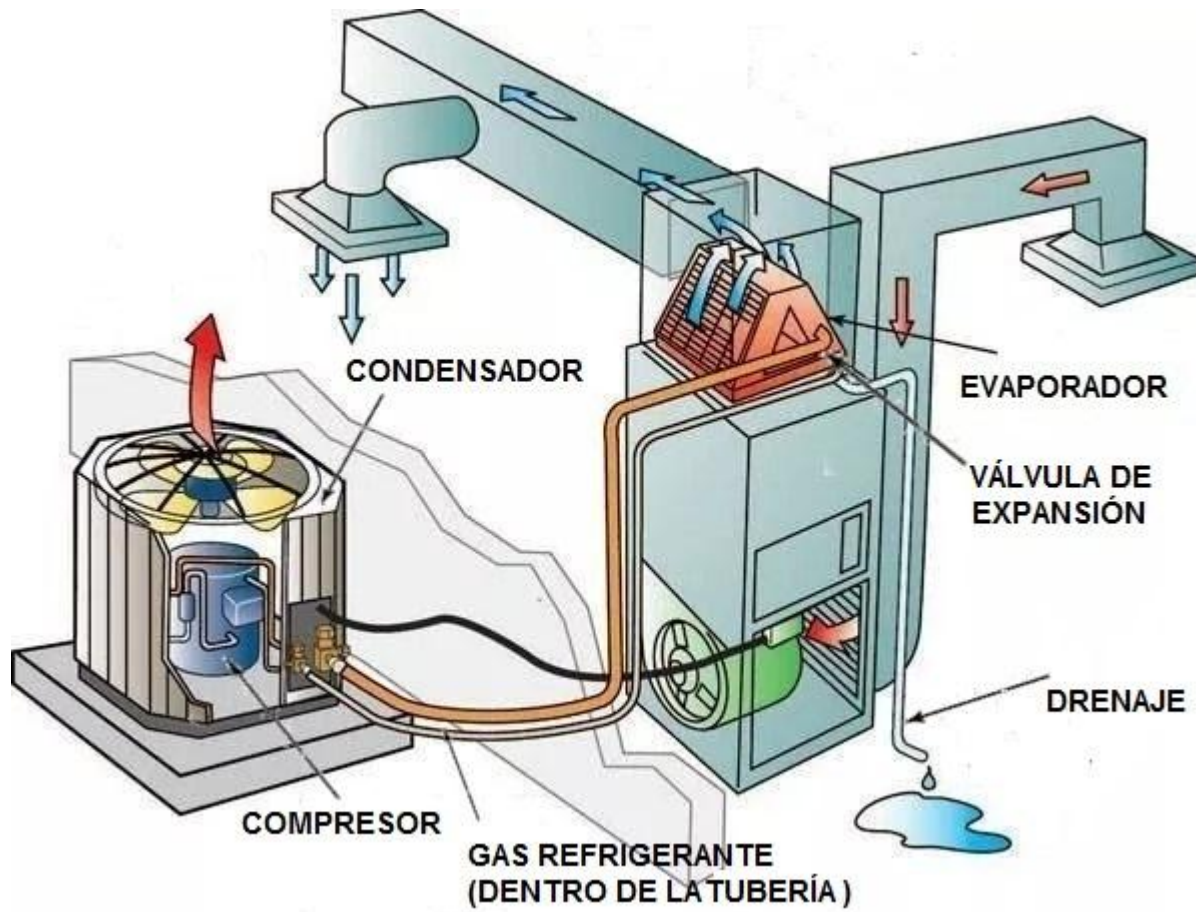
### **Compresor**

Un compresor de aire acondicionado según la teoría es:

El compresor es el encargado de generar el efecto contrario a la válvula de expansión. Genera una fuerza comprimiendo el gas que llega del evaporador en estado gaseoso. Esta presión aumenta la temperatura del gas que vuelve a su estado líquido y se calienta.

El compresor es quizás el elemento más importante del circuito y el que consume más energía. La velocidad de trabajo del compresor dependerá de la señal que le envía el sensor de temperatura. Cuando se llega a la temperatura programada en el termostato, el compresor disminuye su velocidad de trabajo o se apaga si es el caso. (Arnabat, 2016, pág. 1)

**Figura No 5 Diagrama de explosión sistema de aire acondicionado**



Nota: Adrián Benito 2019

## **Mantenimiento**

Lijó (2012) considera lo siguiente:

Mantener es conservar su aplicación es muy importante, no solamente para el correcto funcionamiento de las instalaciones, con gran repercusión en los costes económicos, sino también porque el estado de las instalaciones o elementos puede afectar a la integridad de las personas que trabajen en ellas. De lo que se deduce que hay una relación directa entre el funcionamiento de la instalación y los costes derivados del mismo, con lo cual el mantenimiento implica un control técnico y económico. Si analizamos los costes como consecuencia de una avería que se pudo haber evitado mediante la aplicación de un plan de mantenimiento, por ejemplo la rotura de un elemento, tiempo de parada, materiales nuevos por causa directa e indirecta, deterioro del equipo, mano de obra, etc., nos daremos cuenta de la necesidad del mantenimiento.

Consideremos, por ejemplo, no ya el compresor que es el “corazón” de la instalación, sino el condensador. Si no se aplicara un mantenimiento preventivo, por ejemplo la limpieza de dicho elemento con una frecuencia determinada, el intercambio de calor disminuiría, la instalación trabajaría más tiempo (ciclos largos), y aceleraría la aplicación del mantenimiento a los demás elementos, con lo cual aumentarían los consumos y, por tanto, los costes globales. Cada vez están más extendidos los planes de mantenimiento, ya que es una manera de controlar las instalaciones técnica y económicamente. (Manual de Refrigeración, 2012, pág. 186)

Los mantenimientos que se deben efectuar por la naturaleza de este tipo de sistemas son el preventivo y en ocasiones de fallo de algún componente, el correctivo. Ambos mantenimientos se exponen a continuación.

### **Mantenimiento preventivo**

Lijó (2012) establece que el mantenimiento preventivo es:

Es el mantenimiento que se realiza a intervalos predeterminados u otros criterios prescritos, con objeto de reducir las posibilidades de averías. Consiste en realizar ciertas operaciones (p. ej. limpieza, cambios, verificaciones, reparaciones) con una frecuencia de tiempo o de horas de funcionamiento u otros criterios. Por ejemplo, supongamos un compresor helicoidal cuyo filtro de aceite puede cambiarse según distintos criterios:

- a las 200 horas de funcionamiento
- a los seis meses
- cuando la presión disminuya 0,4 kg/cm<sup>2</sup>

Siempre se planifica. Son operaciones que se realizan antes de que se produzcan las averías. Un ejemplo ilustrativo de esta modalidad, en otros ámbitos de la industria, es el cambio del aceite del motor de un vehículo cada 10 000 km, según las instrucciones (Manual de Refrigeración, 2012, pág. 187)

### **Mantenimiento correctivo**

Según Lijó (2012) el mantenimiento correctivo:

Es el que se realiza cuando la avería o anomalía ya se produjo, para dejar el elemento o equipo en las condiciones normales de utilización. Puede ser planificado o no planificado. Es decir, que se ejecuta siguiendo una supervisión y control, o bien se realiza sin ningún plan previo, por ejemplo, la rotura de un elemento que provoca el paro del mismo (avería), es decir que sea “accidental”. Las consecuencias son bien distintas, ya que si se trata de una anomalía (irregularidad), y está bajo control, se puede hacer un seguimiento para determinar el momento adecuado de su reparación, comprobar si se dispone de materiales de repuesto o evitar que tenga consecuencias en otros elementos de la instalación. En cambio, si la avería se produce de manera “accidental”, las consecuencias pueden ser mayores. El mantenimiento correctivo tiene gran relación con el mantenimiento preventivo, ya que cuanto mejor se aplique éste, menores serán las operaciones de mantenimiento correctivo. (Manual de Refrigeración, 2012, pág. 188)

## **Calidad**

Espinoza (2009) se refiere a la calidad de la siguiente manera:

La calidad es un concepto que ha ido variando con los años y que existe una gran variedad de formas de concebirla en las empresas, a continuación se detallan algunas de las definiciones que comúnmente son utilizadas en la actualidad. La calidad es: " Satisfacer plenamente las necesidades del cliente. " Cumplir las expectativas del cliente y algunas más. " Despertar nuevas necesidades del cliente. " Lograr productos y servicios con cero defectos. " Hacer bien las cosas desde la primera vez. " Diseñar, producir y entregar un producto de satisfacción total. " Producir un artículo o un servicio de acuerdo a las normas establecidas. " Dar respuesta inmediata a las solicitudes de los clientes. " Sonreír a pesar de las adversidades. " Una categoría tendiente siempre a la excelencia. " Calidad no es un problema, es una solución. (Calidad Total, 2009, pág. 6)

Lo anterior refleja que la calidad es sinónimo de satisfacción al cliente, por ende significa hacer los productos o servicios sin fallos no deseados por el consumidor. La problemática de este proyecto son los re procesos, entonces quiere decir que existe un problema en la calidad del servicio brindado.

### **Costos de calidad**

Godoy (2001) establece lo siguiente acerca de los costos de calidad:

Cada problema de desempeño de calidad identificado, lleva consigo mismo un costo tangible de recuperación, al que se le puede asignar un valor. Ésa es la esencia de la medición de los costos de calidad. En cierto porcentaje de casos, sin embargo, el valor del costo intangible que está implícito, puede trascender el análisis económicamente puro de la situación. Por ejemplo, ¿cuál sería el costo de incumplimiento de un pedido importante dentro de un programa de entregas o el atraso en la prestación de un servicio? (Analizando calidad, 2001, pág. 92)

En el caso de este proyecto el costo de calidad que impacta a la empresa actualmente es el de reprocesos, debido a que cuando una instalación o un mantenimiento no se realizaron satisfactoriamente, se debe regresar al lugar y perder un día, además de los costos que se generen por la realización del reproceso. A continuación se expone el método teórico para medir los costos de calidad:

Para avanzar por el camino de la identificación de los costos por ausencia de calidad, deberá hacérselo mediante una evaluación de la economía involucrada, usando componentes basados en la distribución del volumen generado en varios sectores de la economía. A saber:

1. El costo de no-calidad que resulta de los procesos llevados a cabo por las organizaciones de las actividades industriales de producción, servicios y canales de distribución.
2. El costo de no-calidad que resulta de las actividades comerciales e interfases entre organizaciones públicas y privadas: proveedores y clientes y los perjuicios económicos ocasionados
3. El costo de no-calidad resultado de los procesos que tienen lugar en el sector público e infraestructura nacional defectuosa.
4. El costo de no-calidad padecido por los habitantes afectados, como resultado de productos y servicios defectuosos. (Godoy, 2001, pág. 54)

### **Reproceso**

Bovea (2009) establece que un reproceso una “acción tomada sobre un producto no conforme para que cumpla con los requisitos.” (pág. 13). Mientras que Molina (2005) considera que para evitar los re procesos se debe considerar aspectos como la planeación de calidad, los costos de mantenimiento preventivo de maquinarias y equipos de la planta, análisis de datos sobre calidad, programas de calidad y manuales de prevención, etcétera (pág. 27). Lo anterior con el fin de evitar los costos por re procesos y no opacar la imagen de la empresa hacia el cliente. A continuación se definen herramientas para encontrar las causas del problema.

### **Diagrama de Ishikawa**

La teoría de la función de un diagrama de Ishikawa establece:

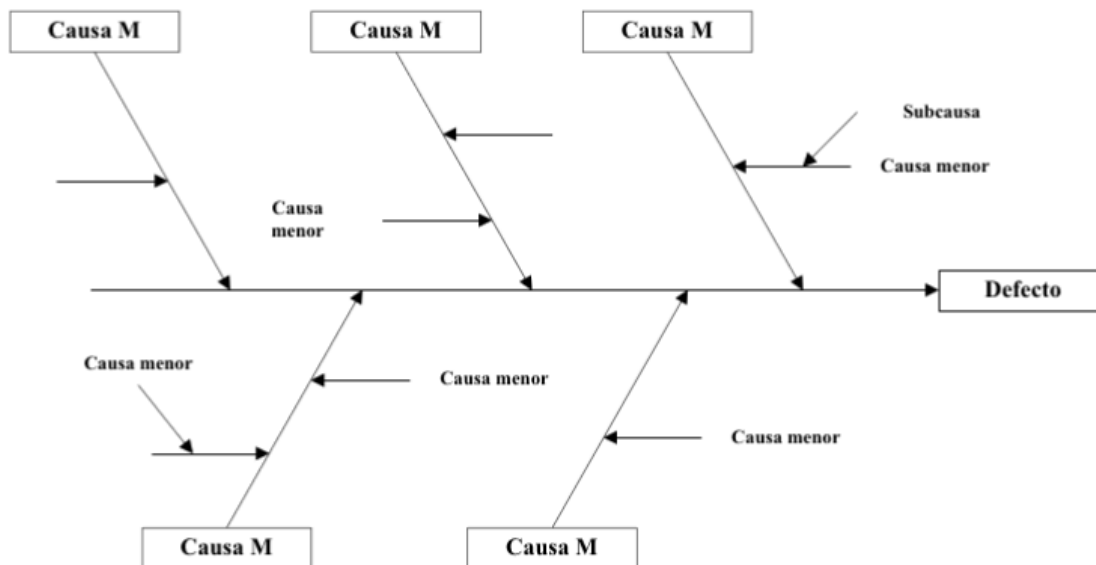
El diagrama de Ishikawa conocido también como causa-efecto, es una forma de organizar y representar las diferentes teorías propuestas sobre las causas de un problema. Nos permite, por tanto, lograr un conocimiento común de un problema complejo, sin ser nunca sustitutivo de los datos. (Stachú, 2009, pág. 5)

Los pasos para elaborar el diagrama son los siguientes:

1. Ponerse de acuerdo en la definición del efecto o problema.
2. Trazar una flecha y escribir “efecto” al lado derecho.
3. Identificar las causas principales a través de flechas secundarias que terminan en la flecha principal.
4. Identificar las causas secundarias a través de flechas que terminan en las flechas secundarias, así como las causas terciarias que afectan a las secundarias.
5. Asignar la importancia de cada factor.
6. Definir los principales conjuntos de probables causas: materiales, equipos, métodos de trabajo, mano de obra, medio ambiente (5 M’s).
7. Marcar los factores importantes que tienen incidencia significativa sobre el problema.
8. Registrar cualquier información que pueda ser de utilidad. (Stachú, 2009, pág. 6)

A continuación se muestra en la figura la estructura de un diagrama de Ishikawa

**Figura 6 Estructura de Diagrama Ishikawa**



Nota: Identificación de la problemática mediante Pareto e Ishikawa

### **Diagrama de Pareto**

La teoría de la función de un diagrama de Pareto establece:

El diagrama de Pareto es una comparación ordenada de factores relativos a un problema. Esta comparación nos va a ayudar a identificar y enfocar los pocos factores vitales diferenciándolos de los muchos factores útiles. Esta herramienta es especialmente valiosa en la asignación de prioridades a los problemas de calidad, en el diagnóstico de causas y en la solución de las mismas. (Stachú, 2009, pág. 4)

Los pasos para elaborar el diagrama son los siguientes:

1. Cuantificar los factores del problema y sumar los efectos parciales hallando el total.
2. Reordenar los elementos de mayor a menor.
3. Determinar el % acumulado del total para cada elemento de la lista ordenada.
4. Trazar y rotular el eje vertical izquierdo (unidades).
5. Trazar y rotular el eje horizontal (elementos).
6. Trazar y rotular el eje vertical derecho (porcentajes).

7. Dibujar las barras correspondientes a cada elemento.

8. Trazar un gráfico lineal representando el porcentaje acumulado. (Stachú, 2009, pág. 5)

Ambas herramientas expuestas anteriormente serán de utilidad para diagnosticar las causas del problema para posteriormente idear la solución. A continuación se muestran aspectos importantes para el control de los procesos y vitales para la erradicación del problema.

### **Indicadores.**

Castillo (2006) establece que los indicadores de control son patrones para medir la eficiencia, eficacia, efectividad, rendimiento o productividad de un proceso o del rendimiento general de una empresa, por lo que al definirlos se deben determinar también los niveles a alcanzar en cada uno (pág. 33)

### **Fichas técnicas de indicadores.**

Safetya (2018) en los lineamientos que definen los aspectos mínimos que deben llevar las fichas técnicas de indicadores establece que:

Todo indicador debe tener una ficha técnica que permita identificar cómo se calcula y qué significa el resultado arrojado, esta ficha técnica es un instrumento metodológico de resumen. Los elementos que debe contener la ficha técnica de los indicadores:

1. Definición del indicador;
2. Interpretación del indicador;
3. Límite para el indicador o valora partir del cual se considera que cumple o no con el resultado esperado
4. Método de cálculo
5. Fuente de la información para el cálculo
6. Periodicidad del reporte
7. Personas que deben conocer el resultado. (Safetya, 2018, pág. 1)

## Estudio del Trabajo

En la teoría del estudio del trabajo se entiende que:

Por ESTUDIO DEL TRABAJO, genéricamente, ciertas técnicas, y en particular el estudio de métodos y la medición del trabajo, que se utilizan para examinar el trabajo humano en todos sus contextos y que llevan sistemáticamente a investigar todos los factores que influyen en la eficiencia y economía de la situación estudiada, con el fin de efectuar mejoras. El estudio de trabajo se divide en dos ramas que son las siguientes:

**ESTUDIO DE TIEMPOS.** Se define como un análisis científico y minucioso de los métodos y aparatos utilizados para realizar un trabajo, el desarrollo de los detalles prácticos de la mejor manera de hacerlo y la determinación del tiempo necesario.

**ESTUDIO DE MOVIMIENTOS.** Consiste en dividir el trabajo en los elementos más fundamentales posibles estudiar éstos independientemente y en sus relaciones mutuas, y una vez conocidos los tiempos que absorben ellos, crear métodos que disminuyan al mínimo el desperdicio de mano de obra.

El estudio de métodos que es el registro y examen crítico sistemáticos de los modos existentes y proyectados de llevar a cabo un trabajo, como medio de idear y aplicar métodos más sencillo y eficaces y de reducir los costos. La medición del trabajo es la aplicación de las técnicas para determinar el tiempo que invierte un trabajador calificado en llevar a cabo una tarea definida efectuándola según una norma de ejecución preestablecida. (Moreno, 2009, pág. 8)

Para realizar este estudio es necesario aplicar las ocho etapas que contiene el procedimiento básico para aumentar la productividad a través del estudio del trabajo, las cuales se muestran a continuación en la figura 2:

### Figura No 7 Etapas del estudio del trabajo




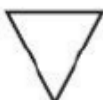


ETAPA	DESARROLLO
<b>SELECCIONAR</b>	El trabajo o proceso a estudiar
<b>REGISTRAR</b>	O recolectar todos los datos relevantes acerca de la tarea o proceso utilizado las técnicas mas apropiadas y disponiendo los datos en la forma mas cómoda para analizarlos
<b>EXAMINAR</b>	Los hecho registrados con espíritu crítico, preguntándose si se justifica lo que se hace, según el propósito de la actividad; el lugar donde se lleva a cabo, el orden en que se ejecuta; quien la ejecuta; y los medios empleados
<b>ESTABLECER</b>	El métodos más económico tomando en cuenta las circunstancias y utilizando las diferente técnicas de gestión, así como los aportes de dirigentes, supervisores, trabajadores y otros especialistas cuyos enfoques deben analizarse y discutirse
<b>EVALUAR</b>	Los resultados obtenidos con el nuevo método en comparación con la cantidad de trabajo necesario y establecer un tiempo tipo
<b>DEFINIR</b>	El nuevo método y el tiempo correspondiente, y presentar dicho método, ya sea verbalmente o por escrito, a todas las personas a quienes concierne, utilizando demostraciones.
<b>IMPLANTAR</b>	El nuevo método, formando a las personas interesadas, como práctica general con el tiempo fijado
<b>CONTROLAR</b>	La aplicación de la nueva norma siguiendo los resultados obtenidos y comparándolo con los objetivos

Nota: Ingeniería de métodos: métodos y diseños del trabajo

## Lenguaje y simbología del trabajo

Para simplificar y facilitar el estudio de un proceso se usan diagramas que utilizan lenguaje y símbolos que incluyen varios conjuntos y estándares de elementos. Por medio de lo anterior es posible describir de manera más rápida y efectivamente la secuencia de una actividad operativa (Palacios, 2016, pág. 81). A continuación en la figura 3 se muestra la simbología explicada anteriormente.

### Figura No 8 Simbología del trabajo

- 
**Operación:** El símbolo utilizado para la operación es un círculo. Ocurre cuando se cambian intencionalmente las características físicas o químicas de un objeto; cuando dicho objeto es montado junto con otro, o desmontado de otro objeto y cuando se arregla o prepara para realizar otra actividad.
- 
**Inspección:** El símbolo de la inspección es un cuadrado. Tiene lugar cuando un objeto es examinado para ser identificado o para verificar su conformidad de acuerdo a estándares establecidos de calidad o cantidad.
- 
**Transporte:** El símbolo del transporte es una flecha cuya orientación se usa algunas veces para indicar el sentido del movimiento. Sucede cuando un objeto es trasladado de un lugar a otro, excepto cuando dicho traslado forma parte de una operación o es realizado por el operario en su sitio de trabajo durante una operación o una inspección.
- 
**Almacenaje:** El símbolo de almacenaje es un triángulo equilátero con uno de sus vértices hacia abajo. Ocurre cuando un objeto se resguarda y protege contra un traslado no autorizado. Para que el objeto pueda ser sacado de este almacenaje, es necesaria una orden.
- 
**Demora:** El símbolo de una demora es una letra D mayúscula. Se origina cuando las condiciones, excepto aquellas que cambian intencionalmente las características físicas o químicas del material, no permiten la inmediata realización de la siguiente acción planificada.
- 
**Actividad combinada:** Para indicar actividades realizadas conjuntamente se combinan sus símbolos.


Nota: Ingeniería de métodos: movimientos y tiempos

Además existen otros símbolos que se usan para procesos informativos y administrativos que se muestran a continuación en la figura 9:

**Figura No 9 Símbolos informativos y administrativos**

**TERMINAL** 


Indica la iniciación y terminación del proceso.

**OPERACIÓN** 

Representa la acción necesaria para transformar una información recibida o crear una nueva.

**DECISIÓN O ALTERNATIVA** 

Indica un paso, dentro del flujo, en el cual son posibles caminos alternativos; la tendencia es suprimir cada vez más éste símbolo ya que se considera que el proceso se diseña de manera correcta.

**DOCUMENTO** 

Representa cualquier tipo de información que se utilice en el proceso y aporta información adicional para que se desarrolle el documento; si tiene copias se ubica el original en primera instancia, luego la primera copia, la segunda copia, etc., tal como se muestra en la gráfica. El nombre del documento debe aparecer en el símbolo y sólo se indican cuando aparecen por primera vez en el procedimiento para no recargar innecesariamente el cronograma.

**CONECTOR DE RUTINA** 

Es un símbolo que facilita la continuidad de las rutinas de trabajo, con lo cual se evita la intersección de líneas; la continuidad de un paso a otro se indica a través de letras o números insertos en el símbolo.

**SENTIDO DE CIRCULACIÓN** 

Conecta los símbolos al señalar el orden en que se deben ejecutar los distintos pasos, con lo que define, de esta manera, la secuencia del proceso.

**CONECTOR DE PÁGINA** 

Representa una conexión o enlace en un paso de final de página con otro paso en el inicio de la página siguiente, donde continúa el flujo grama. Lleva inserto una letra mayúscula.

Con estos símbolos se levantan procesos administrativos con lo cual se obtiene una gran claridad de este tipo de trabajo.

Nota: Ingeniería de métodos: movimientos y tiempos

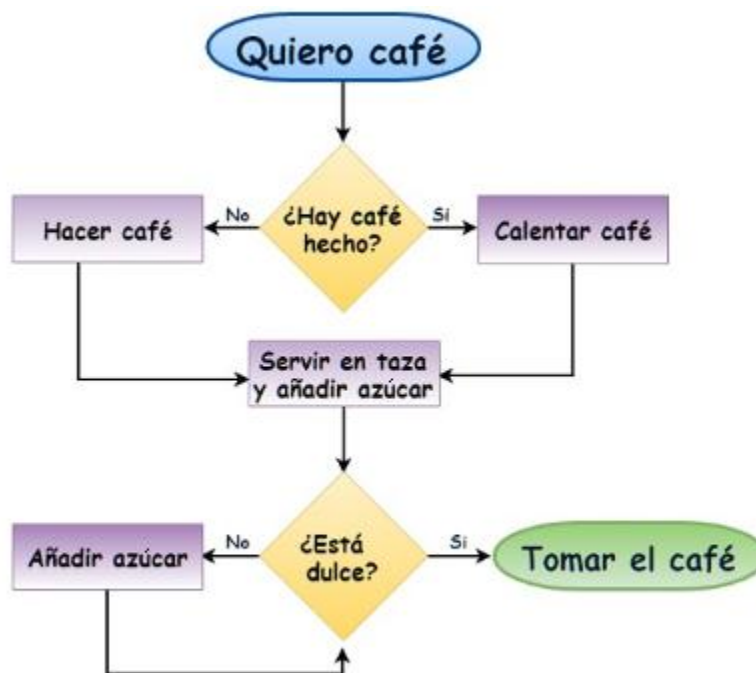
### **Diagrama de flujo**

La definición de la función teórica de un diagrama de flujo establece:

Es la representación cronológica de un sistema de producción en donde ciertas tareas o elementos de trabajo preceden a otras. Sirve para identificar las restricciones de precedencia en el evento de modificar una secuencia de tareas o cuando se trata de equilibrar las asignaciones de trabajo a lo largo de una línea de producción. Este diagrama indica que una persona debe levantarse, antes de cualquier otra actividad; que debe bañarse y afeitarse antes de vestirse; debe vestirse antes de subirse al carro, pero puede desayunar, cepillarse los dientes y leer el periódico en un tiempo cualquiera comprendido entre levantarse y subirse al carro. (Palacios, 2016, pág. 85)

A continuación en la figura 10 se puede apreciar un ejemplo de esta herramienta:

**Figura No 10 Diagrama de Flujo**



Nota: Ingeniería de métodos: movimientos y tiempos

## **Hoja de registro**

Según la teoría una hoja de registro es:

Un formato pre impreso en el cual aparecen los ítemes que se van a registrar, de tal manera que los datos puedan recogerse fácil y concisamente. Sus objetivos principales son dos: Facilitar la recolección de datos y organizar automáticamente los datos de manera que puedan usarse con facilidad más adelante. Por lo tanto, la hoja de registro, en la cual los datos puedan registrarse por medio de cruces o de símbolos sencillos, y en la cual los datos se organizan automáticamente sin necesidad de más copias a mano, se convierte en una herramienta poderosa para el registro de los datos. (Kume, 1992, pág. 12)

A continuación en la figura 11 se muestra un ejemplo de una hoja de registro:

**Figura No 11 Ejemplo de hoja de registro**

Hoja de registro		
Producto:	Fecha:	
Etapa de manufactura: Insp. final	Sección:	
Tipo de defecto: rayones, incompleto, rajado, deformado	Nombre del inspector:	
Número total inspeccionado: 1.525	Número del lote:	
Observaciones: Se inspeccionaron todos los ítems		Número de orden:
Tipo	Registro	Subtotal
Rayas superficiales	/// //	17
Rajaduras	/// /	11
Incompleto	/// // // // // /	26
Deforme	///	3
Otros	///	5
Total:		62
Total rechazados	/// // // // // // // // // // //	42

Nota: Herramientas estadísticas básicas para el mejoramiento de la calidad

### Capacitación al operario

Stachú (2009) establece que:

Los operarios deben capacitarse para seguir el método prescrito y alcanzar el estándar fijado, con la calidad deseada. Asimismo, se deben utilizar instrucciones escritas, gráficos, fotografías, videocintas, simulaciones para ejercitarse y lograr la coordinación física y mental. (Stachú, 2009)

### Muestreo

Videma (2018) constituye que el muestreo es “Un método para recoger información y hacer las inferencias sobre una población más grande o universo, a partir del análisis de solo una parte, la muestra” (pág. 155). Lo anterior induce a explicar que es una muestra, tal definición se muestra en seguida.

## **Muestra**

Viedma (2018) en su obra describe la muestra como “Una pequeña parte que tiene la intención de mostrar lo que es todo” (pág. 155). Para esta investigación se requiere tomar una muestra de los servicios que la empresa ofrece para estudiar los reprocesos que se presentan y para lograrlo se debe usar una fórmula que se describe en seguida.

### **Cálculo de la muestra**

En resumen se considera que el cálculo del tamaño de una muestra consiste en usar la fórmula correspondiente para obtener el número de unidades por estudiar. Los valores que constituyen la fórmula son los siguientes:

- n: El tamaño de la muestra que se obtiene por fórmula
- N: El tamaño de la población por estudiar
- e: Es el error muestral
- Z: Es el nivel de confianza
- p: es la probabilidad de éxito de la investigación
- q: es la probabilidad de fracaso y es igual a  $1-p$  (Viedma, 2018, pág. 178)

En esta investigación se calcula una muestra para una población finita, por ende se usa la muestra aleatoria simple. Los valores necesarios para calcular este tamaño de muestra son los establecidos anteriormente.

## **Logística**

Malisani (1990) establece que la logística es:

Planificación, organización y control del conjunto de las actividades de movimiento y almacenamiento que facilitan el flujo de materiales y productos desde la fuente al consumo, para satisfacer la demanda al menor coste, incluidos los flujos de información y control. (Logística empresarial, 1990, pág. 11)

La logística tiene relación con el problema de este proyecto debido a que existen re procesos por falta de herramientas en el momento de realizar el servicio. Existe la posibilidad que lo anterior sea causado por la mala planificación de las rutas y el mal uso de inventario de herramientas. De este modo, puede que exista un problema logístico interno en el momento de agendar las citas y alistar la herramienta necesaria para realizar el servicio.

## **Productividad**

La productividad “puede definirse como la relación entre la cantidad de bienes y servicios producidos y la cantidad de recursos utilizados.” (Jiménez, 2009, pág. 6) En este proyecto es de vital importancia entender que es la productividad y cómo se mide, ya que el problema y objetivo principal es aumentarla en al menos un 14% (véase la página 82). A continuación se expone cómo medir la productividad con índices.

### **Índice de productividad**

La teoría del índice de productividad establece lo siguiente:

Con el fin de medir el progreso de la productividad, generalmente se emplea el INDICE DE PRODUCTIVIDAD (P) como un punto de comparación:

$$P = 100 * (\text{productividad Observada}) / (\text{Estándar de Productividad}).$$

La productividad observada es la productividad medida durante un periodo definido (día, semana, mes, año) El estándar de productividad es la productividad base o anterior que sirve de referencia. Con lo anterior vemos que podemos obtener diferentes medidas de productividad, evaluar diferentes sistemas, departamentos, empresas, recursos como materias primas, energía, entre otros. Pero lo más importante es ir definiendo la tendencia por medio del uso de índices de productividad a través del tiempo en nuestras empresas, realizar las correcciones necesarias con el fin de aumentar la eficiencia y ser más rentables. (Jiménez, 2009, págs. 7-8)

## Ciclo Deming PHVA

La teoría del método PHVA establece lo siguiente:

“El ciclo Deming o ciclo de mejora actúa como guía para llevar a cabo la mejora continua y lograr de una forma sistemática y estructurada la resolución de problemas. Está constituido básicamente por cuatro actividades: planificar, realizar, comprobar y actuar, que forman un ciclo que se repite de forma continua. También se le conoce como ciclo PDCA, siglas en inglés de Plan, Do, Check, Act. Dentro de cada fase básica pueden diferenciarse distintas subactividades:

1. Planear. En esta primera fase cabe preguntarse cuáles son los objetivos que se quieren alcanzar y la elección de los métodos adecuados para lograrlos. Conocer previamente la situación de la empresa mediante la recopilación de todos los datos e información necesaria será fundamental para establecer los objetivos. La planificación debe incluir el estudio de causas y los correspondientes efectos para prevenir los fallos potenciales y los problemas de la situación sometida a estudio, aportando soluciones y medidas correctivas.

2. Hacer. Consiste en llevar a cabo el trabajo y las acciones correctivas planeadas en la fase anterior. Corresponde a esta fase la formación y educación de las personas y empleados para que adquieran un adiestramiento en las actividades y actitudes que han de realizar. Es importante comenzar el trabajo de manera experimental, para, una vez que se haya comprobado su eficacia en la fase siguiente, formalizar la acción de mejora en la última etapa.

3. Verificar. Es el momento de verificar y controlar los efectos y resultados que surjan de aplicar las mejoras planificadas. Se ha de comprobar si los objetivos marcados se han logrado o, si no es así, planificar de nuevo para tratar de superarlos.

4. Actuar. Una vez que se comprueba que las acciones emprendidas dan el resultado apetecido, es necesario realizar su normalización mediante una documentación adecuada, describiendo lo aprendido, cómo se ha efectuado, etc. Se trata, al fin y al cabo, de formalizar el cambio o acción de mejora de forma generalizada introduciéndolo en los procesos o actividades.” (Cuatrecasas, Gestión integral de la calidad: implantación, control y certificación (3a. ed.), 2009, págs. 61-62)

### **Análisis FODA**

Según Lazzari (2006):

“El análisis FODA es un avance al planeamiento que realizan las empresas para lograr una mejor adaptación al ambiente. Este análisis, más cualitativo que cuantitativo, impulsa la generación de ideas con respecto al negocio de la empresa. (Control de gestión: una posible aplicación del análisis FODA, 2006, pág. 71)”

Además de lo anterior Lazzari (2006) establece que

“Las formas metodológicas del análisis FODA varían. Una alternativa simple es un listado de las fortalezas y debilidades de la empresa, y el correspondiente listado de oportunidades y amenazas del ambiente.” (Control de gestión: una posible aplicación del análisis FODA, 2006, pág. 74)

## **CAPÍTULO III MARCO METODOLÓGICO**

En este capítulo se expone la metodología adecuada para llevar a cabo los procesos necesarios para la exitosa investigación del proyecto. A continuación se exponen los tipos de enfoques, alcances, diseños o métodos, muestras de la investigación, variables o unidades, instrumentos necesarios, procesos para la recolección de datos existentes y los elegidos para la investigación. Además del método de análisis y el cronograma.

### **Enfoque**

#### **Enfoque cuantitativo**

La teoría de este enfoque establece que:

El enfoque cuantitativo es secuencial y probatorio. Cada etapa precede a la siguiente y no podemos “brincar” o eludir pasos. El orden es riguroso, aunque desde luego, podemos redefinir alguna fase. Parte de una idea que va acotándose y, una vez delimitada, se derivan objetivos y preguntas de investigación, se revisa la literatura y se construye un marco o una perspectiva teórica. De las preguntas se establecen hipótesis y determinan variables; se traza un plan para probarlas (diseño); se miden las variables en un determinado contexto; se analizan las mediciones obtenidas utilizando métodos estadísticos, y se extrae una serie de conclusiones respecto de la o de las hipótesis. (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2006, págs. 4-5)

#### **Enfoque cualitativo**

Hernández et al. (2006) En los lineamientos para la definición de un enfoque cualitativo establece que:

Se guía por áreas o temas significativos de investigación. Sin embargo, en lugar de que la claridad sobre las preguntas de investigación e hipótesis preceda a la recolección y el análisis de los datos (como en la mayoría de los estudios cuantitativos), los estudios cualitativos pueden desarrollar preguntas e hipótesis antes, durante o después de la recolección y el análisis de los datos. Con frecuencia, estas actividades sirven, primero, para descubrir cuáles son las preguntas de investigación más importantes; y después, para perfeccionarlas y responderlas. La acción indagatoria se mueve de manera dinámica en ambos sentidos: entre los hechos y su interpretación, y resulta un proceso más bien “circular” en el que la secuencia no siempre es la misma, pues varía con cada estudio. (Metodología de la Investigación, 2006, pág. 7)

### **Enfoque mixto**

Hernández et al. (2006) Considera que el enfoque mixto es una combinación de los enfoques cuantitativos y cualitativos. (pág. 3)

### **Enfoque seleccionado**

Debido a que este proyecto abarca el área de ingeniería, el enfoque seleccionado es el cuantitativo, el cual según Hernández et al. (2006) “Utiliza la recolección de datos para probar hipótesis con base en la medición numérica y el análisis estadístico, con el fin de establecer pautas de comportamiento y probar teorías.” (pág. 4)

Además de lo anterior, el enfoque cuantitativo seleccionado debido a que su proceso es deductivo, secuencial, probatorio y analiza una realidad objetiva. Mientras que el proceso cualitativo es inductivo, recurrente, analiza múltiples realidades subjetivas y no tiene secuencia lineal. Las bondades del enfoque cuantitativo la generalización de los resultados, control sobre fenómenos, precisión, réplica y predicción. Y las bondades del enfoque cualitativo son la profundidad de significados, amplitud, riqueza interpretativa y la contextualización del fenómeno.

Y por última razón, el enfoque seleccionado fue el cuantitativo debido a que los alcances de este son exploratorios, descriptivos, correlacionales y explicativos, mientras que los alcances del enfoque cualitativo son fenomenológicos, etnográficos, es de teoría fundamentada, es de investigación-acción y de caso. Las razones anteriores demuestran que el enfoque cuantitativo es el que mejor se adapta a la naturaleza de investigación del proyecto porque se trabajará con recolección de datos de tiempos de servicio, estadísticos de fallos, cantidad de re procesos y pérdidas monetarias, y además se analizarán las pautas de distintos comportamientos que tienen las variables actualmente y con su respectiva propuesta.

### **Alcance**

#### **Alcance exploratorio**

Hernández et al. (2006) Establece que el alcance exploratorio “se emplean cuando el objetivo consiste en examinar un tema poco estudiado o novedoso” (pág. 91) Por lo tanto este estudio se usa en investigaciones de temas donde aún existen muchas dudas debido a que nunca se ha abordado antes.

#### **Alcance descriptivo**

Hernández et al. (2006) Expone que los alcances descriptivos “buscan especificar propiedades y características importantes de cualquier fenómeno que se analice y describe tendencias de un grupo o población.”. (pág. 92) Lo cual indica que este estudio se utiliza únicamente para describir las características, propiedades, detalles y entre otros adjetivos de cualquier objeto o fenómeno que se someta al análisis.

#### **Alcance correlacional**

Según Hernández et al. (2006) el alcance correlacional “asocia variables mediante un patrón predecible para un grupo o población.” (pág. 93) Por ende, estos estudios se utilizan para conocer la relación entre el efecto que surge en una variable dependiente al cambiar o ajustar la independiente.

### **Alcance explicativo**

Hernández et al. (2006) Explica que los alcances explicativos “pretenden establecer las causas de los sucesos o fenómenos que se estudian.” (pág. 95) Estos estudios van más allá de describir los fenómenos y sus relaciones bajo ciertas circunstancias, es decir, buscan el por qué suceden los eventos.

### **Alcance seleccionado**

Debido a que la empresa requiere una solución que aumente la productividad, en primer lugar se deben analizar las características de la variable dependiente e independiente. En este caso, la independiente son las causas y la dependiente son los re procesos. En segundo lugar, se necesita conocer la relación de las variables de como la independiente afecta a la dependiente si esta resulta alterada, y con base en lo anterior buscar la propuesta de solución más adecuada.

Para poder mitigar los re procesos que afectan la productividad de la empresa, es necesario conocer las causas que los generan, por ende es necesario hacer una investigación explicativa. Una vez entendidas las causas de los re procesos se propondrá un nuevo método de trabajo donde los motivos por los que se generan no existan. De esta manera el alcance de esta investigación es explicativo.

## **Diseño**

Según indica Hernández et al. (2006) Un diseño es un “plan o estrategia que se desarrolla para obtener la información que se requiere en una investigación y responder al planteamiento.” (pág. 128). Entre ellos existen los diseños cualitativos, cuantitativos y mixtos, los cuales se detallan a continuación:

### **Diseño Cuantitativo**

Según Hernández et al. (2006) Establece que “en el enfoque cuantitativo, el investigador utiliza sus diseños para analizar la certeza de las hipótesis formuladas en un contexto en particular o para aportar evidencias respecto de los lineamientos de la investigación (si es que no se tienen hipótesis).” (pág. 129). Bajo la investigación cuantitativa se puede encontrar las siguientes clasificaciones:

### **Diseños experimentales.**

Hernández et al. (2006) Define la palabra experimento como

“Situación de control en la cual se manipulan, de manera intencional, una o más variables independientes (causas) para analizar las consecuencias de tal manipulación sobre una o más variables dependientes (efectos).” (Metodología de la Investigación, 2006, pág. 130)

Por lo tanto, un diseño experimental es en el que se ejecutan diversos escenarios para determinar el comportamiento de las variables.

### **Diseños no experimentales**

Hernández et al. (2006) Afirma que las investigaciones no experimentales son “estudios que se realizan sin la manipulación deliberada de variables y en los que sólo se observan los fenómenos en su ambiente natural para analizarlos.” (pág. 152). Esta investigación se limita a observar los hechos tal y como son en su contexto natural. Según Hernández et al. (2006) Estas pueden ser transversales, “cuando se recolectan datos de un solo momento dado”. (pág. 154). O pueden ser longitudinales tal como lo relata Hernández et al. (2006), “cuando se recaban datos de diferentes puntos en el tiempo” (pág. 159)

### **Diseño Seleccionado**

El diseño seleccionado es el cuantitativo debido a que se recolectarán datos cuantificables para realizar el estudio del problema. Será un diseño no experimental porque solo se estudiarán las variables tal como son en su ambiente natural. No es experimental debido a que no se puede manipular la variable independiente libremente, ya que un reproceso no se puede simplemente evitar sin antes evitar las causas.

### **Muestra de la Investigación**

Para estudiar la variable independiente de este proyecto que son los reprocesos, se requiere realizar dos muestras probabilísticas aleatorias simples, la primera a la población que está conformada por los procesos de servicio de mantenimiento e instalación nueva, la segunda se integra de los reprocesos y sus causas. Lo anterior es debido a que los reprocesos de estos servicios aparecen de manera espontánea y aleatoria, y es necesario una muestra probabilística.

### Variables o Unidades de Análisis

A continuación, en la tabla 1 se observan las variables de cada objetivo específico de la investigación, sus respectivas descripciones teóricas, su indicador de medición y las respectivas herramientas para recolectar los datos.

**Tabla 1 Variables o unidades de análisis**

<b>Objetivos</b>	<b>Variable</b>	<b>Conceptual</b>	<b>Operacional</b>	<b>Instrumental</b>
Definir el problema que afecta la productividad.	Productividad	La relación entre la cantidad de bienes y servicios producidos y la cantidad de recursos utilizados (Jiménez, 2009)	Servicios producidos/recursos utilizados	Hoja de recolección de datos
Medir el porcentaje de reprocesos con base en el total de servicios efectuados y su respectivo costo.	Reprocesos	Acción tomada sobre un producto no conforme para que cumpla con los requisitos (Bovea, 2009)	Cantidad de re procesos/ Total de servicios	Hoja de recolección de datos y base de datos históricos
Analizar las causas que generan los reprocesos y afectan la productividad.	Causas.	Aquello que se considera como fundamento u origen de algo. (Española, 2019)	Causa específica/ Total de reprocesos	Hoja de trabajo

<b>Objetivos</b>	<b>Variable</b>	<b>Conceptual</b>	<b>Operacional</b>	<b>Instrumental</b>
Proponer mejoras en los procesos operativos que incrementen la productividad en al menos un 14% de la empresa.	Diferencia entre el porcentaje de re procesos del total de los servicios nuevo y pasado.	Variedad entre cosas de una misma especie. (Española, 2019)	Porcentaje nuevo de reprocesos - Porcentaje pasada de reprocesos.	Hoja de observación y mapeo de procesos
Controlar los nuevos procesos mediante indicadores de control.	Indicadores	Medidas de rendimiento cuantificables aplicados a la gestión	Cantidad de re procesos/ total de servicios	Hoja de indicadores

Nota: Adrián Benito Carballo 2019

### Instrumentos

A continuación, en la Tabla 2 se analizan los instrumentos empleados para el estudio de los indicadores establecidos anteriormente en la Tabla 1. Dentro del análisis se estudia los recursos requeridos para su respectiva realización y los beneficios esperados.

**Tabla 2 Instrumentos**

<b>Indicador</b>	<b>Instrumentos</b>	<b>Recursos requeridos</b>	<b>Beneficios esperados</b>
Servicios producidos/recursos utilizados	Hoja de recolección de datos	Informáticos	Conocer el problema.
Cantidad de re procesos/ Total de servicios	Hoja de trabajo y base de datos	Informáticos	Determinar los métodos de trabajo correctos.
Causa específica/ Total de re procesos	Hoja de trabajo.	Informáticos	Establecer el impacto que generan a la productividad los re procesos causados por métodos de trabajo incorrectos
Porcentaje nuevo de re procesos - Porcentaje pasada de re procesos.	Hoja de observación y mapeo de procesos	Informático	Conocer la viabilidad de las propuestas
Cantidad de re procesos/ total de servicios	Indicadores	informático	Controlar la productividad de la empresa.

Nota: Adrián Benito 2019

### Proceso para la Recolección de Datos

Para iniciar se recolectarán los datos históricos que estén disponibles para medir los reprocesos y cómo afectan la productividad actual. Para analizar los métodos de trabajo y el porcentaje de reprocesos ocasionados por los métodos incorrectos, se observarán todos los servicios de mantenimiento o de instalación efectuados durante un mes como muestra preliminar de todos los servicios, luego se deberá calcular la muestra real necesaria que se obtiene mediante la siguiente fórmula observada a continuación en la figura 7.

**Figura No 11 Cálculo del tamaño de la muestra**

$$n = \frac{Z^2 \cdot p \cdot q \cdot N}{NE^2 + Z^2 \cdot p \cdot q}$$

Z=Nivel de confianza  
 N=Población-Censo  
 p= Probabilidad a favor  
 q= Probabilidad en contra  
 e= error de estimación  
 n= Tamaño de la muestra

Fuente: Unidad de emprendimiento virtual

Se creará un documento para los procesos de cada uno de los servicios efectuados contando con el soporte de los técnicos en el momento de documentar los procesos y se contará con hojas de trabajo y de observación para documentar las variables. Estos procesos documentados se almacenarán en una base de datos para ser analizados.

### Método de Análisis

Para documentar los procesos y los reprocesos se utilizarán herramientas como hoja de recolección de datos, mapeo de procesos como flujogramas y diagramas de procesos, luego de almacenarlos en una base de datos se compararán los servicios exitosos con los que terminaron siendo reprocesos. Se utilizará el programa Excel para procesar los datos de cantidades y totales por medio de divisiones matemáticas. Y por último se utilizarán diversas herramientas de ingeniería industrial para detectar las causas y generar propuestas de mejora.

### Cronograma.

El cronograma mostrado en la tabla 3 tiene como fin plasmar de una manera visual el tiempo en que se desarrollará la investigación, desde el inicio hasta el final.

**Tabla 3 Cronograma**

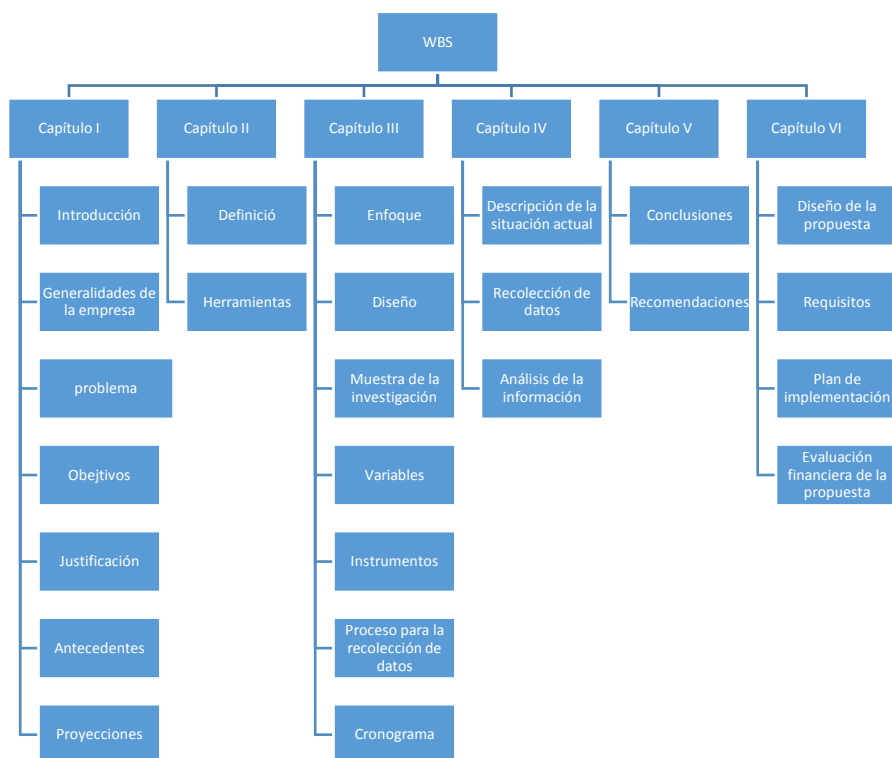
Cronograma																									
SEMANAS	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	
CAPITULO I	■																								
CAPITULO II			■	■	■																				
CAPITULO III		■																							
CAPITULO IV						■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■							
CAPITULO V																	■	■							
CAPITULO VI																			■	■	■	■	■	■	■

Nota: Adrián Benito 2019

## WBS

El WBS (Work Breakdown Structure) o en español “estructura de descomposición del trabajo” mostrado en la figura 12 tiene como fin organizar el trabajo por realizar de una forma jerárquica para permitir una fácil identificación de los elementos a ejecutar.

**Figura No 12 WBS**



Nota: Adrián Benito 2019

## CAPÍTULO V DIAGNÓSTICO

### Estrategia

En este capítulo, se analizará la situación actual de la empresa Grupo Becar S.A. para entender su funcionamiento, los procesos que realizan para brindar un servicio al cliente y las causas de los reprocesos frecuentes. Lo anterior se realiza bajo las herramientas de la metodología PHVA para lograr un orden estratégico en el momento de ejecutar los pasos de la investigación de esta mejora en los procesos. También es importante comprender la magnitud del problema en estudio, para poder cuantificarlo y asegurarse de mitigar su impacto negativo dentro de la empresa, por lo que medir todos sus factores y causas será fundamental.

Para empezar con esta nueva etapa de investigación, se define una estrategia para conocer desde un inicio cuales son los pasos respectivos que se llevarán a cabo a lo largo de este capítulo, y de esta forma abarcar todas y cada una de las fases del PHVA, como se muestra a continuación en la figura #13:

**Figura No 13: Estrategia**



Nota: Adrián Benito 2019

- La etapa de planear tiene como objetivo entender el funcionamiento de la empresa, su problema actual y oportunidad de mejora. En los apartados de “generalidades de la empresa” y “descripción del problema” del capítulo I y en “servicios” del capítulo V se comprende esta primera etapa de la estrategia.
- La etapa de hacer tiene como fin estudiar el problema y sus causas, para ello se calcula una muestra de los servicios de la empresa para estudiarlos y documentar los reprocesos presentados y su respectiva causa. Todo lo anterior se realiza en el capítulo V en los apartados “cálculo de la muestra” y “recolección de datos”.
- La etapa de verificar tiene como objetivo cuantificar en términos monetarios el impacto negativo que el problema genera en la empresa y analizar las causas de los reprocesos. Para lograrlo se calcula a partir de la muestra la cantidad de reprocesos según su causa que se presentan al mes. Lo anterior se refleja en los apartados “productividad mensual actual” en las tablas 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15 y 16 del capítulo V. Una vez que se conoce la cantidad de reprocesos según su causa que se presentan al mes, se procede a calcular el costo que se genera al realizar cada reproceso para luego calcular el impacto que están generando, en las tablas 8, 9, 10, 11 del capítulo V se realiza dicho cálculo.
- También en la etapa de verificar, en las tablas 13, 14, 15 y 16 del mismo capítulo se calculan las productividades parciales y la productividad total para reflejar la magnitud del problema. Así mismo se realiza un diagrama de Klee y Pareto en el apartado “Diagrama de Klee y Pareto” del capítulo V para conocer cuáles son las causas que más dañan en la empresa y posteriormente mitigarlas con mayor énfasis. Para analizar el origen de las causas de los reprocesos se realiza un diagrama de Ishikawa en el apartado de “análisis de las causas” del capítulo V. Lo anterior con el fin de saber qué es lo que exactamente hay que corregir para que se solucione el problema.
- La etapa de actuar comprende el capítulo de VI de Recomendaciones y Conclusiones y el capítulo VII de Propuesta. Aquí se realiza la propuesta para solucionar el problema con base en todos los capítulos anteriores, especialmente en el capítulo de diagnóstico.

En el siguiente apartado se describen los procesos operativos de la empresa para tener claro el funcionamiento de los procesos.

### **Servicios**

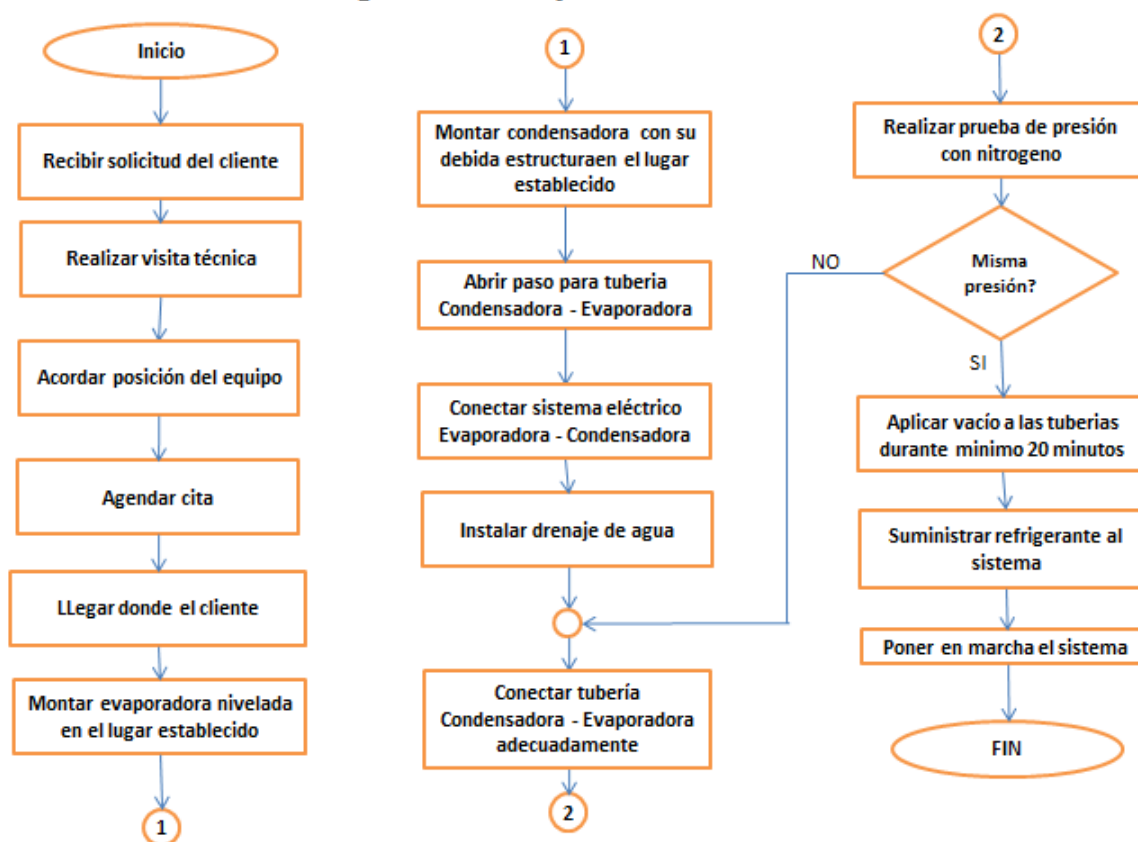
Como se ha indicado a lo largo del proyecto, la empresa actualmente sufre de constantes reprocesos que la están impactando negativamente. En este capítulo se dará a conocer las causas de los problemas que surgen así como la razón por la cual se deben mitigar. En primer lugar, para entender el funcionamiento de los procesos operativos de la empresa y debido a que ésta no cuenta con ningún tipo de mapeo establecido de los procesos operativos, se creará una guía para entender los servicios de mantenimiento e instalación en términos generales, ya que cada servicio tiene pasos variantes según el lugar y tipo de equipo.

#### **Instalación nueva.**

Para este tipo de servicio se realizará un diagrama de procesos que plasme los pasos por proceder para realizar una instalación de aire acondicionado nueva tal y como lo hacen actualmente. A continuación, en la figura 14 se muestra dicho diagrama.

Figura No 14 Diagrama de flujo

## Diagrama de flujo instalación nueva



Nota: Adrián Benito

- **Recibir solicitud del cliente.** En el primer paso se hace contacto con el nuevo cliente recibiendo su consulta o su interés por los servicios de la empresa.
- **Realizar visita técnica.** Este paso consiste en llegar a la edificación donde el cliente pretende que se le instale el aire acondicionado para discutir el equipo más adecuado según la estructura del lugar. Dichos equipos pueden ser: Mini Split, Piso Cielo, Paquete, Central de Ductos (véase la página 19).
- **Acordar posición del equipo.** Luego de ofrecer al cliente el equipo más adecuado según las características del lugar se debe definir en donde se colocará la evaporadora, condensadora y el drenaje.
- **Agendar cita.** El siguiente paso consiste en establecer la fecha y la hora en que se instalará el equipo.

- **Llegar donde el cliente.** Cuando la fecha establecida para la instalación se hace presente, los técnicos se deben de desplazar con todos los materiales y herramienta por tierra desde el predio (San José Centro) hasta donde se encuentre el cliente. La empresa posee un camión para poder transportar todo lo anterior.
- **Montar evaporadora nivelada en el lugar establecido.** En este procedimiento el aspecto fundamental es que la evaporadora quede nivelada, debido a que además de una cuestión de estética e imagen, esta condensa agua y tiene una bandeja que la recoge para luego drenarla, si no está nivelada tendrá problemas para drenar y generará un mal olor en el aire. Si el equipo es “Mini Split” (véase la página19: Servicios y productos) se utiliza una placa soporte que va atornillada a la pared, para esto se utiliza una herramienta de nivelación llamada nivel de burbuja. Si el equipo es “Piso Cielo” (véase la página19: Servicios y productos) o si es una “Central de Ductos” (véase la página19: Servicios y productos) se debe fabricar una estructura metalmecánica de la cual nacen cuatro varillas roscadas que sujetan cada esquina de la evaporadora, el método para nivelarla es ajustando la evaporadora con ayuda de las varillas roscadas y el nivel de burbuja. El sistema tipo “paquete” (véase la página 19: Servicios y productos) es un sistema que trae el evaporador y condensador unidos, se monta en una estructura metalmecánica fija y nivelada.
- **Montar condensador con su debida estructura en el lugar establecido.** Este siguiente paso tiene en común con el anterior el aspecto fundamental de la nivelación, igualmente por estética e imagen, pero tiene como diferencia que la condensadora posee un compresor con aceite, el cual debe lubricar las piezas del equipo, si este se encuentra a desnivel, tendrá dificultades de lubricación y podrá generar futuros problemas costosos. La condensadora requiere permanecer al aire libre, ya sea en techos o paredes externas, por ende necesita de una estructura de metal donde se sostenga. El sistema tipo paquete no requiere este paso ya que el condensador y el evaporador son uno solo.

- **Abrir paso para tubería Condensadora – Evaporadora.** Una vez montadas las partes anteriores del sistema y debido a que la evaporadora tiene que estar dentro de la habitación que se quiere enfriar, y la condensadora debe ir al aire libre se requiere perforar paredes o techos para que la tubería de cobre y cables eléctricos que unen la evaporadora con la condensadora se pueda instalar. El sistema tipo paquete no requiere este paso ya que el condensador y el evaporador son uno solo.
- **Conectar tubería Condensadora - Evaporadora adecuadamente.** El objetivo de este paso es conectar la evaporadora y condensadora soldando los extremos de los tubos de cobre con las terminales de ambos para que el gas refrigerante fluya y cumpla su ciclo. El sistema tipo paquete no requiere este paso ya que el condensador y el evaporador son uno solo.
- **Instalar drenaje de agua.** Este procedimiento consiste en elaborar un sistema de drenaje para que la evaporadora drene el agua condensada, para ello en ocasiones se requiere perforar paredes e inclusive comprar una bomba. Lo anterior depende directamente de donde esté ubicado el lugar adecuado para drenar. El sistema tipo paquete no requiere este paso ya que este va instalado en el techo y drena allí mismo (canao)
- **Conectar sistema eléctrico Evaporadora – Condensadora.** Se debe instalar el sistema eléctrico del equipo el cual requiere tener una tensión eléctrica de 220V (voltios), por lo general debe ir conectado a la caja de breakers de la edificación y por ende en ocasiones también requiere perforar paredes o techos. Además, la condensadora y evaporadora deben ir conectadas por un cable de señal, para que se enciendan y trabajen simultáneamente.

- **Realizar prueba de presión con nitrógeno.** Este paso consiste en hacer una prueba de presión al sistema, el objetivo de este procedimiento es detectar si existen fugas de gas en las tuberías o en las terminales de conexión de la evaporadora o condensadora. La realización de esta prueba consta de suministrar con nitrógeno todo el sistema en un rango de tiempo de 2 a 10 horas a una presión de 200PSI, una vez pasado el mencionado rango, se verifica si la presión es la misma, si es igual es porque no existen fugas, si la presión disminuyó las 200PSI iniciales, es sinónimo de que existe una fuga en las tuberías. Esta prueba se debe realizar con nitrógeno porque es un gas que no se altera por factores de temperatura. El sistema tipo paquete no requiere este paso debido a que el equipo se vende con todas las pruebas realizadas listo para instalar.
- Si la prueba resulta exitosa, es decir, no existen fugas, se procede a poner en marcha el equipo. En caso de que existan fugas es necesario volver a realizar el paso de conectar tubería evaporadora – condensadora y realizar nuevamente la prueba de presión hasta que pase la prueba.
- **Aplicar vacío a las tuberías durante mínimo 20 minutos.** El objetivo de este paso es eliminar por completo o en gran parte todo el aire que se encuentra dentro de las mismas, este vacío se realiza con un compresor. Esto se debe a que el gas refrigerante que circula por todo el equipo no puede estar en contacto con el aire natural, ya que químicamente no cumpliría su función adecuadamente, por ende se debe retirar el aire presente en las tuberías antes de suministrar el gas refrigerante. El sistema tipo paquete no requiere este paso debido a que el equipo se vende con todas las pruebas realizadas listo para instalar.
- **Suministrar refrigerante al sistema.** Una vez aplicado el vacío a las tuberías se procede a abastecer el equipo del gas refrigerante para que circule por todo el sistema. El sistema tipo paquete no requiere este paso debido a que el equipo se vende listo para instalar y poner en marcha.
- **Poner en marcha el sistema.** Como último paso, se debe poner el sistema en marcha para que éste enfríe y funcione adecuadamente.

A continuación se procede a detallar el procedimiento para los mantenimientos preventivos.

## Mantenimiento Preventivo.

Para este tipo de servicios los operarios deben de cumplir con el protocolo compuesto por las actividades específicas que se muestran en la hoja de orden de servicio, dicha herramienta es utilizada por la empresa para tener un registro y una trazabilidad en cada máquina y equipo. La orden de servicio se muestra a continuación en la figura 15.

Figura No 15 Orden de servicio

Equipo		Tipo	Información Técnica:		Actividad:	
<input type="checkbox"/> Evaporador			Marca: _____		<input type="checkbox"/> Mantenimiento	
<input type="checkbox"/> Condensador			Modelo: _____		<input type="checkbox"/> Reparación	
<input type="checkbox"/> Manejadora			Serie: _____		<input type="checkbox"/> Revisión / Inspección	
<input type="checkbox"/> Chiller			Unidad N°: _____		<input type="checkbox"/> Instalación	
<input type="checkbox"/> Paquete					Equipo en Garantía <input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No	
<input type="checkbox"/> Ventana						
<b>Actividades de Mantenimiento:</b> <input type="checkbox"/> Chequeo de cables y terminales <input type="checkbox"/> Chequeo de contactos <input type="checkbox"/> Chequeo de protección de presión de alta <input type="checkbox"/> Chequeo de protección de presión de baja <input type="checkbox"/> Chequeo de protección de antirreciclante <input type="checkbox"/> Apriete de conexiones <input type="checkbox"/> Revisión de fajas <input type="checkbox"/> Limpieza externa de la unidad <input type="checkbox"/> Limpieza de serpentín <input type="checkbox"/> Limpieza drenaje <input type="checkbox"/> Limpieza bandeja <input type="checkbox"/> Filtro: _____				<b>Falla Reportada:</b> <input type="checkbox"/> Deficiencia del circuito eléctrico Otra (s) _____ _____ _____ _____		
<b>DATOS DE PLACA Y CONSUMO</b>						
COMPONENTES	PLACA		CONSUMO		Entrada:	Salida:
Evaporador	Vots.		Vots.		Retorno:	Suministro:
	Amp.		Amp.			
Condensador	Vots.		Vots.		Presión Refrig.	Succión:
	Amp.		Amp.			Descarga:
Motor Condensador	Vots.		Vots.		Temperatura en:	Retorno:
	Amp.		Amp.			Suministro:
Motor Evaporador	Vots.		Vots.		Difusores:	
	Amp.		Amp.		Rejillas:	
<b>OTROS DATOS:</b>						
<b>Técnico</b> Nombre: _____ Firma: _____			<b>Recibido conforme:</b> Nombre: _____ Firma: _____		Hora de entrada: _____ Hora de salida: _____	

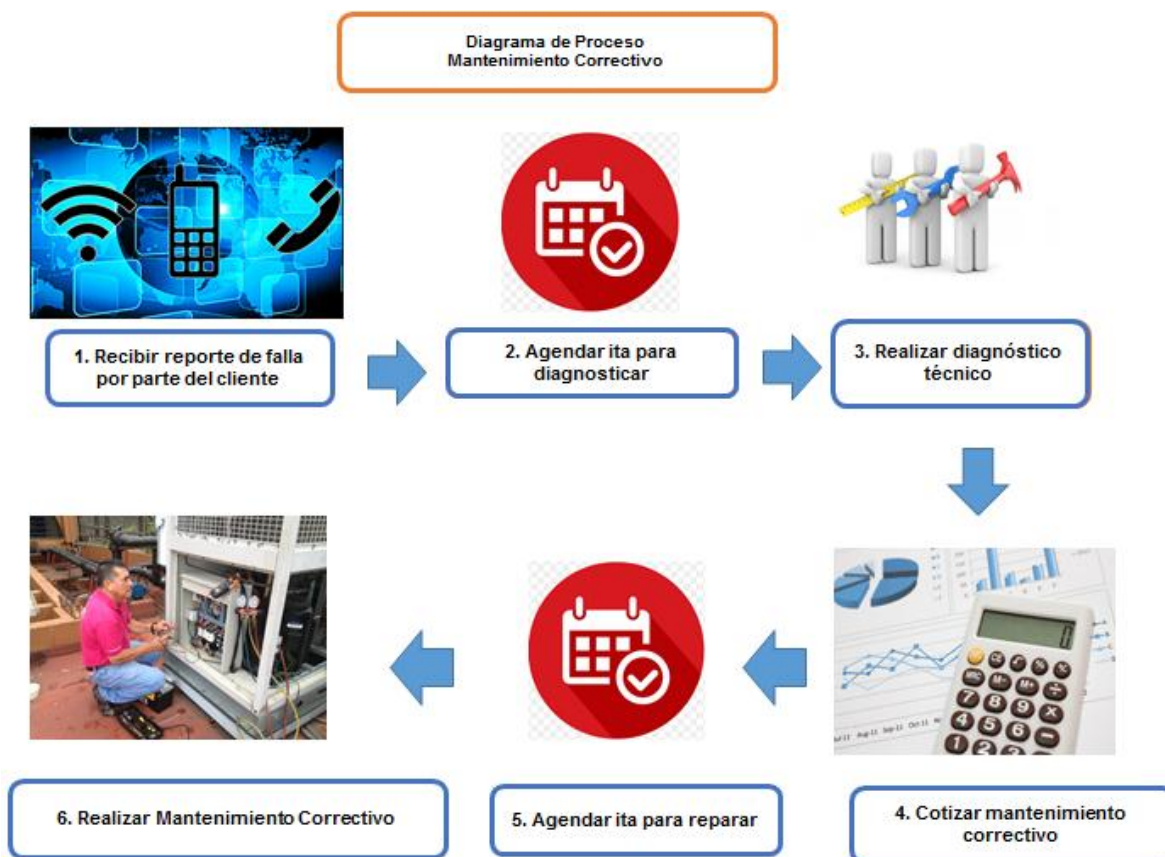
Nota: Adrián Benito 2019

El orden en que se realicen las actividades no afectan el resultado final del mantenimiento, la única especificación que se debe cumplir durante el proceso es lavar el serpentín de la evaporadora (componente del sistema de enfriamiento compuesto por tubos y codos de 190 grados por los cuales pasa el gas refrigerante y enfría el aire) antes que la bandeja de drenaje de la misma. Lo anterior se debe a que el serpentín se encuentra arriba de la bandeja de drenaje, por ende si se lava primero la bandeja y luego el serpentín, la suciedad del último caería sobre la bandeja limpia, y de esta manera existiría un procedimiento repetido. A continuación se describe el proceso para realizar un mantenimiento correctivo.

### Mantenimiento correctivo.

Para explicar de una manera visual y entendible este tipo de servicio que ofrece la empresa se realiza un diagrama de proceso que exponga los procedimientos para realizarlo. En seguida, en la figura 16 se aprecia dicho diagrama.

**Figura No 16 Diagrama de proceso**



Nota: Adrián Benito 2019

Los servicios de mantenimientos correctivos rigen a partir de fallas que presentan los equipos de aires acondicionados ajenas a una mala instalación. Por lo general este tipo de servicio surge por fallos eléctricos, mecánicos, por falta de mantenimiento preventivo o porque algunas piezas cumplen con su vida útil. Los pasos por seguir para realizar este tipo de servicio son los siguientes:

1. Recibir reporte de falla por parte del cliente. El primer paso es recibir el mensaje de falla por parte del cliente. Consiste en escuchar la falla que está teniendo el equipo del cliente. Algunas de las causas que hacen que esto suceda son: derrame de agua, el equipo no enciende, el equipo no enfría y hace ruidos extraños.
2. Agendar cita. Tanto el cliente como la empresa deben coordinar una cita para realizar una visita técnica y revisar el sistema. Dicha cita puede o no ser inmediata, todo depende de la situación logística en la que se encuentre la empresa.
3. Realizar diagnóstico técnico. En el momento de la visita, los empleados de la empresa deben revisar el sistema y detectar la causa. Para hacer dicha detección es necesario estar capacitado y tener experiencia y conocimiento en el funcionamiento de aires acondicionados.
4. Cotizar mantenimiento correctivo. Después de realizar el diagnóstico, se debe cotizar al cliente el monto total del mantenimiento, aquí se incluye el precio de las piezas por comprar de ser necesario.
5. Agendar cita para reparar. Si el cliente dispone del pago requerido y la empresa está disponible se realiza al instante, de ser lo contrario se agenda una cita y se realiza el mantenimiento.
6. Realizar mantenimiento correctivo. Este último paso consiste en restaurar el equipo de aire acondicionado.

Una vez que se conoce el funcionamiento de la empresa se recolectan datos históricos de reprocesos tomados de una muestra de los servicios que la empresa brinda por naturaleza y de ahí se partirá para analizarlos. En el siguiente apartado se establece el cálculo de la muestra.

## Calculo de la muestra

La población por estudiar será la cantidad de servicios realizados dentro de un rango de tiempo compuesto por seis meses, los cuales son según el gerente y la encargada de ventas (con base en históricos de contabilidad y base de datos), aproximadamente 270 servicios. La elección del rango se debe a la limitación de tiempo disponible para realizar la investigación (cuatro meses). A continuación se detalla el cálculo de la muestra:

**Figura No 17 Fórmula para población finita.**

$$n = \frac{N * Z_{\alpha}^2 * p * q}{e^2 * (N - 1) + Z_{\alpha}^2 * p * q}$$

**n** = Tamaño de muestra buscado

**N** = Tamaño de la Población o Universo

**Z** = Parámetro estadístico que depende el Nivel de Confianza (NC)

**e** = Erro de estimación máximo aceptado

**p** = Probabilidad de que ocurra el evento estudiado (éxito)

Nivel de confianza	Z <sub>alfa</sub>
99.7%	3
99%	2,58
98%	2,33
96%	2,05
95%	1,96
90%	1,645
80%	1,28
50%	0,674

curra el evento estudiado

Nota: Adrián Benito 2019

A continuación se realiza el cálculo de la muestra sustituyendo los valores de la fórmula.

### Muestra.

Una vez sustituidos los valores mostrados en seguida con base en fórmula de la muestra en la tabla 4, se procede a obtener el parámetro “n”:

**Tabla 4 Tamaño de la muestra.**

Parametro	Insertar Valor
N	270
Z	2,580
P	50,00%
Q	50,00%
e	10,00%

Tamaño de muestra  
"n" =  
**103,19**

Nota: Adrián Benito

En la figura anterior se muestran los parámetros utilizados donde “N” es la cantidad de servicios realizados en un rango de tiempo de seis meses. “Z” es el parámetro estadístico que depende del nivel de confianza que se requiere para el estudio el cual está asociado a una distribución normal, este parámetro lo coloca el investigador. “P y Q” son la probabilidad que ocurra y que no ocurra el evento que se está estudiando respectivamente, según la teoría estos valores dependen del éxito de investigaciones pasadas, y debido a que no existe previa alguna los valores deben ser de  $P=0.50$  y  $Q=0.50$  Y “e” es el error de estimación máximo aceptado puede ser de 0.01, 0.05, o 0.1. Este parámetro también lo coloca el investigador. Lo ideal es que este valor sea lo más pequeño posible, sin embargo entre más pequeño sea el error más grande será el tamaño de la muestra. En este caso se utiliza un valor de 0.10 debido a que la muestra no puede ser más grande de 110 observaciones por limitaciones de tiempo disponible en la investigación.

Como se muestra anteriormente el tamaño de la muestra adecuado para el estudio del problema es de 103,19, el cual se redondea a 104 servicios, los cuales después de haber sido observados se recolectarán los reprocesos observados y su debida causa. A continuación en el siguiente apartado se detalla el estudio elaborado.

## Recolección de datos.

Para recolectar los datos de la muestra se utiliza las técnicas de observación y pregunta directa. La primera técnica se realiza por medio de visitas a las cuales el investigador asistió con los técnicos a las ejecuciones de los servicios para documentar cada proceso efectuado, y la pregunta directa consistió en cuestionar al gerente la causa de los reprocesos surgidos respectivamente, la recolección de datos tardó 2 meses y 2 semanas. Posteriormente en una hoja de recolección de datos elaborada por el analista se plasma la frecuencia de los reprocesos surgidos según su causa conforme aparecieron a lo largo de la observación, dicha herramienta se muestra en el siguiente apartado.

**Tabla 5 Hoja de recolección de datos I**

Causa \ Servicio	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35			
Desnivel en el equipo.														x																x								
Instalación de drenaje inadecuada									x											x							x											
Posición inconveniente																																						
Vacío insuficiente													x																									
Falta de prueba de presión				x																																	x	
Incumplimiento de orden de servicio																																						
Mantenimiento correctivo mal ejecutado																	x																					

Nota: Adrián Benito

**Tabla 6 Hoja de recolección de datos II**

Causa \ Servicio	Servicio																																			
	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69		
Desnivel en el equipo.																																				
Instalación de drenaje inadecuada			x								x																									
Posición inconveniente																																				x
Vacío insuficiente																	x																			
Falta de prueba de presión								x																												
Incumplimiento de orden de servicio																																				x
Mantenimiento correctivo mal ejecutado		x																																		

Nota: Adrián Benito 2019

**Tabla 7 Hoja de recolección de datos III**

Causa \ Servicio	Servicio																																				
	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104		
Desnivel en el equipo.																																				x	
Instalación de drenaje inadecuada				x																						x											
Posición inconveniente													x																x								
Vacío insuficiente																																					x
Falta de prueba de presión									x																												x
Incumplimiento de orden de servicio	x																																				
Mantenimiento correctivo mal ejecutado																																					x

Nota: Adrián Benito 2019

El total de los reprocesos presentados en la muestra estudiada, se describen a continuación según su origen:

- Desnivel en el equipo (3). Este error surge al momento de colocar la evaporadora o condensadora a desnivel. Cuando la evaporadora se instala a desnivel, su funcionamiento se vuelve defectuoso el momento de drenar el agua condensada, produciendo como consecuencia derrames de agua que pueden dañar algún activo de la empresa. Y cuando la condensadora queda a desnivel, su funcionamiento es eficaz durante un rango de 8 a 18 meses, sin embargo el aceite se acumula en un lado del compresor hasta que las piezas se dañan por la mala lubricación de las piezas. En ambos casos la estética e imagen se ven afectadas. En la muestra solo se presentaron desniveles en la evaporadora.
- Instalación de drenaje inadecuada (7). En ocasiones, la evaporadora queda debajo del lugar de drenaje o con la gravedad a su desfavor, por ejemplo, si solo se puede drenar el agua por una canoa, se requiere instalar una bomba que suba el agua desde la evaporadora hasta la canoa. Estos reprocesos ocurren por una mala instalación de la bomba, o por malas pegadas en las mangueras de drenaje.
- Posición inconveniente (3). Este tipo de reprocesos sucede cuando el equipo no es capaz de enfriar la habitación debido a una colocación inconveniente o a un factor térmico negativo, por ejemplo que se coloque alineado directamente a los rayos del sol.
- Vacío insuficiente (3). Los reprocesos generados por esta causa se presentan cuando la humedad quema el embobinado del compresor de la condensadora y por ende el sistema no funciona
- Falta de prueba de presión (5). Los reprocesos generados por esta causa se generan por fugas en las tuberías por las cuales se escapa el gas refrigerante y por ende no el equipo no enfría la habitación.
- Incumplimiento de orden de servicio (2). Esta causa genera reprocesos en los mantenimientos preventivos, los cuales no se detectan de inmediato sin embargo generan a largo plazo alguna falla en el sistema.
- Mantenimiento correctivo mal ejecutado (3). Cuando un cliente reporta una falla después de haber realizado un mantenimiento correctivo es cuando se da este tipo de reprocesos.

Una vez conocidos los reprocesos se procede a calcular el impacto que éstos están generando en la productividad de la empresa. Posteriormente en el siguiente apartado se realizan los cálculos respectivos para calcular lo anteriormente mencionado.

### **Productividad mensual actual**

Para plasmar el impacto que generan los reprocesos en el índice de productividad actual de la empresa, es necesario conocer los insumos que se requieren para que esta pueda operar en un mes y la cantidad y el tipo de servicios que realizan al mes. Además, se tomará en cuenta el costo por reprocesos mensual que posee en la actualidad. De este modo en las tablas 8, 9 y 10 se muestra el cálculo de reprocesos mensuales y su respectiva causa según la muestra estudiada. Luego en la tabla 11 el costo por cada reproceso, y seguidamente los índices de las productividades parciales y total por mes en la actualidad en las tablas 12, 13, 14, 15 y 16. Para comenzar es necesario conocer cuántos reprocesos se producen por mes, el cálculo para lo anterior es el siguiente:

**Tabla 8 Reprocesos por mes**

<b>Reprocesos por mes</b>	
<b>Total de servicios estudiados</b>	<b>104</b>
<b>Total de reprocesos presentados</b>	<b>26</b>
<b>Porcentaje de reprocesos con relación al total de servicios estudiados</b>	<b>25%</b>
<b>SERVICIOS POR MES</b>	<b>45</b>
<b>Reprocesos mensuales(servicios por mes*procentaje de reprocesos con relación al servicio)</b>	<b>11</b>

Nota: Adrián Benito 2019

En la tabla anterior se calcula la cantidad de los reprocesos que se presentan al mes. Para realizar el cálculo primeramente se toma el porcentaje del total de reprocesos presentados (25%) con respecto al total de servicios de la muestra estudiada (104 servicios), el cual se calcula dividiendo los 26 reprocesos presentados por el total de servicios estudiados ( $26/104 = 0.25 = 25\%$ ). Luego se multiplica el porcentaje de reprocesos con el total de servicios que la empresa realiza al mes (45), ( $45 \times 0.25 = 11$ ) esto quiere decir que por cada 45 servicios que se realicen 11 serán reprocesos, por ende se puede afirmar que la empresa está teniendo 11 reprocesos por mes aproximadamente. A continuación se procede a estudiar la frecuencia en que aparecen los reprocesos según su causa:

**Tabla 9 Porcentaje de cada causa**

Porcentaje de causas		%	
Instalación	Desnivel en el equipo.	3	0,115
	Instalación de drenaje	7	0,269
	Posición inconveniente	3	0,115
	Vacío insuficiente	3	0,115
	Prueba de presión insuficiente	5	0,192
Preventivo	Incumplimiento de orden de servicio	2	0,077
Correctivo	Mantenimiento correctivo mal ejecutado	3	0,115
<b>Total</b>		<b>26</b>	<b>1,00</b>

Nota: Adrián Benito

Para calcular la productividad se debe calcular el costo por reprocesos, y debido a que existen 7 causas por reprocesos y cada una genera un costo de diferente valor, es necesario investigar la frecuencia en la que aparece cada reproceso según su causa al mes. La tabla anterior tiene como objetivo conocer el porcentaje de frecuencia de cada causa en el total de los reprocesos estudiados en la muestra, para luego sacar la frecuencia en que aparece cada causa mensualmente. Dicho cálculo se muestra en la siguiente tabla:

**Tabla 10 Frecuencia mensual**

<b>Causa</b>	<b>%</b>	<b>Cálculo de frecuencia mensual(reprocesos mensuales * porcentaje de cada causa)</b>
<b>Desnivel en el equipo.</b>	<b>0,115</b>	<b>1,27</b>
<b>Instalación de drenaje inadecuada</b>	<b>0,269</b>	<b>2,96</b>
<b>Posición inconveniente</b>	<b>0,115</b>	<b>1,27</b>
<b>Vacío insuficiente</b>	<b>0,115</b>	<b>1,27</b>
<b>Prueba de presión insuficiente</b>	<b>0,192</b>	<b>2,12</b>
<b>Incumplimiento de orden de servicio</b>	<b>0,077</b>	<b>0,85</b>
<b>Mantenimiento correctivo mal ejecutado</b>	<b>0,115</b>	<b>1,27</b>
<b>Total</b>	<b>1,00</b>	<b>11</b>

Nota: Adrián Benito 2019

En la tabla anterior se muestra el cálculo de la frecuencia en que cada causa aparece por mes. Para obtenerlo, se multiplica el total de los 11 reprocesos al mes (véase la tabla No 8) por el porcentaje de cada causa con respecto al total de reprocesos estudiados en la muestra calculados en la Tabla No 9. Una vez que se ha calculado lo anterior, lo siguiente que se desarrolla para calcular la productividad es el costo por reprocesos mensual según su causa:

**Tabla 11 Costo por reprocesos**

Causa	Mano de obra	Insumos	Costo Total	Frecuencia mensual	Costo por Reprocesos mensual	Total por servicio
Desnivel en el equipo.	\$ 75,00	\$ 5,00	\$ 80,00	1	\$ 80,00	\$ 1.108,68
Instalación de drenaje inadecuada	\$ 75,00	\$ 6,68	\$ 81,68	3	\$ 245,04	
Posición inconveniente	\$ 75,00	\$ 66,82	\$ 141,82	1	\$ 141,82	
Vacío insuficiente	\$ 75,00	\$ 350,00	\$ 425,00	1	\$ 425,00	
Prueba de presión insuficiente	\$ 75,00	\$ 33,41	\$ 108,41	2	\$ 216,82	
Incumplimiento de orden de servicio	\$ 75,00	\$ 5,00	\$ 80,00	1	\$ 80,00	\$ 80,00
Mantenimiento correctivo mal ejecutado	\$ 75,00	\$ 5,00	\$ 80,00	2	\$ 160,00	\$ 160,00
<b>Total</b>	<b>\$ 525,00</b>	<b>\$ 471,91</b>	<b>\$ 996,91</b>	<b>11</b>	<b>\$ 1.348,68</b>	<b>\$ 1.348,68</b>

Nota: Adrián Benito 2019

En la tabla anterior se puede observar el costo por cada reproceso según su causa en dólares según el BCCR del día 26/04/2019, cuyo valor fue de ₡598.59 colones. En la tabla se toma en cuenta la mano de obra y los insumos o recursos que se necesiten para realizarlos. También se puede apreciar el costo por reprocesos total mensual que es un producto de multiplicar el costo total del reproceso según su causa con la frecuencia mensual redondeada. Es importante destacar que las causas que se muestran de color rosado son las que se presentan en los servicios de instalación, la azul se presenta en los servicios de mantenimiento preventivos y en la verde se presenta en los mantenimientos correctivos. Seguidamente, en la tabla 12 se refleja el costo por reprocesos mensuales según el servicio brindado, y los insumos mensuales de la empresa, con el fin de obtener datos que son fundamentales para calcular la productividad.

**Tabla 12 Entradas**

Servicios de la empresa	Cantidad Servicios mensuales	Insumos mensuales	Costo por Reprocesos
Instalación (30%)	13	\$ 451,20	\$ 1.108,68
Mto. Preventivo(30%)	14	\$ 451,20	\$ 80,00
Mto. Correctivo(40%)	18	\$ 601,60	\$ 160,00
<b>Total</b>	<b>45</b>	<b>\$ 1.504,00</b>	<b>\$ 1.348,68</b>

Nota: Adrián Benito 2019

El objetivo de la tabla anterior es exponer de una manera global cuántos servicios de cada tipo realiza la empresa al mes así como sus respectivos insumos tomando en cuenta mano de obra, combustible y algunos recursos. Según los datos históricos de ventas, de los 45 servicios que la empresa brinda al mes, el 30% corresponden a servicios de instalación, 30% corresponden a mantenimientos preventivos y 40% a mantenimientos correctivos. Es decir, redondeadamente, la empresa realiza 13 instalaciones, 14 mantenimientos preventivos y 18 mantenimientos correctivos al mes. Una vez conocidos los costos por reprocesos, entradas y salidas, se procede a calcular la productividad de cada servicio y la productividad total, ambas mensuales en las tablas 13, 14, 15 y 16 respectivamente.

**Tabla 13 Productividad mensual parcial instalación**

<b>Productividad mensual parcial Instalación</b>	
<b>Entradas</b>	<b>\$ 451,20</b>
<b>Costo por reprocesos</b>	<b>\$ 1.108,68</b>
<b>Entradas + Costo por reprocesos</b>	<b>\$ 1.559,88</b>
<b>Salidas</b>	<b>13</b>
<b>Productividad</b>	<b>0,008</b>

Nota: Adrián Benito 2019

El método para calcular el índice de productividad consiste en dividir las salidas (servicios) entre las entradas (insumos) sin embargo a esas entradas es necesario sumarle el costo por los reprocesos. En la tabla 13 se muestra que la productividad mensual parcial de los servicios de instalación de Grupo Becar S.A es de 0.008 servicios de instalación por dólar invertido, la cual se calcula dividiendo las salidas “13” las cuales son los servicios que la empresa brinda al mes, dividido entre el total de la suma de las entradas “\$.451.20” más los costos por reproceso “\$.1108.68”, es decir “\$.1559.98”. La fórmula para obtenerlo es:  $13/1559.88 = 0.008$ .

**Tabla 14 Productividad mensual parcial Mantenimiento Preventivo**

<b>Productividad mensual parcial Mto Preventivo</b>	
<b>Entradas</b>	<b>\$ 451,20</b>
<b>Reprocesos</b>	<b>\$ 80,00</b>
<b>Entradas + Costo por reprocesos</b>	<b>\$ 531,20</b>
<b>Salidas</b>	<b>14</b>
<b>Productividad</b>	<b>0,026</b>

Nota: Adrián Benito

En la tabla anterior se muestra que el índice de productividad mensual parcial de los servicios de mantenimiento correctivo de Grupo Becar S.A es de 0.026 servicios de mantenimiento preventivo por dólar invertido, la cual se calcula dividiendo las salidas “14” las cuales son los servicios de este tipo que grupo Becar brinda al mes, dividido entre el total de la suma de las entradas “\$.451.20” más los costos por reproceso “\$.80”, es decir “\$.531.20”. La fórmula para obtenerlo es:  $14/531.20 = 0.026$ .

**Tabla 15 Productividad mensual parcial Mantenimiento Correctivo**

<b>Productividad mensual parcial Mto Correctivo</b>	
<b>Entradas</b>	<b>\$ 601,60</b>
<b>Costo por reprocesos</b>	<b>\$ 160,00</b>
<b>Entradas + Costo por reprocesos</b>	<b>\$ 761,60</b>
<b>Salidas</b>	<b>18</b>
<b>Productividad</b>	<b>0,024</b>

Nota: Adrián Benito

El índice de productividad mensual parcial de los servicios de mantenimiento correctivo es de 0.024 servicios de mantenimiento correctivo por dólar invertido, el cual es el cociente de la división de las salidas “18” las cuales son los mantenimientos correctivos que Grupo Becar realiza al mes, entre el resultado de la suma de las entradas “\$.601.60”, más los costos por reproceso “\$.160.00”. La fórmula para obtenerlo es  $18/761.60 = 0.024$ .

**Tabla 16 Productividad Total**

<b>Productividad Total Mensual</b>	
<b>Entradas</b>	<b>\$ 1.504,00</b>
<b>Costo por reprocesos</b>	<b>\$ 1.348,68</b>
<b>Entradas + Costo por reprocesos</b>	<b>\$ 2.852,68</b>
<b>Salidas</b>	<b>45</b>
<b>Productividad</b>	<b>0,016</b>

Nota: Adrián Benito 2019

Al sumar las entradas, los costos por reprocesos y las salidas de cada productividad parcial mostrada anteriormente en las tablas 13, 14, 15 y 16 se puede afirmar que el indicador de productividad total mensual de la empresa es de 0.016 servicios por colón invertido, el cual se calcula dividiendo el total de la suma de costo por reprocesos y las entradas “\$.2852.68”, entre las salidas “45” que son todos los servicios de la empresa al mes. Si la empresa no tuviera ese gran costo por reprocesos la productividad aumentaría en 0.030 servicios por dólar invertido lo cual significaría un ahorro de al menos \$1.348,68 por mes para la empresa, es decir la productividad aumentaría en un 14%. Como ya es conocido que es necesario eliminar los reprocesos, a continuación se utilizan las herramientas del diagrama de Klee y Pareto para analizar cuáles causas son las que más afectan la empresa para darle prioridad en mitigarlas en la solución.

### Diagrama de Klee y Pareto

El diagrama de Klee presentado en la tabla 17 tiene como objetivo valorar las causas para determinar cuáles son las que se deben atacar con mayor rapidez debido al impacto negativo que tienen en la empresa. Todo lo anterior se realiza tomando en cuenta los criterios de frecuencia en que aparece y en su respectivo costo.

**Tabla 17 Diagrama de Klee**

Nota Empresa	25	100	25	75	100	50	75		
Nota Grupal	25	75	25	50	100	75	75		
Areas	Desnivel en el equipo.	Instalación de drenaje inadecuada	Posición inconveniente	Vacío insuficiente	Prueba de presión insuficiente	Incumplimiento de orden de servicio	Mto correctivo mal ejecutado	Sumatoria	Peso
Desnivel en el equipo.		0,25	0,5	0,75	0	0,5	0,75	<b>2,75</b>	<b>13,10%</b>
Instalación de drenaje inadecuada	0,75		1	0,75	0,5	0,75	0,5	<b>4,25</b>	<b>20,24%</b>
Posición inconveniente	0,5	0		0,25	0,25	0,5	0,25	<b>1,75</b>	<b>8,33%</b>
Vacío insuficiente	0,25	0,25	0,75		0,25	0	0,75	<b>2,25</b>	<b>10,71%</b>
Prueba de presión insuficiente	1	0,5	0,75	0,75		1	1	<b>5</b>	<b>23,81%</b>
Incumplimiento de orden de servicio	0,5	0,25	0,5	1	0		0,5	<b>2,75</b>	<b>13,10%</b>
Mantenimiento correctivo mal ejecutado	0,25	0,5	0,75	0,25	0	0,5		<b>2,25</b>	<b>10,71%</b>
<b>TOTAL</b>	<b>3,25</b>	<b>1,75</b>	<b>4,25</b>	<b>3,75</b>	<b>1</b>	<b>3,25</b>	<b>3,75</b>	<b>21</b>	<b>100,00%</b>

Nota: Adrián Benito 2019

Posteriormente esas mismas causas a las cuales se les dio una calificación, se ordenan de mayor a menor y se detectan cuáles son las principales por atacar, bajo el razonamiento 80 vs 20, que determina que el 80% de las causas se pueden minimizar solucionando el 20% restante; esto se puede observar en la tabla 18:

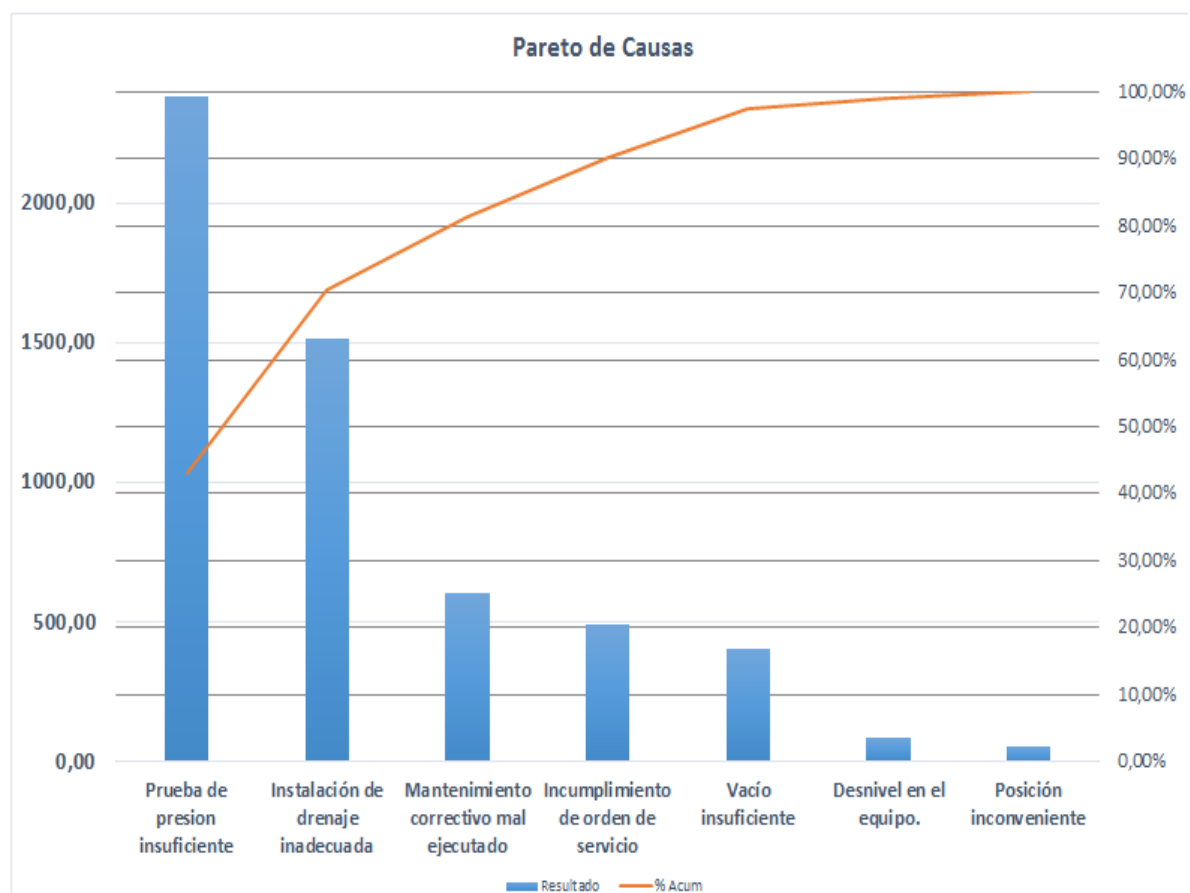
**Tabla 18 Datos ordenados de las causas**

<b>Datos Ordenados según Calculo de Datos</b>					
<b>Áreas</b>	<b>Resultado</b>	<b>% Relat</b>	<b>% Acum</b>	<b>Clasificacion</b>	
<b>Prueba de presión insuficiente</b>	2381	43,07%	43,07%	<b>A</b>	70,52%
<b>Instalación de drenaje inadecuada</b>	1518	27,46%	70,52%	<b>A</b>	
<b>Mantenimiento correctivo mal ejecutado</b>	603	10,90%	81,43%	<b>B</b>	19,78%
<b>Incumplimiento de orden de servicio</b>	491	8,88%	90,31%	<b>B</b>	
<b>Vacío insuficiente</b>	402	7,27%	97,58%	<b>C</b>	9,69%
<b>Desnivel en el equipo.</b>	82	1,48%	99,06%	<b>C</b>	
<b>Posición inconveniente</b>	52	0,94%	100,00%	<b>C</b>	
<b>Total</b>	<b>5528</b>	<b>100,00%</b>			

Nota: Adrián Benito 2019

Los datos anteriores se visualizarán en el siguiente grafico de Pareto, para observar con mayor claridad cuáles son las causas que representan el 80% de la totalidad:

Figura No 18 Gráfico de Pareto



Nota: Tabla 18

Como se puede observar, hay 2 causas que representan el 80%, y son estas las que se deben atacar con prioridad. Sin embargo es importante aclarar que las causas que tienen un puntaje más bajo también se atacarán, ya que igual representan costos para la empresa. En el siguiente apartado se expondrá una clasificación de las causas presentadas de los reprocesos con el fin de analizar y entender si estas son reparables.

### Clasificación de causas

A continuación en la tabla 19 se refleja si las causas anteriores son asignables o no asignables, es decir, si se pueden solucionar o no respectivamente.

**Tabla 19 Clasificación de las causas**

<b>Causas</b>	<b>Asignables</b>	<b>No Asignables</b>
<b>Prueba de presión insuficiente</b>	X	
<b>Instalación de drenaje inadecuada</b>	X	
<b>Mantenimiento correctivo mal ejecutado</b>	X	
<b>Incumplimiento de orden de servicio</b>	X	
<b>Vacío Insuficiente</b>	X	
<b>Desnivel en el equipo</b>	X	
<b>Posición Inconveniente</b>	X	

Nota: Adrián Benito

Como se refleja anteriormente se puede determinar que todas las causas son asignables ya que ninguna se ve afectada por un factor incontrolable por la misma empresa, por ejemplo el clima. En el siguiente apartado se aplicará una herramienta para conocer el origen de las causas de los reprocesos presentadas anteriormente.

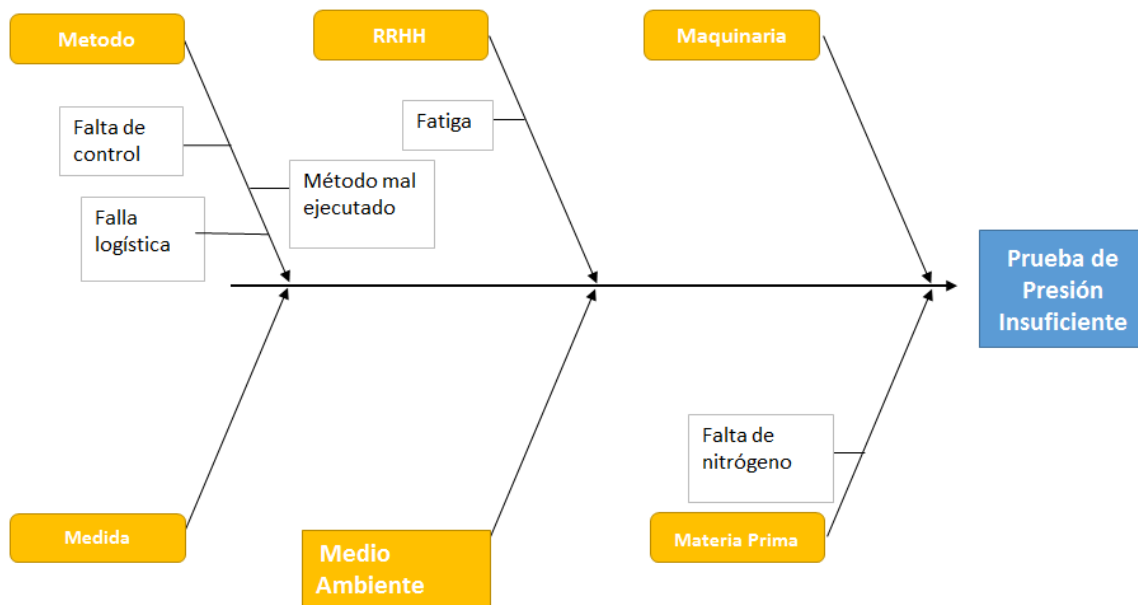
### **Análisis de las causas de los reprocesos**

En lo consiguiente se usará la herramienta del diagrama de Ishikawa para el análisis de cada causa detectada con el fin de conocer de qué forma se origina y así poseer una sólida base para la formulación de las soluciones al problema.

## Prueba de presión insuficiente

El reproceso generado por una prueba de presión insuficiente se da porque el sistema de aire acondicionado no enfría, debido a que existe una fuga en la tubería del sistema por donde previamente se escapó el gas refrigerante, a continuación en la figura 19 se muestra un diagrama de Ishikawa que plasma los orígenes de esta causa

**Figura No 19 Diagrama de Ishikawa de prueba de presión insuficiente**



Nota: Adrián Benito 2019

- **Método:**

1. Falta de control. La empresa actualmente no cuenta con un supervisor de calidad que inspeccione y controle los trabajos realizados. La persona más cercana a cumplir este puesto es el gerente general, sin embargo no en todos los casos puede estar pendiente de este labor ya que él tiene otros asuntos tanto administrativos como técnicos que atender
2. Falta logística. La prueba de presión debe de aplicarse en un rango de 2 a 10 horas, sin embargo en ocasiones los técnicos no pueden realizarla por falta de tiempo, el cual fue previamente mal planificado. Esto sucede porque la empresa no cuenta con un sistema de agenda que ayude a planificar las citas de servicio diarias y en ocasiones tienen que hacer más de un servicio al día, por ende no se tiene un control de los tiempos disponibles.

3. Método mal ejecutado: En el procedimiento de conectar las tuberías, en ocasiones los técnicos no aprietan bien las tuercas, y la fuga puede hallarse en una de las conexiones.

- **RRHH**

- Fatiga. La fatiga es un factor clave en este problema, ya que en ocasiones los técnicos están cansados y quieren terminar rápido, por ende no aplican una suficiente prueba de presión.

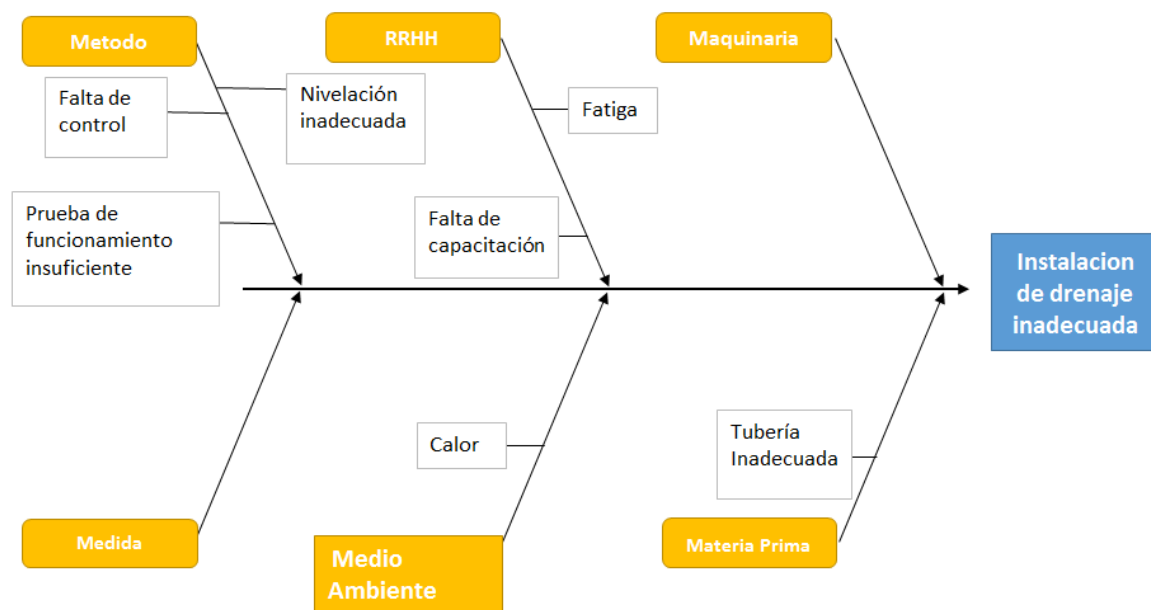
- **Materia prima:**

1. Falta de nitrógeno. Debido a las malas planificaciones logísticas, en ocasiones no se prevé con anticipación con los recursos necesarios para realizar una instalación.

### **Instalación de drenaje inadecuada**

El inconveniente con este problema consiste en que el sistema chorrea agua condensada en lugares inconvenientes que pueden dañar activos como paredes, mesas, instalaciones eléctricas y demás, a continuación se analizan las causas:

**Figura No 20 Diagrama de Ishikawa Instalación de Drenaje Inadecuada**



Nota: Adrián Benito 2019

- **Método**

1. Falta de control. La empresa no cuenta con un inspector que controle los trabajos
2. Falta de prueba de funcionamiento. Una vez instalado el sistema se debe poner en marcha 15 minutos y verificar que este enfríe adecuadamente y verificar que él drene bien el sistema. Con esta prueba se podría identificar alguna gotera o derrame de agua.
3. Nivelación inadecuada. Si la evaporadora está mal nivelada, el drenaje se empozará hasta salir por algún lugar inadecuado.

- **RRHH**

1. Falta de capacitación. Para este procedimiento se necesita que el personal tenga que conocimientos fontanería para instalar el drenaje. Además de tener conocimientos en materia hidráulica, ya que el sistema de ductos necesita un drenaje que debe tener una trampa que impida que el agua condensada drenada regrese al sistema. Aparte en todos los sistemas, dependiendo de la tubería del lugar del drenaje, se necesita instalar una bomba que suba el agua drenada por la tubería.

2. Fatiga. El cansancio que este trabajo demanda genera en los trabajadores un deseo de terminar rápido, por ende en ocasiones no realizan el trabajo con el cuidado requerido, y por esta causa se generan perforaciones mal hechas o malas uniones en las partes plásticas con PBC, que tienen como efecto salideros de agua.

- **Materia prima**

1. Tubería inadecuada: en ocasiones se usa tubería con un diámetro no apto.

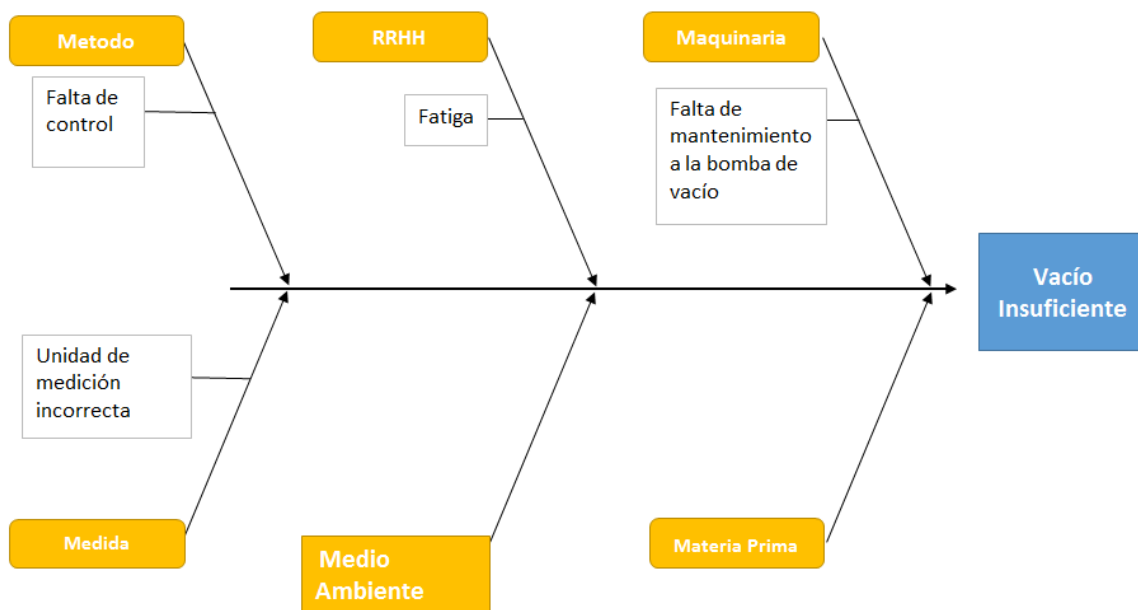
- **Medio ambiente**

1. Calor: El agua drenada es naturalmente fría, y si en el ambiente hay calor, el agua del ambiente se condensará en la parte externa de la tubería al generar un goteo de agua que puede mojar activos del cliente.

### Vacío Insuficiente

Este reproceso se da cuando el equipo no enfría, es decir, no cumple su función. La causa se da cuando no se realizó un vacío suficiente, es decir no se retiró el aire y la humedad que existe en las tuberías antes de suministrar el gas refrigerante en el sistema, a continuación se estudian los orígenes de esta causa.

**Figura No 21 Diagrama de Ishikawa de Vacío Insuficiente**



Nota: Adrián Benito 2019

- **Método**

1. Falta de control. La empresa no cuenta con un inspector que controle estos procedimientos.

- **RRHH**

1. Fatiga. Los trabajadores deben de leer los manómetros hasta que indiquen -22L, y cuando los trabajadores están fatigados desean terminar pronto y en ocasiones ignoran esta indicación y aplican el vacío con una presión inadecuada.

- **Maquinaria**

1. Falta de mantenimiento a la bomba de vacío. El vacío que se le aplica al sistema se realiza con una máquina llamada bomba de vacío, la cual se le debe cambiar el aceite periódicamente para que el motor funcione efectivamente y pueda cumplir su tarea de succionar la humedad que existe en las tuberías del sistema de aire acondicionado.

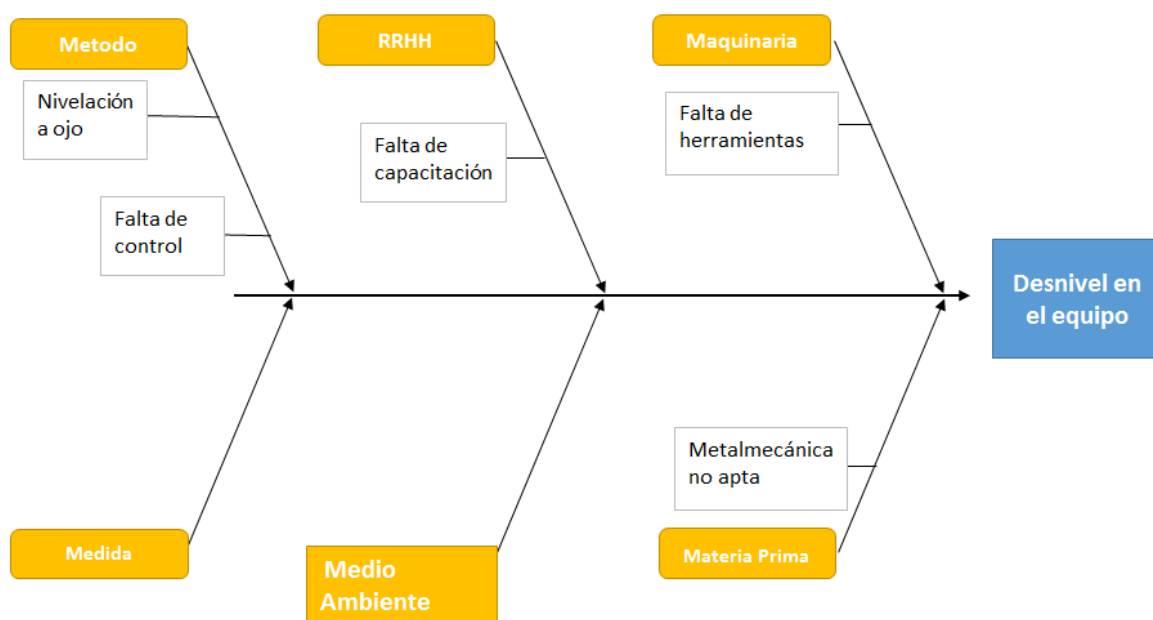
- **Medida**

1. Unidad de medición incorrecta. La unidad que usan para realizar el vacío es Libras, la cual lo que indica es la presión que se está ejerciendo, mientras que la unidad de vacío son los micrones.

### **Desnivel en el equipo**

Este reproceso se da cuando el equipo no funciona, el cliente se reporta un mal olor en el aire o se queja que el equipo se ve torcido, es decir estéticamente mal. A continuación se analizan los orígenes de esta causa:

**Figura No 22 Diagrama de Ishikawa Desnivel en el Equipo**



Nota: Adrián Benito 2019

- **Método**

1. Nivelación a ojo. Al no tener la herramienta de nivelación mencionada anteriormente, los operarios recurren a nivelar el equipo a ojo. Este método no es preciso.
2. Falta de control. La empresa no cuenta con un inspector que controle este procedimiento.

- **RRHH**

1. Falta de capacitación. Los trabajadores no le dan énfasis a este paso porque no entienden la importancia.

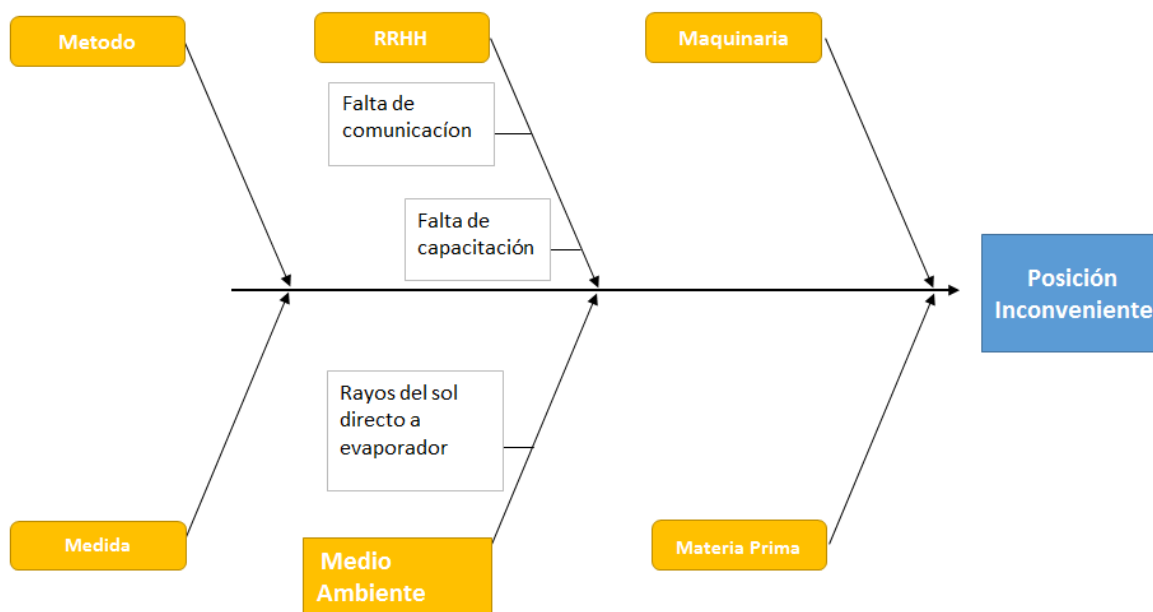
- **Maquinaria**

1. Falta de herramientas. Para realizar una nivelación adecuada se requiere de una herramienta llamada nivel de burbuja, y en ocasiones los trabajadores no la portan.
2. Metalmeccánica no apta. Si hay un angular de la estructura que no cumple el grosor para soportar el equipo, esta se padea y deja el equipo en desnivel. Generalmente esto ocurre con la condensadora, y al estar en desnivel, el aceite no logra lubricar bien su compresor y por ende se puede dañar por no estar debidamente lubricado.

### Posición inconveniente.

Este reproceso se da cuando el equipo no enfría lo suficiente o enfría demasiado. A continuación se estudia los orígenes de esta causa:

**Figura No 23 Diagrama de Ishikawa Posición Inconveniente**



Nota: Adrián Benito 2019

- **RRHH**

- Falta de comunicación. Uno de los orígenes de esta causa es la falta de comunicación con el cliente. En ocasiones no se llega a un acuerdo concreto dónde se establecerá el equipo y se coloca en un lugar donde el cliente no quería y luego hay que moverlo. O cuando el cliente no es consciente del tipo de equipo más conveniente para la habitación que quiere enfriar.

1. Falta de capacitación. El personal debe ser perspicaz en el momento de instalar una evaporadora, ya que es necesario saber si en el lugar que se colocará el equipo que se instalará, será capaz de enfriar toda la habitación o si enfriará demasiado.

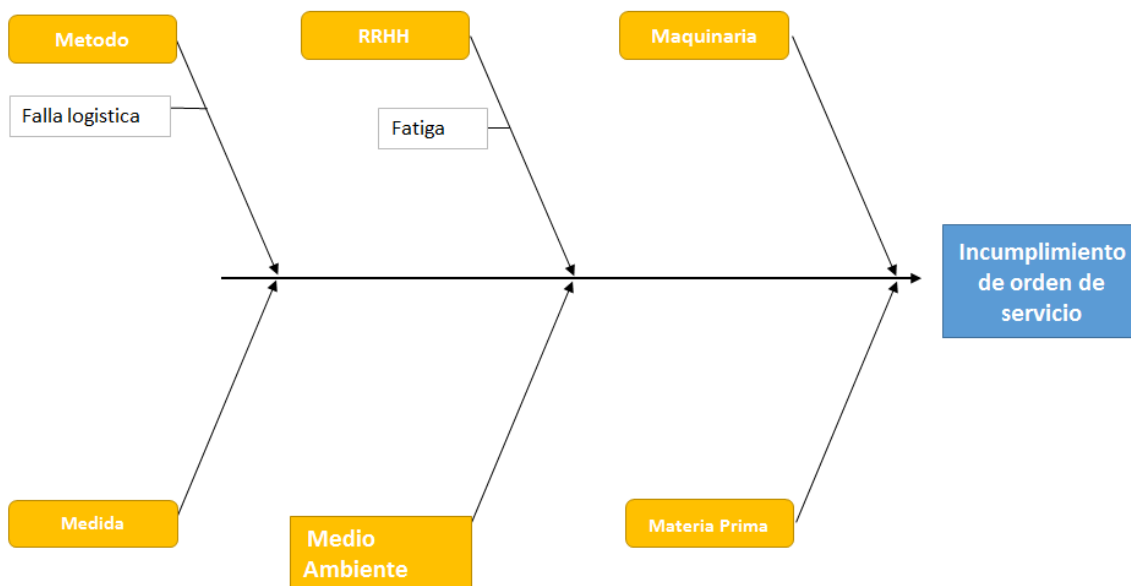
- **Medio ambiente**

1. Rayos del sol directo al evaporador. Si los rayos del sol apuntan directamente al evaporador este tendrá problemas al enfriar. Esto sucede cuando se coloca en frente de una ventana que permite los rayos directos del sol.

### Incumplimiento de hoja de servicio.

Este reproceso se da cuando el cliente reporta que cualquier parte del sistema deja de funcionar, cuando se producen derrames de agua o malos olores.

**Figura No 24 Diagrama de Ishikawa Incumplimiento de Hoja de Servicio**



- **Método**

1. Fatiga. Debido al cansancio y las ganas de acabar rápido, los operarios en ocasiones buscan la forma de saltarse lo que la orden de servicio dicta lo que tienen que hacer.

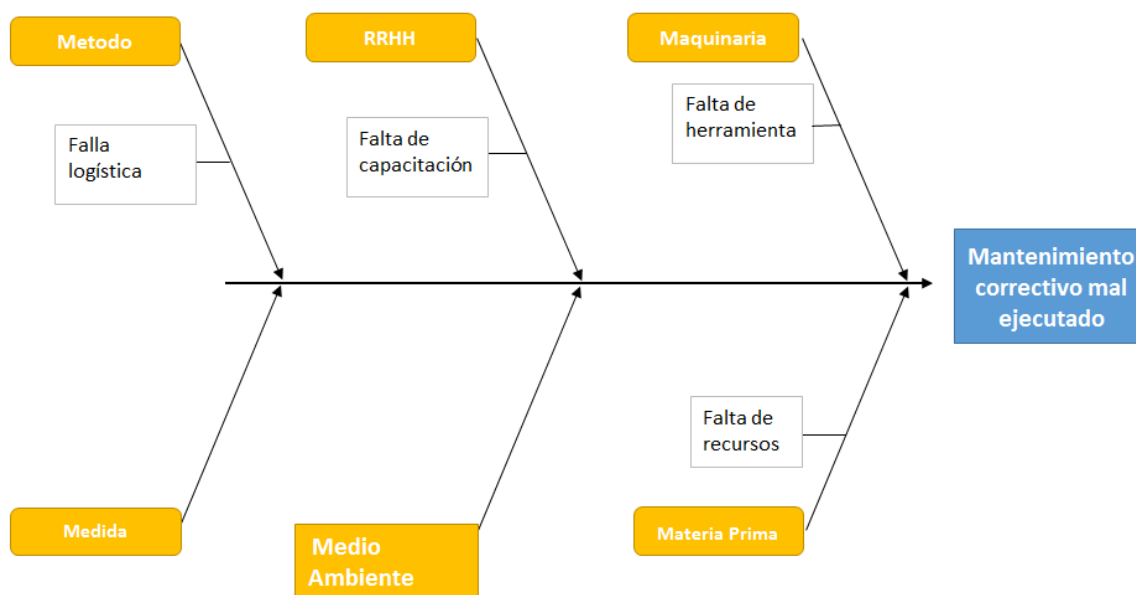
- **RRHH**

2. Falla logística. En ocasiones los técnicos no pueden realizar todo el mantenimiento por falta de tiempo, el cual fue previamente mal planificado. Esto sucede porque la empresa no cuenta con un sistema de agenda que ayude a planificar las citas de servicio diarias y en ocasiones tienen que hacer más de un servicio al día, por ende no se tiene un control de los tiempos disponibles.

### Mantenimiento correctivo mal ejecutado

Este tipo de reproceso se genera cuando después de haber realizado un mantenimiento correctivo no se soluciona el problema reportado. A continuación se estudia los orígenes de esta causa:

**Figura No 25 Diagrama de Ishikawa Mantenimiento Correctivo Mal Ejecutado**



Nota: Adrián Benito 2019

- **Método**

1. **Falla logística.** Esto sucede porque la empresa no cuenta con un sistema de agenda que ayude a planificar las citas de servicio diarias y en ocasiones tienen que hacer más de un servicio al día, por ende no se tiene un control de los tiempos disponibles ni de la herramienta y recursos necesarios que se van a utilizar.

- **RRHH**

1. **Falta de capacitación.** Los aparatos pueden fallar por diversas adversidades que se presentan, por lo general se debe a la falta de mantenimiento preventivo, al deterioro de sus partes o a una falla en sus insumos y subsistemas externos (electricidad, gas refrigerante y drenaje) por ende la persona que ejecuta un mantenimiento correctivo a los sistemas de aire acondicionado debe tener conocimientos sobre refrigeración, electricidad, fontanería y metalmecánica para diagnosticar la falla y saber cómo repararlo. Si bien los operarios son técnicos en refrigeración empíricos que han trabajado en la empresa por más de una década, no poseen conocimientos científicos que ayuden a resolver el mantenimiento correctivo de manera completa.

- **Maquinaria**

2. Falta de herramienta. En primer lugar, cuando se asiste un mantenimiento correctivo, se debe diagnosticar el problema, luego cotizar y por último corregir. Debido a que nunca se sabe cuál es la verdadera falla del problema, en ocasiones cuando se va a corregir, no se tiene a mano la herramienta adecuada, por ende se hace lo que está al alcance en el momento y luego, como en la mayor parte del tiempo, se debe hacer un reproceso.

- Falta de recursos. Al igual que en la causa de “falta de herramienta” como nunca se sabe cuál es el verdadero problema hasta que los técnicos llegan donde el cliente y diagnostican, no se puede predecir qué tipo de recursos se van a utilizar, ya sea gas refrigerante, nitrógeno para detectar fugas, tubería, o soldadura.

Una vez que se tiene claro las causas de los reprocesos y cómo estos afectan la productividad, para realizar una propuesta más estratégica basados en la situación actual de la empresa, se procede a realizar un análisis FODA

### **Análisis FODA**

Este apartado tiene como fin impulsar ideas más convenientes para la empresa que posteriormente se plasmarán en el capítulo de la propuesta, en el cual se buscará solucionar el problema. Para llegar a lo anterior primero se debe analizar las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas que la empresa presenta en la actualidad, para luego con base en ello proponer una estrategia de mejora. Para realizar el siguiente análisis se contó con la opinión del gerente general de la empresa.

Figura No 26 Análisis FODA

Análisis FODA	
<b>DEBILIDADES</b>	<b>AMENAZAS</b>
Recursos humanos desmotivados	Competencia innovadora
Poca formación del personal	Crecimiento continuo de la competencia
Desactualización	Situación económica del país
Falta de personal	
Baja productividad	
Falta de marketing	
<b>FORTALEZAS</b>	<b>OPORTUNIDADES</b>
Experiencia	Crecimiento fuerte en la industria
Gran cartera de clientes	Cambio climático
Capaz de licitar	Alta demanda
Capacidad de respuesta	Oportunidad de crecimiento en el personal de la empresa
Conocimiento de mercado	Personal capacitable
Servicios exitosos	

Nota: Adrián Benito 2019

### Fortalezas.

- Experiencia. La empresa cuenta con 23 años de experiencia, lo cual es una fortaleza porque genera en los clientes un sentimiento de confianza en su trabajo.
- Gran cartera de clientes. Al tener muchos clientes a lo largo y ancho del país se genera una popularidad que puede atraer más clientes.
- Capaz de licitar. A la empresa le es posible trabajar para el gobierno, cosa que para muchas otras organizaciones esto no es posible.
- Capacidad de respuesta. A pesar de que la empresa cuenta con poco personal es capaz de salir adelante y cumplir con los servicios.
- Conocimiento del mercado. Gracias a esto la empresa sabe dónde encontrar los precios más bajos.
- Servicios exitosos. A pesar de los constantes reprocesos, la empresa siempre logra hacer un trabajo completo que resulta agradable a los clientes.

## **Debilidades**

- Recursos humanos desmotivados. Este es un problema inminente, ya que gran parte de los reprocesos son causados por el personal.
- Poca formación del personal. Como se analizó anteriormente muchos reprocesos se deben a la falta de capacitación del personal
- Desactualización. La innovación constante afecta a la empresa ya que aún no tienen el interés de actualizarse y aprovechar los cambios para su beneficio.
- Falta de personal. A la empresa le falta personal calificado para que atienda asuntos relacionados con el control, como se pudo apreciar en el análisis de las causas, muchas surgen a consecuencia de la falta de un inspector de calidad.
- Baja productividad. Esto hace que las utilidades sean bajas y por ende el negocio no es tan rentable como debería serlo.
- Falta de Marketing. Esta debilidad está estrechamente asociada a la debilidad de desactualización. El Marketing es lo que impulsa las ventas de cualquier negocio y esta empresa posee uno que tiene grandes oportunidades de mejora.

## **Oportunidades**

- Crecimiento fuerte en la industria. Entre más empresas nacen más crece la demanda de aire acondicionado.
- Cambio climático. La demanda de aire acondicionado ha crecido debido a los fenómenos atmosféricos que presenta el planeta en la actualidad.
- Alta demanda. Desde que el ser humano se urbanizó siempre ha necesitado algún método de ventilación.
- Oportunidad de crecimiento en el personal de la empresa. La empresa puede contratar profesionales que optimicen el negocio.
- Personal capacitable. El personal de la empresa tiene la capacidad de recibir capacitaciones que mejoren su trabajo.

### **Amenazas.**

- Competencia innovadora. Las empresas de competencia que tienen otros ideales y filosofías están abiertas a innovar constantemente, lo cual es una amenaza para Grupo Becar S.A. porque los clientes pueden preferir contratar a la competencia.
- Crecimiento continuo de la competencia. Como la demanda del acondicionamiento del aire crece, surgen nuevas empresas que ofrecen una satisfacción para dicha demanda.
- Situación económica del país. Debido al aumento de precios se vive una constante lucha contra la competencia que siempre busca ofrecer un servicio más barato.

Hasta aquí concluye el diagnóstico de la empresa, lo siguiente consiste en realizar las conclusiones y recomendaciones basadas en el análisis de la información obtenida.

## **CAPÍTULO IV CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

Una vez concluido el estudio de la situación actual de la empresa el cual abarca la productividad actual, los costos por reprocesos y las causas del problema, se procede a plasmar las conclusiones del diagnóstico y sus respectivas recomendaciones.

### **Conclusiones**

- En la actualidad, el índice de reprocesos con respecto al total de los servicios efectuados es de un 25%, lo cual genera una pérdida monetaria de \$.1348.68.
- El índice de productividad total actual es de 0.016 servicios por dólar invertido, el cual sin el costo por reprocesos estaría en 0.030 servicios por dólar invertido.
- Los reprocesos se producen por el factor humano.
- La empresa no cuenta con un mapeo de procesos adecuado que funcione como guía para los técnicos.
- La empresa no cuenta con un inspector de calidad que verifique que cada procedimiento fue efectuado de manera correcta.
- Las causas que generan los reprocesos más costosos son prueba de presión insuficiente e instalación de drenaje inadecuada.

- Todas las causas que generan reprocesos son asignables, es decir tienen solución.
- La falta de control, la fatiga y la falta de capacitación en los operarios, son los orígenes más frecuentes de las causas de los reprocesos.
- No se cuenta con indicadores de productividad ni calidad, que permitan registrar los reprocesos que se presentan mensualmente para tener trazabilidad y control.
- No se cuenta con políticas de calidad y tampoco con filosofías, que establezcan un parámetro para todos los miembros de la empresa, que propicie las buenas prácticas de gestión de los procesos.

### **Recomendaciones**

Se recomienda a la empresa tomar las siguientes acciones:

- Contratar a un gestor de calidad que verifique que los procesos sean realizados de manera efectiva.
- Capacitar a los técnicos en refrigeración para que adquieran una mejor intuición en el momento de que surja un imprevisto, tengan una lógica científica en el momento de trabajar y para que realicen un trabajo más eficiente.
- Crear un mapeo de procesos estandarizado para los servicios de instalación y mantenimientos que funcione de guía para el personal.
- Crear indicadores que controlen la calidad y la productividad para tener control y trazabilidad, y mejorar constantemente.
- Establecer políticas de calidad, filosofías y valores con los cuales deben comprometerse a cumplir cada uno de los colaboradores.

## **CAPÍTULO VI PROPUESTA**

En el presente capítulo se plantea una propuesta que elimine los retrabajos de los procesos operativos de la empresa y de esta manera se aumente la productividad. Una vez identificadas las causas de los reprocesos y cómo estos afectan de manera negativa a la empresa, tal como se investigó en el diagnóstico, se inicia con el desarrollo del diseño para lograr los objetivos. Con el fin de cumplir con la meta de esta investigación, se abordarán aspectos fundamentales para la completa eliminación de los reprocesos; para esto, se lleva a cabo el análisis final y se estima lo adaptable para la empresa de acuerdo con los recursos existentes actualmente.

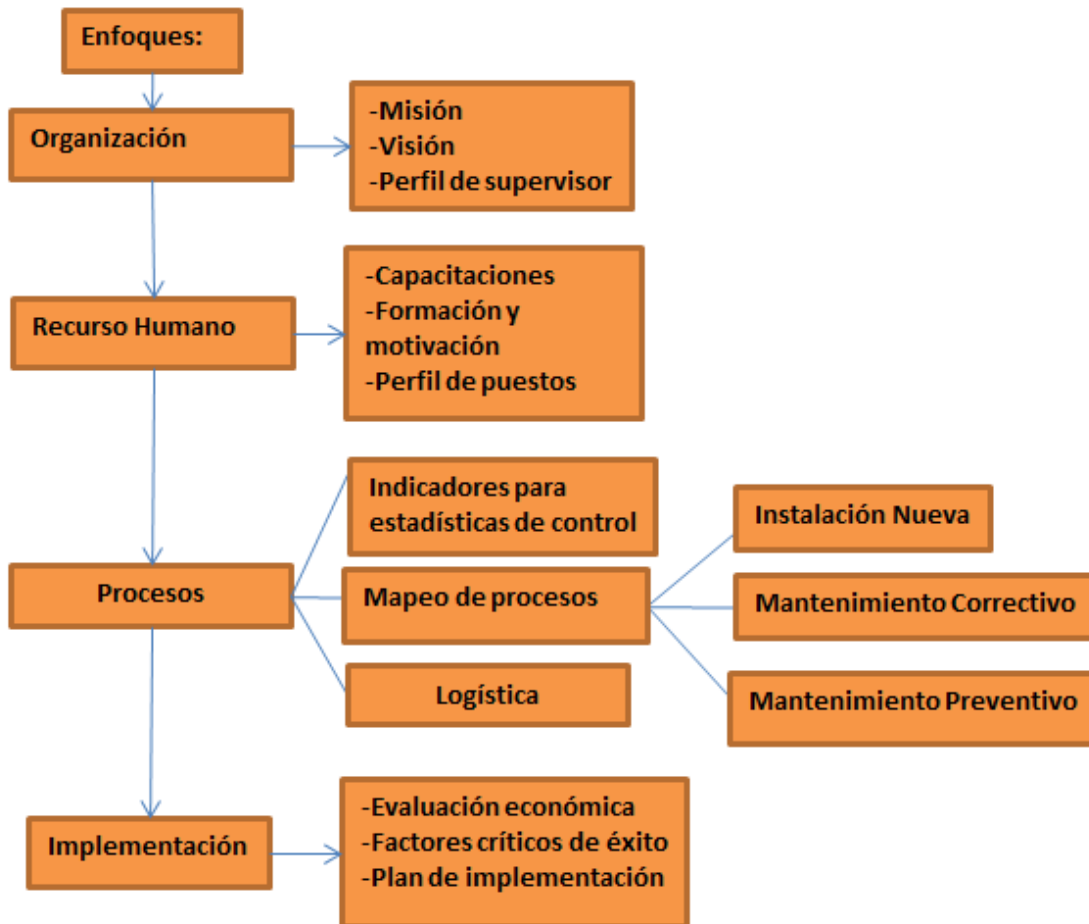
Además, se generarán propuestas para cada uno de los tres servicios que la empresa brinda, los cuales son: instalación nueva, mantenimiento preventivo y mantenimiento correctivo. Esto tomando en cuenta las necesidades para que la empresa logre ser un negocio eficiente. Más adelante se establecen los costos y beneficios que la empresa obtendría al implementar la propuesta, lo cual toma en cuenta la puesta en marcha de la solución brindada, así como los factores críticos de éxito.

### **Propuesta**

#### **Estrategia**

En lo consiguiente, en la figura número 27 se muestra la estrategia que se utilizará para lograr el objetivo de este capítulo.

**Figura No 27 Estrategia de propuesta**



Nota: Adrián Benito 2019

En la figura 27 se muestra la estrategia donde se procede a desarrollar las soluciones que necesita Grupo Becar S.A. según cada enfoque. Todos los problemas detectados en el diagnóstico que requieren de una solución. Estos se pueden clasificar en tres factores que afectan a la estabilidad de la empresa y hacen que se generen los problemas, dichos factores del sistema cuales son:

- **Recurso Humano.** En este factor se determina la motivación del personal, las capacitaciones requeridas, y la valoración que merece cada individuo. Además se establecen las responsabilidades de cada trabajador.
- **Organización.** La empresa carece de misión y visión, en este punto se propone lo anterior y se analiza los requisitos del supervisor de procesos.

- **Procesos.** Este factor abarca el centro del problema, ya que aquí es donde incurre la falta de documentación de los procesos de instalación nueva y mantenimientos como la falta de control. Para solucionarlo se crea los respectivos mapeos de procesos, el establecimiento de indicadores de control y el análisis de contratar a un supervisor de procesos.

Para culminar la propuesta, se debe realizar todos los análisis para su debida implementación, los cuales son: la evaluación económica, para determinar si aplicar el proyecto es viable; los factores críticos de éxito, es decir los puntos claves para que la mejora tenga éxito; y su cronograma de implementación. La estrategia consiste en desarrollar las soluciones pertinentes a cada enfoque. A continuación, se describen con mayor detalle cada una de las áreas enfocadas para el mejoramiento.

### **Recurso Humano**

En este apartado se establecen aspectos de la propuesta relacionados con los recursos humanos que por lo estudiado, han estado fallando.

#### **Formación y motivación.**

Parte de la propuesta consiste en que la gerencia fomente el crecimiento de los dos técnicos empíricos brindando el 50% del costo de un curso de refrigeración, el cual tiene un precio total de ₡10.000,00 colones por clase. En total, el curso está constituido por 54 clases las cuales se imparten los sábados durante todo el día. El costo del curso se describe en la tabla #20.

**Tabla 20 Costo de curso de refrigeración**

Curso de refrigeración	
Duración del curso	1 año
Costo del curso	₡540.000
Cantidad de clases	54
Técnicos	2
Total	₡1.080.000
Beca 50%	₡540.000

Nota: Adrián Benito 2019

Como se muestra en la tabla 20 el curso tarda un año, y cuesta ¢ 540.000, el costo se duplica al ser para 2 personas. Para motivar al personal, se propone que la empresa le brinde a los 2 técnicos una beca del 50% en el curso, ya que el hecho de que una persona tenga la oportunidad de crecer profesionalmente y tener una oportunidad futura de ascenso e incremento de salario, no sólo motivará al personal, sino que la empresa se verá beneficiada al tener dos técnicos profesionales.

Debido a que gran parte de las causas de los reprocesos se debe a que el personal está poco motivado y frecuente tener fatiga, se propone que la gerencia brinde estímulos a los técnicos con el fin de crear un ambiente que no sea hostil para ayudar en el buen desempeño de los trabajadores, ya que cualquier persona actuará mejor si no se siente intimidada. Para ello se debe sonreír, saludar y demostrar un interés por la vida de los colaboradores como por ejemplo una felicitación por su cumpleaños, ya que estas son acciones que evitan el ambiente tenso sin sobrepasar los límites de relaciones laborales.

También, la felicitación del gerente hacia los subordinados cuando un servicio se ejecutó bien es un detonante en la capacidad del mismo, en otras palabras hacer que este se sienta importante para la empresa. Cuando un técnico se equivoque el gerente debe utilizar frases positivas con los empleados que los incentiven a hacer las cosas mejor en el futuro, lo ideal sería que todos los empleados tengan objetivos en común junto con la empresa. Todo esto son simple actuaciones que el gerente deberá poner en práctica para evitar la fatiga y la poca motivación, ya que los que operan son seres humanos que tienen sentimientos, y si piensan que todo lo están haciendo mal y no tienen oportunidad de crecer, harán el trabajo de manera automática y con poca voluntad.

### **Valores.**

Para que esta propuesta funcione bien es necesario establecer valores que se mencionan en este apartado, los cuales los colaboradores deberán adaptarlos en sus hábitos diarios, estos se muestran a continuación.

- Humildad. Aceptar los errores, solicitar ayuda cuando se dificulta alcanzar un objetivo.
- Respeto. El ambiente de trabajo debe poseer una atmósfera positiva para que se logren los objetivos a pesar de las normales diferencias que existen entre los seres humanos.

- Trabajo en equipo. El trabajo en conjunto es esencial para el logro de objetivos, ya que la unión hace la fuerza
- Responsabilidad. Cada colaborador debe ser consciente de cumplir sus funciones.
- Puntualidad. Presentarse los días de trabajo a la hora indicada para desempeñar el trabajo a tiempo y cumplir con los objetivos.
- Honestidad. Realizar un trabajo honesto y aceptar los errores para evitar dificultades a la empresa para mejorar.
- Lealtad. Ser fiel a la empresa y a la visión que esta posee.
- Perseverancia. Cada trabajador debe de tener la mentalidad de realizar bien el trabajo sin importar si es recompensado o no.
- Adaptabilidad. Ser flexible para adaptarse a los cambios.

## **Organización**

En el enfoque de la organización se abarcan factores que son clave para el logro de objetivos del negocio. La empresa Grupo Becar S.A. nunca ha contado con ningún horizonte establecido por seguir, por ende siempre ha perdurado sin estrategia alguna. Si bien el buen resultado ha sido 23 años de función, toda organización presenta dificultades (evadibles) al momento de cumplir objetivos y motivar al personal, en este apartado se propone establecer una misión, una visión y el perfil del puesto del nuevo supervisor de procesos.

### **Misión.**

Brindar un servicio efectivo y de alta calidad.

### **Visión.**

Ser la empresa que brinda el servicio de mayor calidad en el mercado de aires acondicionados de Costa Rica.

**Perfil del supervisor.**

La empresa actualmente cuenta con tres técnicos y solo uno es un profesional graduado en refrigeración, quien es también el gerente. Debido a que el gerente en ocasiones debe atender asuntos administrativos, no siempre puede acompañar a los dos técnicos a trabajar, esto causa la falta de supervisión en el momento de brindar un servicio. Se propone contratar a un técnico profesional titulado en refrigeración para que se creen dos equipos de trabajo, cada uno conformado por un supervisor profesional y un técnico que se encarguen de cubrir procesos operativos (instalación y mantenimientos) al mismo tiempo. Ambos equipos trabajarán simultáneamente, cubriendo así dos servicios por día. Aparte de crear supervisión del trabajo, se aumentará también la capacidad de respuesta. El puesto requiere de un profesional titulado en refrigeración, con al menos un año trabajando con aires acondicionados.

***Requisitos.***

- Capacidad de trabajo bajo presión.
- Responsabilidad.
- Deseos de superación.
- Buen nivel de comunicación.
- Puntualidad.
- Ética.
- Capacidad de organización y manejo de personal.
- Trabajo en equipo..
- Honesto, paciente, humilde, proactivo y leal.
- Enfocado a la satisfacción de las necesidades del cliente.

***Principales responsabilidades.***

- Supervisar a los técnicos en el momento de realizar instalaciones y mantenimientos siguiendo la matriz de los mapas de cada proceso.
- Participar en los procesos sirviendo de apoyo profesional a los técnicos.
- Documentar en la leyenda de la orden de servicio (véase la página 134) si en un servicio fue necesario modificar el seguimiento de los procesos estandarizados.

- Verificar el cumplimiento del proceso estandarizado firmando la orden de servicio si este se realizó de la manera establecida.
- Hacer llegar al gerente las hojas de servicio órdenes de servicio al gerente.

En caso hipotético de que exista un reproceso ajeno a alguna falla en el trabajo de un supervisor, se tendrá mayor información acerca de su causa y su responsable. Esto servirá de herramienta de control para la mejora continua que buscaría la empresa para lograr su visión.

## **Procesos**

Primordialmente, se genera un mapeo de procesos para cada uno de los tres servicios que brinda la empresa (instalación nueva, mantenimiento correctivo y preventivo) según el tipo de equipo en el que se vaya a trabajar (véase la página 19 productos que ofrecen). En seguida se comienza con la propuesta para una instalación nueva.

### **Instalación nueva.**

En este apartado se muestran los mapeos de procesos con las mejoras incluidas de sus respectivos equipos que los operarios deberían seguir y los supervisores controlar. Debido a que cada equipo cuenta con características distintas, no se puede generalizar todo el proceso de instalación nueva en un solo flujograma, por ende en seguida se muestra detalladamente el proceso de instalación de cada equipo. Las mejoras establecidas se basan en el fundamento de una consulta a los conocimientos de un profesional en la materia, estos diagramas de flujo serán realizados por un equipo de trabajo (técnico y supervisor profesional).

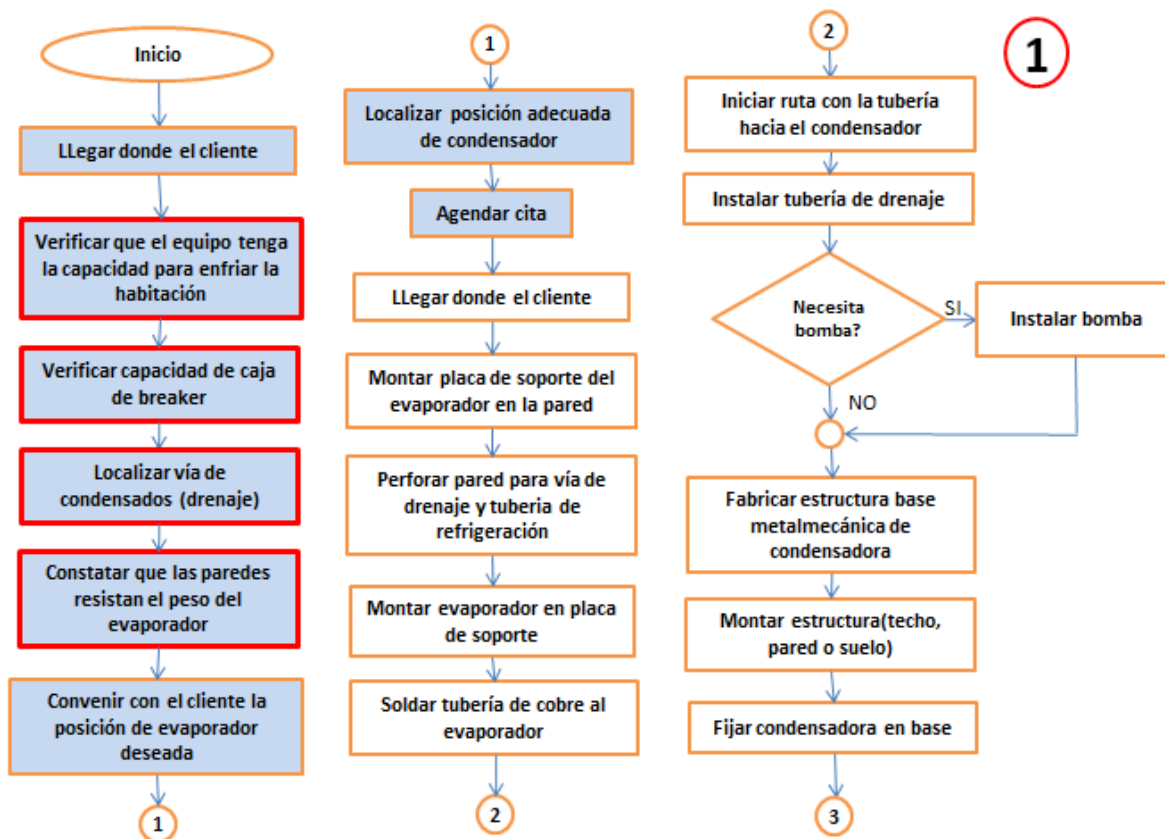
Cada procedimiento de los flujogramas que tenga el fondo con tonalidad celeste significará que ese paso lo debe realizar únicamente el profesional supervisor, los de fondo blanco se deben realizar por ambos, los que tengan el borde de color rojo, son los procedimientos nuevos. Las mejoras que se muestran son las encargadas de eliminar los reprocesos causados por: prueba de presión insuficiente, instalación de drenaje inadecuada, vacío insuficiente, desnivel en el equipo y posición inconveniente.

Además, al final de cada instalación el supervisor deberá llenar dicha orden y al final firmarla dando fe que todo el proceso se cumplió como lo dicta el flujograma, y si fue necesario en alguna instalación modificar el proceso por asuntos técnicos, el supervisor deberá documentar dichas modificaciones en la orden de servicio (véase la figura 38). El cliente también deberá firmar la orden en la sección “recibido conforme” para constatar que el equipo quedó funcionando.

### *Instalación de equipo Mini Split.*

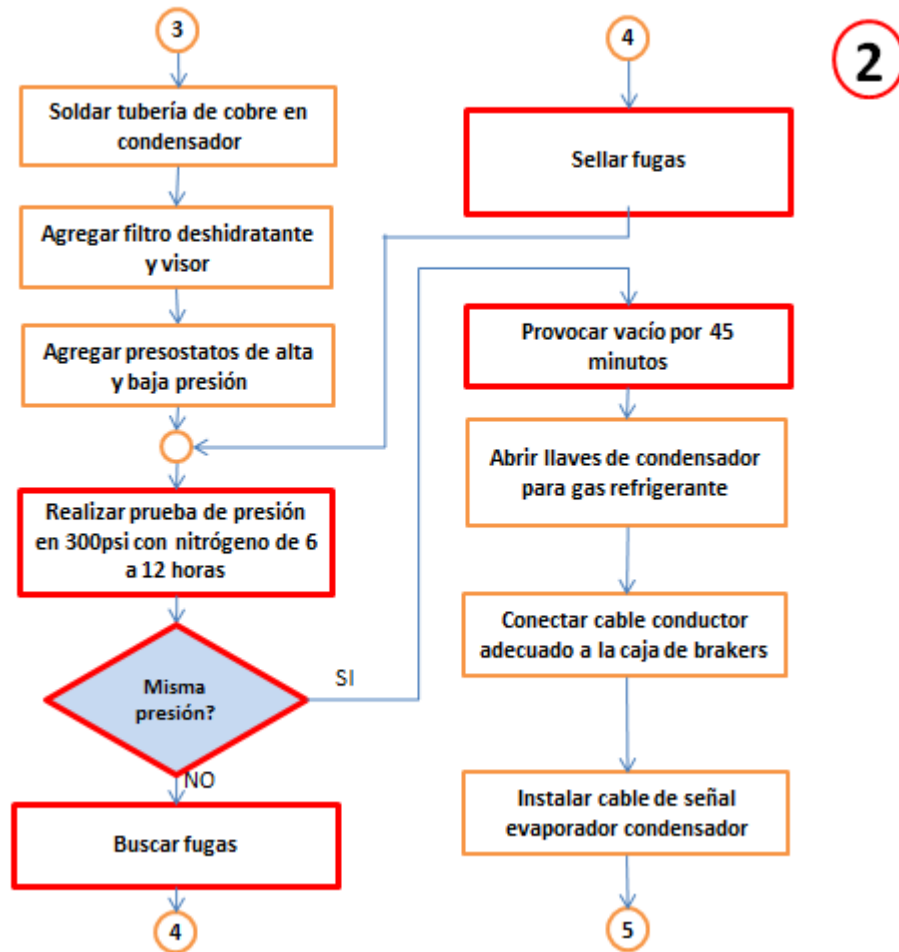
**Figura No 28 Flujograma propuesto instalación nueva Mini-Split pág. 1**

#### **Diagrama de flujo propuesto instalación nueva Mini-Split**



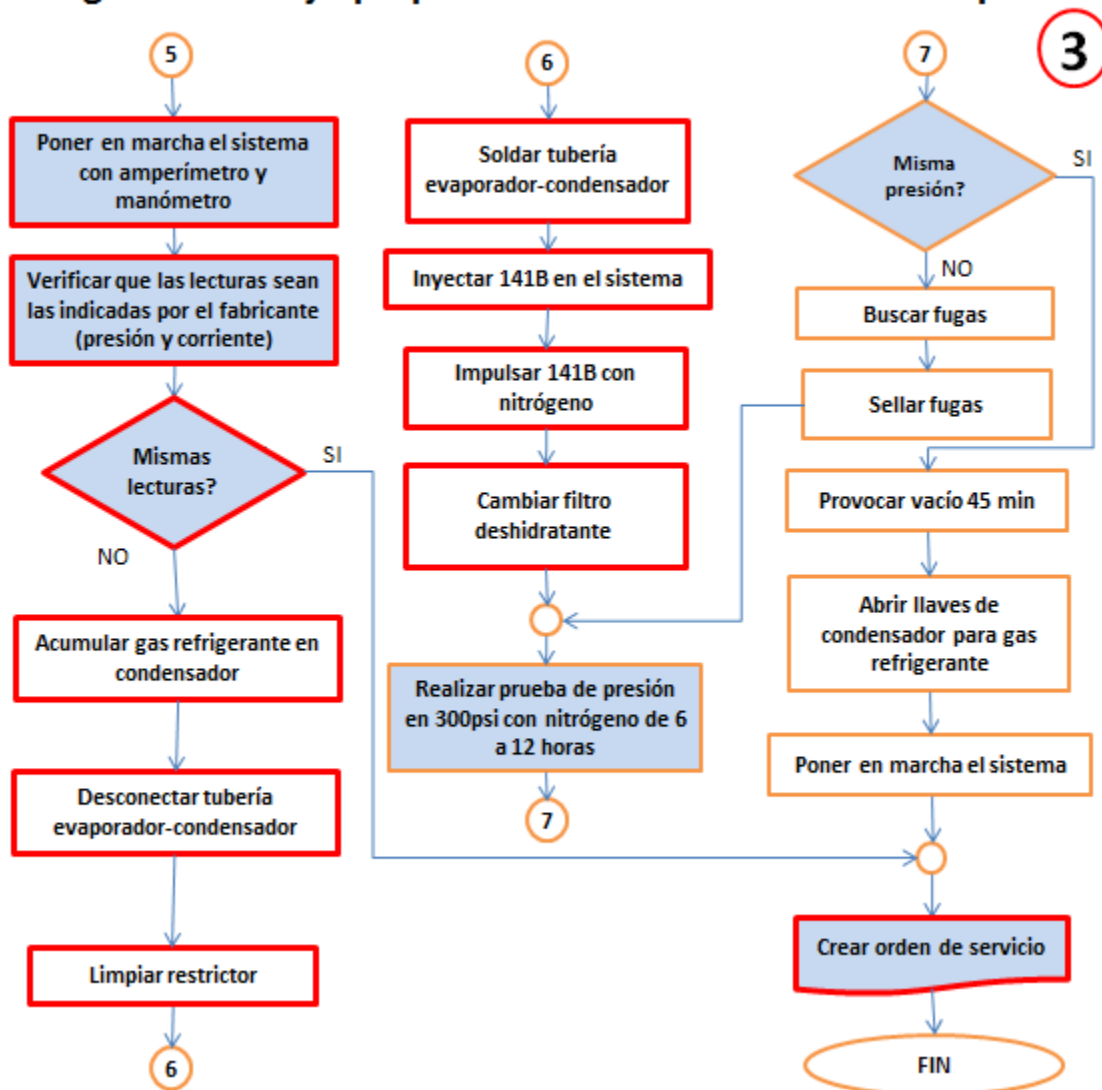
Nota: Adrián Benito 2019

**Figura No 29** Flujograma propuesto instalación nueva Mini-Split pág. 2  
**Diagrama de flujo** propuesto instalación nueva Mini-Split



Nota: Adrián Benito 2019

Figura No 30 Flujograma propuesto instalación nueva Mini-Split pág. 3  
**Diagrama de flujo propuesto instalación nueva Mini-Split**



Nota: Adrián Benito 2019

- **Llegar donde el cliente.** Para iniciar el proceso primero se debe realizar una visita técnica al lugar donde se pretende instalar el aire acondicionado para conocer la estructura del lugar, en este paso se inicia la visita técnica. El objetivo de este procedimiento es ubicar al cliente y que el técnico profesional realice los siguientes pasos.

- **Verificar que el equipo tenga la capacidad para enfriar la habitación.** El técnico profesional, debe de analizar el espacio que se desea enfriar y basado en sus conocimientos profesionales establece el equipo que se va a instalar según su capacidad de enfriar. El profesional debe realizar una medición y encontrar el valor del factor térmico de la habitación para así agregarlo a la potencia requerida del equipo. Los factores térmicos negativos que influyen en la capacidad necesaria del sistema son: temperatura promedio del lugar, personas, equipos internos que generan calor, ventanas a las que el sol radia directamente y las veces que se abren las puertas de la habitación.
- **Verificar capacidad de caja de breaker.** Se analiza si la corriente que necesita el sistema se puede tomar de la caja de breaker. Es decir, que la caja tenga espacio y que el consumo no se baje cuando se encienda el sistema.
- **Localizar vía de condensados (drenaje).** Localizar el lugar en donde se va a drenar el agua condensada una vez que esté funcionando, es preferible que el agua condensada sea impulsada al lugar de drenaje por gravedad, ya que de lo contrario hay que instalar una bomba de condensados.
- **Constatar que las paredes resistan el peso del evaporador.** El profesional debe analizar si las paredes resisten el peso del evaporador.
- **Convenir con el cliente la posición de evaporador deseada.** Acordar la posición del evaporador con el cliente.
- **Localizar posición adecuada de condensador.** Se debe encontrar la ubicación en donde se instalará el condensador, asegurándose que el lugar sea resistente y no produzca vibraciones ni ruidos extraños que produzcan una futura queja por parte del cliente. Esta ubicación puede ser en paredes, techos o suelo.
- **Agendar cita.** Una vez realizada la visita técnica se acuerda una cita para instalar el equipo.
- **Llegar donde el cliente.** Cuando llega la fecha de la cita, los técnicos deben llegar con el equipo y la herramienta necesaria para realizar la instalación.

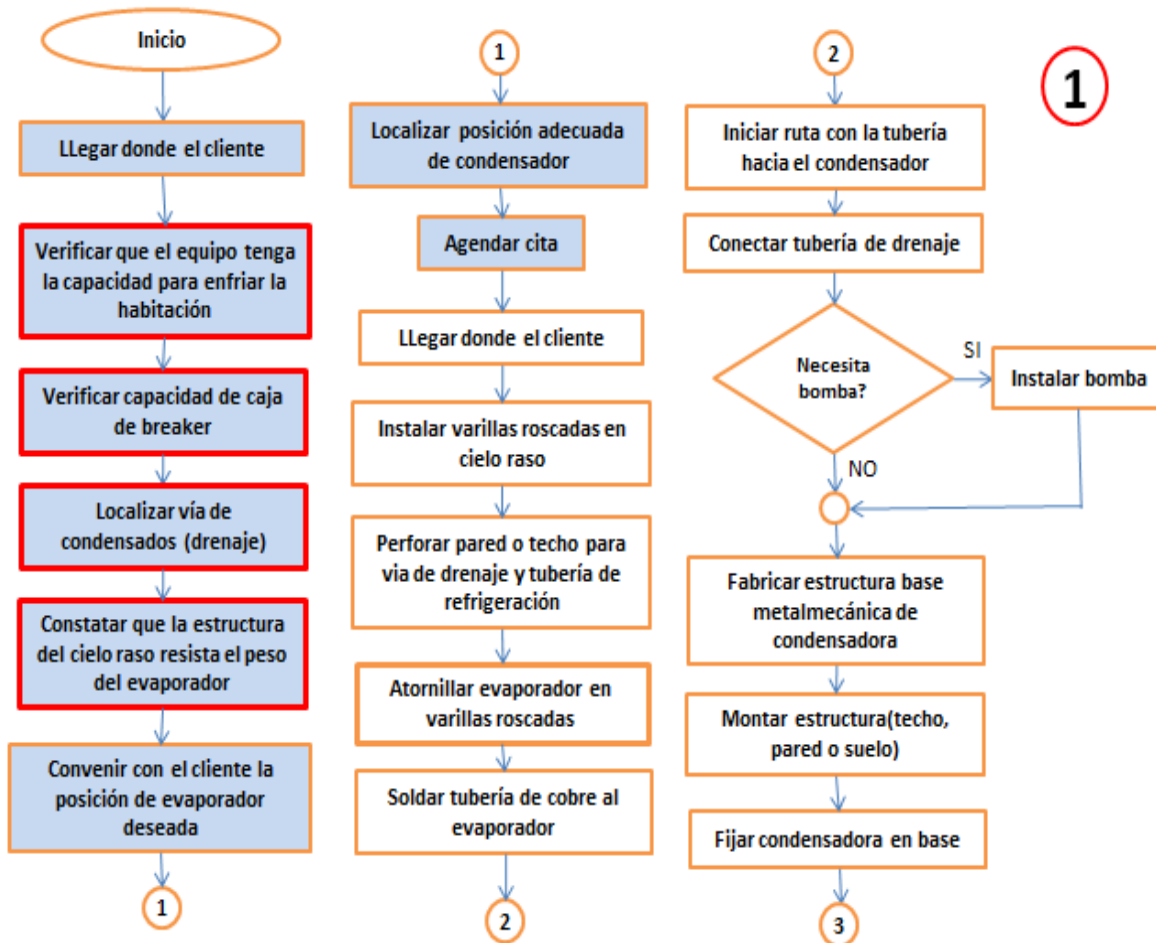
- **Montar placa de soporte del evaporador en la pared.** Se debe atornillar la placa de soporte donde el evaporador va encajado de manera nivelada, para esto se utiliza la burbuja de nivelación, el supervisor debe verificar la nivelación con la burbuja de nivelación..
- **Perforar pared para vía de drenaje y tubería de refrigeración.** Para realizar este procedimiento se debe perforar la pared con un taladro para que la tubería de refrigeración y drenaje tengan acceso.
- **Montar evaporador en placa de soporte.** Una vez montada la placa de soporte y perforada la pared se procede a montar el evaporador en la placa.
- **Soldar tubería de cobre al evaporador.** En este paso se suelda un extremo de la tubería de refrigeración en las terminales del evaporador.
- **Iniciar ruta con la tubería hacia el condensador.** Aquí se debe llevar el otro extremo de la tubería de cobre hasta las terminales del condensador.
- **Instalar tubería de drenaje.** Se debe instalar el tubo que conduce el agua drenada hasta su punto de desecho(donde cae el agua drenada)
- **¿Necesita bomba?** Si el drenaje no se puede llevar a cabo por el impulso de la gravedad se requiere de instalar una bomba que impulse el agua hasta su punta de desecho.
- **Fabricar estructura base metalmecánica de condensadora.** En este paso se debe construir una base de metal que sostenga el condensador.
- **Montar estructura (techo, pared o suelo).** Una vez fabricada la estructura se debe de montar en el lugar establecido, ya sea techo, pared o suelo.
- **Fijar condensadora en base.** Cuando la estructura base está montada se fija el condensador en la base.
- **Soldar tubería de cobre en condensador.** En este paso se suelda el extremo de la tubería de cobre contrario al evaporador.
- **Agregar filtro deshidratante y visor.** Ambos artefactos se deben instalar en la tubería de cobre, entre el condensador y el evaporador.
- **Agregar presostatos de alta y baja presión.** Ambos presostatos se instalan entre los filtros y el condensador.

- **Realizar prueba de presión en 300psi con nitrógeno de 6 a 12 horas.** Este paso consiste en hacer una prueba de presión al sistema. Se debe suministrar el sistema con nitrógeno y después revisar si la presión es la misma. De 6 a 12 horas es el rango de tiempo confiable,
- **¿Misma presión?** Si la presión es la misma significa que se procede a provocar el vacío, si no se debe inspeccionar la tubería para detectar las fugas y sellarlas, posteriormente es necesario volver a realizar la prueba.
- **Provocar vacío por 45 minutos.** El vacío se debe provocar por 45 minutos para que elimine por completo los residuos de aire existentes dentro del sistema interno.
- **Abrir llaves de condensador para gas refrigerante.** Una vez que se ha realizado el vacío y la prueba de presión se procede a abrir las llaves del condensador en el cual se encuentra el gas refrigerante almacenado. Cuando se abren las llaves el gas refrigerante puede circular por el sistema.
- **Conectar cable conductor adecuado a la caja de breakers:** Se conecta el sistema a la caja de breakers con un cable conductor con el calibre indicado por las normas del fabricante.
- **Instalar cable de señal evaporador condensador.** El evaporador y condensador deben ir conectados con un cable de bajo voltaje para que se enciendan y trabajen simultáneamente.
- **Poner en marcha el sistema con amperímetro y manómetros.** una vez concluido todo lo anterior se procede a encender el sistema con amperímetro y manómetros para verificar que las medidas de presión y de voltaje sean las indicadas por el fabricante.
- **Verificar que las lecturas sean las indicadas por el fabricante (presión y corriente).** El supervisor debe verificar que las lecturas sean las indicadas por el fabricante.
- **¿Mismas lecturas?** Si las lecturas son las mismas el proceso finaliza en este punto, si son distintas significa que el sistema tiene una obstrucción en la tubería, específicamente en el restrictor o válvula de expansión, esta obstrucción es una pequeña basura. En este caso se debe limpiar el restrictor manualmente y luego, con el restrictor fuera del sistema, se debe limpiar el sistema con un refrigerante en estado líquido impulsado con nitrógeno, procesos los cuales se describen a continuación.

- **Acumular gas refrigerante en el condensador.** Debido a que es necesario despegar la tubería, se requiere acumular el gas refrigerante en el condensador para que no se escape, para lograr este paso se debe de cerrar la llave de alta presión del condensador.
- **Desconectar tubería evaporador condensador.** Para limpiar el restrictor se debe cortar la tubería de cobre en el extremo que conecta con el evaporador debido a que es en la terminal del evaporador donde se encuentra.
- **Limpiar restrictor o válvula de expansión.** Una vez que las terminales quedan expuestas, se debe sacar el restrictor y limpiarlo manualmente con una brocha.
- **Soldar tubería evaporador-condensador.** Una vez limpio el restrictor y colocado en su lugar se procede a soldar el extremo previamente cortado.
- **Inyectar 141B en el sistema.** Para lavar todo el sistema se necesita inyectar el refrigerante líquido por medio de las llaves de puerto para luego ser impulsado con nitrógeno por todo el sistema.
- **Impulsar 141B con nitrógeno.** una vez inyectado el refrigerante 141B en el sistema, se suministra nitrógeno para impulsar el 141B por todo el sistema (tubería, evaporador y condensador)
- **Cambiar filtro deshidratante.** Para una mayor seguridad es recomendable cambiar el filtro deshidratante porque puede contener basura.
- **Realizar prueba de presión en 300psi con nitrógeno de 6 a 12 horas.** Debido a los cortes realizados en la tubería cabe la posibilidad de que existan nuevas fugas.
- **¿Misma presión?** Si la presión es la misma significa que se procede a provocar el vacío, si no se debe inspeccionar la tubería para detectar las fugas y sellarlas, posteriormente es necesario volver a realizar la prueba.
- **Provocar vacío por 45 minutos:** El vacío se debe provocar por 45 minutos para que elimine por completo los residuos de aire existentes dentro del sistema interno.
- **Abrir llaves de condensador para gas refrigerante.** Una vez que se ha realizado el vacío y la prueba de presión se procede a abrir las llaves del condensador en el cual se encuentra el gas refrigerante almacenado. Cuando se abren las llaves el gas refrigerante puede circular por el sistema.
- **Poner en marcha el sistema.** Una vez limpiado el sistema y debidamente instalado se procede a poner en marcha el sistema. En este punto finaliza el proceso.

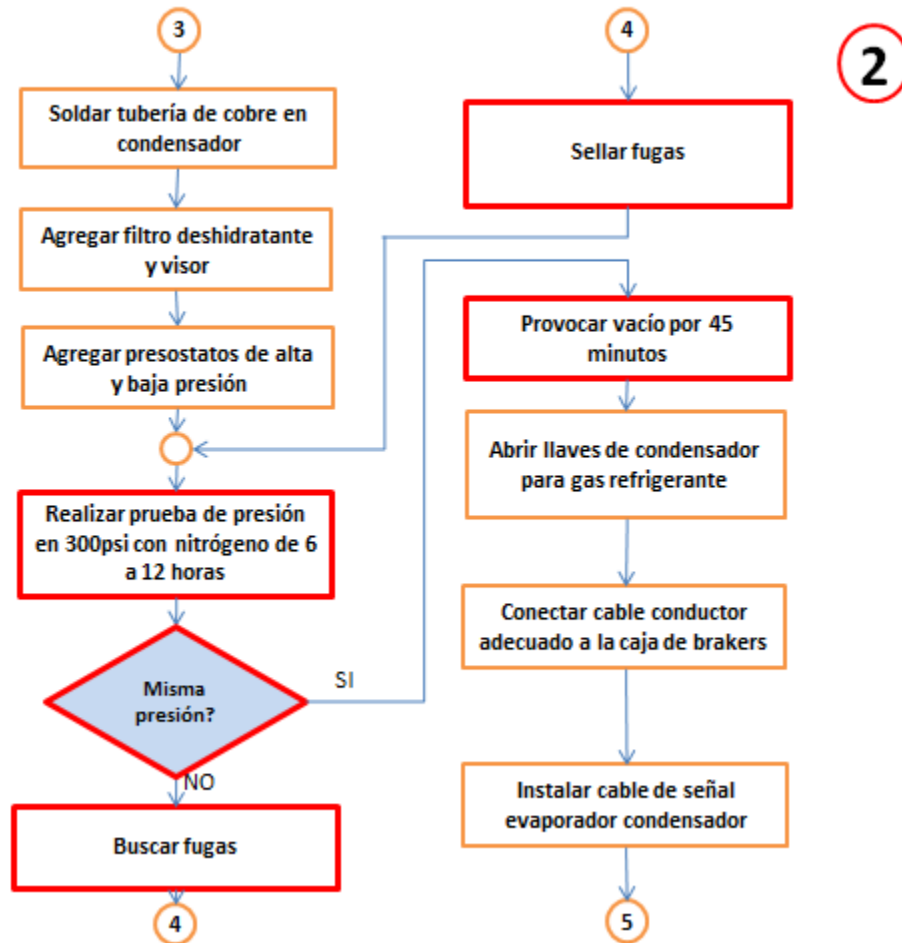
*Instalación de equipo Piso-Cielo.*

**Figura No 31** Flujograma propuesto instalación nueva Piso-Cielo pág. 1  
**Diagrama de flujo propuesto instalación nueva Piso-Cielo**



Nota: Adrián Benito 2019

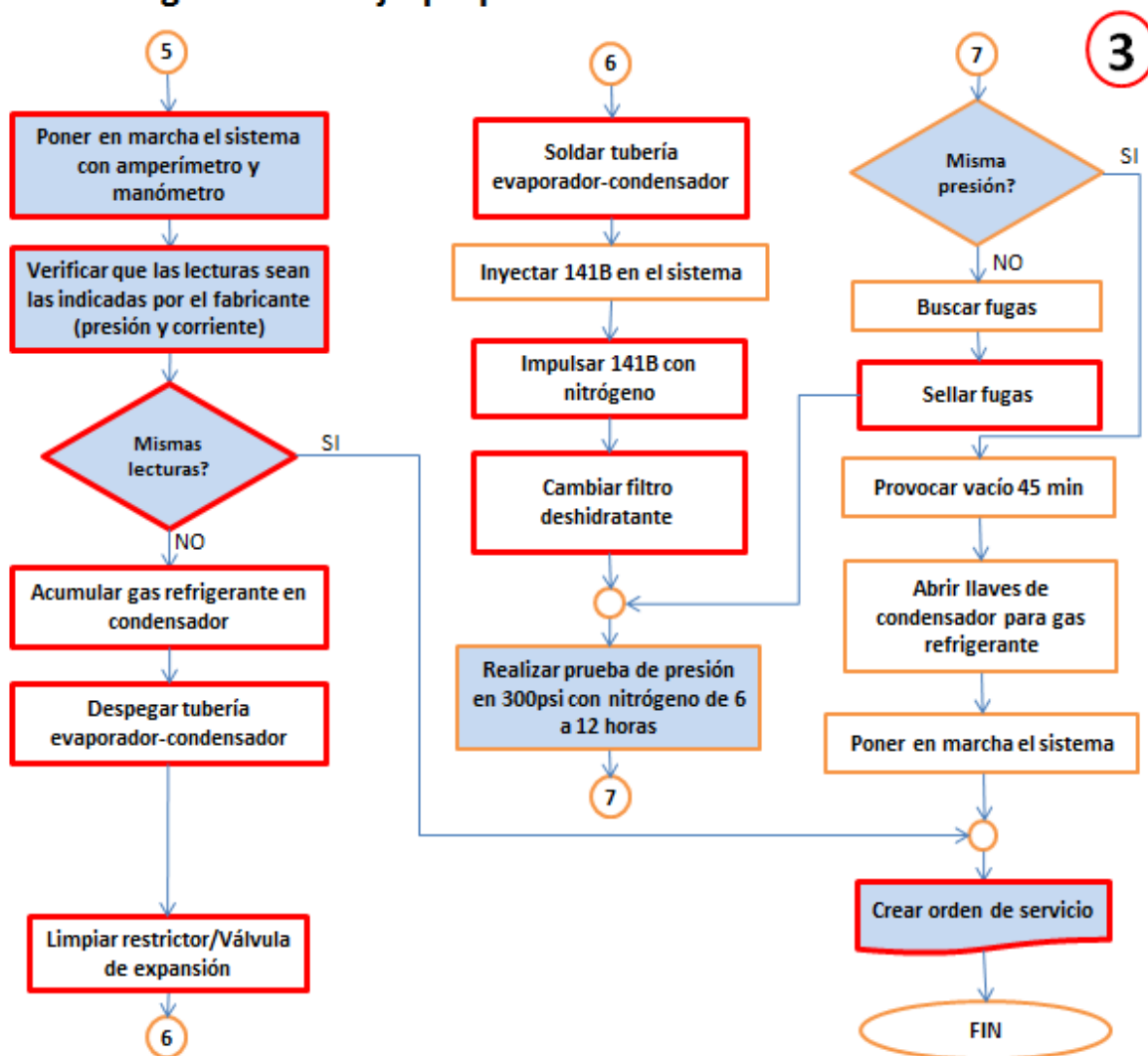
**Figura No 32 Flujograma propuesto instalación nueva Piso-Cielo pág. 2**  
**Diagrama de flujo propuesto instalación nueva Piso Cielo 2**



Nota: Adrián Benito 2019

Figura No 33 Flujograma propuesto instalación nueva Piso-Cielo pág. 3

## Diagrama de flujo propuesto instalación nueva Piso-Cielo



Nota: Adrián Benito 2019

- **Llegar donde el cliente.** Para iniciar el proceso primero se debe realizar una visita técnica al lugar donde se pretende instalar el aire acondicionado para conocer la estructura del lugar, en este paso se inicia la visita técnica. El objetivo de este procedimiento es ubicar al cliente y que el técnico profesional realice los siguientes pasos.
- **Verificar que el equipo tenga la capacidad para enfriar la habitación.** El técnico profesional debe de analizar el espacio que se desea enfriar y basado en sus conocimientos profesionales establece el equipo que se va a instalar según su capacidad de enfriar. El profesional debe realizar una medición y encontrar el valor del factor térmico de la habitación para así agregarlo a la potencia requerida del equipo. Los factores térmicos negativos que influyen en la capacidad necesaria del sistema son: temperatura promedio del lugar, personas, equipos internos que generan calor, ventanas a las que el sol radia directamente y las veces que se abren las puertas de la habitación.
- **Verificar capacidad de caja de breaker.** Se analiza si la corriente que necesita el sistema se puede tomar de la caja de breaker. Es decir, que la caja tenga espacio y que el consumo no se baje cuando se encienda el sistema.
- **Localizar vía de condensados (drenaje).** Localizar el lugar en donde se va a drenar el agua condensada una vez que esté funcionando, es preferible que el agua condensada sea impulsada al lugar de drenaje por gravedad, ya que de lo contrario hay que instalar una bomba de condensados.
- **Constatar que la estructura del cielo raso resista el peso del evaporador.** El profesional debe analizar si la estructura del cielo raso resista el peso del evaporador, ya que a diferencia del “Mini Split” que se coloca en una placa metálica en la pared, este se sujeta a unas varillas roscadas las cuales nacen de la estructura del cielo raso..
- **Convenir con el cliente la posición de evaporador deseada.** Acordar la posición del evaporador con el cliente.
- **Localizar posición adecuada de condensador.** Se debe encontrar la ubicación en donde se instalará el condensador, asegurándose que el lugar sea resistente y no produzca vibraciones ni ruidos extraños que produzcan una futura queja por parte del cliente. Esta ubicación puede ser en paredes, techos o suelo.

- **Agendar cita.** Una vez realizada la visita técnica se acuerda una cita para instalar el equipo.
- **Llegar donde el cliente.** Cuando llega la fecha de la cita, los técnicos deben llegar con el equipo y la herramienta necesaria para realizar la instalación.
- **Instalar varillas roscadas en cielo raso.** Se debe atornillar un extremo de 4 varillas roscadas de soporte donde el evaporador va sujetado en la estructura del cielo raso.
- **Perforar pared o techo para vía de drenaje y tubería de refrigeración.** Para realizar este procedimiento se debe perforar la pared con un taladro para que la tubería de refrigeración y drenaje tengan acceso.
- **Atornillar evaporador en varillas roscadas.** Una vez instaladas las varillas roscadas y perforada la pared o techo se procede a atornillar el evaporador en el extremo disponible de las 4 varillas roscadas (ya que el otro extremo está atornillado a la estructura del cielo raso). El evaporador debe quedar nivelado, para verificar que está nivelado, el supervisor profesional deberá utilizar la burbuja de nivelación.
- **Soldar tubería de cobre al evaporador.** En este paso se suelda un extremo de la tubería de refrigeración en las terminales del evaporador.
- **Iniciar ruta con la tubería hacia el condensador.** Aquí se debe llevar el otro extremo de la tubería de cobre hasta las terminales del condensador.
- **Conectar tubería de drenaje.** Se debe instalar el tubo que conduce el agua drenada hasta su punto de desecho (donde cae el agua drenada)
- **¿Necesita bomba?** Si el drenaje no se puede llevar a cabo por el impulso de la gravedad se requiere instalar una bomba que impulse el agua hasta su punta de desecho.
- **Fabricar estructura base metalmecánica de condensadora.** En este paso se debe construir una base de metal que sostenga el condensador.
- **Montar estructura (techo, pared o suelo).** Una vez fabricada la estructura se debe montar en el lugar establecido, ya sea techo, pared o suelo.
- **Fijar condensadora en base.** Cuando la estructura base está montada se fija el condensador en la base.
- **Soldar tubería de cobre en condensador.** En este paso se suelda el extremo de la tubería de cobre contrario al evaporador.

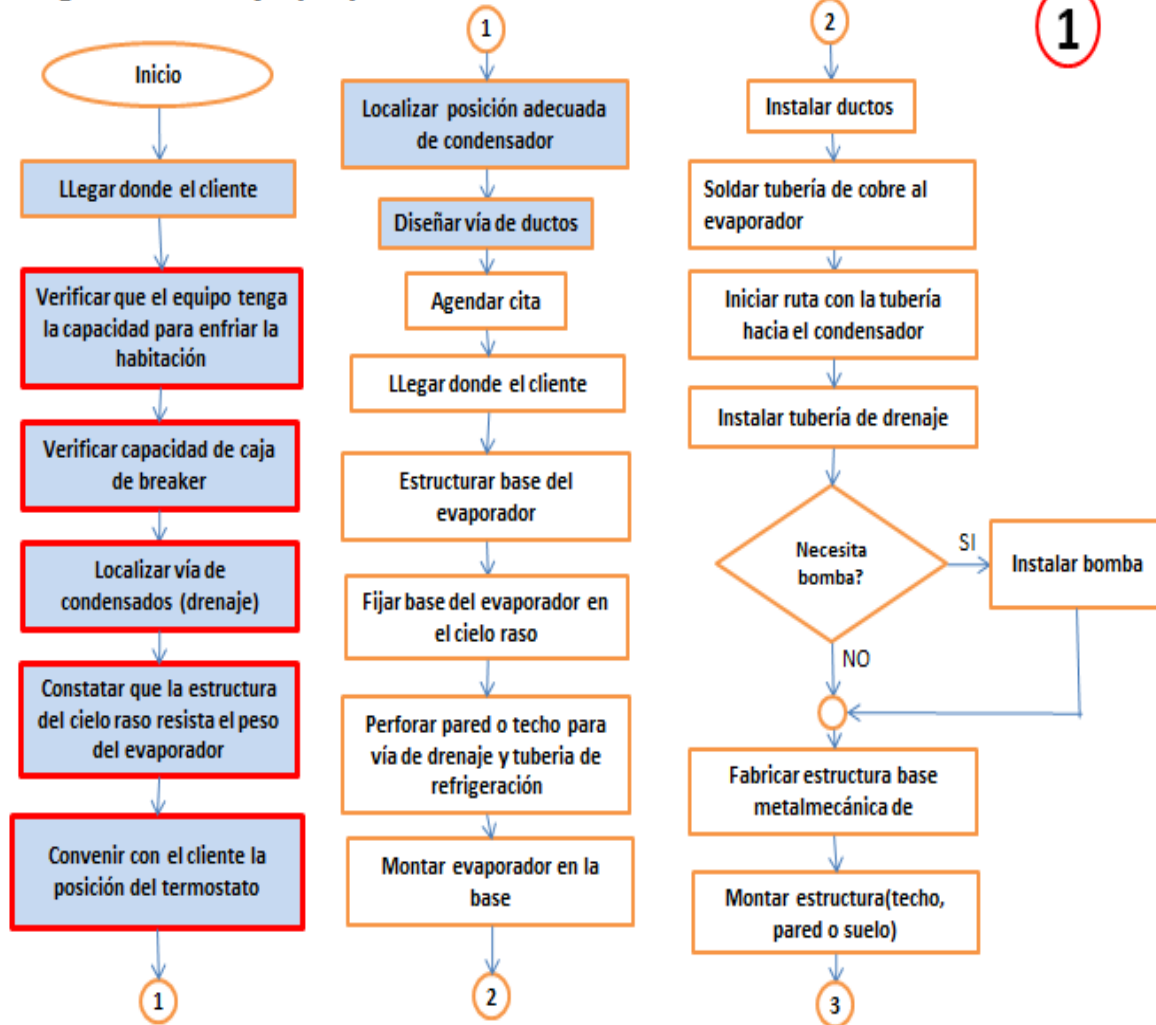
- **Agregar filtro deshidratante y visor.** Ambos artefactos se deben instalar en la tubería de cobre, entre el condensador y el evaporador.
- **Agregar presostatos de alta y baja presión.** Ambos presostatos se instalan entre los filtros y el condensador.
- **Realizar prueba de presión en 300psi con nitrógeno de 6 a 12 horas.** Este paso consiste en hacer una prueba de presión al sistema. Se debe suministrar el sistema con nitrógeno y después revisar si la presión es la misma. De 6 a 12 horas es el rango de tiempo confiable,
- **¿Misma presión?** Si la presión es la misma significa que se procede a provocar el vacío, si no se debe inspeccionar la tubería para detectar las fugas y sellarlas, posteriormente es necesario volver a realizar la prueba.
- **Provocar vacío por 45 minutos.** El vacío se debe provocar por 45 minutos para que elimine por completo los residuos de aire existentes dentro del sistema interno.
- **Abrir llaves de condensador para gas refrigerante.** Una vez que se ha realizado el vacío y la prueba de presión se procede a abrir las llaves del condensador en el cual se encuentra el gas refrigerante almacenado. Cuando se abren las llaves el gas refrigerante puede circular por el sistema.
- **Conectar cable conductor adecuado a la caja de breakers.** Se conecta el sistema a la caja de breakers con un cable conductor con el calibre indicado por las normas del fabricante.
- **Instalar cable de señal evaporador condensador.** El evaporador y condensador deben ir conectados con un cable de bajo voltaje para que se enciendan y trabajen simultáneamente.
- **Poner en marcha el sistema con amperímetro y manómetros.** una vez concluido todo lo anterior se procede a encender el sistema con amperímetro y manómetros para verificar que las medidas de presión y de voltaje sean las indicadas por el fabricante.
- **Verificar que las lecturas sean las indicadas por el fabricante (presión y corriente).** El supervisor debe verificar que las lecturas sean las indicadas por el fabricante.

- **¿Mismas lecturas?** Si las lecturas son las mismas, el proceso finaliza en este punto, si son distintas significa que el sistema tiene una obstrucción en la tubería, específicamente en el restrictor o válvula de expansión, esta obstrucción es una pequeña basura. En este caso se debe limpiar el restrictor manualmente y luego, con el restrictor fuera del sistema, se debe limpiar el sistema con un refrigerante en estado líquido impulsado con nitrógeno, procesos los cuales se describen a continuación.
- **Acumular gas refrigerante en el condensador.** Debido a que es necesario despegar la tubería, se requiere acumular el gas refrigerante en el condensador para que no se escape, para lograr este paso se debe de cerrar la llave de alta presión del condensador.
- **Despegar tubería evaporador condensador.** Para limpiar el restrictor se debe cortar la tubería de cobre en el extremo que conecta con el evaporador debido a que es en la terminal del evaporador donde se encuentra.
- **Limpiar restrictor o válvula de expansión.** Una vez que las terminales quedan expuestas, se debe sacar el restrictor y limpiarlo manualmente con una brocha.
- **Soldar tubería evaporador-condensador.** Una vez limpio el restrictor y colocado en su lugar se procede a soldar el extremo previamente cortado.
- **Inyectar 141B en el sistema.** Para lavar todo el sistema se necesita inyectar el refrigerante líquido por medio de las llaves de puerto para luego ser impulsado con nitrógeno por todo el sistema.
- **Impulsar 141B con nitrógeno.** una vez inyectado el refrigerante 141B en el sistema, se suministra nitrógeno para impulsar el 141B por todo el sistema (tubería, evaporador y condensador)
- **Cambiar filtro deshidratante.** Para una mayor seguridad es recomendable cambiar el filtro deshidratante porque puede contener basura.
- **Realizar prueba de presión en 300psi con nitrógeno de 6 a 12 horas.** Debido a los cortes realizados en la tubería cabe la posibilidad de que existan nuevas fugas.
- **¿Misma presión?** Si la presión es la misma significa que se procede a provocar el vacío, si no se debe inspeccionar la tubería para detectar las fugas y sellarlas, posteriormente es necesario volver a realizar la prueba.
- **Provocar vacío por 45 minutos:** El vacío se debe provocar por 45 minutos para que elimine por completo los residuos de aire existentes dentro del sistema interno.

- **Abrir llaves de condensador para gas refrigerante.** Una vez que se ha realizado el vacío y la prueba de presión se procede a abrir las llaves del condensador en el cual se encuentra el gas refrigerante almacenado. Cuando se abren las llaves el gas refrigerante puede circular por el sistema.
- **Poner en marcha el sistema.** Una vez limpiado el sistema y debidamente instalado se procede a poner en marcha el sistema. En este punto finaliza el proceso.

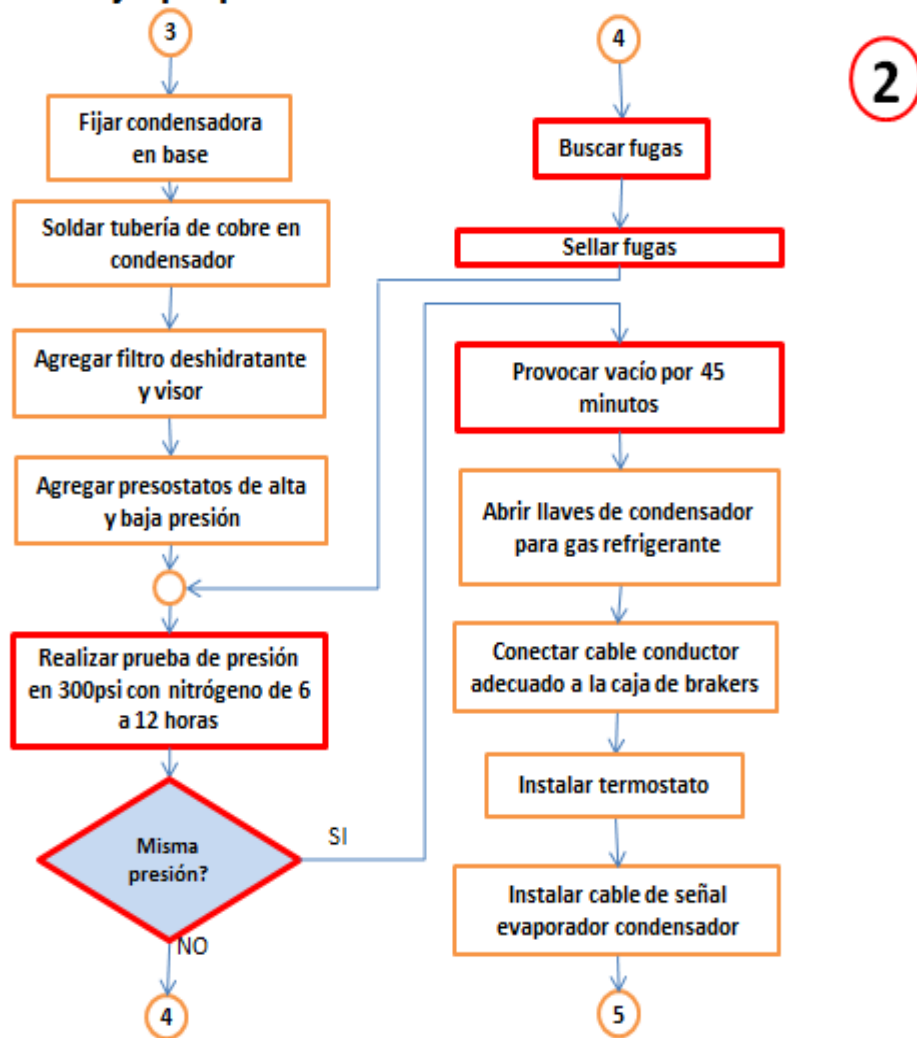
*Instalación de equipo Central de Ductos.*

**Figura No 34** Flujograma propuesto instalación nueva Central de ductos pág. 1  
**Diagrama de flujo propuesto instalación nueva Central de Ductos**



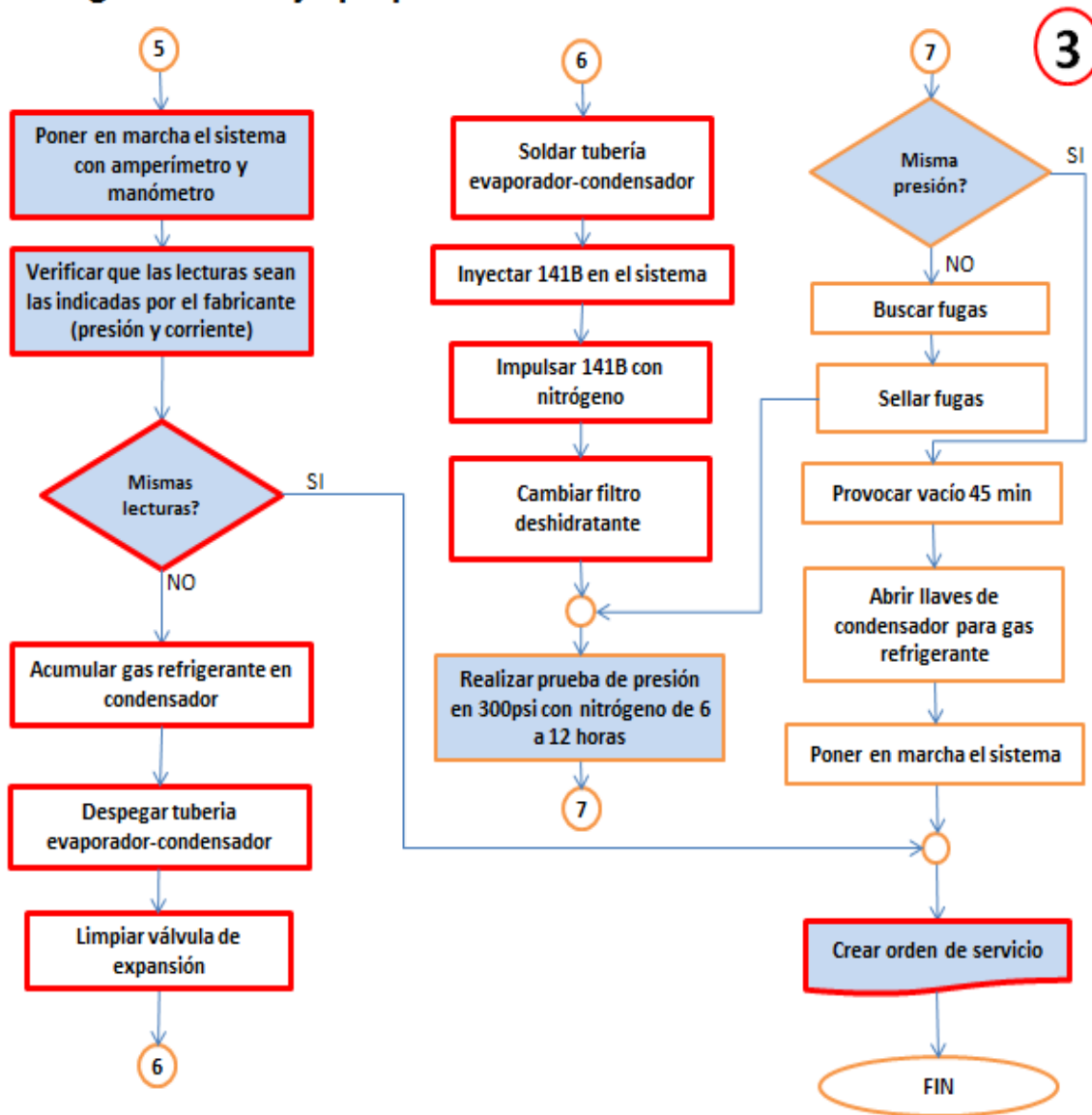
Nota: Adrián Benito 2019

Figura No 35 Flujograma propuesto instalación nueva Central de ductos pág. 2  
**Diagrama de flujo propuesto instalación nueva Central de Ductos**



Nota: Adrián Benito 2019

Figura No 36 Flujograma propuesto instalación nueva Central de ductos pág. 3  
**Diagrama de flujo propuesto instalación nueva Central de ductos**



Nota: Adrián Benito 2019

- **Llegar donde el cliente.** Para iniciar el proceso primero se debe realizar una visita técnica al lugar donde se pretende instalar el aire acondicionado para conocer la estructura del lugar, en este paso se inicia la visita técnica. El objetivo de este procedimiento es ubicar al cliente y que el técnico profesional realice los siguientes pasos.

- **Verificar que el equipo tenga la capacidad para enfriar la habitación.** El técnico profesional debe de analizar el espacio que se desea enfriar y basado en sus conocimientos profesionales establece el equipo que se va a instalar según su capacidad de enfriar. El profesional debe realizar una medición y encontrar el valor del factor térmico de la habitación para así agregarlo a la potencia requerida del equipo. Los factores térmicos negativos que influyen en la capacidad necesaria del sistema son: temperatura promedio del lugar, personas, equipos internos que generan calor, ventanas a las que el sol radia directamente y las veces que se abren las puertas de la habitación.
- **Verificar capacidad de caja de breaker.** Se analiza si la corriente que necesita el sistema se puede tomar de la caja de breaker. Es decir, que la caja tenga espacio y que el consumo no se baje cuando se encienda el sistema.
- **Localizar vía de condensados (drenaje).** Localizar el lugar en donde se va a drenar el agua condensada una vez que esté funcionando, es preferible que el agua condensada sea impulsada al lugar de drenaje por gravedad, ya que de lo contrario hay que instalar una bomba de condensados.
- **Constatar que la estructura del cielo raso resista el peso del evaporador.** El profesional debe analizar si la estructura del cielo raso resista el peso del evaporador, ya que esta parte del sistema debe ir instalado en el cielo raso.
- **Convenir con el cliente la posición del termostato.** Acordar la posición del termostato con el cliente. En donde se coloque el termostato es donde se tendrá el control de la temperatura de todo el lugar.
- **Localizar posición adecuada de condensador.** Se debe encontrar la ubicación en donde se instalará el condensador, asegurándose de que el lugar sea resistente y no produzca vibraciones ni ruidos extraños que produzcan una futura queja por parte del cliente. Esta ubicación puede ser en paredes, techos o suelo.
- **Diseñar vía de ductos.** El profesional debe diseñar la vía de los ductos tanto de entrega como de retorno, para esto debe de tomar en cuenta la cantidad de cubículos que se desea enfriar y la estructura de la edificación.
- **Agendar cita.** Una vez realizada la visita técnica se acuerda una cita para instalar el equipo.

- **Llegar donde el cliente.** Cuando llega la fecha de la cita, los técnicos deben llegar con el equipo y la herramienta necesaria para realizar la instalación.
- **Estructurar base del evaporador.** Este evaporador requiere ir montado en una base sujeta al cielo raso. Para ello se debe fabricar una estructura metalmeccánica que soporte el peso del evaporador.
- **Fijar base del evaporador en el cielo raso.** Una vez que se fabricó la base del evaporador se procede a fijarla en el cielo raso.
- **Perforar pared o techo para vía de drenaje y tubería de refrigeración.** Para realizar este procedimiento se debe perforar la pared con un taladro para que la tubería de refrigeración y drenaje tengan acceso.
- **Montar evaporador en la base.** Este paso consiste en montar el evaporador en la base ya fijada en el cielo raso.
- **Instalar ductos.** La instalación de ductos consiste en perforar paredes e instalar los ductos ya fabricados de entrega y retorno en cada cubículo que se desea enfriar según la vía diseñada en la visita técnica.
- **Soldar tubería de cobre al evaporador.** En este paso se suelda un extremo de la tubería de refrigeración en las terminales del evaporador.
- **Iniciar ruta con la tubería hacia el condensador.** Aquí se debe llevar el otro extremo de la tubería de cobre hasta las terminales del condensador.
- **Instalar tubería de drenaje.** Se debe instalar el tubo que conduce el agua drenada hasta su punto de desecho (donde cae el agua drenada)
- **¿Necesita bomba?** Si el drenaje no se puede llevar a cabo por el impulso de la gravedad, se requiere de instalar una bomba que impulse el agua hasta su punta de desecho.
- **Fabricar estructura base metalmeccánica de condensadora.** En este paso se debe construir una base de metal que sostenga el condensador.
- **Montar estructura (techo, pared o suelo).** Una vez fabricada la estructura se debe montar en el lugar establecido, ya sea techo, pared o suelo.
- **Fijar condensadora en base.** Cuando la estructura base está montada se fija el condensador en la base.

- **Soldar tubería de cobre en condensador.** En este paso se suelda el extremo de la tubería de cobre contrario al evaporador.
- **Agregar filtro deshidratante y visor.** Ambos artefactos se deben instala en la tubería de cobre, entre el condensador y el evaporador.
- **Agregar presostatos de alta y baja presión.** Ambos presostatos se instalan entre los filtros y el condensador.
- **Realizar prueba de presión en 300psi con nitrógeno de 6 a 12 horas.** Este paso consiste en hacer una prueba de presión al sistema. Se debe suministrar el sistema con nitrógeno y después revisar si la presión es la misma. De 6 a 12 horas es el rango de tiempo confiable,
- **¿Misma presión?** Si la presión es la misma significa que se procede a provocar el vacío, si no se debe inspeccionar la tubería para detectar las fugas y sellarlas, posteriormente es necesario volver a realizar la prueba.
- **Provocar vacío por 45 minutos.** El vacío se debe provocar por 45 minutos para que elimine por completo los residuos de aire existentes dentro del sistema interno.
- **Abrir llaves de condensador para gas refrigerante.** Una vez que se ha realizado el vacío y la prueba de presión se procede a abrir las llaves del condensador en el cual se encuentra el gas refrigerante almacenado. Cuando se abren las llaves el gas refrigerante puede circular por el sistema.
- **Conectar cable conductor adecuado a la caja de brakers.** Se conecta el sistema a la caja de breakers con un cable conductor con el calibre indicado por las normas del fabricante.
- **Instalar cable de señal evaporador condensador.** El evaporador y condensador deben ir conectados con un cable de bajo voltaje para que se enciendan y trabajen simultáneamente.
- **Instalar termostato.** Se coloca el termostato en la habitación indicada por el cliente. Se debe atornillar el termostato en la pared y conectarlo con el evaporador con un cable de baja tensión.
- **Poner en marcha el sistema con amperímetro y manómetros.** una vez concluido todo lo anterior se procede a encender el sistema con amperímetro y manómetros para verificar que las medidas de presión y de voltaje sean las indicadas por el fabricante.

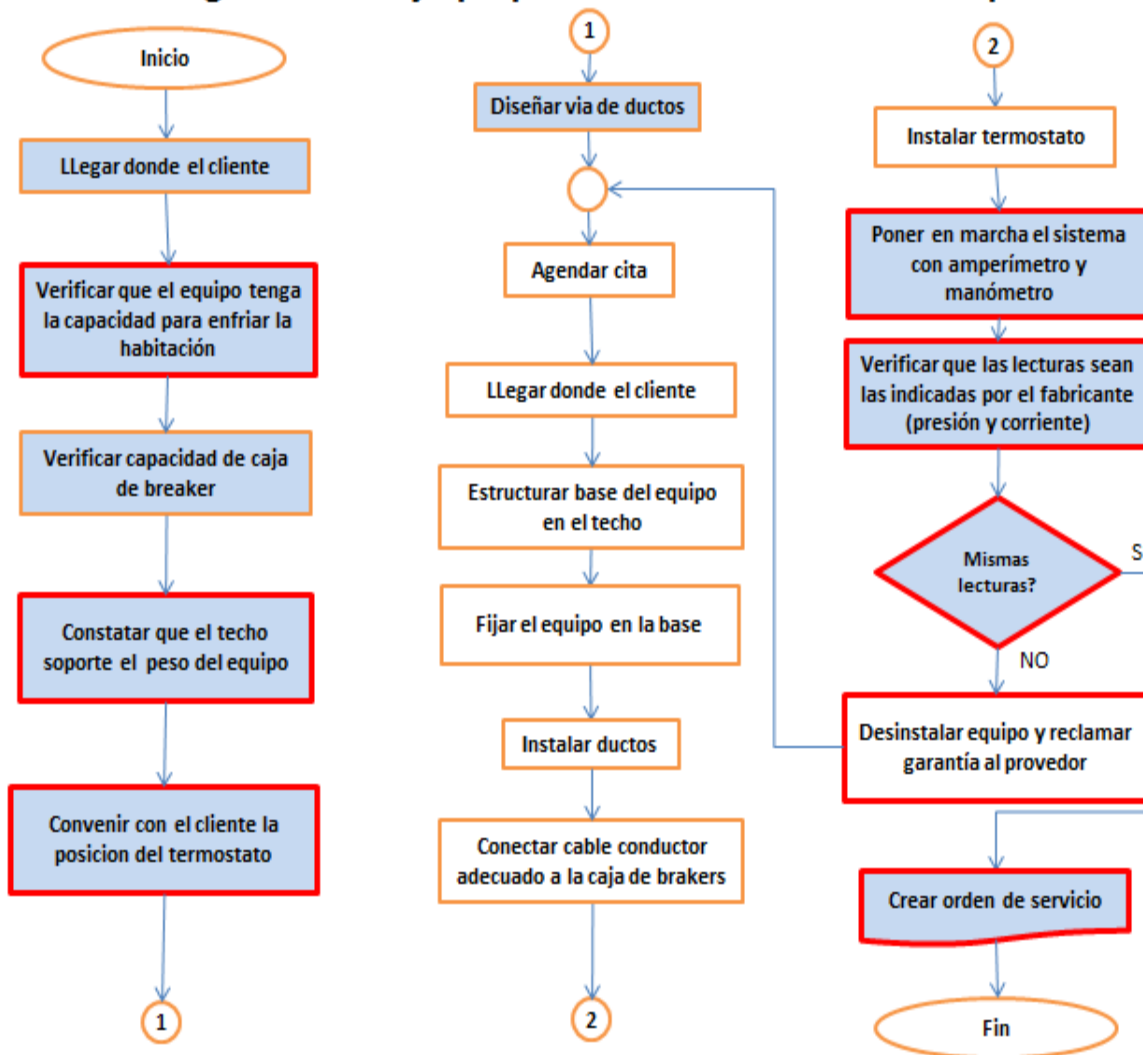
- **Verificar que las lecturas sean las indicadas por el fabricante (presión y corriente).** El supervisor debe verificar que las lecturas sean las indicadas por el fabricante.
- **¿Mismas lecturas?** Si las lecturas son las mismas, el proceso finaliza en este punto, si son distintas significa que el sistema tiene una obstrucción en la tubería, específicamente en el restrictor o válvula de expansión, esta obstrucción es una pequeña basura. En este caso se debe limpiar el restrictor manualmente y luego, con el restrictor fuera del sistema, se debe limpiar el sistema con un refrigerante en estado líquido impulsado con nitrógeno, procesos los cuales se describen a continuación.
- **Acumular gas refrigerante en el condensador.** Debido a que es necesario despegar la tubería, se requiere acumular el gas refrigerante en el condensador para que no se escape, para lograr este paso se debe de cerrar la llave de alta presión del condensador.
- **Despegar tubería evaporador condensador.** Para limpiar el restrictor se debe cortar la tubería de cobre en el extremo que conecta con el evaporador debido a que es en la terminal del evaporador donde se encuentra.
- **Limpiar válvula de expansión.** Una vez que las terminales quedan expuestas, se debe sacar la válvula de expansión y limpiarla manualmente con una brocha.
- **Soldar tubería evaporador-condensador.** Una vez limpio el restrictor y colocado en su lugar se procede a soldar el extremo previamente cortado.
- **Inyectar 141B en el sistema.** Para lavar todo el sistema se necesita inyectar el refrigerante líquido por medio de las llaves de puerto para luego ser impulsado con nitrógeno por todo el sistema.
- **Impulsar 141B con nitrógeno.** una vez inyectado el refrigerante 141B en el sistema, se suministra nitrógeno para impulsar el 141B por todo el sistema (tubería, evaporador y condensador)
- **Cambiar filtro deshidratante.** Para una mayor seguridad es recomendable cambiar el filtro deshidratante porque puede contener basura.
- **Realizar prueba de presión en 300psi con nitrógeno de 6 a 12 horas.** Debido a los cortes realizados en la tubería cabe la posibilidad de que existan nuevas fugas.

- **¿Misma presión?** Si la presión es la misma significa que se procede a provocar el vacío, si no se debe inspeccionar la tubería para detectar las fugas y sellarlas, posteriormente es necesario volver a realizar la prueba.
- **Provocar vacío por 45 minutos.** El vacío se debe provocar por 45 minutos para que elimine por completo los residuos de aire existentes dentro del sistema interno.
- **Abrir llaves de condensador para gas refrigerante.** Una vez que se ha realizado el vacío y la prueba de presión se procede a abrir las llaves del condensador en el cual se encuentra el gas refrigerante almacenado. Cuando se abren las llaves el gas refrigerante puede circular por el sistema.
- **Poner en marcha el sistema.** Una vez limpiado el sistema y debidamente instalado se procede a poner en marcha el sistema. En este punto finaliza el proceso.

*Instalación de equipo Paquete.*

Figura No 37 Flujograma propuesto instalación nueva Paquete

**Diagrama de flujo propuesto instalación nueva Paquete**



Nota: Adrián Benito 2019

- **Llegar donde el cliente.** Para iniciar el proceso primero se debe realizar una visita técnica al lugar donde se pretende instalar el aire acondicionado para conocer la estructura del lugar, en este paso se inicia la visita técnica. El objetivo de este procedimiento es ubicar al cliente y que el técnico profesional realice los siguientes pasos.

- **Verificar que el equipo tenga la capacidad para enfriar la habitación.** El técnico profesional debe de analizar el espacio que se desea enfriar y basado en sus conocimientos profesionales establece el equipo que se va a instalar según su capacidad de enfriar. El profesional debe realizar una medición y encontrar el valor del factor térmico de la habitación para así agregarlo a la potencia requerida del equipo. Los factores térmicos negativos que influyen en la capacidad necesaria del sistema son: temperatura promedio del lugar, personas, equipos internos que generan calor, ventanas a las que el sol radia directamente y las veces que se abren las puertas de la habitación.
- **Verificar capacidad de caja de breaker.** Se analiza si la corriente que necesita el sistema se puede tomar de la caja de breaker. Es decir, que la caja tenga espacio y que el consumo no se baje cuando se encienda el sistema.
- **Constatar que el techo soporte el peso del equipo.** El profesional debe analizar si la estructura del techo resiste el peso del equipo, ya que este debe ir instalado en las azoteas.
- **Convenir con el cliente la posición del termostato.** Acordar la posición del termostato con el cliente. En donde se coloque el termostato es donde se tendrá el control de la temperatura de todo el lugar.
- **Diseñar vía de ductos.** El profesional debe diseñar la vía de los ductos tanto de entrega como de retorno, para esto debe de tomar en cuenta la cantidad de cubículos que se desea enfriar y la estructura de la edificación.
- **Agendar cita.** Una vez realizada la visita técnica se acuerda una cita para instalar el equipo.
- **Llegar donde el cliente.** Cuando llega la fecha de la cita, los técnicos deben llegar con el equipo y la herramienta necesaria para realizar la instalación.
- **Estructurar base del equipo en el techo.** Este equipo requiere ir montado en una base sujeta al cielo raso. Para ello se debe fabricar una estructura metalmeccánica que soporte el peso del equipo.
- **Fijar el equipo en la base.** Una vez que se fabricó la base se procede a fijar el equipo en la estructura.

- **Instalar ductos.** La instalación de ductos consiste en perforar paredes e instalar los ductos ya fabricados de entrega y retorno en cada cubículo que se desea enfriar según la vía diseñada en la visita técnica.
- **Conectar cable conductor adecuado a la caja de breakers.** Se conecta el sistema a la caja de breakers con un cable conductor con el calibre indicado por las normas del fabricante.
- **Instalar termostato.** Se coloca el termostato en la habitación indicada por el cliente. Se debe atornillar el termostato en la pared y conectarlo con el evaporador con un cable de baja tensión.
- **Poner en marcha el sistema con amperímetro y manómetros.** una vez concluido todo lo anterior se procede a encender el sistema con amperímetro y manómetros para verificar que las medidas de presión y de voltaje sean las indicadas por el fabricante.
- **Verificar que las lecturas sean las indicadas por el fabricante (presión y corriente).** El supervisor debe verificar que las lecturas sean las indicadas por el fabricante.
- **¿Mismas lecturas?** Si las lecturas son las mismas el proceso finaliza en este punto, si son distintas significa que el equipo tiene un defecto de fábrica. En dado caso que no funcione se debe desinstalar el equipo, devolverlo al fabricante y cuando lo reparen o lo cambien se debe volver al punto “agendar cita” de la figura 37.

### Mantenimiento preventivo.

La propuesta para solucionar los reprocesos por incumplimiento de servicio en los mantenimientos preventivos consiste en que los equipos de trabajo realicen dicho mantenimiento siguiendo el protocolo mejorado mostrado en la figura 38.

Figura No 38 Orden de servicio propuesta

Equipo		Tipo	Información Técnica:		Actividad:	
<input type="checkbox"/> Evaporador			Marca: _____		<input type="checkbox"/> Mantenimiento	
<input type="checkbox"/> Condensador			Modelo: _____		<input type="checkbox"/> Reparación	
<input type="checkbox"/> Manejadora			Serie: _____		<input type="checkbox"/> Revisión / Inspección	
<input type="checkbox"/> Chiller			Unidad N°: _____		<input type="checkbox"/> Instalación	
<input type="checkbox"/> Paquete					Equipo en Garantía <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No	
<input type="checkbox"/> Ventana						
<b>Actividades de Mantenimiento:</b>				<b>Falla Reportada:</b>		
<input type="checkbox"/> Chequeo de cables y terminales <input type="checkbox"/> Chequeo de contactos <input type="checkbox"/> Chequeo de protección de presión de alta <input type="checkbox"/> Chequeo de protección de presión de baja <input type="checkbox"/> Chequeo de protección de antirreciclante <input type="checkbox"/> Apriete de conexiones <input type="checkbox"/> Revisión de fajas <input type="checkbox"/> Limpieza externa de la unidad <input type="checkbox"/> Limpieza de serpentín <input type="checkbox"/> Limpieza drenaje <input type="checkbox"/> Limpieza bandeja <input type="checkbox"/> Filtro: _____				<input type="checkbox"/> Deficiencia del circuito eléctrico Otra (s) _____ _____ _____ _____		
<b>DATOS DE PLACA Y CONSUMO</b>						
COMPONENTES	PLACA		CONSUMO		Entrada:	Salida:
Evaporador	Vots.		Vots.		Retorno:	Suministro:
	Amp.		Amp.			
Condensador	Vots.		Vots.		Presión Refrig.	Succión:
	Amp.		Amp.			Descarga:
Motor Condensador	Vots.		Vots.		Temperatura en:	Retorno:
	Amp.		Amp.			Suministro:
Motor Evaporador	Vots.		Vots.		Difusores:	
	Amp.		Amp.		Rejillas:	
<b>MODIFICACIONES DEL FLUJOGRAMA:</b>						
<b>Firma del supervisor:</b>			<b>Recibido conforme:</b>		<b>Hora de entrada:</b> _____	
Nombre: _____			Nombre: _____		Hora de salida: _____	
Firma: _____			Firma: _____			

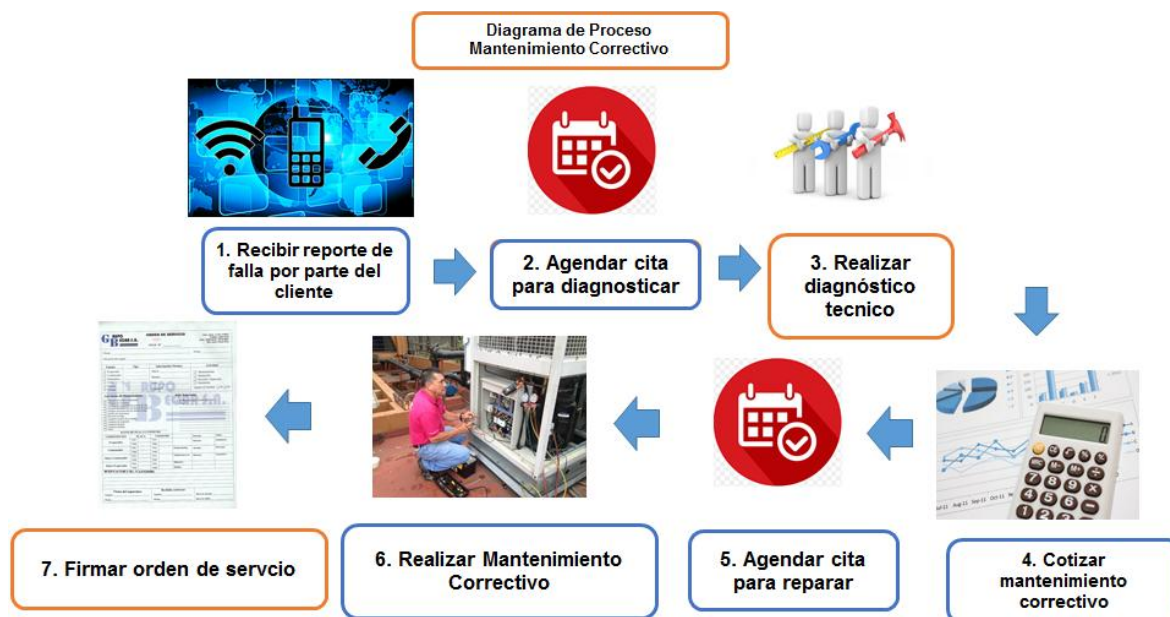
Nota: Adrián Benito 2019

Las novedades de la orden de servicio son el espacio donde el supervisor debe de firmar la orden una vez realizado el mantenimiento, dando fe de que se cumplió con las actividades de mantenimiento. Además tiene una nueva sección la cual es “modificaciones del flujograma”, en esta sección el supervisor en turno deberá documentar si hubo que alterar algún proceso. Con esto se consigue un mayor control, una mayor trazabilidad y una disminución en los reprocesos causados por el incumplimiento de orden de servicio. También es necesario que el cliente firme la orden en la sección de la hoja “recibido conforme”

### **Mantenimiento correctivo.**

Gran parte de los reprocesos causados por un mantenimiento correctivo mal ejecutado se debe a un mal diagnóstico y a una mala ejecución. Para solucionar lo anterior se propone que los mantenimientos correctivos los realicen un equipo de trabajo (supervisor y técnico), siendo el supervisor profesional el que diagnostique y siendo ambos quienes lo ejecuten, y que al final el supervisor firme la orden de servicio mostrada en la figura 38 dando fe de que todo se cumplió correctamente. A continuación, en la figura 39 se muestra un diagrama de procesos que debe de seguir un equipo de trabajo para realizar un mantenimiento correctivo.

**Figura No 39 Diagrama de proceso mantenimiento correctivo**



Nota: Adrián Benito 2019

Los procedimientos que se muestran con borde color naranja son los que únicamente el supervisor profesional debe realizar, todos los demás los realizan ambos, a continuación se describe el diagrama de procesos.

1. Recibir reporte de falla por parte del cliente. El primer paso es recibir el mensaje de falla por parte del cliente. Consiste en escuchar la falla que está teniendo el equipo del cliente. Algunas de las causas que hacen que esto suceda son: derrame de agua, el equipo no enciende, el equipo no enfría y hace ruidos extraños.
2. Agendar cita. Tanto el cliente como la empresa deben coordinar una cita para realizar una visita técnica y revisar el sistema. Dicha cita puede o no ser inmediata, todo depende de la situación logística en la que se encuentre la empresa.
3. Realizar diagnóstico técnico. En el momento de la visita, será el supervisor profesional quien debe revisar el sistema y detectar la causa.
4. Cotizar mantenimiento correctivo. Después de realizar el diagnóstico se debe cotizar al cliente el monto total del mantenimiento, aquí se incluye el precio de las piezas a comprar de ser necesario.
5. Agendar cita para reparar. Si el cliente dispone del pago requerido y la empresa está disponible se realiza al instante, de ser lo contrario se agenda una cita y se realiza el mantenimiento.
6. Realizar mantenimiento correctivo. Este paso consiste en restaurar el equipo de aire acondicionado.
7. Firmar orden de servicio. Una vez completado el mantenimiento el supervisor debe llenar y firmar la orden de servicio, el cliente también debe firmar la orden en la sección de la hoja “recibido conforme”.

### **Indicadores de control.**

Con el fin de que la empresa tenga un mayor control en su desempeño y en el de cada equipo de trabajo y una ágil toma de decisiones, se proponen indicadores de desempeño en los servicios. Además servirán de herramienta para verificar el cumplimiento de las metas que la empresa se proponga. A continuación se muestran los indicadores propuestos.

- $$\frac{\text{Reprocesos mensuales}}{\text{Total de servicios mensuales}} =$$
 Este indicador plasma el porcentaje de los reprocesos efectuados al mes, el objetivo es que la empresa conozca el índice de reprocesos que tiene mes a mes para tener trazabilidad. A continuación en la tabla 21 se observa la ficha técnica del indicador donde se reflejan todas las características

**Tabla 21 ficha técnica de indicador #1**

FICHA TECNICA INDICADOR #1	
Nombre	Indicador de porcentaje de reprocesos mensuales
Objetivo	Determinar el porcentaje de reprocesos con respecto al total de servicios efectuados al mes, con el fin de controlar la efectividad en los procesos
Unidad/Tiempo	Porcentaje/mensual
Oportunidad de medición	A principio de cada mes cuando se tenga todas las ordenes de servicio
Forma de cálculo	Reprocesos/total de servicios efectuados
Meta prevista	
Proceso de obtención	Solicitar un reporte al gerente de los reprocesos mensuales
Responsable del cumplimiento	Equipos 1 y 2
Responsable	Asistente administrativa

Nota: Adrián Benito 2019

- $$\frac{\text{Servicios mensuales efectuados exitosamente por el equipo 1}}{\text{Total de servicios mensuales}} =$$
 El objetivo de este indicador es medir el desempeño del equipo de trabajo 1. En la tabla 22 se observa la ficha técnica del indicador donde se reflejan todas las características.

**Tabla 22 ficha técnica de indicador #2**

FICHA TECNICA INDICADOR #2	
Nombre	Indicador de porcentaje de servicios mensuales efectuados exitosamente por el equipo 1
Objetivo	Determinar el porcentaje de servicios mensuales efectuados exitosamente por el equipo 1 con respecto al total de servicios efectuados al mes, con el fin de controlar la efectividad del equipo
Unidad/Tiempo	Porcentaje/mensual
Oportunidad de medición	A principio de cada mes cuando se tenga todas las ordenes de servicio
Forma de cálculo	Servicios mensuales efectuados exitosamente por el equipo 1/total de servicios efectuados
Meta prevista	
Proceso de obtención	Solicitar un reporte al gerente de los procesos mensuales
Responsable del cumplimiento	Equipo 1
Responsable	Asistente administrativa

Nota: Adrián Benito 2019

- $$\frac{\text{Servicios mensuales efectuados exitosamente por el equipo 2}}{\text{Total de servicios mensuales}} = \text{Al igual que el indicador anterior, este tiene como fin medir el desempeño del equipo 2. En la tabla 23 se observa la ficha técnica del indicador donde se reflejan todas las características.}$$

**Tabla 23 ficha técnica de indicador #3**

FICHA TECNICA INDICADOR #3	
Nombre	Indicador de porcentaje de servicios mensuales efectuados exitosamente por el equipo 2
Objetivo	Determinar el porcentaje de servicios mensuales efectuados exitosamente por el equipo 2 con respecto al total de servicios efectuados al mes, con el fin de controlar la efectividad del equipo
Unidad/Tiempo	Porcentaje/mensual
Oportunidad de medición	A principio de cada mes cuando se tenga todas las ordenes de servicio
Forma de cálculo	Servicios mensuales efectuados exitosamente por el equipo 2/total de servicios efectuados
Meta prevista	
Proceso de obtención	Solicitar un reporte al gerente de los reprocesos mensuales
Responsable del cumplimiento	Equipo 2
Responsable	Asistente administrativa

Nota: Adrián Benito 2019

- $$\frac{\text{Servicios realizados mensuales}}{\text{Total de servicios mensuales}} =$$
 Este indicador plasma el desempeño general de la empresa, con este indicador la organización podrá proponerse metas y ver los resultados reflejados mes a mes. En la tabla 24 se observa la ficha técnica del indicador donde se reflejan todas las características.

**Tabla 24 ficha técnica de indicador #4**

FICHA TECNICA INDICADOR #4	
Nombre	Indicador de porcentaje de servicios mensuales efectuados exitosamente por ambos equipos
Objetivo	Determinar el porcentaje de servicios mensuales efectuados exitosamente por ambos equipos con respecto al total de servicios efectuados al mes, con el fin de controlar la efectividad del equipo
Unidad/Tiempo	Porcentaje/mensual
Oportunidad de medición	A principio de cada mes cuando se tenga todas las ordenes de servicio
Forma de cálculo	Servicios mensuales efectuados exitosamente por ambos equipos/total de servicios efectuados
Meta prevista	
Proceso de obtención	Solicitar un reporte al gerente de los reprocesos mensuales
Responsable del cumplimiento	Equipo 1 y 2
Responsable	Asistente administrativa

Nota: Adrián Benito 2019

- $\frac{\text{Servicios}}{\text{Insumos}}$  = El último indicador propuesto brinda el índice de productividad mensual. En la tabla 25 se observa la ficha técnica del indicador donde se reflejan todas las características.

**Tabla 25 ficha técnica indicador #5**

FICHA TECNICA INDICADOR #5	
Nombre	Indicador de porcentaje de productividad
Objetivo	Determinar el porcentaje de productividad total mensual de la empresa
Unidad/Tiempo	Porcentaje/mensual
Oportunidad de medición	A principio de cada mes cuando se tenga los registros de contabilidad
Forma de cálculo	Servicios/Insumos
Meta prevista	
Proceso de obtención	Solicitar un reporte al gerente de los servicios efectuados y las inversiones del mes
Responsable del cumplimiento	Equipo 1 y 2
Responsable	Asistente administrativa

Nota: Adrián Benito 2019

El uso de los indicadores anteriores consiste en que la asistente administrativa al final de cada mes coloque en la fórmula la cantidad indicada y realice la división, el resultado será el número que le indique el rendimiento de la empresa mes a mes, luego deberá pasar estos indicadores al gerente.

### **Logística**

Como resultado del diagnóstico, un origen de las causas de los reprocesos en los servicios que se repite con frecuencia es la falla logística. Actualmente el gerente es quien realiza la logística, él apunta las citas pendientes de servicios en una pizarra, lo cual es un método anticuado y poco efectivo, ya que el gerente también es técnico, así que debe resolver asuntos operativos, administrativos, financieros y también logísticos. Al tener tanta responsabilidad, el gerente en ocasiones olvida apuntar las citas en la pizarra, entonces cuando llega el momento de la cita de servicio, los técnicos deben cubrir el servicio de manera no anticipada, esto lleva a realizar los servicios con faltante de herramientas y con un tiempo disponible reducido.

Este método también es muy riesgoso porque en ocasiones anteriores se ha dejado de brindar el servicio de mantenimiento debido a que “no se vio” que estaba pendiente el cliente. En los casos de clientes de gobiernos para los que se tiene una licitación, atrasarse en el servicio de mantenimiento le incurre multas a la compañía. Dentro de la propuesta está la implementación de una hoja electrónica donde se lleve el control de las citas y las mismas se puedan ordenar de la más próxima a la más lejana, de esa forma la empresa se asegura de no dejar clientes sin atender. En seguida en las figuras 40, 41, 42, 43 y 44 se muestran capturas de pantalla de la hoja electrónica y se describe su funcionamiento, primero los mantenimientos preventivos, luego los mantenimientos correctivos e instalaciones. Con el fin de suavizar el trabajo del gerente, se pretende empoderar a la asistente administrativa de realizar esta función.

### Figura No 40 Hoja electrónica de logística

Grupo Becar S.A.		MANTENIMIENTOS PREVENTIVOS			
CLIENTES	CONTACTO	FECHA JULIO 2019	UBICACIÓN	TIPO DE SERVICIO	PRECIO
ABBOT BODEGAS	2290-9223	12/7/2019	BARRIO MEXICO	INSTALACIÓN	
ABBOT CALDERON	2290-9223	5/7/2019	HOSP CALDERON	CORRECTIVO	
ABBOT CARTAGO	2290-9223	9/7/2019	CARTAGO	PREVENTIVO	
ABBOT HEREDIA	2290-9224	19/7/2019	HEREDIA	INSTALACIÓN	
ABBOT HOSP. SAN JUAN	2290-9223	7/7/2019	HOSP SAN JUAN	INSTALACIÓN	
ABBOT MEXICO	2290-9223	13/7/2019	HOSP MEXICO	INSTALACIÓN	
ABBOT PSIQUIATRICO	2290-9223	15/7/2019	PAVAS	CORRECTIVO	
ADRIANA	2271-3819	25/7/2019	TRES RIOS	INSTALACIÓN	
ARLENE	8879-6619	11/7/2019	PARRITA	CORRECTIVO	
ASOSIEMENS	2287-5211		URUCA	INSTALACIÓN	
BAXTER	2258-5061	17/7/2019	BARRIO DON BOSCO	PREVENTIVO	
BIBLIOTECA SAN JUAN	2221-6193	28/7/2019	SAN JOSE	INSTALACIÓN	
BYM	REBECCA: 2289-0101		ESCAZU	INSTALACIÓN	
CAROLINA CARTAGO	7276-0682	9/7/2019	CARTAGO	INSTALACIÓN	
CECA	JEAN CARLO: 2202-4400	16/7/2019	SAN PEDRO	INSTALACIÓN	
CINDU	2257-7461	22/7/2019	CALLE BLANCOS	INSTALACIÓN	
CORPO GRAF			BARRIO LUJAN	CORRECTIVO	
CORREOS COSTA RICA	2202-2900	26/7/2019	ZAPOTE	CORRECTIVO	
EDUVISION	ANDREA 2294-5100	3/7/2019	CORONADO	INSTALACIÓN	
ESCUELA CARMEN	MARIA ELENA: 2285-1749/8847-9609	21/7/2019	CARMEN	CORRECTIVO	

Nota: Adrián Benito 2019

El primer paso es escribir en la hoja las fechas de los servicios que se deben brindar a los clientes, esto se debe realizar a final de cada mes. Los servicios de mantenimiento preventivo son realizados bajo contrato, por lo general son cada tres meses, varían según el equipo. Basado en el ejemplo de la figura 40, la hoja se debió llenar a fin de junio. Una vez llenada la hoja se procede al siguiente paso mostrado en la figura 41.

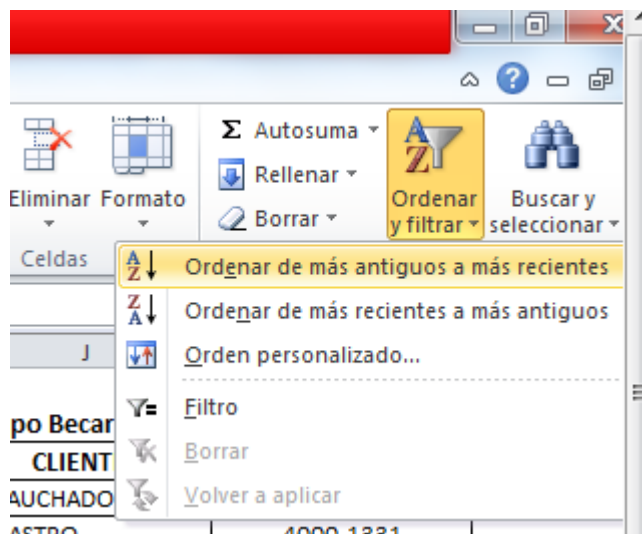
**Figura No 41 Hoja electrónica de logística paso 1**

Grupo Becar S.A.		MANTENIMIENTOS PREVENTIVOS			
CLIENTES	CONTACTO	FECHA JULIO 2019	UBICACIÓN	TIPO DE SERVICIO	PRECIO
ABBOT BODEGAS	2290-9223	12/7/2019	BARRIO MEXICO	INSTALACIÓN	
ABBOT CALDERON	2290-9223	5/7/2019	HOSP CALDERON	CORRECTIVO	
ABBOT CARTAGO	2290-9223	9/7/2019	CARTAGO	PREVENTIVO	
ABBOT HEREDIA	2290-9224	19/7/2019	HEREDIA	INSTALACIÓN	
ABBOT HOSP. SAN JUAN	2290-9223	7/7/2019	HOSP SAN JUAN	INSTALACIÓN	
ABBOT MEXICO	2290-9223	13/7/2019	HOSP MEXICO	INSTALACIÓN	
ABBOT PSIQUIATRICO	2290-9223	15/7/2019	PAVAS	CORRECTIVO	
ADRIANA	2271-3819	25/7/2019	TRES RIOS	INSTALACIÓN	
ARLENE	8879-6619	11/7/2019	PARRITA	CORRECTIVO	
ASOSIEMENS	2287-5211		URUCA	INSTALACIÓN	
BAXTER	2258-5061	17/7/2019	BARRIO DON BOSCO	PREVENTIVO	
BIBLIOTECA SAN JUAN	2221-6193	28/7/2019	SAN JOSE	INSTALACIÓN	
BYM	REBECCA: 2289-0101		ESCAZU	INSTALACIÓN	
CAROLINA CARTAGO	7276-0682	9/7/2019	CARTAGO	INSTALACIÓN	
CECA	JEAN CARLO: 2202-4400	16/7/2019	SAN PEDRO	INSTALACIÓN	
CINDU	2257-7461	22/7/2019	CALLE BLANCOS	INSTALACIÓN	
CORPO GRAF			BARRIO LUJAN	CORRECTIVO	
CORREOS COSTA RICA	2202-2900	26/7/2019	ZAPOTE	CORRECTIVO	
EDUVISION	ANDREA 2294-5100	3/7/2019	CORONADO	INSTALACIÓN	
ESCUELA CARMEN	MARIA ELENA: 2285-1749/8847-9609	21/7/2019	CARMEN	CORRECTIVO	

Nota: Adrián Benito 2019

Se debe marcar la columna de las fechas con el cursor.

**Figura No 42 Hoja electrónica de logística paso 2**



Nota: Adrián Benito 2019

Cuando las columnas están marcadas como se mostró en la figura 42 el siguiente paso es dar click con el cursor en la opción “ordenar y filtrar” y luego click en “Ordenar de más antiguos a más recientes”. Y como resultado se obtienen las citas ordenadas de la más próxima a la más lejana como se muestra en la figura 43.

**Figura No 43 Hoja electrónica ordenada**

Grupo Becar S.A.		MANTENIMIENTOS PREVENTIVOS			
CLIENTES	CONTACTO	FECHA JULIO 2019	UBICACIÓN	TIPO DE SERVICIO	PRECIO
EDUVISION	ANDREA 2294-5100	3/7/2019	CORONADO	INSTALACIÓN	
ABBOT CALDERON	2290-9223	5/7/2019	HOSP CALDERON	CORRECTIVO	
ABBOT HOSP. SAN JUAN	2290-9223	7/7/2019	HOSP SAN JUAN	INSTALACIÓN	
ABBOT CARTAGO	2290-9223	9/7/2019	CARTAGO	PREVENTIVO	
CAROLINA CARTAGO	7276-0682	9/7/2019	CARTAGO	INSTALACIÓN	
ARLENE	8879-6619	11/7/2019	PARRITA	CORRECTIVO	
ABBOT BODEGAS	2290-9223	12/7/2019	BARRIO MEXICO	INSTALACIÓN	
ABBOT MEXICO	2290-9223	13/7/2019	HOSP MEXICO	INSTALACIÓN	
ABBOT PSIQUIATRICO	2290-9223	15/7/2019	PAVAS	CORRECTIVO	
CECA	JEAN CARLO: 2202-4400	16/7/2019	SAN PEDRO	INSTALACIÓN	
BAXTER	2258-5061	17/7/2019	BARRIO DON BOSCO	PREVENTIVO	
ABBOT HEREDIA	2290-9224	19/7/2019	HEREDIA	INSTALACIÓN	
ESCUELA CARMEN	MARIA ELENA: 2285-1749/8847-9609	21/7/2019	CARMEN	CORRECTIVO	

Nota: Adrián Benito 2019

Como se puede apreciar, las citas quedan ordenadas. De esta manera el gerente podrá visualizar de una manera más exacta las citas y podrá planear la logística más ordenadamente. La asistente antes de agendar una cita de mantenimiento correctivo o instalación debe asegurarse de que la fecha aspirante no choque con algún mantenimiento preventivo ya agendado. Como se planteó anteriormente, la encargada de llenar esta hoja será la asistente administrativa que también es la encargada de ventas, una vez que crea las hojas electrónicas las debe enviar por correo electrónico al gerente para que él les dé uso, el ideal es que el gerente con estas hojas planifique semanalmente las actividades por realizar y se abastezca de los recursos necesarios con anticipación.

## Capacitaciones

En este apartado se detallan las capacitaciones necesarias que requiere el personal de la empresa para trabajar con los nuevos cambios propuestos, los montos que aparecen a partir de este apartado se muestran en dólares según el BCCR del día 17/07/2019, cuyo valor fue de ₡582.10 colones. En la tabla 21 se muestra los detalles del costo por hora de cada empleado, posteriormente se detalla el costo de cada capacitación.

**Tabla 26 Costo por hora de cada trabajador**

Salarios	colones	Mes	Día	Hora
Salario ing	537000	\$ 922,52	\$ 46,13	\$ 5,77
Salario tecnico	370000	\$ 635,63	\$ 31,78	\$ 3,97
Salario tecnico	370000	\$ 635,63	\$ 31,78	\$ 3,97
Salario asistente	135000	\$ 231,92	\$ 11,60	\$ 1,45
Salario supervisor	500000	\$ 858,95	\$ 42,95	\$ 5,37

Nota: Adrián Benito 2019

En la tabla anterior se muestra el salario mensual de cada trabajador de la empresa, luego por día y finalmente por hora. Una vez que se conoce cuánto cuesta una hora de cada trabajador se puede desglosar las capacitaciones como se muestra a continuación.

### Capacitación al personal sobre el nuevo sistema de trabajo.

Esta capacitación consiste en informar al personal el nuevo modo de trabajo propuesto, incluyendo el nuevo puesto, los equipos de trabajo, el seguimiento de los diagramas de procesos, y el nuevo método logístico y lo referente a la nueva función de la asistente administrativa. Esta primera capacitación estará a cargo del investigador.

**Tabla 27 Capacitación al personal sobre el nuevo método de trabajo**

¿Para quién?	Encargado de dar la capacitación	Duración	Lugar	Costo
Para los 2 técnicos y la asistente	Investigador	1 hora	Sede central de Grupo Becar S.A.	\$ 15,16

Nota: Adrián Benito 2019

Los costos que conforman los \$15.96 corresponden a una hora del ingeniero, de los dos técnicos y de la asistente.

**Capacitación inductiva al nuevo supervisor.**

Esta capacitación consiste en inducir al nuevo supervisor contratado en asuntos del funcionamiento de la empresa, los equipos de trabajos, las horas laborales, las funciones de su trabajo, el seguimiento de los flujogramas del manual de procedimientos propuesto, la realización de la orden de servicio y la información sobre la cartera de clientes que la empresa posee. Esta capacitación la realiza el ingeniero, ya que es quien tiene mayor conocimiento sobre el nuevo modo de trabajo.

**Tabla 28 Capacitación inductiva al nuevo supervisor**

¿Para quién?	Encargado de dar la capacitación	Duración	Lugar	Costo
Para el nuevo supervisor	Investigador	1 hora	Sede central de Grupo Becar S.A.	\$ 5,37

Nota: Adrián Benito 2019

Los costos que conforman los \$5.37 son la hora del ingeniero y del supervisor.

#### **Capacitación a la asistente administrativa sobre su nueva función.**

Esta capacitación consiste en explicar a la asistente administrativa su nueva función como encargada del orden logístico de las citas. Esta capacitación la realiza el investigador, ya que es quien ideó el uso de la hoja electrónica, por ende es el más apropiado para difundir el conocimiento.

**Tabla 29 Capacitación a la asistente administrativa sobre su nueva función.**

¿Para quién?	Encargado de dar la capacitación	Duración	Lugar	Costo
Asistente administrativa	Investigador	1 hora	Sede central de Grupo Becar S.A.	\$ 7,22

Nota: Adrián Benito 2019

Los costos que conforman los \$7.22 corresponden a la hora del ingeniero/investigador y a la hora de la asistente.

### Capacitación inductiva sobre calidad.

Para que los colaboradores de la empresa puedan ver cambios y resultados beneficiosos, es necesario hacer conciencia acerca de la importancia de implementar la filosofía de calidad en la empresa, por eso se propone realizar una capacitación al personal de la empresa. Esta capacitación está a cargo del personal del Instituto Nacional de Aprendizaje (INA), y tendrá como objetivo profundizar en temas como: política de calidad, filosofía de calidad y sus beneficios, mejora continua, calidad en los procesos de servicio. A continuación se presentan los detalles de la capacitación.

**Tabla 30 Capacitación inductiva sobre calidad.**

¿Para quién?	Encargado de dar la capacitación	Duración	Lugar	Costo
Para los 2 técnicos, el supervisor y la asistente	INA(Instituto Nacional de Aprendizaje)	4 horas	Sede central de Grupo Becar S.A.	\$ 59,05

Nota: Adrián Benito 2019

Esta capacitación será gratuita, ya que el Instituto Nacional de Aprendizaje brinda todos sus servicios sin costo alguno, únicamente se toma en cuenta los costos de 4 horas de los dos técnicos, la asistente y el supervisor. En cuanto al tiempo para efectuar las capacitaciones, se debe de programar reuniones posteriores a una jornada laboral.

Después de realizadas las capacitaciones es importante que los participantes asuman el compromiso y cumplan con lo explicado, y que puedan comprender a plenitud, que cada uno de los esfuerzos que está haciendo la empresa por capacitarse y renovarse, es para beneficio de todos, en los indicadores de control se reflejará la aplicación de los nuevos conocimientos.

### Análisis Económico

El objetivo de este estudio es determinar la viabilidad del proyecto. Como parte de este, se deben detallar los aspectos económicos relacionados con la inversión inicial, los costos del proyecto, el período de recuperación del dinero, entre otros.

## Inversión inicial

Como parte de la inversión inicial, se deben contemplar costos relacionados con las capacitaciones y a la contratación. En la siguiente tabla se establece la inversión inicial del proyecto, se detallan los diferentes rubros y se define las unidades y el costo.

**Tabla 31 Inversión inicial del proyecto**

Actividad	Detalle	Costo Total
Beca de curso de refrigeración para los dos técnicos	1 año	\$ 927,67
Capacitaciones	7 horas	\$ 86,80
Contratacion del supervisor	Póliza INS y CCSS	\$ 329,24
Contratacion del ingeniero industrial	Póliza INS y CCSS	\$ 311,61
Contrato de 4 meses con Ingeniero Industrial	Contratación 4 meses	\$ 2.573,70
<b>Total</b>		<b>\$ 4.229,01</b>

Nota: Adrián Benito 2019

Cabe recalcar nuevamente, que la capacitación del INA es gratuita, ya que será impartida por profesionales de la institución, la cual cuenta con programas de ayuda y capacitaciones para empresa en crecimiento. En cada una de las otras capacitaciones se toma en cuenta el número de horas que se requieren para disponer del personal como parte de la formalidad de la capacitación.

El costo de contratación del supervisor se constituye por la póliza del INS (Instituto Nacional de Seguros) que consta de \$103.08 (₡60,000.00) cada seis meses. Y la inscripción a la CCSS (Caja Costarricense del Seguro Social) que consta del 26,33% del salario bruto que va a ganar el supervisor, el cual es de \$858.95 (₡500,000.00), por ende la carga social es de \$226,16 (₡131,650.00). Así que el costo de contratar al nuevo supervisor es de \$329,24 (₡ 191,650.00). Al salario bruto del supervisor se le rebaja el 10.34%, \$ 85.89 (51,700.00) que corresponde a la CCSS, por ende su salario neto será de \$ 773.06 (₡449,300.00)

Finalmente los costos de contratar a un ingeniero industrial para realizar el proyecto, han surgido de una aproximación del tiempo invertido para realizarlo y basándose en los montos que se tienen establecidos en la página del Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos de Costa Rica (CFIA), que expresa que el salario mínimo de un ingeniero con el grado de bachiller es de \$ 922.52 (₡ 537,000.00) El cálculo que se realizó para efectos de este proyecto fue de 2 salarios mínimos de un ingeniero bachiller, como representación de 4 meses trabajando a medio tiempo en Grupo Becar S.A.; la sumatoria de esos 2 salarios mínimos es de \$1845 (₡1.074.000), justo el dato que se detalló en la tabla anterior.

La inscripción a la CCSS (Caja Costarricense del Seguro Social) suma el 26.33% del salario bruto del ingeniero, el cual es de \$242.89. A demás, al costo de contratación se le añaden los 4 meses de la póliza del INS (Instituto Nacional de Seguros) consta de \$68.71 (₡40,000.00), por ende el costo de contratación del ingeniero es de \$311.6 (₡181,382.36). Al salario bruto del ingeniero se le rebaja el 10.34%, \$95,39 (₡55,525.80) que corresponde a la CCSS, por ende su salario neto será de \$ 827.13 (₡481,47.2). Todo lo anterior sumado resulta una inversión inicial de \$4.229,01 (₡2,461,706.72)

### **Evaluación económica (costo – beneficio)**

Una vez obtenida la inversión inicial se procede a realizar el análisis de costo beneficio. A continuación en la tabla 27 se detalla el cálculo correspondiente.

**Tabla 32 Costo – Beneficio**

Recursos	Costo	Beneficio
Salario del supervisor (cargas sociales y poliza)	\$ 1.085,11	Evitar costo por reprocesos mensuales de al menos \$1348,68
Incremento de salario del 10% de la asistente administrativa	\$ 23,19	
Inversion inicial	\$ 4.229,01	
El primer mes	\$ 5.337,31	
Los siguientes meses	\$ 1.108,30	
Ahorro mínimo mensual despuesdel primer mes	\$	240,38

Nota: Adrián Benito 2019

Como se puede observar, en el primer mes la empresa tendría que gastar \$ 5,337.31 debido a la inversión inicial. Luego, en los siguientes meses, el nuevo gasto surgido del salario del supervisor y el incremento en el salario de la asistente será de \$ 1,108.30, sin embargo, con la eliminación de los reprocesos, la empresa ahorraría al mes como mínimo \$240.38, este ahorro es el resultado de restar el costo mensual por reprocesos menos el nuevo incremento mensual en los gastos de la empresa de \$ 1,108.30. Se dice como mínimo debido a que los costos mínimos por reprocesos mensuales son de \$1,348.68, sin embargo este costo puede incrementar. Esto quiere decir que habrá meses donde la empresa ahorre más de lo establecido. Con base en lo anterior, en la siguiente tabla se muestra el tiempo de recuperación de la inversión.

**Tabla 33 tiempo de recuperación.**

Inversion	\$ 4.311,15	Amortización
Ahorro mes 1	\$ 240,38	\$ 240,38
Ahorro mes 2	\$ 240,38	\$ 480,76
Ahorro mes 3	\$ 240,38	\$ 721,13
Ahorro mes 4	\$ 240,38	\$ 961,51
Ahorro mes 5	\$ 240,38	\$ 1.201,89
Ahorro mes 6	\$ 240,38	\$ 1.442,27
Ahorro mes 7	\$ 240,38	\$ 1.682,65
Ahorro mes 8	\$ 240,38	\$ 1.923,02
Ahorro mes 9	\$ 240,38	\$ 2.163,40
Ahorro mes 10	\$ 240,38	\$ 2.403,78
Ahorro mes 11	\$ 240,38	\$ 2.644,16
Ahorro mes 12	\$ 240,38	\$ 2.884,54
Ahorro mes 13	\$ 240,38	\$ 3.124,92
Ahorro mes 14	\$ 240,38	\$ 3.365,29
Ahorro mes 15	\$ 240,38	\$ 3.605,67
Ahorro mes 16	\$ 240,38	\$ 3.846,05
Ahorro mes 17	\$ 240,38	\$ 4.086,43
Ahorro mes 18	\$ 240,38	\$ 4.326,81
Total	\$ 4.326,81	₡ 4.326,81

Nota: Adrián Benito 2019

Como se puede observar la recuperación de la inversión se recupera en 18 meses partiendo de la implementación del proyecto, debido al ahorro mensual producido por la mitigación de los reprocesos.

### **Análisis de productividad final**

Una vez que se conocen las implicaciones requeridas para erradicar los reprocesos se procede a realizar un análisis de productividad total mensual suponiendo la propuesta implementada.

**Tabla 34 análisis de productividad final.**

<b>Productividad Total Mensual Actual</b>		<b>Productividad Total Mensual con la propuesta implementada</b>	
<b>Entradas</b>	<b>\$ 1.504,00</b>	<b>Entradas</b>	<b>\$ 2.612,30</b>
<b>Costo por reprocesos</b>	<b>\$ 1.348,68</b>	<b>Costo por reprocesos</b>	<b>\$ -</b>
<b>Entradas + Costo por reprocesos</b>	<b>\$ 2.852,68</b>	<b>Entradas + Costo por reprocesos</b>	<b>\$ 2.612,30</b>
<b>Salidas</b>	<b>45</b>	<b>Salidas</b>	<b>45</b>
<b>Productividad</b>	<b>0,016</b>	<b>Productividad</b>	<b>0,017</b>

Nota: Adrián Benito 2019

El incremento en la productividad total de la empresa mensual, luego de recuperada la inversión, incrementa en un 1% de acuerdo con la productividad actual calculada en el diagnóstico. Primeramente se esperaba incrementar la productividad en un 14%, sin embargo en esa proyección no se tomó en cuenta las implicaciones que conlleva la eliminación de los reprocesos. Las entradas en la productividad con la propuesta implementada son de \$2,612.30 debido al nuevo salario del supervisor de \$1,085.11.30 y el incremento en el salario de la asistente de ventas de \$23,19. Puede que el incremento en la productividad no sea tan atractivo, sin embargo la imagen de la empresa se verá fortalecida al no tener retrabajos prevaleciendo ante la competencia, y además al tener 2 equipos de trabajos se aumentará la capacidad de la empresa, lo cual significa que se atenderá más servicios al mes.

### **Plan de Implementación**

El plan de implementación consiste en realizar una serie de actividades en un orden lógico, esto con el fin de poner a funcionar las propuestas de mejoras en la empresa Grupo Becar S.A.

Tabla 35 Cronograma de implementación

<b>Cronograma</b>													
<b>MES</b>		<b>Agosto</b>				<b>Setiembre</b>				<b>Octubre</b>			
<b>ACTIVIDAD</b>	<b>DURACIÓN</b>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
CAPACITACIÓN AL PERSONAL SOBRE EL NUEVO SISTEMA DE TRABAJO	1 HRS												
CONTRATACIÓN	1 MES												
CAPACITACIÓN INDUCTIVA AL NUEVO SUPERVISOR	1 HRS												
CAPACITACIÓN INDUCTIVA SOBRE CALIDAD	1 MES												
CAPACITACIÓN A LA ASISTENTE SOBRE SU NUEVA FUNCIÓN	1 HRS												
EVALUACIÓN DE RESULTADOS Y MEJORA CONTINUA	SIEMPRE												

Nota: Adrián Benito 2019

Es importante aclarar que las capacitaciones tendrán lugar un día a la semana, al principio de la jornada laboral. La contratación puede que se realice en un plazo menor al plasmado en el cronograma, ya que el tiempo de contratar a alguien es muy variable, depende de qué tan rápido se seleccionen los candidatos. La evaluación de resultados y mejora continua se debe realizar una vez que se implementa el proyecto y para siempre.

## Factores críticos de éxito

Existen aspectos claves que se deben tomar en cuenta para lograr un buen funcionamiento del sistema propuesto, estos son llamados factores críticos de éxito y son considerados una estrategia de competitividad en la implementación de las mejoras propuestas.

- Contratar al supervisor. Sin un supervisor más no se podrían hacer los equipos de trabajo, y al no haberlos se seguiría trabajando con supervisiones esporádicas, es decir cuando el gerente pueda asistir a los servicios. De esta manera, al no supervisar que los técnicos cumplan con el flujograma los reprocesos permanecerán.
- Motivación. Los procesos operativos se pueden estandarizar, sin embargo, como se mostró en el diagnóstico, una de los orígenes de las causas de varios reprocesos fue la fatiga, así que por más que el proceso esté bien diseñado, su ejecución depende directamente del personal.
- Seguir los nuevos procesos. Los nuevos procesos planteados, tanto operativos como logísticos están diseñados para evitar los reprocesos. De no seguirse, los reprocesos seguirán apareciendo con la misma frecuencia y la productividad no aumentará.
- Aplicar lo aprendido en las capacitaciones. Las capacitaciones son sumamente importantes para que el nuevo sistema funcione, ya que para trabajar bajo el nuevo método se requiere de los conocimientos adquiridos.
- Trabajo en equipo. El trabajar en equipo resulta provechoso, no solo para una persona, sino para todo el equipo involucrado. Crea satisfacción y motiva a un mejor ambiente de trabajo. También enseña a respetar las ideas de los demás y ayudar a los compañeros.
- Dirección comprometida. El gerente debe de estar totalmente comprometido con los cambios por realizar y ser el primero en cambiar la actitud e implementar la nueva filosofía de calidad, para lograr satisfacer las necesidades actuales.
- Metas y objetivos claros. Es fundamental que la empresa tenga sus metas y objetivos claros para saber qué es lo que quieren y a dónde quieren llegar.

Los factores críticos de éxito deben de considerarse antes y durante de la implementación de las mejoras, ya que aportan información valiosa que le permite a la empresa alcanzar sus metas y objetivos.

## APÉNDICES

### Perfil de puestos

#### Perfil de puestos: Técnico

<b>Requerimientos mínimos:</b>	
<b>Concepto</b>	<b>Requisitos del puesto</b>
Edad	Mayor de edad
Indispensable	Responsable – Honesto
Sexo	Masculino – Femenino
<b>Escolaridad o nivel educativo:</b>	
<b>Concepto</b>	<b>Requisitos del puesto</b>
Escolaridad	Noveno año aprobado
Cursos	
Otra formación	Licencia B1
<b>Conocimientos:</b>	
<b>Concepto</b>	<b>Requisitos del puesto</b>
Conocimientos indispensables	Fontanería – electricidad
Conocimientos deseables	Refrigeración
<b>Experiencia laboral:</b>	
<b>Concepto</b>	<b>Requisitos del puesto</b>

Experiencia indispensable	
Experiencia deseable	Experiencia en refrigeración
<b>Habilidades:</b>	
<b>Concepto</b>	<b>Requisitos del puesto</b>
Indispensables	Buen entendimiento - facilidad de comunicación

<b>Competencia conductual</b>	<b>Nada</b>	<b>Poca</b>	<b>Media</b>	<b>Alta</b>	<b>Muy Alta</b>
Capacidad de negociar.		X			
Trato con la gente.				x	
Manejo de personal.	X				
Control administrativo.	X				
Habilidad para relacionarse.				x	
Liderazgo.		X			
Rendimiento bajo presión.				x	
Solución de problemas.				x	
Trabajo en equipo.					X
Orientado a resultados					X

**Descripción del puesto**

<b>Datos generales:</b>	
Número de personas en el puesto	2
Lugar de trabajo	Todo el país
Reporta a:	Supervisor
Supervisa a:	

<b>Funciones del puesto:</b>	
1	Instalar equipos de aire acondicionado
2	Brindar Mantenimiento preventivo de aires acondicionados
3	Brindar mantenimiento correctivo de aires acondicionados
4	Viajar por todo el país

<b>Responsabilidades del puesto:</b>	
1	Acatar las indicaciones del supervisor
2	Trabajar siguiendo el mapeo de los procesos.

**Perfil de puestos: Supervisor**

<b>Requerimientos mínimos:</b>	
<b>Concepto</b>	<b>Requisitos del puesto</b>
Edad	Mayor de edad
Indispensable	Responsable – Honesto
Sexo	Masculino – Femenino
<b>Escolaridad o nivel educativo:</b>	
<b>Concepto</b>	<b>Requisitos del puesto</b>
Escolaridad	Bachiller en educación media
Cursos	Técnico en refrigeración
Otra formación	Licencia B1
<b>Conocimientos:</b>	
<b>Concepto</b>	<b>Requisitos del puesto</b>
Conocimientos indispensables	Fontanería – electricidad – electricidad
Conocimientos deseables	Manejo de personal
<b>Experiencia laboral:</b>	
<b>Concepto</b>	<b>Requisitos del puesto</b>
Experiencia indispensable	1 año en refrigeración
Experiencia deseable	1 año en manejo de personal

<b>Habilidades:</b>	
<b>Concepto</b>	<b>Requisitos del puesto</b>
Indispensables	Buen entendimiento - facilidad de comunicación

<b>Competencia conductual</b>	<b>Nada</b>	<b>Poca</b>	<b>Media</b>	<b>Alta</b>	<b>Muy Alta</b>
Capacidad de negociar.				x	
Trato con la gente.				x	
Manejo de personal.				X	
Control administrativo.				X	
Habilidad para relacionarse.				X	
Liderazgo.		X			X
Rendimiento bajo presión.				X	
Solución de problemas.				X	
Trabajo en equipo.					X
Orientado a resultados					X

**Descripción del puesto**

<b>Datos generales:</b>	
Número de personas en el puesto	2
Lugar de trabajo	Todo el país
Reporta a:	Gerente
Supervisa a:	Técnico

<b>Funciones del puesto:</b>	
1	Instalar equipos de aire acondicionado
2	Brindar Mantenimiento preventivo de aires acondicionados
3	Brindar mantenimiento correctivo de aires acondicionados
4	Viajar por todo el país
5	Supervisar técnico
6	Crear ordenes de servicio

<b>Responsabilidades del puesto:</b>	
1	Acatar las indicaciones del gerente
2	Trabajar siguiendo el mapeo de los procesos
3	Velar porque se cumpla el mapeo de los procesos
5	Documentar cambios en el mapeo de procesos

## Contenido

1. Propósito .....	164
2. Alcance .....	164
3. Responsables .....	165
4. Simbología .....	165
5. Instalación de equipo Mini-Split.....	167
5.1. Diagrama de flujo.....	167
5.2. Procedimiento.....	170
6. Instalación de equipo Piso-Cielo .....	175
6.1. Diagrama de flujo.....	175
6.2. Procedimiento.....	177
7. Instalación de equipo central de ductos .....	182
7.1. Procedimiento.....	184
8. Instalación de equipo paquete .....	189
8.1. Procedimiento.....	190

### Manual de procedimientos

<b>Manual de Procedimientos</b>	Página 1 de 27
(INSTALACIÓN DE SISTEMAS DE AIRE ACONDICIONADO)	CÓDIGO: 11-P-1-1

#### 1. Propósito

Instalar de manera efectiva cualquier sistema de aire acondicionado que ofrece la empresa.

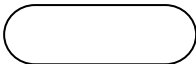


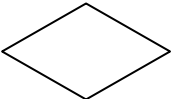
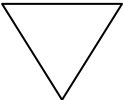
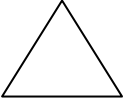

#### 2. Alcance


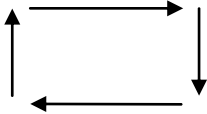
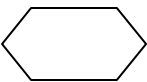
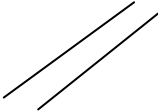

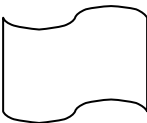

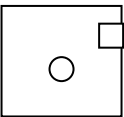
Este manual se enfoca en los procesos operativos de instalación.

### 3. Responsables

Un equipo de trabajo (supervisor y técnico) son los responsables de realizar una instalación.

### 4. Simbología

Símbolo	Nombre	Significado
	INICIO O TÉRMINO	Indica el principio o fin del procedimiento
	ACTIVIDAD	Representa las actividades que se desarrollan en el procedimiento.
	DOCUMENTO	Representa un documento que entra, sale, se utiliza o se genera en el procedimiento.
	DECISIÓN	Indica un punto del procedimiento, en donde se debe tomar una decisión entre dos opciones.
	ARCHIVO PERMANENTE	Indica el depósito de un documento o información dentro de un archivo por período indefinido.
	ARCHIVO TEMPORAL	Indica la guarda de un documento por un período determinado es decir en forma temporal.
	CONECTOR DE PÁGINA	Representa una conexión o enlace con otra hoja diferente en la que continúa el procedimiento.

Símbolo	Nombre	Significado
	CONECTOR DE ACTIVIDAD	Representa una conexión o enlace de una parte del diagrama con otra parte lejana del mismo.
	DIRECCIÓN DE FLUJO	Conecta los símbolos, señalando el orden en que se deben realizar las distintas actividades.
	PREPARACIÓN O CONECTOR DE PROCEDIMIENTO	Indica conexión del procedimiento con otro que se realiza de principio a fin para poder continuar con el descrito.
	PASA EL TIEMPO	Representa una interrupción del proceso.
	SISTEMA INFORMÁTICO	Indica el uso de un sistema informático en el procedimiento
	EFECTIVO O CHEQUE	Representa el efectivo o cheque que se reciba, genere o salga del procedimiento.
	ACLARACIÓN	Se utiliza para hacer una aclaración correspondiente a una actividad del procedimiento.
	DISQUETE	Representa la acción de respaldar la información generada en el procedimiento en una unidad magnética

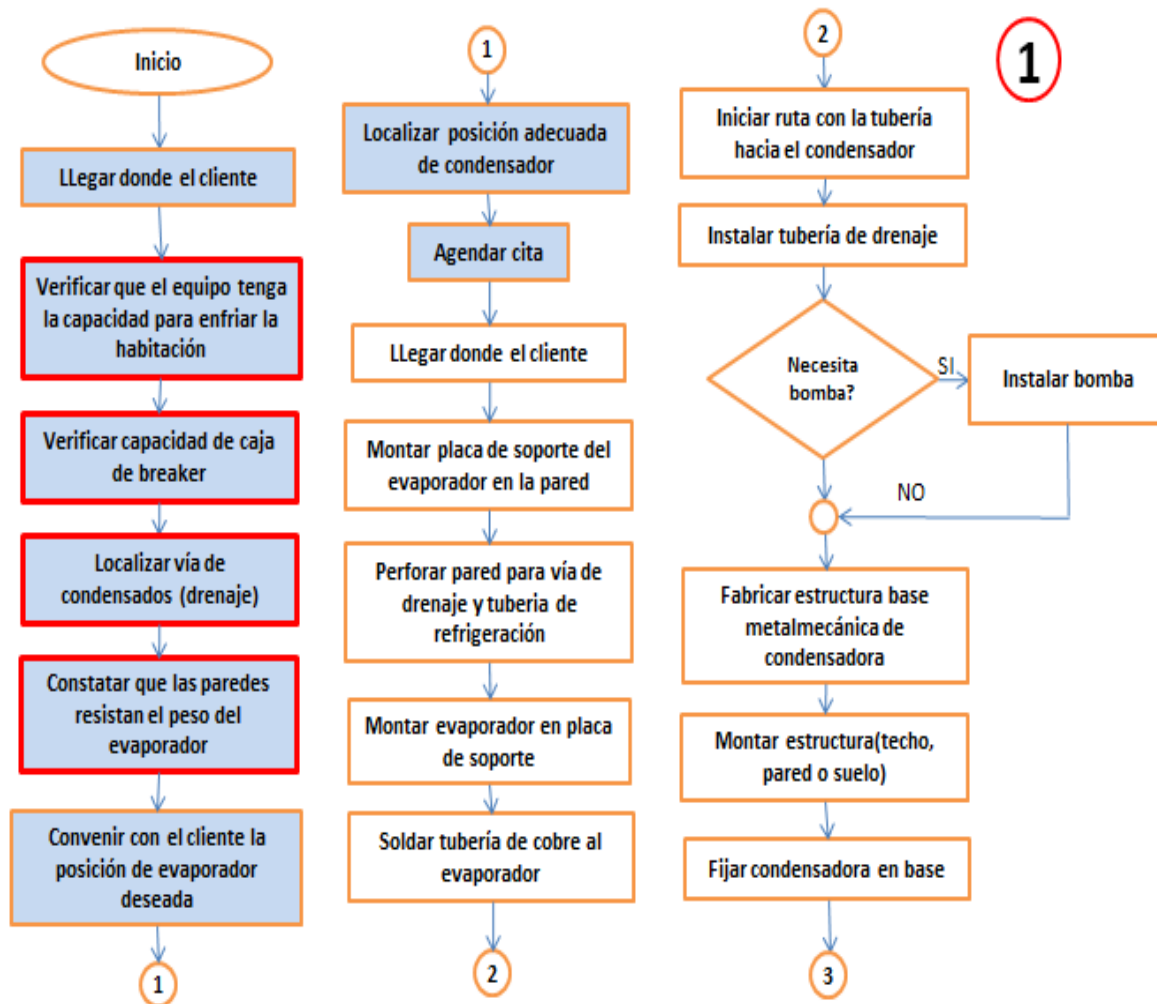
Símbolo	Nombre	Significado
	<p>DIRECCIÓN DE FLUJO DE ACTIVIDADES SIMULTÁNEAS</p>	<p>Conecta los símbolos señalando el orden simultáneo de dos o más actividades que se desarrollan en diferentes direcciones de flujo.</p>
	<p>DISCO COMPACTO</p>	<p>Representa la acción de respaldar la información generada en el procedimiento en una unidad de lectura óptica.</p>
	<p>OBJETO</p>	<p>Es la representación gráfica de un objeto tangible descrito dentro del procedimiento.</p>

Las actividades color celeste son las que únicamente el supervisor debe realizar, las actividades en color blanco son las que ambos deben realizar juntos.

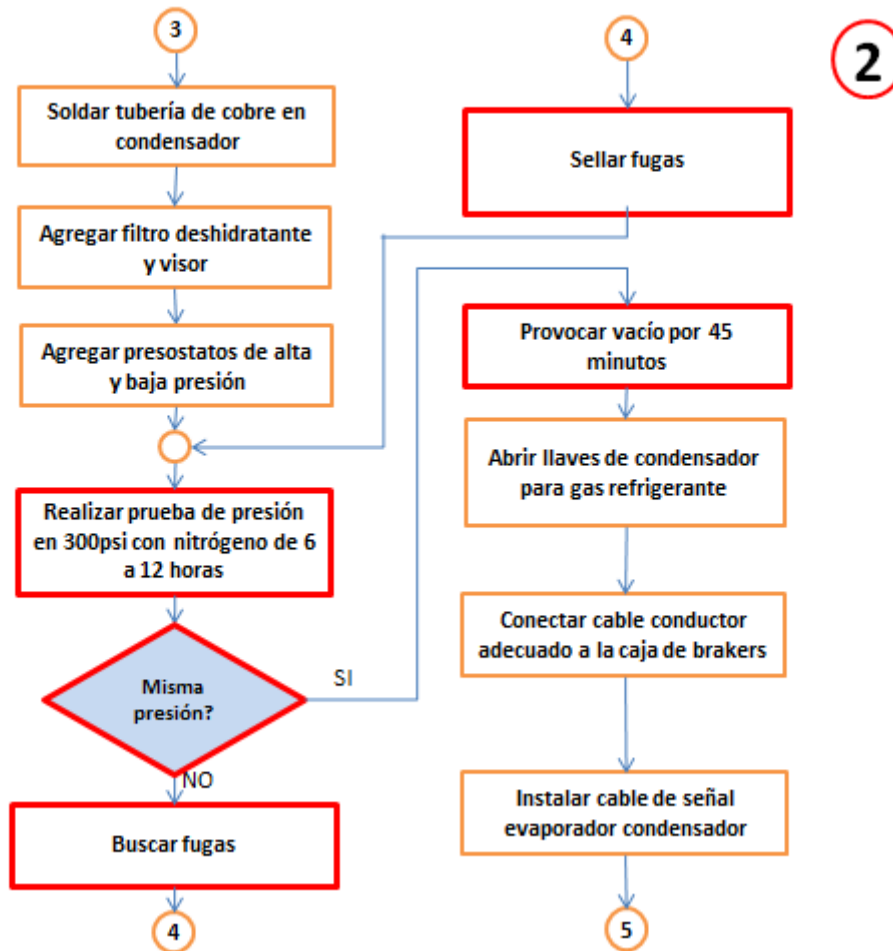
## 5. Instalación de equipo Mini-Split

### 5.1 Diagrama de flujo.

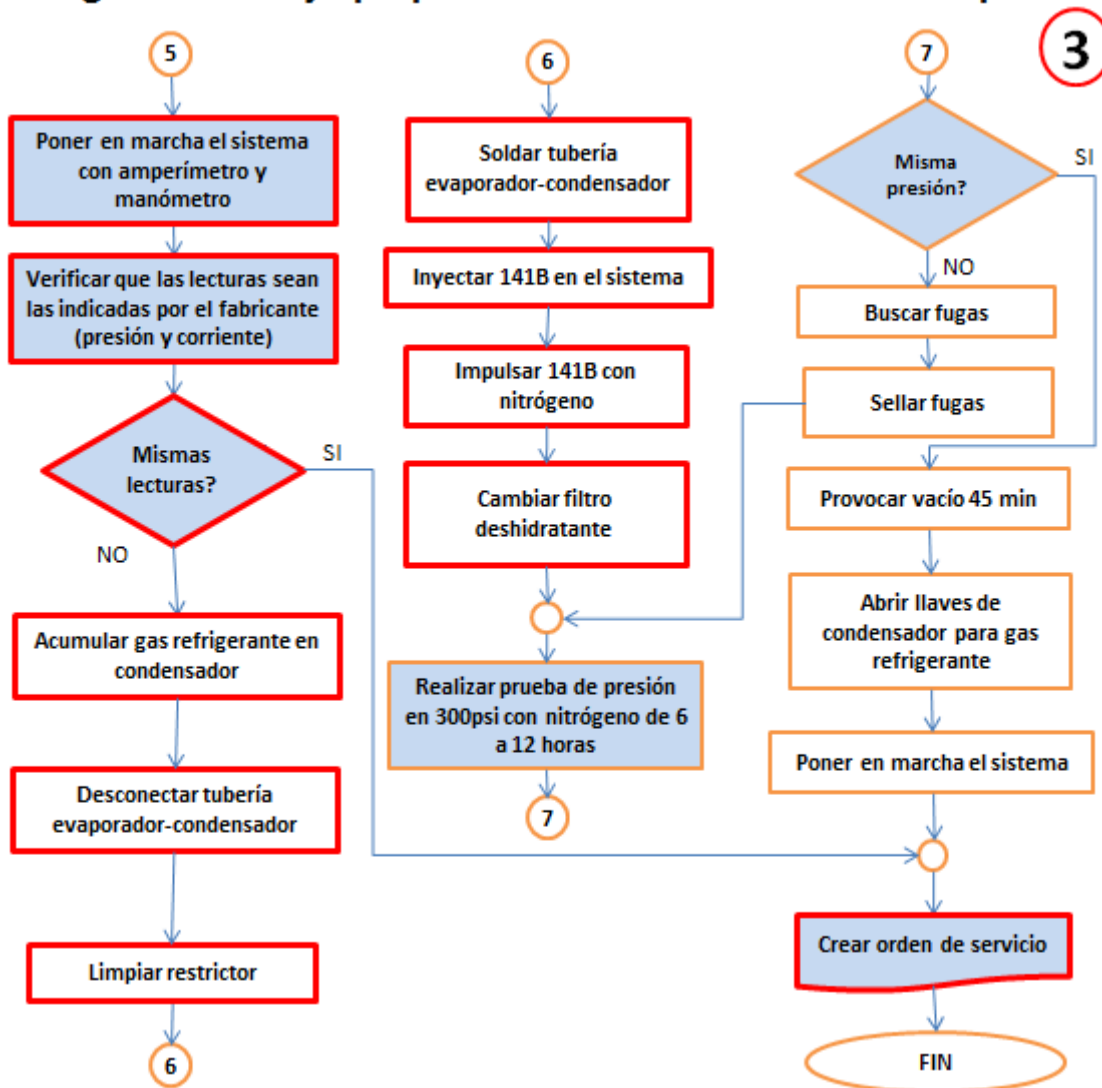
## Diagrama de flujo propuesto instalación nueva Mini-Split



## Diagrama de flujo propuesto instalación nueva Mini-Split



## Diagrama de flujo propuesto instalación nueva Mini-Split



### 5.2 Procedimiento

- **Llegar donde el cliente.** Para iniciar el proceso primero se debe realizar una visita técnica al lugar donde se pretende instalar el aire acondicionado para conocer la estructura del lugar, en este paso se inicia la visita técnica. El objetivo de este procedimiento es ubicar al cliente y que el técnico profesional realice los siguientes pasos.

- **Verificar que el equipo tenga la capacidad para enfriar la habitación.** El técnico profesional, debe de analizar el espacio que se desea enfriar y basado en sus conocimientos profesionales establece el equipo que se va a instalar según su capacidad de enfriar. El profesional debe realizar una medición y encontrar el valor del factor térmico de la habitación para así agregarlo a la potencia requerida del equipo. Los factores térmicos negativos que influyen en la capacidad necesaria del sistema son: temperatura promedio del lugar, personas, equipos internos que generan calor, ventanas a las que el sol radia directamente y las veces que se abren las puertas de la habitación.
- **Verificar capacidad de caja de breaker.** Se analiza si la corriente que necesita el sistema se puede tomar de la caja de breaker. Es decir, que la caja tenga espacio y que el consumo no se baje cuando se encienda el sistema.
- **Localizar vía de condensados (drenaje):** Localizar el lugar en donde se va a drenar el agua condensada una vez que esté funcionando, es preferible que el agua condensada sea impulsada al lugar de drenaje por gravedad, ya que de lo contrario hay que instalar una bomba de condensados.
- **Constatar que las paredes resistan el peso del evaporador.** El profesional debe analizar si las paredes resistan el peso del evaporador.
- **Convenir con el cliente la posición de evaporador deseada.** Acordar la posición del evaporador con el cliente.
- **Localizar posición adecuada de condensador.** Se debe encontrar la ubicación en donde se instalará el condensador, asegurándose de que el lugar sea resistente y no produzca vibraciones ni ruidos extraños que produzcan una futura queja por parte del cliente. Esta ubicación puede ser en paredes, techos o suelo.
- **Agendar cita.** Una vez realizada la visita técnica se acuerda una cita para instalar el equipo.
- **Llegar donde el cliente.** Cuando llega la fecha de la cita, los técnicos deben llegar con el equipo y la herramienta necesaria para realizar la instalación.

- **Montar placa de soporte del evaporador en la pared.** Se debe atornillar la placa de soporte donde el evaporador va encajado de manera nivelada, para esto se utiliza la burbuja de nivelación, el supervisor debe verificar la nivelación con la burbuja de nivelación..
- **Perforar pared para vía de drenaje y tubería de refrigeración.** Para realizar este procedimiento se debe perforar la pared con un taladro para que la tubería de refrigeración y drenaje tengan acceso.
- **Montar evaporador en placa de soporte.** Una vez montada la placa de soporte y perforada la pared se procede a montar el evaporador en la placa.
- **Soldar tubería de cobre al evaporador.** En este paso se suelda un extremo de la tubería de refrigeración en las terminales del evaporador.
- **Iniciar ruta con la tubería hacia el condensador.** Aquí se debe llevar el otro extremo de la tubería de cobre hasta las terminales del condensador.
- **Instalar tubería de drenaje.** Se debe instalar el tubo que conduce el agua drenada hasta su punto de desecho(donde cae el agua drenada)
- **¿Necesita bomba?** Si el drenaje no se puede llevar a cabo por el impulso de la gravedad se requiere de instalar una bomba que impulse el agua hasta su punta de desecho.
- **Fabricar estructura base metalmecánica de condensadora.** En este paso se debe construir una base de metal que sostenga el condensador.
- **Montar estructura (techo, pared o suelo).** Una vez fabricada la estructura se debe de montar en el lugar establecido, ya sea techo, pared o suelo.
- **Fijar condensadora en base.** Cuando la estructura base está montada se fija el condensador en la base.
- **Soldar tubería de cobre en condensador.** En este paso se suelda el extremo de la tubería de cobre contrario al evaporador.
- **Agregar filtro deshidratante y visor.** Ambos artefactos se deben instala en la tubería de cobre, entre el condensador y el evaporador.
- **Agregar presostatos de alta y baja presión.** Ambos presostatos se instalan entre los filtros y el condensador.

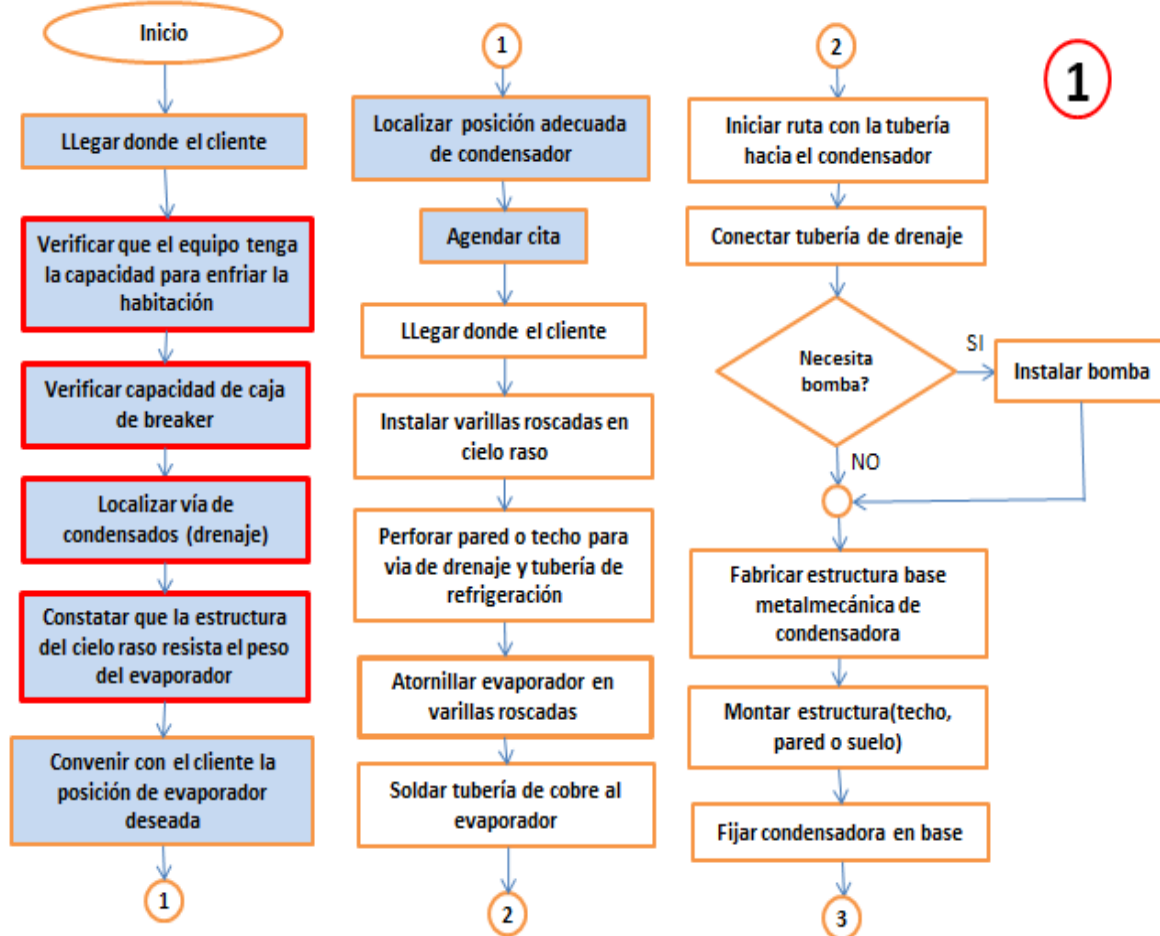
- **Realizar prueba de presión en 300psi con nitrógeno de 6 a 12 horas.** Este paso consiste en hacer una prueba de presión al sistema. Se debe suministrar el sistema con nitrógeno y después revisar si la presión es la misma. De 6 a 12 horas es el rango de tiempo confiable,
- **¿Misma presión?** Si la presión es la misma significa que se procede a provocar el vacío, si no se debe inspeccionar la tubería para detectar las fugas y sellarlas, posteriormente es necesario volver a realizar la prueba.
- **Provocar vacío por 45 minutos.** El vacío se debe provocar por 45 minutos para que elimine por completo los residuos de aire existentes dentro del sistema interno.
- **Abrir llaves de condensador para gas refrigerante.** Una vez que se ha realizado el vacío y la prueba de presión se procede a abrir las llaves del condensador en el cual se encuentra el gas refrigerante almacenado. Cuando se abren las llaves el gas refrigerante puede circular por el sistema.
- **Conectar cable conductor adecuado a la caja de breakers.** Se conecta el sistema a la caja de breakers con un cable conductor con el calibre indicado por las normas del fabricante.
- **Instalar cable de señal evaporador condensador.** El evaporador y condensador deben ir conectados con un cable de bajo voltaje para que se enciendan y trabajen simultáneamente.
- **Poner en marcha el sistema con amperímetro y manómetros.** una vez concluido todo lo anterior se procede a encender el sistema con amperímetro y manómetros para verificar que las medidas de presión y de voltaje sean las indicadas por el fabricante.
- **Verificar que las lecturas sean las indicadas por el fabricante (presión y corriente).** El supervisor debe verificar que las lecturas sean las indicadas por el fabricante.
- **¿Mismas lecturas?** Si las lecturas son las mismas el proceso finaliza en este punto, si son distintas significa que el sistema tiene una obstrucción en la tubería, específicamente en el restrictor o válvula de expansión, esta obstrucción es una pequeña basura. En este caso se debe limpiar el restrictor manualmente y luego, con el restrictor fuera del sistema, se debe limpiar el sistema con un refrigerante en estado líquido impulsado con nitrógeno, procesos los cuales se describen a continuación.

- **Acumular gas refrigerante en el condensador.** Debido a que es necesario despegar la tubería, se requiere acumular el gas refrigerante en el condensador para que no se escape, para lograr este paso se debe de cerrar la llave de alta presión del condensador.
- **Desconectar tubería evaporador condensador.** Para limpiar el restrictor se debe cortar la tubería de cobre en el extremo que conecta con el evaporador debido a que es en la terminal del evaporador donde se encuentra.
- **Limpiar restrictor o válvula de expansión.** Una vez que las terminales quedan expuestas, se debe sacar el restrictor y limpiarlo manualmente con una brocha.
- **Soldar tubería evaporador-condensador.** Una vez limpio el restrictor y colocado en su lugar se procede a soldar el extremo previamente cortado.
- **Inyectar 141B en el sistema.** Para lavar todo el sistema se necesita inyectar el refrigerante líquido por medio de las llaves de puerto para luego ser impulsado con nitrógeno por todo el sistema.
- **Impulsar 141B con nitrógeno.** una vez inyectado el refrigerante 141B en el sistema, se suministra nitrógeno para impulsar el 141B por todo el sistema (tubería, evaporador y condensador)
- **Cambiar filtro deshidratante.** Para una mayor seguridad es recomendable cambiar el filtro deshidratante porque puede contener basura.
- **Realizar prueba de presión en 300psi con nitrógeno de 6 a 12 horas.** Debido a los cortes realizados en la tubería cabe la posibilidad de que existan nuevas fugas.
- **¿Misma presión?** Si la presión es la misma significa que se procede a provocar el vacío, si no se debe inspeccionar la tubería para detectar las fugas y sellarlas, posteriormente es necesario volver a realizar la prueba.
- **Provocar vacío por 45 minutos.** El vacío se debe provocar por 45 minutos para que elimine por completo los residuos de aire existentes dentro del sistema interno.
- **Abrir llaves de condensador para gas refrigerante.** Una vez que se ha realizado el vacío y la prueba de presión se procede a abrir las llaves del condensador en el cual se encuentra el gas refrigerante almacenado. Cuando se abren las llaves el gas refrigerante puede circular por el sistema.
- **Poner en marcha el sistema.** Una vez limpiado el sistema y debidamente instalado se procede a poner en marcha el sistema. En este punto finaliza el proceso.

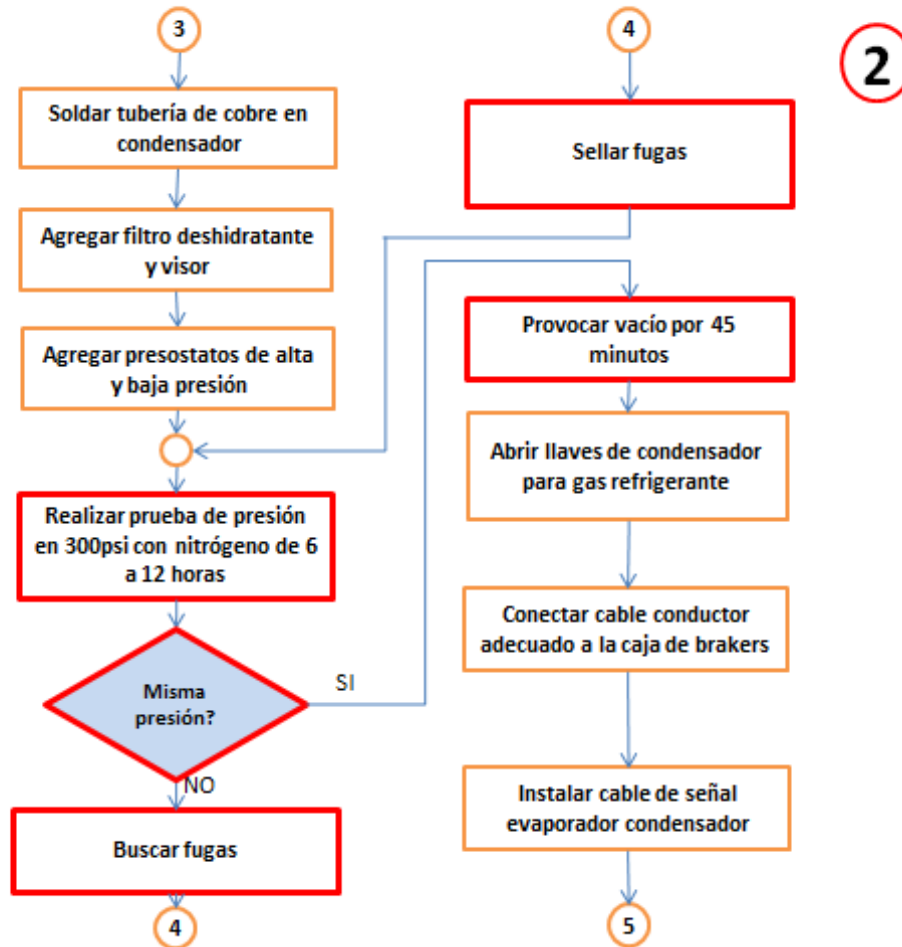
## 6. Instalación de equipo Piso-Cielo

### 6.1 Diagrama de flujo

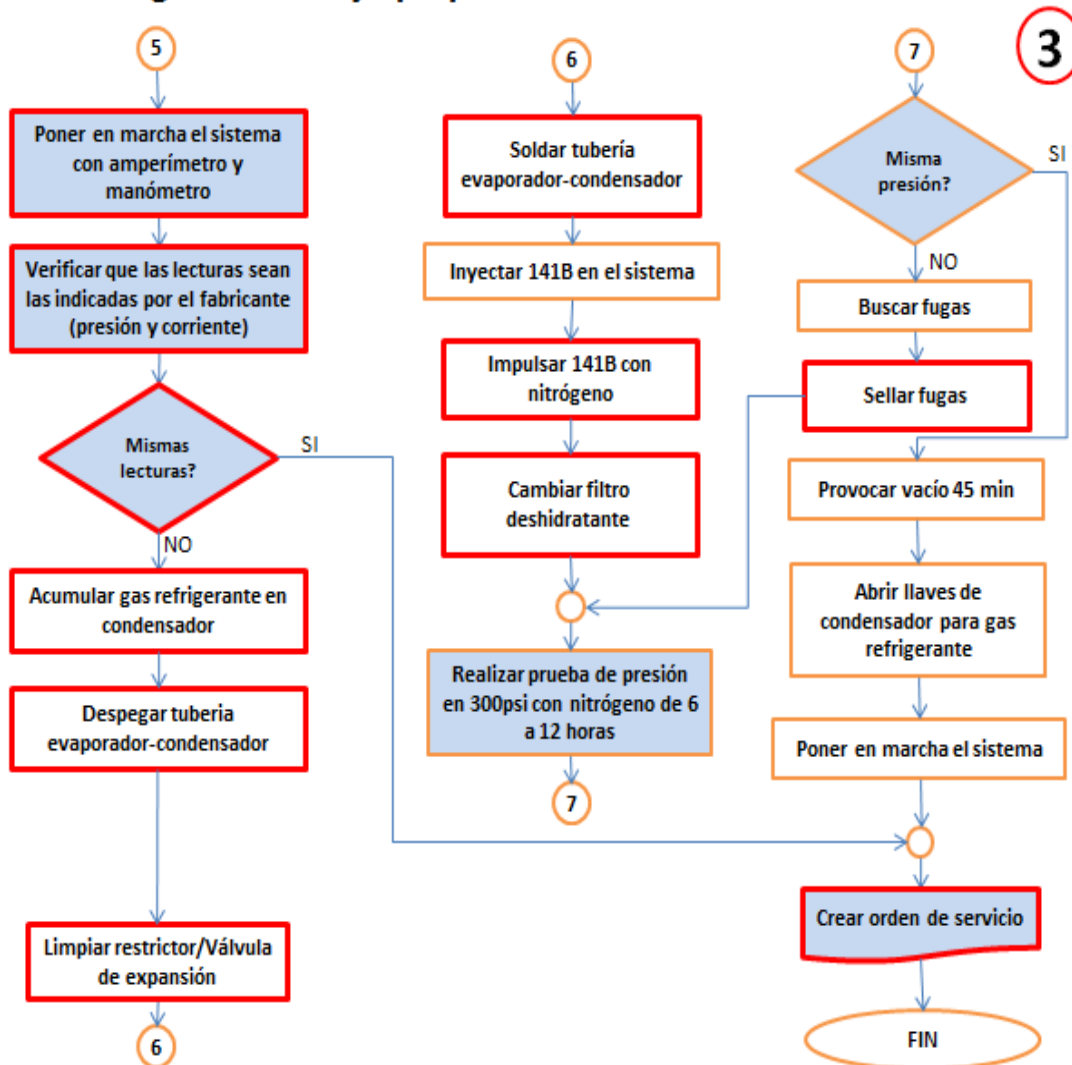
#### Diagrama de flujo propuesto instalación nueva Piso-Cielo



## Diagrama de flujo propuesto instalación nueva Piso Cielo 2



### Diagrama de flujo propuesto instalación nueva Piso-Cielo



#### 6.2 Procedimiento

- **Llegar donde el cliente.** Para iniciar el proceso primero se debe realizar una visita técnica al lugar donde se pretende instalar el aire acondicionado para conocer la estructura del lugar, en este paso se inicia la visita técnica. El objetivo de este procedimiento es ubicar al cliente y que el técnico profesional realice los siguientes pasos.

- **Verificar que el equipo tenga la capacidad para enfriar la habitación.** El técnico profesional debe de analizar el espacio que se desea enfriar y basado en sus conocimientos profesionales establece el equipo que se va a instalar según su capacidad de enfriar. El profesional debe realizar una medición y encontrar el valor del factor térmico de la habitación para así agregarlo a la potencia requerida del equipo. Los factores térmicos negativos que influyen en la capacidad necesaria del sistema son: temperatura promedio del lugar, personas, equipos internos que generan calor, ventanas a las que el sol radia directamente y las veces que se abren las puertas de la habitación.
- **Verificar capacidad de caja de breaker.** Se analiza si la corriente que necesita el sistema se puede tomar de la caja de breaker. Es decir, que la caja tenga espacio y que el consumo no se baje cuando se encienda el sistema.
- **Localizar vía de condensados (drenaje).** Localizar el lugar en donde se va a drenar el agua condensada una vez que esté funcionando, es preferible que el agua condensada sea impulsada al lugar de drenaje por gravedad, ya que de lo contrario hay que instalar una bomba de condensados.
- **Constatar que la estructura del cielo raso resista el peso del evaporador.** El profesional debe analizar si la estructura del cielo raso resista el peso del evaporador, ya que a diferencia del “Mini Split” que se coloca en una placa metálica en la pared, este se sujeta a unas varillas roscadas las cuales nacen de la estructura del cielo raso..
- **Convenir con el cliente la posición de evaporador deseada.** Acordar la posición del evaporador con el cliente.
- **Localizar posición adecuada de condensador.** Se debe encontrar la ubicación en donde se instalará el condensador, asegurándose de que el lugar sea resistente y no produzca vibraciones ni ruidos extraños que produzcan una futura queja por parte del cliente. Esta ubicación puede ser en paredes, techos o suelo.
- **Agendar cita:** Una vez realizada la visita técnica se acuerda una cita para instalar el equipo.
- **Llegar donde el cliente.** Cuando llega la fecha de la cita, los técnicos deben llegar con el equipo y la herramienta necesaria para realizar la instalación.

- **Instalar varillas roscadas en cielo raso.** Se debe atornillar un extremo de 4 varillas roscadas de soporte donde el evaporador va sujeta en la estructura del cielo raso.
- **Perforar pared o techo para vía de drenaje y tubería de refrigeración.** Para realizar este procedimiento se debe perforar la pared con un taladro para que la tubería de refrigeración y drenaje tengan acceso.
- **Atornillar evaporador en varillas roscadas.** Una vez instaladas las varillas roscadas y perforada la pared o techo se procede a atornillar el evaporador en el extremo disponible de las 4 varillas roscadas (ya que el otro extremo está atornillado a la estructura del cielo raso). El evaporador debe quedar nivelado, para verificar que está nivelado el supervisor profesional deberá utilizar la burbuja de nivelación.
- **Soldar tubería de cobre al evaporador.** En este paso se suelda un extremo de la tubería de refrigeración en las terminales del evaporador.
- **Iniciar ruta con la tubería hacia el condensador.** Aquí se debe llevar el otro extremo de la tubería de cobre hasta las terminales del condensador.
- **Conectar tubería de drenaje.** Se debe instalar el tubo que conduce el agua drenada hasta su punto de desecho (donde cae el agua drenada)
- **¿Necesita bomba?** Si el drenaje no se puede llevar a cabo por el impulso de la gravedad se requiere de instalar una bomba que impulse el agua hasta su punto de desecho.
- **Fabricar estructura base metalmecánica de condensadora.** En este paso se debe construir una base de metal que sostenga el condensador.
- **Montar estructura (techo, pared o suelo).** Una vez fabricada la estructura se debe montar en el lugar establecido, ya sea techo, pared o suelo.
- **Fijar condensadora en base.** Cuando la estructura base está montada se fija el condensador en la base.
- **Soldar tubería de cobre en condensador.** En este paso se suelda el extremo de la tubería de cobre contrario al evaporador.
- **Agregar filtro deshidratante y visor.** Ambos artefactos se deben instalar en la tubería de cobre, entre el condensador y el evaporador.
- **Agregar presostatos de alta y baja presión.** Ambos presostatos se instalan entre los filtros y el condensador.

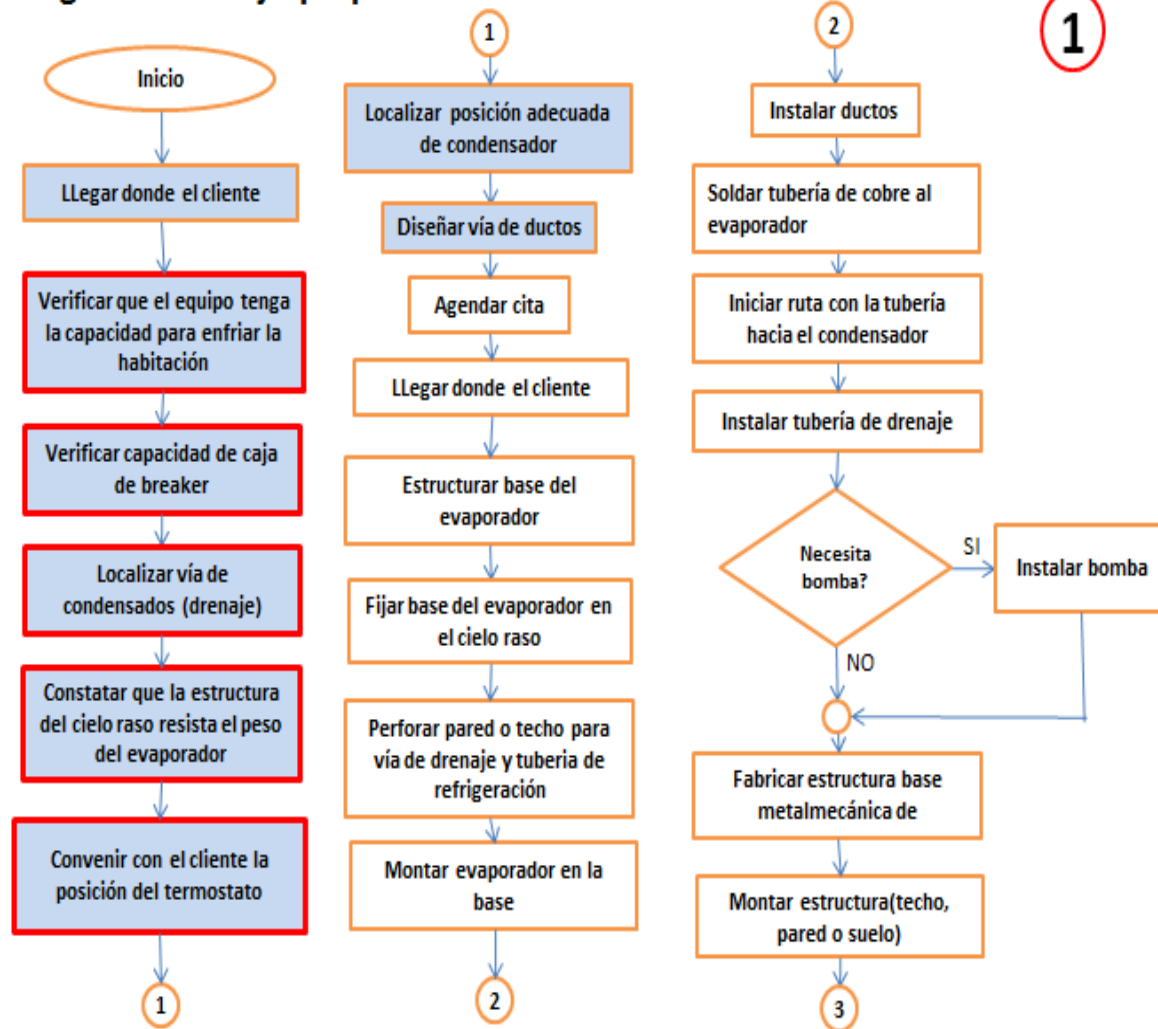
- **Realizar prueba de presión en 300psi con nitrógeno de 6 a 12 horas.** Este paso consiste en hacer una prueba de presión al sistema. Se debe suministrar el sistema con nitrógeno y después revisar si la presión es la misma. De 6 a 12 horas es el rango de tiempo confiable,
- **¿Misma presión?** Si la presión es la misma significa que se procede a provocar el vacío, si no se debe inspeccionar la tubería para detectar las fugas y sellarlas, posteriormente es necesario volver a realizar la prueba.
- **Provocar vacío por 45 minutos.** El vacío se debe provocar por 45 minutos para que elimine por completo los residuos de aire existentes dentro del sistema interno.
- **Abrir llaves de condensador para gas refrigerante.** Una vez que se ha realizado el vacío y la prueba de presión se procede a abrir las llaves del condensador en el cual se encuentra el gas refrigerante almacenado. Cuando se abren las llaves el gas refrigerante puede circular por el sistema.
- **Conectar cable conductor adecuado a la caja de breakers.** Se conecta el sistema a la caja de breakers con un cable conductor con el calibre indicado por las normas del fabricante.
- **Instalar cable de señal evaporador condensador.** El evaporador y condensador deben ir conectados con un cable de bajo voltaje para que se enciendan y trabajen simultáneamente.
- **Poner en marcha el sistema con amperímetro y manómetros.** una vez concluido todo lo anterior se procede a encender el sistema con amperímetro y manómetros para verificar que las medidas de presión y de voltaje sean las indicadas por el fabricante.
- **Verificar que las lecturas sean las indicadas por el fabricante (presión y corriente)¿.** El supervisor debe verificar que las lecturas sean las indicadas por el fabricante.
- **¿Mismas lecturas?** Si las lecturas son las mismas el proceso finaliza en este punto, si son distintas significa que el sistema tiene una obstrucción en la tubería, específicamente en el restrictor o válvula de expansión, esta obstrucción es una pequeña basura. En este caso se debe limpiar el restrictor manualmente y luego, con el restrictor fuera del sistema, se debe limpiar el sistema con un refrigerante en estado líquido impulsado con nitrógeno, procesos los cuales se describen a continuación.

- **Acumular gas refrigerante en el condensador.** Debido a que es necesario despegar la tubería, se requiere acumular el gas refrigerante en el condensador para que no se escape, para lograr este paso se debe de cerrar la llave de alta presión del condensador.
- **Despegar tubería evaporador condensador.** Para limpiar el restrictor se debe cortar la tubería de cobre en el extremo que conecta con el evaporador debido a que es en la terminal del evaporador donde se encuentra.
- **Limpiar restrictor o válvula de expansión.** Una vez que las terminales quedan expuestas, se debe sacar el restrictor y limpiarlo manualmente con una brocha.
- **Soldar tubería evaporador-condensador.** Una vez limpio el restrictor y colocado en su lugar se procede a soldar el extremo previamente cortado.
- **Inyectar 141B en el sistema.** Para lavar todo el sistema se necesita inyectar el refrigerante líquido por medio de las llaves de puerto para luego ser impulsado con nitrógeno por todo el sistema.
- **Impulsar 141B con nitrógeno.** una vez inyectado el refrigerante 141B en el sistema, se suministra nitrógeno para impulsar el 141B por todo el sistema (tubería, evaporador y condensador)
- **Cambiar filtro deshidratante.** Para una mayor seguridad es recomendable cambiar el filtro deshidratante porque puede contener basura.
- **Realizar prueba de presión en 300psi con nitrógeno de 6 a 12 horas.** Debido a los cortes realizados en la tubería cabe la posibilidad de que existan nuevas fugas.
- **¿Misma presión?** Si la presión es la misma significa que se procede a provocar el vacío, si no se debe inspeccionar la tubería para detectar las fugas y sellarlas, posteriormente es necesario volver a realizar la prueba.
- **Provocar vacío por 45 minutos.** El vacío se debe provocar por 45 minutos para que elimine por completo los residuos de aire existentes dentro del sistema interno.
- **Abrir llaves de condensador para gas refrigerante.** Una vez que se ha realizado el vacío y la prueba de presión se procede a abrir las llaves del condensador en el cual se encuentra el gas refrigerante almacenado. Cuando se abren las llaves el gas refrigerante puede circular por el sistema.
- **Poner en marcha el sistema.** Una vez limpiado el sistema y debidamente instalado se procede a poner en marcha el sistema. En este punto finaliza el proceso.

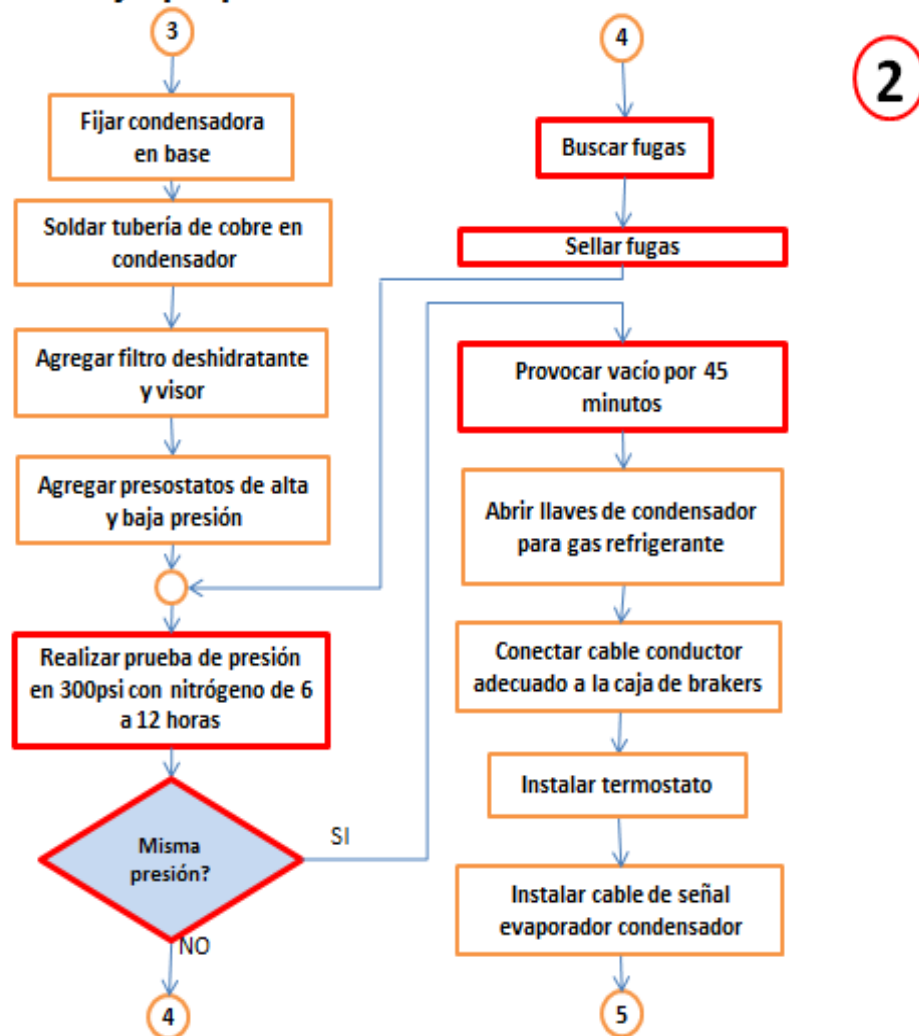
## 7. Instalación de equipo central de ductos

### 7.1 Diagrama de flujo

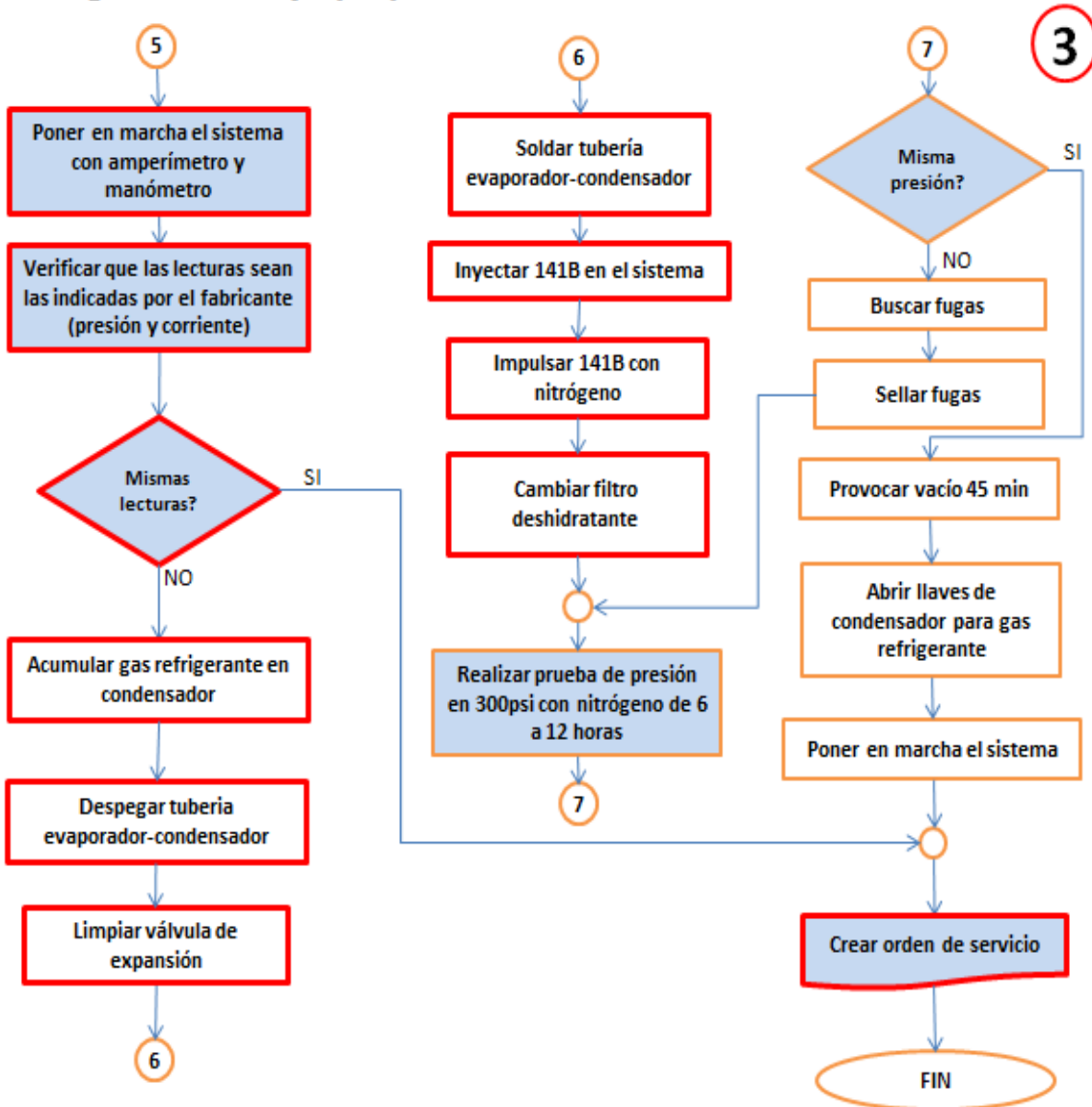
#### Diagrama de flujo propuesto instalación nueva Central de Ductos



## Diagrama de flujo propuesto instalación nueva Central de Ductos



## Diagrama de flujo propuesto instalación nueva Central de ductos



### 7.2 Procedimiento

- **Llegar donde el cliente.** Para iniciar el proceso primero se debe realizar una visita técnica al lugar donde se pretende instalar el aire acondicionado para conocer la estructura del lugar, en este paso se inicia la visita técnica. El objetivo de este procedimiento es ubicar al cliente y que el técnico profesional realice los siguientes pasos.

- **Verificar que el equipo tenga la capacidad para enfriar la habitación.** El técnico profesional debe de analizar el espacio que se desea enfriar y basado en sus conocimientos profesionales establece el equipo que se va a instalar según su capacidad de enfriar. El profesional debe realizar una medición y encontrar el valor del factor térmico de la habitación para así agregarlo a la potencia requerida del equipo. Los factores térmicos negativos que influyen en la capacidad necesaria del sistema son: temperatura promedio del lugar, personas, equipos internos que generan calor, ventanas a las que el sol radia directamente y las veces que se abren las puertas de la habitación.
- **Verificar capacidad de caja de breaker.** Se analiza si la corriente que necesita el sistema se puede tomar de la caja de breaker. Es decir, que la caja tenga espacio y que el consumo no se baje cuando se encienda el sistema.
- **Localizar vía de condensados (drenaje).** Localizar el lugar en donde se va a drenar el agua condensada una vez que esté funcionando, es preferible que el agua condensada sea impulsada al lugar de drenaje por gravedad, ya que de lo contrario hay que instalar una bomba de condensados.
- **Constatar que la estructura del cielo raso resista el peso del evaporador:** El profesional debe analizar si la estructura del cielo raso resista el peso del evaporador, ya que esta parte del sistema debe ir instalado en el cielo raso.
- **Convenir con el cliente la posición del termostato.** Acordar la posición del termostato con el cliente. En donde se coloque el termostato es donde se tendrá el control de la temperatura de todo el lugar.
- **Localizar posición adecuada de condensador.** Se debe encontrar la ubicación en donde se instalará el condensador, asegurándose de que el lugar sea resistente y no produzca vibraciones ni ruidos extraños que produzcan una futura queja por parte del cliente. Esta ubicación puede ser en paredes, techos o suelo.
- **Diseñar vía de ductos.** El profesional debe diseñar la vía de los ductos tanto de entrega como de retorno, para esto debe de tomar en cuenta la cantidad de cubículos que se desea enfriar y la estructura de la edificación.
- **Agendar cita.** Una vez realizada la visita técnica se acuerda una cita para instalar el equipo.

- **Llegar donde el cliente.** Cuando llega la fecha de la cita, los técnicos deben llegar con el quipo y la herramienta necesaria para realizar la instalación.
- **Estructurar base del evaporador.** Este evaporador requiere ir montado en una base sujeta al cielo raso. Para ello se debe fabricar una estructura metalmecánica que soporte el peso del evaporador.
- **Fijar base del evaporador en el cielo raso.** Una vez que se fabricó la base del evaporador se procede a fijarla en el cielo raso.
- **Perforar pared o techo para vía de drenaje y tubería de refrigeración.** Para realizar este procedimiento se debe perforar la pared con un taladro para que la tubería de refrigeración y drenaje tengan acceso.
- **Montar evaporador en la base.** Este paso consiste en montar el evaporador en la base ya fijada en el cielo raso.
- **Instalar ductos.** La instalación de ductos consiste en perforar paredes e instalar los ductos ya fabricados de entrega y retorno en cada cubículo que se desea enfriar según la vía diseñada en la visita técnica.
- **Soldar tubería de cobre al evaporador.** En este paso se suelda un extremo de la tubería de refrigeración en las terminales del evaporador.
- **Iniciar ruta con la tubería hacia el condensador.** Aquí se debe llevar el otro extremo de la tubería de cobre hasta las terminales del condensador.
- **Instalar tubería de drenaje:** Se debe instalar el tubo que conduce el agua drenada hasta su punto de desecho (donde cae el agua drenada)
- **¿Necesita bomba?:** Si el drenaje no se puede llevar a cabo por el impulso de la gravedad se requiere de instalar una bomba que impulse el agua hasta su punta de desecho.
- **Fabricar estructura base metalmecánica de condensadora.** En este paso se debe construir una base de metal que sostenga el condensador.
- **Montar estructura (techo, pared o suelo).** Una vez fabricada la estructura se debe de montar en el lugar establecido, ya sea techo, pared o suelo.
- **Fijar condensadora en base.** Cuando la estructura base está montada se fija el condensador en la base.

- **Soldar tubería de cobre en condensador.** En este paso se suelda el extremo de la tubería de cobre contrario al evaporador.
- **Agregar filtro deshidratante y visor.** Ambos artefactos se deben instala en la tubería de cobre, entre el condensador y el evaporador.
- **Agregar presostatos de alta y baja presión.** Ambos presostatos se instalan entre los filtros y el condensador.
- **Realizar prueba de presión en 300psi con nitrógeno de 6 a 12 horas.** Este paso consiste en hacer una prueba de presión al sistema. Se debe suministrar el sistema con nitrógeno y después revisar si la presión es la misma. De 6 a 12 horas es el rango de tiempo confiable,
- **¿Misma presión?** Si la presión es la misma significa que se procede a provocar el vacío, si no se debe inspeccionar la tubería para detectar las fugas y sellarlas, posteriormente es necesario volver a realizar la prueba.
- **Provocar vacío por 45 minutos.** El vacío se debe provocar por 45 minutos para que elimine por completo los residuos de aire existentes dentro del sistema interno.
- **Abrir llaves de condensador para gas refrigerante.** Una vez que se ha realizado el vacío y la prueba de presión se procede a abrir las llaves del condensador en el cual se encuentra el gas refrigerante almacenado. Cuando se abren las llaves el gas refrigerante puede circular por el sistema.
- **Conectar cable conductor adecuado a la caja de brakers.** Se conecta el sistema a la caja de breakers con un cable conductor con el calibre indicado por las normas del fabricante.
- **Instalar cable de señal evaporador condensador.** El evaporador y condensador deben ir conectados con un cable de bajo voltaje para que se enciendan y trabajen simultáneamente.
- **Instalar termostato.** Se coloca el termostato en la habitación indicada por el cliente. Se debe atornillar el termostato en la pared y conectarlo con el evaporador con un cable de baja tensión.
- **Poner en marcha el sistema con amperímetro y manómetros.** una vez concluido todo lo anterior se procede a encender el sistema con amperímetro y manómetros para verificar que las medidas de presión y de voltaje sean las indicadas por el fabricante.

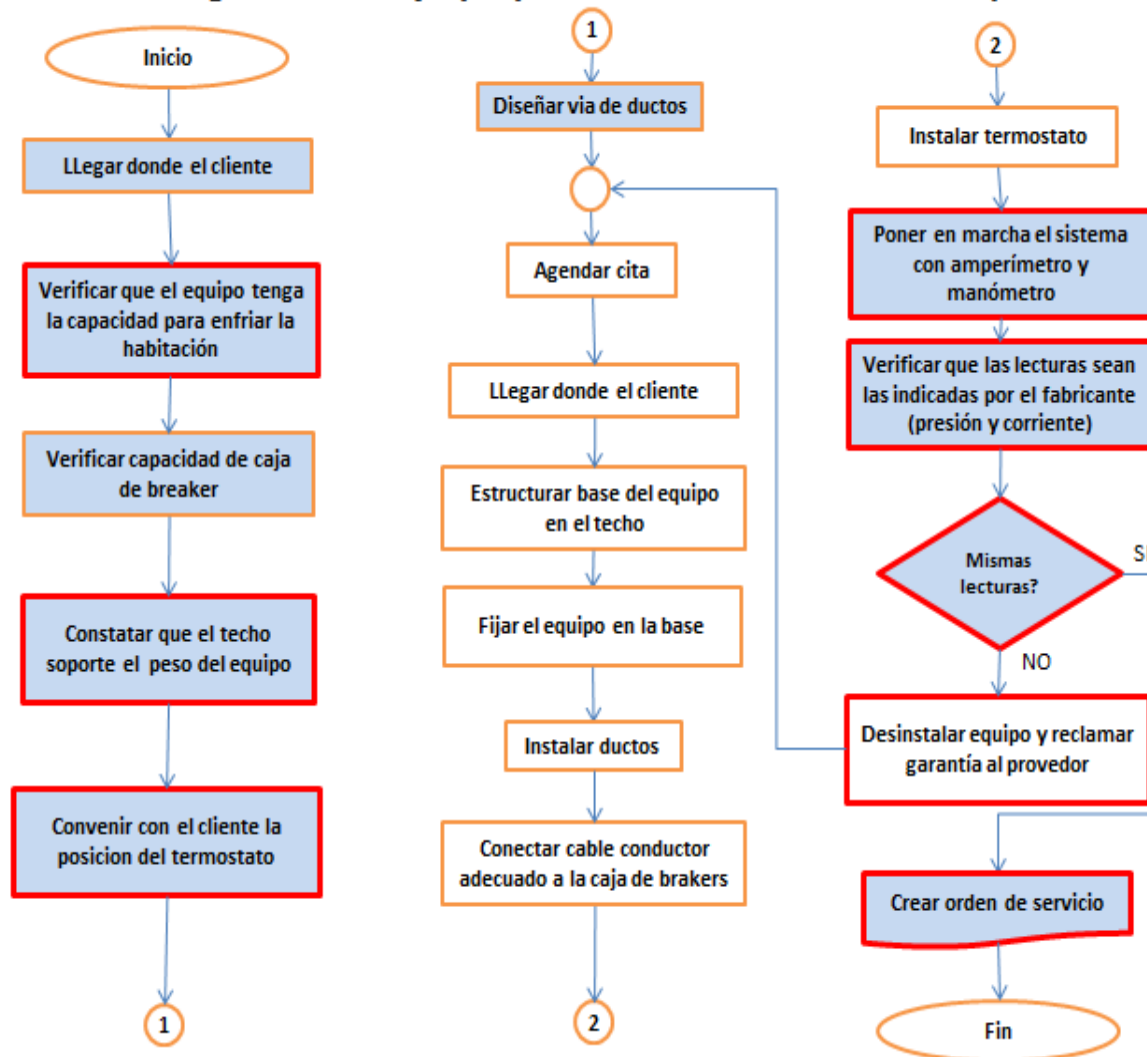
- **Verificar que las lecturas sean las indicadas por el fabricante (presión y corriente).** El supervisor debe verificar que las lecturas sean las indicadas por el fabricante.
- **¿Mismas lecturas?** Si las lecturas son las mismas el proceso finaliza en este punto, si son distintas significa que el sistema tiene una obstrucción en la tubería, específicamente en el restrictor o válvula de expansión, esta obstrucción es una pequeña basura. En este caso se debe limpiar el restrictor manualmente y luego, con el restrictor fuera del sistema, se debe limpiar el sistema con un refrigerante en estado líquido impulsado con nitrógeno, procesos los cuales se describen a continuación.
- **Acumular gas refrigerante en el condensador.** Debido a que es necesario despegar la tubería, se requiere acumular el gas refrigerante en el condensador para que no se escape, para lograr este paso se debe de cerrar la llave de alta presión del condensador.
- **Despegar tubería evaporador condensador.** Para limpiar el restrictor se debe cortar la tubería de cobre en el extremo que conecta con el evaporador debido a que es en la terminal del evaporador donde se encuentra.
- **Limpiar válvula de expansión.** Una vez que las terminales quedan expuestas, se debe sacar la válvula de expansión y limpiarla manualmente con una brocha.
- **Soldar tubería evaporador-condensador.** Una vez limpio el restrictor y colocado en su lugar se procede a soldar el extremo previamente cortado.
- **Inyectar 141B en el sistema.** Para lavar todo el sistema se necesita inyectar el refrigerante líquido por medio de las llaves de puerto para luego ser impulsado con nitrógeno por todo el sistema.
- **Impulsar 141B con nitrógeno.** una vez inyectado el refrigerante 141B en el sistema, se suministra nitrógeno para impulsar el 141B por todo el sistema (tubería, evaporador y condensador)
- **Cambiar filtro deshidratante.** Para una mayor seguridad es recomendable cambiar el filtro deshidratante porque puede contener basura.
- **Realizar prueba de presión en 300psi con nitrógeno de 6 a 12 horas.** Debido a los cortes realizados en la tubería cabe la posibilidad de que existan nuevas fugas.

- **¿Misma presión?** Si la presión es la misma significa que se procede a provocar el vacío, si no se debe inspeccionar la tubería para detectar las fugas y sellarlas, posteriormente es necesario volver a realizar la prueba.
- **Provocar vacío por 45 minutos.** El vacío se debe provocar por 45 minutos para que elimine por completo los residuos de aire existentes dentro del sistema interno.
- **Abrir llaves de condensador para gas refrigerante.** Una vez que se ha realizado el vacío y la prueba de presión se procede a abrir las llaves del condensador en el cual se encuentra el gas refrigerante almacenado. Cuando se abren las llaves el gas refrigerante puede circular por el sistema.
- **Poner en marcha el sistema.** Una vez limpiado el sistema y debidamente instalado se procede a poner en marcha el sistema. En este punto finaliza el proceso.

## **8. Instalación de equipo paquete**

### **8.1 Diagrama de flujo**

## Diagrama de flujo propuesto instalación nueva Paquete



### 8.2 Procedimiento

- **Llegar donde el cliente.** Para iniciar el proceso primero se debe realizar una visita técnica al lugar donde se pretende instalar el aire acondicionado para conocer la estructura del lugar, en este paso se inicia la visita técnica. El objetivo de este procedimiento es ubicar al cliente y que el técnico profesional realice los siguientes pasos.

- **Verificar que el equipo tenga la capacidad para enfriar la habitación.** El técnico profesional debe de analizar el espacio que se desea enfriar y basado en sus conocimientos profesionales establece el equipo que se va a instalar según su capacidad de enfriar. El profesional debe realizar una medición y encontrar el valor del factor térmico de la habitación para así agregarlo a la potencia requerida del equipo. Los factores térmicos negativos que influyen en la capacidad necesaria del sistema son: temperatura promedio del lugar, personas, equipos internos que generan calor, ventanas a las que el sol radia directamente y las veces que se abren las puertas de la habitación.
- **Verificar capacidad de caja de breaker.** Se analiza si la corriente que necesita el sistema se puede tomar de la caja de breaker. Es decir, que la caja tenga espacio y que el consumo no se baje cuando se encienda el sistema.
- **Constatar que el techo soporte el peso del equipo.** El profesional debe analizar si la estructura del techo resiste el peso del equipo, ya que este debe ir instalado en las azoteas.
- **Convenir con el cliente la posición del termostato.** Acordar la posición del termostato con el cliente. En donde se coloque el termostato es donde se tendrá el control de la temperatura de todo el lugar.
- **Diseñar vía de ductos.** El profesional debe diseñar la vía de los ductos tanto de entrega como de retorno, para esto debe de tomar en cuenta la cantidad de cubículos que se desea enfriar y la estructura de la edificación.
- **Agendar cita:** Una vez realizada la visita técnica se acuerda una cita para instalar el equipo.
- **Llegar donde el cliente.** Cuando llega la fecha de la cita, los técnicos deben llegar con el equipo y la herramienta necesaria para realizar la instalación.
- **Estructurar base del equipo en el techo.** Este equipo requiere ir montado en una base sujeta al cielo raso. Para ello se debe fabricar una estructura metalmecánica que soporte el peso del equipo.
- **Fijar el equipo en la base.** Una vez que se fabricó la base se procede a fijar el equipo en la estructura.

- **Instalar ductos.** La instalación de ductos consiste en perforar paredes e instalar los ductos ya fabricados de entrega y retorno en cada cubículo que se desea enfriar según la vía diseñada en la visita técnica.
- **Conectar cable conductor adecuado a la caja de breakers.** Se conecta el sistema a la caja de breakers con un cable conductor con el calibre indicado por las normas del fabricante.
- **Instalar termostato.** Se coloca el termostato en la habitación indicada por el cliente. Se debe atornillar el termostato en la pared y conectarlo con el evaporador con un cable de baja tensión.
- **Poner en marcha el sistema con amperímetro y manómetros.** una vez concluido todo lo anterior se procede a encender el sistema con amperímetro y manómetros para verificar que las medidas de presión y de voltaje sean las indicadas por el fabricante.
- **Verificar que las lecturas sean las indicadas por el fabricante (presión y corriente).** El supervisor debe verificar que las lecturas sean las indicadas por el fabricante.
- **¿Mismas lecturas?:** Si las lecturas son las mismas el proceso finaliza en este punto, si son distintas significa que el equipo tiene un defecto de fábrica. En dado caso que no funcione se debe desinstalar el equipo, devolverlo al fabricante y cuando lo reparen o lo cambien se debe volver al punto “agendar cita”

## REFERENCIAS

### Citas

- Arce Brenes, J. A., Mendez Arias, A., & Villegas Sánchez, E. (01 de Septiembre de 2017). Desarrollo de un sistema integrado de gestión para micro, pequeñas y medianas empresas a partir de la norma INTE 01-01-09:2013. *TEC Empresarial*, 11(2), 17-26. Recuperado de <http://dx.doi.org/10.18845/te.v11i2.3230>.
- Arnabat, I. (25 de Abril de 2016). *CALOR Y FRIO* . Recuperado el 08 de marzo de 2019, de <http://www.maquinariapro.com/sistemas/sistema-de-aire-acondicionado.html>
- Bovea, C. A. (2009). *Cómo implementar un sistema de gestión de la calidad en su empresa; control de los productos no conformes*. El Cid Editor.
- Bustamante Breffe, M., & Isaac Godínez, C. L. (3 de Setiembre de 2011). PROCEDIMIENTO PARA EL MEJORAMIENTO DE PROCESOS EN COPEXTEL. *Ingeniería Industrial*, 32(3), 179-190. Recuperado de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=360433577003>
- Camisión, C. (2006). *Gestión de la Calidad: conceptos, enfoques, modelos*. Madrid: Pearson Educación S.A.
- concepto definicion. (s.f.). [www.concepto definicion.de](http://www.concepto definicion.de). Obtenido de <https://concepto definicion.de/proceso/>
- Cuatrecasas, L. (2009). *Gestión integral de la calidad: implantación, control y certificación (3a. ed.)*. Ediciones Gestión 2000.
- Cuatrecasas, L. (2010). *Gestión Integral de la Calidad*. Barcelona: Profit Editorial Inmobiliaria.
- Española, R. A. (3 de marzo de 2019). *Real Academia Española*. Obtenido de <https://dle.rae.es/?id=80Ipenf|80KB8MZ>
- Espinoza. (2009). *Calidad Total*. El Cid Editor.
- Falcón Acosta , O., Peterson Roldán , M., Benavides García , S., & Sarmenteros Bon, I. (Enero de 2016). Los métodos cuantitativos en la mejora de los procesos del catering. *Ingeniería Industrial*, 37(1), 70-77. Recuperado de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=360443665007>

- Fincowsky, F. (2009). *Organización de las empresas*. México D.F.: Mc Graw Hill .
- Fontalvo, T. J., & De La Hoz, E. (2018). Diseño e Implementación de un Sistema de Gestión de la Calidad ISO 9001:2015 en una Universidad Colombiana. *Formación universitaria*.
- Godoy, C. N. (2001). *Analizando calidad*. El Cid Editor.
- Harvella, R. (1983). *Fundamentos de Calefacción, Ventilación y Acondicionamiento del Aire*. México: McGraw-Hill.
- Hernández Sampieri, D., Fernández Collado, D., & Baptista Lucio, D. d. (2006). *Metodología de la Investigación* (Sexta ed.). Madrid: MCGRAW-HILL.
- Herrera, T. J., & Vergara Schmalbach , J. C. (2010). *Gestión de la calidad en los servicios*.
- Jiménez, J. (2009). *Productividad* . El Cid Editor.
- Kume, H. (1992). *Herramientas estadísticas básicas para el mejoramiento de la calidad*. Editorial Norma.
- Lazzari, L. L. (2006). *Control de gestión: una posible aplicación del análisis foda*. Red Cuaderno CIBAGE.
- Lescay Cordero, M. M., & Pérez Vergara, I. (2009). PROCEDIMIENTO PARA LA MEJORA DE LOS PROCESOS OPERATIVOS. ETECSA. *Ingeniería Industrial*, 30(1), 1-8. Recuperado de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=360433568011>
- Lijó, J. M. (2012). *Manual de Refrigeracion*. Editorial Reverté.
- Malisani, E. A. (1990). *Logística empresarial*. Marcombo.
- Minerva. (1970). *Hagase Experto en Aire Acondicionado*. Estados Unidos: MINERVA BOOKS, LTD.
- Moreno, I. E. (2009). *Ingeniería de métodos: métodos y diseños del trabajo*. El Cid Editor.
- Negocios, C. (2017). Obtenido de [www.crecenegocios.com/el-pronostico-de-ventas/](http://www.crecenegocios.com/el-pronostico-de-ventas/)
- Palacios, L. (2016). *Ingeniería de métodos: movimientos y tiempos*. Ecoe Ediciones.

- Paredes, O. R. (2005). *Nuevas técnicas de control y gestión de costos en búsqueda de la competitividad*. Red Actualidad Contable Faces.
- Pons Murguía, R. Á., Villa González del Pino, E. M., & Bermúdez Villa, Y. (2 de Diciembre de 2013). El análisis de fiabilidad humana en la mejora de procesos. *PROSPECTIVA*, 11(2), 61-67. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=496250736008>
- Richard B. Chose, F. R. (2009). *Administración de operaciones, producción y cadena de suministros*. México D.F.: Mc Graw Hill.
- Salas, H. G. (2009). *Inventario, manejo y control*. Bogotá, Colombia: Eco Ediciones.
- Sampieri, R. H. (2014). *Metodología de la Investigación*. Mexico DF: Mc Graw Hill.
- Sotelo Asef, J. (2016). Instrumento para medir la satisfacción de usuarios en base a la norma ISO 9001:2008. *RIDE. Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*.
- Stachú, S. W. (2009). *Identificación de la problemática mediante Pareto e Ishikawa*. El Cid Editor.
- Taha, H. A. (2012). *Investigación de operaciones*. México: Pearson Educación.
- Viedma, C. d. (2018). *Estadística descriptiva e inferencial*. Ediciones IDT.