



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

**SISTEMA DE COSTOS DE CALIDAD EN EL PROCESO DE
MANTENIMIENTO E INSTALACIÓN DE AIRE ACONDICIONADO**

Dieter Roberto Haussner Tejada

Asesorado por el Ing. Edwin Bracamonte Orozco

Guatemala, enero de 2010

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**SISTEMA DE COSTOS DE CALIDAD EN EL PROCESO DE
MANTENIMIENTO E INSTALACIÓN DE AIRE ACONDICIONADO**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR:

DIETER ROBERTO HAUSSNER TEJADA

ASESORADO POR EL ING. EDWIN BRACAMONTE OROZCO

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE
INGENIERO INDUSTRIAL

GUATEMALA, ENERO DE 2010

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Inga. Glenda Patricia García Soria
VOCAL II	Inga. Alba Maritza Guerrero de López
VOCAL III	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. José Milton De León Bran
VOCAL V	Br. Isaac Sultán Mejía
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

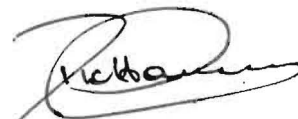
DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Harry Milton Oxom Paredes
EXAMINADOR	Inga. Sigrid Alitza Calderón de De León
EXAMINADOR	Inga. Miriam Patricia Rubio de Akú
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

**SISTEMA DE COSTOS DE CALIDAD EN EL PROCESO DE
MANTENIMIENTO E INSTALACIÓN DE AIRE ACONDICIONADO,**

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, en noviembre de 2008.



Dieter Roberto Haussner Tejada

Guatemala 13 de Agosto de 2009

Ingeniero
José Francisco Gómez Rivera
Director Escuela Mecánica Industrial
Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos de Guatemala
Guatemala

Ingeniero Gómez,

Atentamente me permito comunicarle, que he tenido a la vista el informe final del trabajo de graduación del estudiante Dieter Roberto Haussner Tejada, carné universitario No. 2005-11803, titulada “**SISTEMA DE COSTOS DE CALIDAD EN EL PROCESO DE MANTENIMIENTO E INSTALACION DE AIRE ACONDICIONADO**” y después de realizar las revisiones correspondientes, he encontrado que la misma cumple con los objetivos planteados y además, se ajusta al contenido indicado y autorizado según protocolo, procediendo por este medio a su aprobación final.

Por lo tanto extiendo esta nota para continuar con el proceso requerido.

Atentamente,



Ing. Edwin Adalberto Bracamonte Orozco
Colegiado No. 2856



Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado SISTEMA DE COSTOS DE CALIDAD EN EL PROCESO DE MANTENIMIENTO E INSTALACIÓN DE AIRE ACONDICIONADO, presentado por el estudiante universitario Dieter Roberto Haussner Tejada, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

ID Y ENSEÑAD A TODOS

Edwin Josué Ixpata Reyes
Ing-Mecánico Industrial
Colegiado No. 7128

Ing. Edwin Ixpata
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación
Escuela Mecánica Industrial

Guatemala, Octubre de 2009.

/agrm



El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación titulado **SISTEMA DE COSTOS DE CALIDAD EN EL PROCESO DE MANTENIMIENTO E INSTALACIÓN DE AIRE ACONDICIONADO**, presentado por el estudiante universitario **Dieter Roberto Haussner Tejada**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.


Ing. José Francisco Gómez Rivera
DIRECTOR DIRECCION
Escuela Mecánica Industrial Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, enero de 2010.

/mgp



El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al trabajo de graduación titulado: **SISTEMA DE COSTOS DE CALIDAD EN EL PROCESO DE MANTENIMIENTO E INSTALACIÓN DE AIRE ACONDICIONADO**, presentado por el estudiante universitario **Dieter Roberto Haussner Tejada**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
DECANO



Guatemala, enero 2010

/cc

ACTO QUE DEDICO A:

MI PAPÁ

Roberto Haussner, por su apoyo y amor incondicional, por ser un ejemplo de lucha y entrega, por estar conmigo en los momentos más difíciles de mi niñez, por ser el mejor papá del mundo.

MI MAMÁ

Lucky Tejada, por creer siempre en mí y darme el cariño y amor incondicional, por persistir y no dejarme dar por vencido, por ser la fuente de mi inspiración motivación para seguir luchando, por ser la mejor mamá del mundo.

MI HERMANA

Silvia Haussner, por ser mi segunda mamá y cuidar siempre de mí, por motivarme a ser cada día una mejor persona.

MI HERMANA

Paulina Haussner, por ser un gran ejemplo de perseverancia y lucha, por tenerme tanta paciencia día con día y cuidarme desde el cielo.

MI HERMANO

Christian Haussner, por ser más que un hermano un amigo, por extenderme una mano en todo momento, por estar siempre pendiente de mí y animarme con su energía.

MI HERMANO

Daniel Haussner, por ser más que un hermano un amigo, por extenderme una mano en todo momento, por mostrarme los frutos de la dedicación y trabajo, por creer siempre en mí.

AGRADECIMIENTOS A:

Ing. Edwin Bracamonte	Por su tiempo y dedicación en la asesoría de este trabajo de graduación.
Ing. Bernal Herrera	Por abrirme las puertas de la empresa y brindarme su tiempo y dedicación para realizar este trabajo de graduación.
La Empresa de A/A	Por darme la oportunidad, flexibilidad y confianza de realizar este trabajo de graduación.
Mis catedráticos	Por enseñarme valores éticos y morales; en especial a la Inga. Guisela Gaitán.
Mis amigos	Julio, Oscar, Jose Juan, Luis Pedro, Bernon, Telma, Iván, Lusvin y Carlos; por su apoyo incondicional y los buenos recuerdos.
Mi novia	Florentina Sánchez, por brindarme su amor, paciencia y apoyo incondicional en estos siete meses.
Universidad de San Carlos	Por brindarme las herramientas necesarias para desarrollarme como profesional, en especial a la Facultad de Ingeniería.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	VII
LISTA DE SÍMBOLOS	XIII
GLOSARIO	XVII
RESUMEN	XXV
OBJETIVOS	XXIX
INTRODUCCIÓN	XXXI

1. ANTECEDENTES GENERALES

1.1	La Empresa	1
1.1.1	Visión	2
1.1.2	Misión	2
1.1.3	Política	3
1.1.4	Filosofía	3
1.1.5	Objetivos y metas	4
1.1.6	Organización	5
1.1.7	Productos	6
1.1.7.1	Aire acondicionado	6
1.1.7.2	Refrigeración	6
1.1.7.3	Accesorios eléctricos	7
1.1.7.4	Accesorios mecánicos	7
1.1.7.5	Refrigerantes, aceites y limpiadores	7
1.1.8	Servicios	8
1.1.8.1	Instalación de proyectos	9
1.1.8.2	Mantenimiento preventivo	9
1.1.8.3	Mantenimiento correctivo	9

1.1.8.4	Capacitación en cursos y seminarios	10
1.2	Calidad	10
1.2.1	Costos de obtención de la calidad	12
1.2.1.1	Beneficios	13
1.2.1.2	Costos de conformidad	14
1.2.1.2.1	Prevenición	14
1.2.1.2.2	Evaluación	14
1.2.1.3	Costos de no conformidad	14
1.2.1.3.1	Falla interna	15
1.2.1.3.2	Falla externa	15
1.2.2	Calidad del servicio	15
1.2.2.1	Principios	17
1.2.2.2	Características	17
1.2.2.3	Los siete errores del servicio	18
1.2.2.4	Los diez preceptos del servicio	18
1.3	Índices de capacidad	19
1.3.1	El índice Cp	20
1.3.2	El índice CpK	24
1.3.3	El índice K	28
1.4	Herramientas gráficas	28
1.4.1	Diagrama de Pareto	28
1.4.2	Diagrama de Ishikawa	31
1.4.3	Punto de equilibrio	32
1.5	Aire acondicionado	34
1.5.1	Concepto	34
1.5.2	Funcionamiento	35
1.5.3	Componentes	36
1.5.4	Tipos de aire acondicionado	39
1.5.5	Conceptos fundamentales	45

1.5.5.1	Calor	45
1.5.5.2	Transferencia de calor	45
1.5.5.3	Enfriamiento	46

2. ANÁLISIS Y DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

2.1	Área administrativa	47
2.1.1	Área de ventas	48
2.1.1.1	Análisis y delimitación del problema	53
2.1.2	Área de contabilidad	55
2.1.2.1	Cobros	56
2.1.2.2	Créditos	57
2.1.2.3	Análisis y delimitación del problema	58
2.1.3	Área de logística	63
2.1.3.1	Importaciones	63
2.1.3.2	Exportaciones	64
2.1.3.3	Análisis y delimitación del problema	65
2.2	Área de producción	70
2.2.1	Mantenimiento	70
2.2.2	Instalación	72
2.2.3	Capacidad del proceso	77
2.2.4	Análisis y delimitación del problema	82
2.3	Bodega	84
2.3.1	Materia prima	84
2.3.2	Producto a despachar	85
2.3.3	Análisis y delimitación del problema	85
2.4	Delimitación del problema	87

3. PROPUESTA DEL SISTEMA DE MEJORAMIENTO

3.1	Desarrollo	93
3.1.1	Costos de instalación	94
3.1.1.1	Mano de obra	94
3.1.1.2	Insumos	97
3.1.1.3	Transporte	99
3.1.2.4	Daños y reclamos	100
3.1.2	Costos de mantenimiento	101
3.1.2.1	Mano de obra	101
3.1.2.2	Insumos	102
3.1.2.3	Transporte	103
3.1.2.4	Daños y reclamos	104
3.2	Análisis e identificación de causas	104
3.3	Costos de no conformidad	109
3.3.1	Falla interna	109
3.3.2	Falla externa	113
3.4	El modelo tradicional de los costos de calidad	118
3.5	El modelo emergente de los costos de calidad	119
3.5.1	Costos de conformidad	120
3.5.1.1	Prevención	121
3.5.1.2	Evaluación	139
3.6	Resultados	147

4. IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA

4.1	Capacitación	155
4.1.1	Dirección	156
4.1.2	Operarios	161

4.1.2.1	Hoja de especificación	168
4.1.2.2	Incentivos	170
4.1.2.3	Sistema de sugerencias	171
4.1.2.4	Servicio y satisfacción del cliente interno	173
4.2	Documentación	176
4.2.1	Registros	178
4.2.2	Normas	179
4.2.2.1	Inspección	180
4.3	Las 5"S"	181
4.3.1	Necesidad de la estrategia	183
4.3.2	Paradigmas de la estrategia	184
4.3.2.1	Paradigma de la dirección	184
4.3.2.2	Paradigma de los operarios	185
4.3.3	Definiciones y aplicación	186
4.3.3.1	Seiri	187
4.3.3.2	Seiton	188
4.3.3.3	Seiso	191
4.3.3.4	Seiketsu	193
4.3.3.5	Shitsuke	195

5. MEJORA CONTINUA

5.1	Eliminación de fallas	199
5.2	Medición del desempeño	200
5.3	Manejo de resistencia al cambio	204
5.4	Factores clave para el éxito	209
5.5	Revisión y mejoramiento continuo	213
5.5.1	Auditorías internas	214
5.6	Aplicación en el área administrativa	215

5.6.1	Servicio del cliente interno	217
5.6.2	Servicio del cliente externo	219
CONCLUSIONES		223
RECOMENDACIONES		227
BIBLIOGRAFÍA		229
ANEXOS		231

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1	Organigrama general.	5
2	Ciclo básico del aire acondicionado.	39
3	Acondicionador portátil.	40
4	Acondicionador de ventana.	41
5	Consola.	41
6	Equipo partido.	42
7	Equipo compacto individual.	43
8	Equipo partido individual.	44
9	Diagrama de Pareto área de ventas.	54
10	Diagrama de Pareto área de cobros.	60
11	Diagrama de Pareto área de créditos.	62
12	Diagrama de Pareto área de importaciones.	67
13	Diagrama de Pareto área de exportaciones.	69
14	Diagrama de operaciones del proceso de instalación de un aire acondicionado tipo mini split.	74
15	Diagrama de Pareto área de producción.	83
16	Diagrama de Pareto área de bodega.	87
17	Frecuencia de fallas por área.	89
18	Frecuencia de fallos destacados.	91
19	Desglose del sueldo, prestaciones y cuotas patronales de un técnico titular.	95
20	Desglose del sueldo, prestaciones y cuotas patronales de un auxiliar.	95
21	Desglose del sueldo, prestaciones y cuotas patronales de un piloto.	96

22	Desglose del sueldo, prestaciones y cuotas patronales de un administrador.	96
23	Desglose de insumos para la instalación de un sistema de aire acondicionado tipo mini split.	98
24	Desglose del costo de transporte por viaje realizado dentro de la capital.	99
25	Desglose de los costos por daño o reclamo.	100
26	Desglose de los costos de instalación por unidad de A/A.	101
27	Desglose de insumos para el mantenimiento preventivo y/o correctivo de un sistema de aire acondicionado tipo mini split.	103
28	Diagrama de Ishikawa; aire acondicionado no enfría.	106
29	Diagrama de Ishikawa; equipo de aire acondicionado no arranca.	108
30	Desglose de los costos de garantía por año y mes.	116
31	Cuota de mercado del año 06.	117
32	Cuota de mercado del año 07.	117
33	Cuota de mercado del año 08.	117
34	Modelo tradicional de los costos de calidad.	118
35	Modelo emergente de los costos de calidad.	120
36	Ventas de la empresa años 06, 07 y 08.	122
37	Gráfico de ventas 2006; análisis primario.	122
38	Gráfico de ventas 2007; análisis primario.	123
39	Gráfico de ventas 2008; análisis primario.	123
40	Análisis cuantitativo.	124
41	Pronóstico de riesgo.	125
42	Muestreo de distancias de tubería en instalaciones realizadas.	126
43	Resumen de especificaciones, rango medio y medias.	126
44	Cálculo del gráfico de control de medias.	127
45	Resumen gráfico control de medias.	127
46	Gráfico de control de medias.	128
47	Cálculo del gráfico de control de rangos.	128
48	Resumen gráfico de control de rangos.	129
49	Gráfico de control de rangos.	129

50	Resumen índices de capacidad.	130
51	Pronóstico de ventas año 09.	134
52	Cálculo de inventario y sus componentes principales.	136
53	Ficha de control para mantenimientos de la empresa.	137
54	Encuesta de conformidad empresa de aire acondicionado.	140
55	Quejas realizadas por los clientes durante 25 semanas.	143
56	Resumen de gráfico de control de defectos.	144
57	Cálculo del gráfico de control de defectos.	144
58	Gráfico de defectos.	145
59	Comparación de costos de calidad de la empresa de aire acondicionado.	152
60	Comparación de los costos de conformidad y costos de no conformidad de la empresa de aire acondicionado.	153
61	Análisis costos de conformidad y costos de no conformidad.	159
62	Hoja de especificación.	169
63	Diagrama de flujo para la clasificación del área de producción.	188
64	Clasificación de herramientas y materiales por frecuencia de uso en el área de producción.	190
65	Hoja de evaluación de personal área de producción empresa de A/A.	202

TABLAS

I	Cuadro evolutivo de la calidad.	11
II	Valores del C_p y su interpretación.	22
III	Los índices C_p , C_{pi} y C_{ps} en términos de la cantidad de piezas malas bajo el supuesto de normalidad y de que el proceso está centrado.	24
IV	Estimación de la desviación estándar.	26
V	Características nominales de refrigeración y calefacción, así como la potencia eléctrica demandada para cada aparato descrito.	44

VI	Fallos registrados del área de ventas de la empresa.	53
VII	Porcentaje, número acumulado y porcentaje acumulado de los fallos localizados de la división de ventas.	54
VIII	Fallos registrados del área de cobros de la empresa.	59
IX	Porcentaje, número acumulado y porcentaje acumulado de los fallos localizados de la división de cobros.	59
X	Fallos registrados del área de créditos de la empresa.	61
XI	Porcentaje, número acumulado y porcentaje acumulado de los fallos localizados de la división de créditos.	61
XII	Fallos registrados del área de importaciones de la empresa.	66
XIII	Porcentaje, número acumulado y porcentaje acumulado de los fallos localizados de la división de importaciones.	67
XIV	Fallos registrados del área de exportaciones de la empresa.	68
XV	Porcentaje, número acumulado y porcentaje acumulado de los fallos localizados de la división de exportaciones.	69
XVI	Muestras tomadas de la longitud de las instalaciones de aire acondicionado tipo mini split.	78
XVII	Fallos registrados del área de producción de la empresa.	82
XVIII	Porcentaje, número acumulado y porcentaje acumulado de los fallos localizados en el área de producción.	83
XIX	Fallos registrados del área de producción de la empresa.	86
XX	Porcentaje, número acumulado y porcentaje acumulado de los fallos localizados en el área de bodega.	86
XXI	Frecuencia de fallos por área.	88
XXII	Frecuencia de fallos destacados.	90
XXIII	Resumen del costo de mano de obra por mes.	97
XXIV	Resumen del costo mano de obra por día.	97
XXV	Resumen del costo de mano de obra por hora.	97
XXVI	Resumen del costo de mano de obra por mes.	102
XXVII	Resumen del costo mano de obra por día.	102
XXVIII	Resumen del costo de mano de obra por hora.	102

XXIX	Cálculo del coeficiente de variación.	133
XXX	Datos necesarios para el cálculo del punto de equilibrio.	148
XXXI	Cuadro resumen del cálculo de las fallas internas por mes del área de producción.	150
XXXII	Cuadro resumen del cálculo de las fallas externas por mes del área de producción.	150
XXXIII	Resumen de costos de prevención propuestos para el área de producción.	151
XXXIV	Resumen de costos de evaluación propuestos para el área de producción.	152
XXXV	Matriz clientes internos de producción.	174
XXXVI	Tabla de clasificación del desempeño método propuesto.	203
XXXVII	Problemas y soluciones.	231
XXXVIII	Aumento en el consumo de energía.	234
XXXIX	Problemas en sistemas de refrigeración resueltos con rapidez.	235

LISTA DE SÍMBOLOS

%	Porcentaje.
<	Menor que.
≥	Mayor igual que.
σ	Desviación estándar poblacional.
μ	Media poblacional.
\bar{R}	Rango medio.
\bar{x}	Media muestral.
A/A	Aire acondicionado.
AB	Abril.
AG	Agosto.
CF	Costo fijo.
CI	Cliente interno.
CM	Costo marginal.
Cp	Índice de capacidad del proceso.
Cpi	Índice de capacidad del proceso con especificación inferior
Cpk	Índice de capacidad real.
Cps	Índice de capacidad del proceso con especificación superior.
CV	Costo variable.
CVc	Costo variable contable
Cvpi	Costo variable por pérdida interna
DI	Diagrama de Ishikawa.
DIC	Diciembre.
DP	Diagrama de Pareto
d_2	Constante en función de la muestra tomada.

EI	Especificación inferior.
EN	Enero
ES	Especificación superior.
FB	Febrero.
JL	Julio.
JN	Junio.
K	Índice para determinar el centrado de un proceso.
kg	Kilogramo.
LEI	Límite de especificación inferior.
LES	Límite de especificación superior.
m	Metros, tamaño de la muestra.
MY	Mayo.
MZ	Marzo.
N	Valor nominal de la característica de calidad
n	Número de muestras.
NOV	Noviembre.
OCT	Octubre.
P	Precio.
PE	Punto de equilibrio.
PEPS	Primero en entrar primero en salir.
Rmovil	Rango móvil.
SEP	Septiembre.
USDA	Departamento de agricultura de los Estados Unidos



Actividad o tarea: es aquella que se desarrolla como parte de un proceso operativo.



Decisión: va después de que se realiza una actividad de verificación, tiene dos variable: *si* o *no*, dependiendo de si es aceptada o rechazada



Operación: significa que el producto sufre una transformaron física o química



Transporte: representa un traslado del producto durante el proceso de fabricación

GLOSARIO

Acumulador	Aparato del sistema de calefacción que almacena en un núcleo de bloques cerámicos aislando el calor producido por cualquier medio, generalmente por la electricidad,
Amperaje	Potencia en una corriente eléctrica circulando entre dos puntos, estos son el negativo y el positivo a través de un conductor o cable eléctrico.
Amplitud	Valor máximo alcanzado por una onda o cualquier otra magnitud durante un periodo.
Armaflex	Protector plástico utilizado para aislar las tuberías, proteger el cobre, la instalación y evitar condensaciones.
Átomo	El átomo es considerado el componente básico de toda materia. Es la partícula más pequeña de un elemento que posee todas las propiedades químicas de tal elemento. Los átomos poseen un núcleo, protones y neutrones rodeado por los electrones
Calidad 6 Sigma	Metodología de mejora de procesos, centrada en la reducción de la variabilidad de los mismos, consiguiendo reducir o eliminar los defectos o fallas en la entrega de un producto o servicio al cliente.
Canales de distribución	Circuito a través del cual los fabricantes ponen a disposición de los consumidores los productos para que los adquieran.

Capacitor de arranque	Elemento que se utiliza para acumular carga mediante un campo eléctrico para ser entregada al encender el motor.
Capacitor de marcha	Capacitor específicamente se utiliza para mejorar el funcionamiento de un motor. Por su construcción, son aptos para estar sometidos bajo tensión.
Circuitos integrados	Pastilla pequeña de silicio, de algunos milímetros cuadrados de área, sobre la que se fabrican circuitos eléctricos con base a dispositivos constituidos por semiconductores y que está protegida dentro de un encapsulado de plástico o cerámica.
Cliente	Persona o conjunto de personas que satisfacen sus necesidades adquiriendo bienes o servicios generados en el proceso productivo por otra persona o conjunto de personas.
Cliente externo	Es el cliente final de la empresa, el que esta fuera de ella y el que compra los productos o adquiere los servicios que la empresa genera.
Cliente interno	Es quien dentro de la empresa, por su ubicación en el puesto de trabajo, sea operativo, administrativo o ejecutivo, recibe de los otros algún producto o servicio, que debe utilizar para alguna de sus labores.
Coefficiente de variación	Medida de dispersión útil para comparar dispersiones a escalas distintas pues es una medida invariante ante cambios de escala.

Contactador	Elemento conductor que tiene por objetivo establecer o interrumpir el paso de corriente, ya sea en el circuito de potencia o en el circuito de mando, tan pronto se energice la bobina.
Control estadístico	Método efectivo para monitorizar un proceso a través del uso de gráficos de control.
Corriente eléctrica	Flujo de carga por unidad de tiempo que recorre un material.
Costo de oportunidad	Creciente situación en la que la producción de mayor cantidad de un bien requiere desistir de la producción de una cantidad creciente de otro bien.
Disipación electromagnética	Generación de energía por medio de ondas electromagnéticas.
Disipación mecánica	Generación de energía por medio de fenómenos mecánicos.
Efectividad	Capacidad para producir el efecto deseado.
Eficiencia	Capacidad para lograr un fin empleando los mejores medios posibles.
Emitancia	Energía radiante desde una unidad de área y por unidad de tiempo.
Energía radiante	Es la energía que poseen las ondas electromagnéticas como la luz visible, las ondas de radio, los rayos ultravioletas, los rayos infrarrojos.
Equipos mini split	Equipo de aire acondicionado que se compone básicamente de dos partes una que es exterior y se llama condensadora y otra que es la interior y que es la que distribuye el aire en la habitación.

Especificaciones	Documento técnico oficial que establezca de forma clara todas las características, los materiales y los servicios necesarios para producir componentes destinados a la obtención de productos.
Estrategia	Conjunto de acciones que se implementarán en un contexto determinado con el objetivo de lograr el fin propuesto.
Freón R22	Gas incoloro comúnmente utilizado para los equipos de refrigeración, en principio por su bajo punto de fusión.
Gráfico de control	Carta o diagrama especialmente preparado donde se van anotando los valores sucesivos de la característica de calidad que se está controlando.
Gestión	Es una estrategia organizativa y un método de gestión que hace participar a todos los empleados y pretende mejorar continuamente la eficacia de una organización en satisfacer el cliente.
Incoterms	Condiciones de entrega de mercancías en un contrato internacional. No es una ley ni normas: son costumbres o usos mercantiles que se derivan de las prácticas comerciales que son desarrolladas por la Cámara de Comercio de París, que es una sociedad privada de empresarios.
Intercambiador de calor	Dispositivo diseñado para transferir calor de un fluido a otro, sea que estos estén separados por una barrera o que se encuentren en contacto.

ISO 14000	Serie de normas de gestión ambiental.
ISO 9000	Normas de calidad y gestión continua de calidad establecidas por la Organización Internacional para la Estandarización (ISO).
Mejora continua	Actividad recurrente para aumentar la capacidad operativa de la empresa.
Microprocesador	Circuito integrado que contienen algunos o todos los elementos hardware.
Nivel de conformidad	Punto o nivel en donde dos partes manifiestan su aceptación de un tema en particular.
Potencia eléctrica	Cantidad de energía eléctrica o trabajo; energía que se transporta o trabajo que se consume en una determinada unidad de tiempo.
Potencia frigorífica	Cantidad de frío producido por una máquina que funciona en determinadas condiciones.
Presión	Magnitud física que mide la fuerza por unidad de superficie, y sirve para caracterizar como se aplica una determinada fuerza resultante sobre una superficie.
Proceso	Conjunto de actividades mutuamente relacionadas o que interactúan, las cuales transforman entradas en salidas.
Producto	Resultado de un proceso.
Pronóstico	Conocimiento anticipado de lo que sucederá en un futuro a través de cierto indicios.

Proveedor	Persona que provee o abastece a otra persona de lo necesario o conveniente para un fin determinado.
Relay	Interruptor operado magnéticamente.
Resistencia al cambio	Conductas de los empleados diseñadas para, demorar o impedir la instrumentación de un cambio en la rutina laboral.
Serpentín	Tubo de forma frecuentemente espiral, utilizado comúnmente para enfriar vapores provenientes de la destilación en un calderín y así condensarlos en forma líquida.
Servicio	Es cualquier acto o desempeño que una persona ofrece a otra y que en principio es intangible y no tiene como resultado la transferencia de la propiedad de nada.
Temperatura	Magnitud referida a las nociones comunes de calor o frío.
Tendencia central	Forma de describir datos numéricos, las medidas de tendencia central, comúnmente conocidas como promedios. Estos promedios son la media aritmética, la mediana, y la moda.
Tolerancias	Intervalo de valores en el que debe encontrarse dicha magnitud para que se acepte como válida, lo que determina la aceptación o el rechazo de los componentes fabricados, según sus valores queden dentro o fuera de ese intervalo.

Toneladas de refrigeración	Unidad de medida nominal empleada en algunos países, especialmente de Norteamérica, para referirse a la capacidad de extracción de carga térmica de las máquinas frigoríficas y equipos de Aire Acondicionado.
Transformador	Máquina eléctrica que permite aumentar o disminuir la tensión en un circuito eléctrico de corriente alterna, manteniendo la frecuencia.
Transmisión de correa	Transmisión mecánica basado en la unión de dos o más ruedas, sujetas a un movimiento de rotación, por medio de una cinta o correa continua.
Unión Europea	Comunidad singular de veintisiete Estados europeos que fue establecida el 1 de noviembre de 1993.
Válvula de expansión termostática	Elemento termostático de la válvula de expansión en la cual es la temperatura de recalentamiento del gas la que regula la expansión.
Válvula reguladora de presión	Válvula utilizada para mantener una presión constante en la descarga, aunque en la entrada varíe el flujo o la presión.
Válvula solenoide	Consiste en dos elementos en uno es la válvula es si la que cierra y abre el paso y el solenoide es un electro imán que por intermedio de una corriente eléctrica comanda la válvula.
Variabilidad del proceso	Variaciones al azar o asignables que no permiten que el resultado final de un proceso sea perfecto.

Voltaje

Fuerza electromotriz que ejerce una presión o carga en un circuito eléctrico cerrado sobre los electrones, completando con esto un circuito eléctrico.

RESUMEN

En la actualidad el contexto globalizado ya no permite que las organizaciones sigan funcionando bajo regímenes obsoletos y anticuados. Motivo por el cual tanto organizaciones empresariales, sociales, culturales e incluso educativas en las distintas sociedades, han tenido que ajustarse a los requerimientos que esta tendencia mundial exige.

Bajo estas circunstancias, en Guatemala muchas empresas han empezado a ajustarse a estándares o tácticas globalizados ya sea de bienes o servicios, buscando volverse más competitivos ante la oferta de otras organizaciones.

Desafortunadamente, esto sucede mayormente en las grandes empresas que están dispuestas a invertir para lograr la satisfacción de sus clientes por medio de la creación de productos y/o servicios de alta calidad. La mayoría de medianas o pequeñas empresas, rechazan la idea de la obtención de una nueva filosofía, pensando que esta generará aún más costos.

Por medio de un sistema de costos de calidad enfocado en el proceso de mantenimiento e instalación de aire acondicionado, se pretende cambiar la imagen errónea que estrategias administrativas como lo es la calidad total genera. Se mostrará la importancia que representa la prevención y evaluación; y como estos mínimos costos reducirán grandemente desperfectos, traduciéndose en beneficios tangibles para la organización.

Para el desarrollo de una guía enfocada a los costos de calidad es necesario se realice una introducción a todos aquellos conceptos y terminología que permitirán mostrar la importancia de optar por una filosofía enfocada a la calidad. Se hará mención de ciertas herramientas que son utilizadas actualmente para la identificación y solución de problemas.

Así mismo, se explicará de forma breve, el concepto y funcionamiento básico del aire acondicionado.

Se pretende realizar una detallada descripción y análisis de las funciones de las diferentes áreas que componen la organización. Esto con el objetivo primordial, de identificar los problemas existentes dentro de la empresa. Para facilitar dicha meta, se estudiará cada departamento por separado, para luego, a través de la utilización de herramientas estadísticas, establecer cuál es el problema que tiene mayor impacto a nivel general.

Con la información recolectada, se realizará un análisis de las posibles causas del problema que fue identificado como primordial. Con base a las causas encontradas, se pretende identificar los costos de falla interna y externa que estas provocan para posteriormente, proponer un modelo emergente de costos de calidad. Este último enfocado a un plan de costos de prevención y evaluación. Se mostrarán los resultados hipotéticos que se darían como resultado de la implementación de la propuesta de mejora.

Para la implementación del sistema de costos de calidad, se pretende como parte de un plan de prevención, capacitar tanto a la alta dirección como a los operarios. A estos últimos, se les instruirá acerca de la importancia, herramientas y beneficios que la calidad les brinda. Las inspecciones, normas y registros serán las herramientas utilizadas para implementar el plan de evaluación. Se aplicará una estrategia basada en principios utilizados cotidianamente y que pueden contribuir grandemente en la reducción de los costos de no calidad.

Como plan de mejora continua, se pretende primeramente, eliminar las fallas que pudieron surgir durante la fase de implementación. Así mismo, como en cualquier empresa, el recurso humano es el motor de la organización, por lo que se establecerán estrategias para medir el desempeño y poder eliminar la resistencia al cambio. Al eliminar las posibles fallas, se implementará la nueva filosofía en toda la empresa.

Un sistema de costos de calidad es una estrategia enfocada a la obtención de productos y servicios competitivos al menor costo posible. Ya que muchas organizaciones guatemaltecas se rehúsan al cambio argumentando que sólo se traduciría en costos innecesarios, este trabajo de graduación pretende demostrar, que se puede adoptar una estrategia innovadora sin requerir de una gran inversión; logrando reducir tanto costos de falla interna como externa.

OBJETIVOS

General:

Determinar y desarrollar mediante herramientas estadísticas y administrativas, una guía para reducir los costos de no conformidad en el proceso de mantenimiento e instalación de aire acondicionado.

Específicos:

1. Describir los conocimientos teóricos que faciliten la comprensión de la guía de reducción de costos de no conformidad.
2. Utilizar herramientas estadísticas para el análisis y delimitación de los problemas y causas de la no calidad en las diferentes áreas de la empresa.
3. Analizar los costos de falla interna y externa que la empresa pueda presentar y establecer propuestas para poder atacarlas.
4. Determinar y evaluar los esfuerzos que la empresa realiza actualmente para reducir los costos de no conformidad.
5. Destacar la importancia de desarrollar y fortalecer el concepto de prevención y evaluación ante la reacción y acción.

6. Implementar una propuesta de mejora que apoye a la empresa con base a la guía propuesta en el presente trabajo de graduación.

7. Establecer estrategias y tácticas de mejora para eliminar las posibles fallas o repercusiones de la implementación propuesta.

INTRODUCCIÓN

La citada investigación se centra en la elaboración de un sistema de costos de calidad en el proceso de mantenimiento e instalación de aire acondicionado. Busca que al ser implementado, reduzca de forma significativa los costos del proceso y aumente la calidad del producto y servicio final.

En la actualidad las empresas se desarrollan en un entorno cada vez más competitivo. Por ello, adquirir ventajas en relación a otras organizaciones se ha convertido en un requisito para permanecer en el mercado. La calidad en los productos y servicios es una de las herramientas más utilizadas para obtener la predilección y fidelidad de los clientes.

Las empresas de refrigeración guatemaltecas no son la excepción. El cliente eleva cada vez más sus exigencias, dejando de ser alguien conformista; elige y exige productos y servicios que lo satisfagan tanto a nivel económico como personal.

La calidad surgió como la solución óptima ante una necesidad medible y tangible. Esta herramienta puede ser aplicada tanto a productos como servicios de cualquier índole, logrando resultados notables: reducción de costos, disminución de la variabilidad de los procesos, mejora de los métodos, entre otros.

La falta de calidad en los productos que una empresa de refrigeración brinda al consumidor, se ven reflejados directamente en sus costos. En muchas ocasiones las organizaciones ven estos costos como inevitables; forman parte intrínseca del proceso productivo. Los directivos presentan oposición a la idea que pueden ser reducidos o incluso eliminados con sólo adoptar una filosofía de calidad.

Al adoptar una filosofía de calidad, la organización desarrollará y fortalecerá el concepto de prevención y evaluación ante la reacción y acción. De esta manera, podrán evidenciar de forma tangible y medible los beneficios de la estrategia.

La implementación de la estrategia se logra a través de un cambio de enfoque por parte de la dirección y sus operarios. Existe la idea errónea que se requiere de una gran inversión para poner en marcha el proyecto, cuando basta con sólo adoptar principios que se usan en la vida diaria; clasificación, orden, limpieza, estandarización y disciplina.

Es importante resaltar que todo proyecto, debe de ser implementado primero en un área de prueba. En el caso de la empresa de refrigeración será en el departamento que por medio de análisis y delimitación, presente mayores costos de no conformidad.

Por medio del uso de herramientas y estrategias de mejora continua, se pretende eliminar todas las fallas del proyecto. Cuando se cumpla este fin, se buscará implementar la nueva filosofía no sólo en la siguiente área, sino que en toda la empresa.

1. ANTECEDENTES GENERALES

Una ventaja competitiva es una característica que diferencia a un producto, servicio o empresa de sus competidores. Para que dicha cualidad sea llamada ventaja, tiene que ser única, diferencial, estratégicamente valorada por el mercado y sobre todo comunicada.

Dentro de las ventajas competitivas de mayor auge y éxito en la última década, se encuentra la aplicación de una filosofía orientada a la calidad. El reconocimiento de la importancia de esta estrategia dentro de una organización, puede representar la diferencia entre el éxito y fracaso de la misma.

El mayor beneficio que se obtiene al adoptar una filosofía de calidad, es poder actuar frente las causas y no reaccionar ante los problemas que surgen. De esta forma, la empresa enfocada y entregada a dicha estrategia logrará reducir grandemente los costos de fallas internas y externas; y al mismo tiempo aumentar la calidad de los productos y/o servicios.

1.1 La Empresa

Es una organización fundada en 1984 con el propósito de satisfacer la demanda de productos y servicios de alta calidad, para la industria de la refrigeración y el aire acondicionado en Guatemala.

Actualmente cuenta con tres salas de venta en la ciudad de Guatemala ubicadas en las zonas 1, 11 y 9 respectivamente. En esta última es donde también se encuentra el amplio taller de mantenimiento e instalación, así como las oficinas centrales.

La empresa cuenta con infraestructura y herramientas de vanguardia y mano de obra altamente calificada, capaces de ofrecer a los clientes una asesoría técnica. De esta forma la organización ha logrado consolidarse como una de las empresas líderes a nivel nacional.

Así mismo, en El Salvador opera la compañía hermana la cuál se encuentra ubicada sobre la Alameda Juan Pablo II. Esta organización brinda productos y servicios de alta calidad para la industria de refrigeración y aire acondicionado, logrando satisfacer la creciente demanda de este país.

1.1.1 Visión

Ser la empresa líder de aire acondicionado y refrigeración a nivel nacional, superando continuamente las expectativas de nuestros clientes.

1.1.2 Misión

Somos proveedores de soluciones en los campos de aire acondicionado y refrigeración y otras conexas, que satisfacen las necesidades de los negocios para hoy y para mañana. Por medio de actividades éticas, sensitivas y rentables nuestra compañía proveerá a sus empleados de un ambiente de trabajo en que puedan realizarse, un servicio inmejorable para nuestros clientes, valor aumentado para nuestros accionistas y un espíritu de responsabilidad compartida con nuestra comunidad.

1.1.3 Política

Crear en un sistema de libre empresa a nivel nacional. Consecuentemente tratar a los clientes, colaboradores, accionistas, proveedores y a la comunidad con honestidad, dignidad, honradez y respeto. Así mismo, se espera dirigir los negocios con los niveles más altos de ética tanto profesional como personal.

1.1.4 Filosofía

La filosofía de la organización es transmitida a cada miembro de la compañía para que éstos se sientan identificados con la misma. A continuación se detalla cada elemento de ella:

- **Integridad:** Honestidad y honradez son esenciales en la manera de desarrollar nuestro negocio y de relacionarnos con nuestros clientes. Somos una compañía que cumple sus promesas, hacemos lo que decimos.
- **Servicio al cliente:** La satisfacción del cliente es la fuente de los beneficios para el empleado, accionista, proveedor y la comunidad. Superaremos las expectativas del cliente a través de las continuas mejoras en calidad, servicio, productividad y plazo de entrega.
- **Nuestros empleados:** La diversidad y el compromiso de nuestra gente son la base de nuestra fuerza. Estamos comprometidos con su justa y efectiva selección, desarrollo, motivación y reconocimiento. Proporcionaremos a nuestros empleados las herramientas, el entrenamiento y apoyo para conseguir lo mejor en la satisfacción del cliente.

- **Mejoras e innovaciones:** Buscamos mejoras e innovaciones continuas en todos los elementos de nuestro negocio.
- **Seguridad y medio ambiente:** Nuestros productos, servicios y lugares de trabajo reflejan nuestra creencia en que lo que es bueno para el medio ambiente, la seguridad y la salud de las personas.

1.1.5 Objetivos y metas

Toda empresa que desee ser líder en el mercado, debe contar como mínimo con ciertas metas y objetivos. A continuación se detalla cada una de ellas así como el alcance que éstas poseen:

- **Satisfacción del cliente:** Superamos las expectativas de nuestros clientes a través de continuas mejoras en la calidad, el servicio, la productividad y la reducción de plazos de entrega.
- **Tecnología:** Emplearemos tecnología de punta en nuestros productos, procesos y servicios.
- **Crecimiento:** Buscaremos el crecimiento superando los negocios existentes.
- **Liderazgo en el mercado:** Sólo operaremos en los mercados donde somos o tenemos la oportunidad de ser líderes.

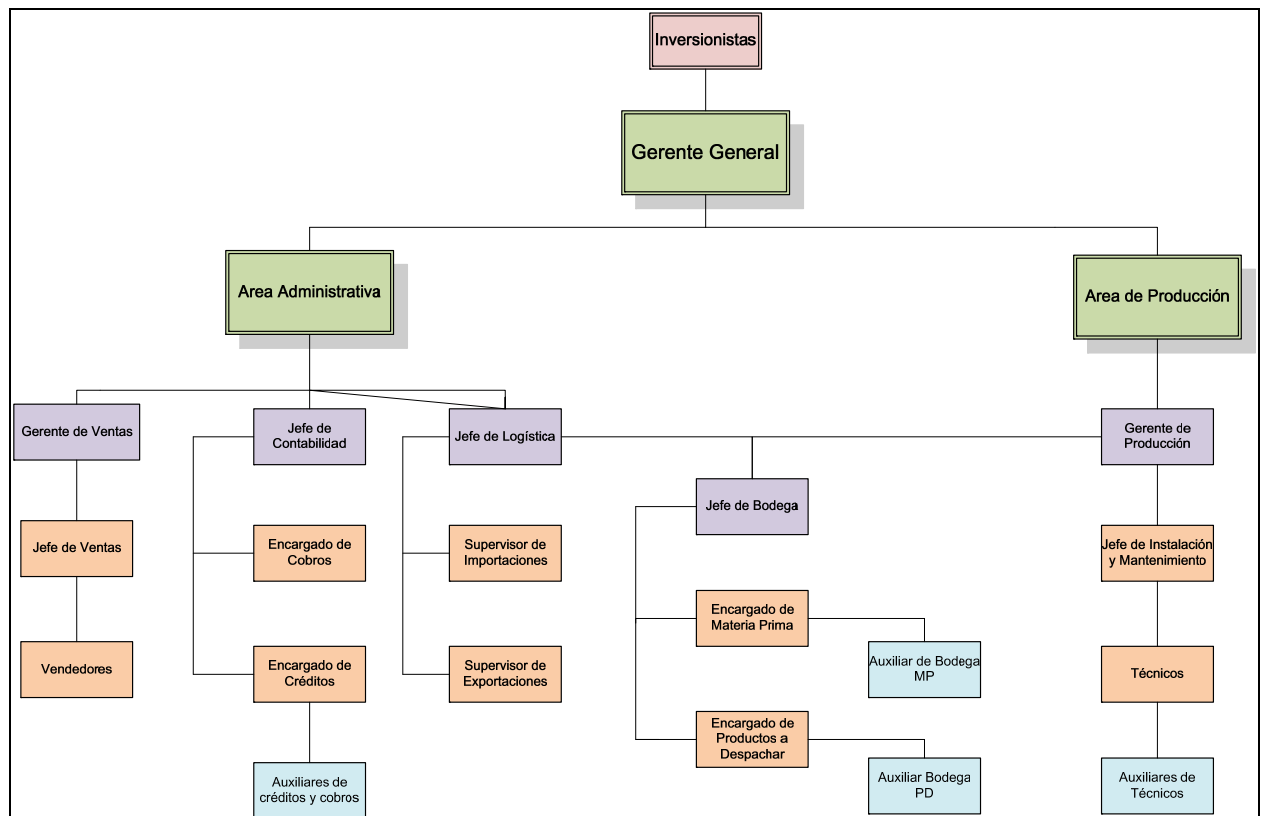
1.1.6 Organización

La organización, cuenta con una estructura organizacional basada en la departamentalización. De esta forma, subdivide el trabajo en puestos y tareas y los asigna a unidades especializadas.

Para facilitar los objetivos de la organización, ésta utiliza una departamentalización de tipo funcional agrupando a los empleados en unidades de acuerdo con sus ámbitos de competencia y los recursos a que recurren para realizar un conjunto común de tareas.

La estructura organizacional de la empresa se presenta a continuación en el siguiente organigrama.

Figura 1. Organigrama general.



1.1.7 Productos

La gama de productos que ofrece la empresa es muy amplia. Brinda una gran diversidad de artículos; desde pequeños y sencillos repuestos eléctricos y mecánicos hasta grandes y complejos equipos de aire acondicionado y refrigeración.

1.1.7.1 Aire acondicionado

La marca líder que ofrece la empresa es York International; el cual es el suplidor independiente más grande de calefacción, aire acondicionado, refrigeración y ventilación en los Estados Unidos y es un competidor importante en esta industria a nivel internacional.

Al brindar productos de marcas reconocidas a nivel mundial, la empresa asegura la calidad de los productos que ofrece y vende a sus clientes. La organización cuenta con equipo minisplit, equipos centrales split o divididos y chillers de la marca antes mencionada.

1.1.7.2 Refrigeración

Al igual que para el aire acondicionado, la empresa se asegura de ofrecer a sus clientes productos de alta calidad. Para la gama de refrigeración, la compañía brinda a los usuarios compresores Copeland y evaporadores y condensadores Bohn.

Copeland ha sido la empresa líder en tecnología de compresores por más de 80 años. Es el único fabricante presente en Latinoamérica que ofrece la tecnología adecuada para satisfacer necesidades de equipo original y de repuestos.

Por otro lado, Bohn es una compañía líder en ventas y desarrollo de nuevas tecnologías en la fabricación de unidades evaporadoras y condensadoras a nivel mundial.

1.1.7.3 Accesorios eléctricos

La empresa cuenta con una gama de accesorios eléctricos muy amplia. En ella se pueden encontrar controles para refrigeración, contactores, capacitores de marcha, capacitores de arranque, transformadores, relays, motores, entre otros.

1.1.7.4 Accesorios mecánicos

Como ya es costumbre para la empresa, ésta ofrece únicamente productos de alta calidad. En la rama de los accesorios mecánicos, el proveedor principal es Sporlan.

Sporlan es por más de 65 años el fabricante de componentes con más prestigio en la industria del aire acondicionado y la refrigeración. Sus principales productos son válvulas de expansión termo-estática, distribuidores de refrigerante, válvulas solenoides, filtros descontaminantes, válvulas reguladoras de presión, entre otras.

1.1.7.5 Refrigerantes, aceites y limpiadores

Los refrigerantes, llamados también refrigerantes ecológicos que utiliza la compañía son de proveedores como Forane y Genetron. Los refrigerantes Forane y Genetron son reconocidos a nivel mundial por ser líderes en la conservación del medio ambiente y estar a la vanguardia de la tecnología.

La marca utilizada para los aceites es Suniso, la cual a su vez es reconocida por su calidad. Esta marca ofrece superior lubricación y es la más usada por los fabricantes del equipo original. Disponible en variedad de viscosidades, éstos son los recomendados para uso con los refrigerantes ecológicos antes mencionados.

Los limpiadores son de gran importancia para el mantenimiento tanto preventivo como correctivo del aire acondicionado. La organización utiliza dos clases de limpiadores; ActiBrite y ActiKlean.

El limpiador ActiBrite es un químico espumante para condensadores a la intemperie. Su fórmula ha sido probada por muchos años y es efectiva al remover grasa, hojas, insectos, plumas y la película del humo negro.

El químico ActiKlean provee limpieza efectiva y profunda y ayuda a regresar la eficiencia de los sistemas. Este químico es biodegradable, no toxico, fácil de usar y es una combinación de agentes limpiadores y desodorizantes. Ayuda a limpiar el drenaje de los sistemas y es aceptado por la USDA para uso en plantas de procesamiento de comestibles.

1.1.8 Servicios

La empresa brinda una gran variedad de servicios para cualquier tipo de necesidad. Es en este rubro es donde se hace latente la obligación de contar con personal calificado y adquirir una filosofía orientada a la calidad.

1.1.8.1 Instalación de proyectos

La instalación de proyectos consiste en materializar los pedidos y peticiones de los clientes. La mayoría de las instalaciones presentan un reto constante al equipo, ya que cada proyecto, exhibe diferentes características. Por lo mismo, la empresa cuenta con ingenieros, técnicos en refrigeración y aire acondicionado, electricistas, herreros y hojalateros.

1.1.8.2 Mantenimiento preventivo

En todo proyecto de aire acondicionado o refrigeración, deben realizarse inspecciones sistemáticas para así evitar anomalías y averías del equipo. Las inspecciones sistemáticas, también conocidas como mantenimiento preventivo, consisten en chequeos regulares, limpieza del equipo, cambio de accesorios, entre otros, que a largo plazo evitarán reparaciones mayores o incluso sustitución total del equipo.

1.1.8.3 Mantenimiento correctivo

A diferencia del mantenimiento preventivo, el correctivo es realizado de forma esporádica. La mayoría de ocasiones, es necesario un mantenimiento correctivo, ya que el equipo no ha recibido ninguna clase de inspección constante. El principal causante de las fallas es el medio ambiente, debido a que éste ensucia y entorpece el circuito del aire acondicionado.

1.1.8.4 Capacitación en cursos y seminarios

La organización también ofrece seminarios de información y capacitación a los clientes donde también se tiene la oportunidad de interactuar con ingenieros de las casas fabricantes. Los cursos más solicitados son acerca de los refrigerantes Genetron, los productos Sporlan y los compresores Copeland.

1.2 Calidad

Existen muchos conceptos relacionados con la calidad pero todos estos concuerdan en que ésta es un conjunto de propiedades y características de un producto, proceso o servicio que le confieren su actitud para satisfacer las necesidades establecidas o implícitas.

Así mismo, para que un producto y/o servicio sea de calidad, éste debe de cumplir con las especificaciones previamente estipuladas y acordadas. Visto desde la opinión del consumidor, la calidad es aquella cualidad, característica o diferenciación por la cual la persona está dispuesta a pagar.

En la historia del hombre, el término calidad ha sufrido numerosos cambios que se reflejan en cuanto a su evolución histórica. Para ello, se describen a continuación cada una de las etapas principales, el concepto que se tenía de la calidad y cuáles eran los objetivos a alcanzar.

Tabla I. Cuadro evolutivo de la calidad.

Etapa	Concepto	Finalidad
Artisanal	Hacer las cosas bien independientemente del costo o esfuerzo necesario para ello.	<ul style="list-style-type: none"> • Satisfacción del cliente • Satisfacción del artesano por el trabajo bien hecho • Crear un producto único
Revolución Industrial	Hacer muchas cosas no importando que sean de calidad.	<ul style="list-style-type: none"> • Satisfacer una gran demanda de bienes • Obtener beneficios
Segunda Guerra Mundial	Asegurar la eficiencia del armamento sin importar el costo, con la mayor y más rápida producción.	<ul style="list-style-type: none"> • Garantizar la disponibilidad de armamento eficaz en la cantidad y momento preciso
Post-guerra (Japón)	Hacer las cosas bien a la primera.	<ul style="list-style-type: none"> • Minimizar costos mediante calidad • Satisfacer al cliente • Ser competitivo
Post-guerra (Resto del mundo)	Producir, cuanto más mejor.	<ul style="list-style-type: none"> • Satisfacer la gran demanda de bienes
Control de la Calidad	Técnicas de inspección en producción para evitar la salida de bienes defectuosos.	<ul style="list-style-type: none"> • Satisfacer las necesidades técnicas del producto
Aseguramiento de la Calidad	Sistemas y procedimientos de la organización para evitar que se produzcan bienes defectuosos.	<ul style="list-style-type: none"> • Satisfacer al cliente • Prevenir errores • Reducir costos • Ser competitivo
Calidad Total	Teoría de la administración empresarial centrada en la permanente satisfacción de las expectativas del cliente.	<ul style="list-style-type: none"> • Satisfacer tanto al cliente externo como interno • Ser altamente competitivo • Mejora continua

1.2.1 Costos de obtención de la calidad

Los costos de obtención de la calidad, también denominados costos de conformidad, pueden definirse como aquellos costos que se originan a consecuencia de las actividades de prevención y evaluación que la empresa debe abordar en un plan de calidad.

Las actividades de prevención tratan de evitar que se produzcan fallas, mientras que los de evaluación pretenden detectar las fallas lo antes posible y sobre todo antes que los productos y/o servicios lleguen a los clientes.

Los costos de obtención de la calidad pueden clasificarse como controlables ya que cualquier empresa puede decidir la cantidad de recursos que está dispuesta a invertir en relación a este concepto. Una empresa puede decidir que estos costos sean muy reducidos, en cuyo caso no efectúan ningún tipo de tarea de prevención ni de evaluación; o por el contrario, puede elevarlos tanto como quiera.

Por otro lado, que las empresas no alcancen el nivel de calidad deseado se debe a las fallas o defectos, es decir, a la no calidad, no conformidad o mala calidad. Los costos ocasionados por las fallas cometidas, normalmente disminuyen en función de la efectividad y eficiencia de las inversiones destinadas a la prevención y evaluación de la calidad.

Cuando una empresa, después de haber implantado un sistema de costos de calidad, empieza a sentir los efectos de las actividades de prevención y evaluación, observa como se van reduciendo sus costos ocasionados por la mala o falta de calidad.

Los costos de fallas, dependiendo del momento en el que se detectan, pueden dividirse en costos de fallos internos; que son los que se descubren antes de la entrega al cliente o en costos de fallos externos; cuando se detectan después de que el cliente haya recibido el producto o servicio.

También debe considerarse como costo de falla externa, el que se genera por los retrasos en la entrega del producto al cliente, ocasionando insatisfacción. Se considera que siempre que el cliente percibe la falla, se trata de una falla externa.

1.2.1.1 Beneficios

El sistema de costos de calidad proporciona los criterios para obtener información que pueda ser utilizada por la dirección de la empresa para analizar el impacto económico que tiene la calidad o la ausencia de ésta en los resultados de la organización y verificar el progreso obtenido como consecuencia de las acciones dirigidas a la mejora continua.

Así mismo, brinda otros beneficios dentro de los cuáles se deben destacar:

- Reducción de costos de fabricación
- Mejora de la gestión administrativa
- Mejora en el planeamiento y la programación de actividades
- Mejora de la productividad
- Aumento de la utilidad o beneficio
- Satisfacción de hacer bien el trabajo desde el principio

1.2.1.2 Costos de conformidad

Se suele entender por costos de conformidad, aquellos que se generan por las actividades destinadas a la obtención de la calidad; se dividen, como ya fueron establecidas anteriormente en prevención y evaluación.

1.2.1.2.1 Prevención

Son todos aquellos costos en que incurre la empresa para prevenir errores y conseguir que los trabajos se planifiquen, se elaboren y se controlen con calidad, es decir, son todos aquellos gastos que se realizan con objeto de evitar o minimizar los defectos o fallos que se pueden producir posteriormente.

1.2.1.2.2 Evaluación

Son los costos relacionados con la medición, evaluación o auditoría de los productos y/o servicios para asegurar el cumplimiento de las normas de calidad y los requisitos del desempeño.

1.2.1.3 Costos de no conformidad

Son los costos resultantes de los productos y/o servicios que no se ajustan a las especificaciones o a las necesidades de los clientes o usuarios. Estos son divididos en fallas internas y externas.

1.2.1.3.1 Falla interna

Son todos aquellos costos en que incurre la empresa para corregir fallos, defectos y errores encontrados en el producto y/o servicio durante las evaluaciones; antes que el producto y/o servicio haya sido entregado al cliente.

Dicho de otra manera, son los costos resultantes de ineficiencias o de un producto que no logra cumplir con los requisitos de calidad.

1.2.1.3.2 Falla externa

Son los costos vinculados a los problemas que se encuentran después de enviado el producto o brindado el servicio al cliente. También se podrían definir como los costos resultantes de un producto o servicio que no logra cumplir con los requisitos de calidad, luego de ser adquirido por el cliente.

1.2.2 Calidad del servicio

En el caso del servicio, no se pueden estandarizar las expectativas del cliente, debido a que cada cliente es distinto y sus necesidades de servicio también lo son. Es por lo mismo que no se pueden establecer procedimientos inflexibles para mantener satisfechos a los clientes.

Como resultado, para poder entender que es la calidad del servicio se debe comprender que todos los clientes o usuarios evalúan el servicio recibido a través de la suma de cinco factores:

- a) **Elementos tangibles:** Se refiere a la apariencia de las instalaciones de la organización, la presentación del personal y hasta los equipos utilizados en determinada compañía. Una evaluación favorable en este rubro invita al cliente para que realice su primera transacción con la empresa.

- b) **Cumplimiento de promesa:** Significa entregar correcta y oportunamente el servicio acordado.

- c) **Actitud de servicio:** Muchas veces, los clientes no sienten la disposición de quienes los atienden para escuchar y resolver sus problemas o emergencias de la manera más conveniente.

- d) **Competencia del personal:** El cliente califica qué tan competente es el empleado para atenderlo correctamente; es decir, si éste es capaz de inspirar confianza con sus conocimientos.

- e) **Empatía:** Este último factor engloba tres aspectos diferentes pero muy importantes que son la facilidad de contacto, la comunicación y los gustos y necesidades.

El conjunto de los cinco factores mencionados anteriormente conforma la evaluación total del cliente en materia de servicio. Cada cliente es distinto y requiere de diferentes estrategias para otorgarle el servicio adecuado, por lo que una sola acción no asegurará que una empresa mejore todas las facetas del servicio. Es por lo mismo, que la calidad del servicio es una de las herramientas más importantes que una empresa puede utilizar pero al mismo tiempo una muy difícil de lograr.

1.2.2.1 Principios

Los principios más importantes del servicio que una empresa debe conocer para que ésta logre sus objetivos establecidos son:

- El cliente es el único juez de la calidad del servicio.
- El cliente es quien determina el nivel de excelencia del servicio y siempre quiere más.
- La empresa debe formular promesas que le permitan alcanzar los objetivos, ganar dinero y distinguirse de sus competidores.
- La empresa debe gestionar la expectativa de sus clientes, reduciendo en lo posible la diferencia entre la realidad del servicio y las expectativas del cliente.
- Nada se opone a que las promesas se transformen en normas de calidad.
- Para eliminar los errores se debe imponer una disciplina férrea y un constante esfuerzo.

1.2.2.2 Características

Los servicios poseen características únicas y específicas que los diferencian de los productos convencionales. A continuación se hace mención de algunas de las cualidades más importantes que le pertenecen:

- No son tangibles aún cuando involucren productos tangibles
- Son personalizados
- También involucran al cliente, a quien el servicio se dirige
- Se producen conforme a la demanda
- No pueden ser manufacturados o producidos antes de entregarse
- Son producidos y consumidos al mismo tiempo
- No pueden ser mostrados o producidos antes de la entrega

- Son perecederos no pueden ser guardados o almacenados
- No pueden ser inspeccionados o probados previamente
- No producen defectos, desperdicios o artículos rechazados
- Las deficiencias en la calidad del servicio no pueden ser eliminadas antes de la entrega
- No pueden ser sustituidos o vendidos como segunda opción
- Se basan en el uso intensivo de mano de obra

1.2.2.3 Los siete errores del servicio

Toda empresa, sin importar a la que ésta se dedique, ofrece un servicio en alguna de sus etapas. Es por ello que es de vital importancia conocer los desaciertos más comunes que obstaculizan el éxito de una organización. A continuación se detallan los fallos más usuales del servicio:

- Apatía
- Sacudirse al cliente
- Frialdad o indiferencia
- Actuar en forma robotizada
- Rigidez e intransigencia
- Inefectividad

1.2.2.4 Los diez preceptos del servicio

Para que una empresa sea exitosa, ésta debe seguir ciertos lineamientos o reglas. Algunos de los preceptos más importantes del servicio son:

- El cliente es la persona más importante en la empresa
- El cliente no depende de la empresa, sino que la empresa depende del cliente. La organización trabaja para sus clientes

- El cliente no interrumpe el trabajo, sino que es el propósito del trabajo.
- El cliente hace un favor al visitar o llamar a la empresa para hacer una transacción de negocios. La empresa no le hace ningún favor sirviéndole.
- El cliente es una parte de la empresa como cualquier otra, incluyendo el inventario, el personal y las instalaciones. Si se vendiera la empresa, los clientes se irán con ella.
- El cliente no es una fría estadística, sino una persona con sentimientos y emociones. La empresa debe tratar mejor al cliente de lo que desearía que lo trataran a ella.
- El cliente no es alguien con quien discutir o para ganarle con astucia.
- El trabajo de la organización consiste en satisfacer las necesidades, deseos y expectativas de los clientes y, siempre que sea posible, disipar sus temores y resolver sus quejas.
- El cliente se merece ser tratado con la mayor atención, cortesía y profesionalismo que la organización pueda brindarle.
- El cliente es la parte más vital de la empresa o negocios. Sin los clientes, la empresa no tendría actividades de negocio. La empresa trabaja para su clientela.

1.3 Índices de capacidad

Sin importar del tipo de proceso con el que se cuente, estos tienen variables de salida, los cuales deben cumplir con ciertas especificaciones para que sea posible considerar que tal proceso funciona de manera satisfactoria. Por lo tanto, evaluar la capacidad o habilidad de un proceso consiste en analizar qué tan bien sus variables de salida satisfacen las especificaciones previstas.

Los índices C_p y C_{pk} ayudan a enfatizar la necesidad de mejoras para reducir la variabilidad del proceso. Así mismo, facilitan la comparación del desempeño de distintos proveedores o procesos y proporcionan una idea aproximada del porcentaje de artículos que no cumple con especificaciones.

1.3.1 El índice C_p

En general, si se desea calcular el índice C_p de un proceso específico, primeramente se debe de identificar que tipo de características posee el mismo. La propiedad más importante a evaluar, es si el proceso cuenta con doble o una única especificación.

- **Procesos con doble especificación:**

Para que un producto elaborado por un proceso se pueda considerar de calidad, los valores de las mediciones de cierta característica del tipo nominal deber ser iguales a cierto valor ideal o al menos tienen que estar dentro de cierta especificación inferior (EL) y superior (ES). El índice de capacidad del proceso C_p da la medida de la capacidad potencial del proceso para cumplir con tales especificaciones.

El índice de capacidad del proceso C_p es expresado por:

$$C_p = \frac{ES - EL}{6\sigma}$$

donde σ representa la desviación estándar de la característica de calidad que se mide al producto.

El C_p está comparando el ancho de las especificaciones con la amplitud de la variación del proceso, medida esta última a través de una característica de calidad del producto.

Por tanto, si la variación del proceso es mayor que la amplitud de las especificaciones, entonces el C_p es menor que 1. De esta manera, si el valor del índice C_p es menor que 1 es una evidencia de que no está cumpliendo con las especificaciones.

Por el contrario, si el índice C_p es mayor que 1, entonces es una evidencia que el proceso es potencialmente capaz de cumplir con las especificaciones.

En general, el C_p se utiliza para conocer y tomar decisiones sobre el proceso, dependiendo de su valor es el tipo de proceso y la decisión que ha de tomarse. A continuación se presenta una tabla que presenta una síntesis de la interpretación del C_p .

Tabla II. Valores del Cp y su interpretación.

Valor del Cp	Clase del proceso	Decisión
$Cp \geq 2$	Clase mundial	Se tiene calidad Seis Sigma
$Cp < 1.33$	1	Adecuado
$1 < Cp < 1.33$	2	Parcialmente adecuado, pero conforme el Cp se acerca a uno se generan más defectos.
$0.67 < Cp < 1$	3	No adecuado. Un análisis del proceso es necesario. Requiere modificaciones muy serias.
$Cp < 0.67$	4	Totalmente inadecuado. Requiere de modificaciones muy serias.

Fuente: Humberto Gutiérrez Pulido. Calidad total y productividad. Pág. 133.

Como se desprende de esta tabla, el valor mínimo deseable para el Cp es 1.33 o 2 si se quiere una calidad de Seis Sigma.

En general el valor mínimo del Cp puede fijarse en función del porcentaje de artículos fuera de especificaciones que se está dispuesto a tolerar; auxiliándose de la tabla I.

Si al analizar el proceso se encuentra que su capacidad no es compatible con las tolerancias, existen tres opciones:

- a) Modificar el proceso
- b) Cambiar las tolerancias
- c) Sufrir e inspeccionar 100% de los productos.

Por el contrario, si existe capacidad excesiva, ésta se puede aprovechar vendiendo precisión, vendiendo el método, reasignando productos a máquinas menos precisas, acelerando el proceso y reduciendo la cantidad de inspecciones.

- **Procesos con sólo una especificación:**

Existen productos que tienen una o varias características de calidad que cuentan con sólo una especificación, ya sea inferior o superior.

En este tipo de características de calidad con sólo una especificación, la capacidad del proceso para satisfacerla se mide dependiendo de si la especificación es inferior o superior.

Sea una característica de calidad de tipo “entre más pequeña mejor” que debe de ser menor que cierta especificación superior (ES), entonces el índice de capacidad C_{ps} , está definido por:

$$C_{ps} = \frac{ES - \mu}{3\sigma}$$

donde μ y σ son la media y la desviación estándar de la característica de calidad.

De manera similar, si se tiene una característica de calidad del tipo “entre más grande mejor” que debe ser mayor que una especificación inferior (EI), entonces el índice de capacidad inferior, C_{pi} , está definido por:

$$C_{pi} = \frac{\mu - EI}{3\sigma}$$

El valor mínimo de índices C_p y C_{pi} para que el proceso se pueda considerar capaz de cumplir con la correspondiente especificación es de 1.25. Si la característica de calidad es crítica, entonces el valor mínimo debe ser 1.45.

Tabla III. Los índices C_p , C_{pi} y C_{ps} en términos de la cantidad de piezas malas bajo el supuesto de normalidad y de que el proceso está centrado.

Valor Del índice	Proceso con doble especificación		Proceso con sólo una especificación	
	% fuera de especificación	Partes por millón millón fuera	% fuera de especificación	Partes por millón fuera
0.25	45.33	453225	22.66	226628
0.50	13.36	133614	6.68	66807
0.60	7.19	71861	3.59	35931
0.70	3.57	35729	1.79	17865
0.80	1.64	16395	0.82	8198
0.90	0.69	6934	0.35	3457
1.00	0.27	2700	0.135	1350
1.10	0.097	967	0.048	484
1.20	0.032	318	0.016	159
1.30	0.01	96	0.005	48
1.40	0.003	27	0.0014	14
1.50	0.0007	7	0.0004	4
1.60	0.0002	2	0.0001	1

Fuente: Humberto Gutiérrez Pulido. Calidad total y productividad. Pág. 133.

1.3.2 El índice C_{pk}

El índice C_p estima la capacidad potencial del proceso para cumplir con tolerancias, pero una de sus desventajas es que no toma en cuenta el centrado del proceso. Sin embargo, se puede modificar el C_p para que además de tomar en cuenta la variabilidad, también evalúe dónde se localiza la media del proceso respecto a las especificaciones. Al C_p modificado se le llama índice de capacidad real, C_{pk} .

$$C_{pk} = \frac{MC}{3\sigma}$$

donde MC es el valor más pequeño de entre $(ES - \mu)$ y $(\mu - EI)$. A su vez, μ es la media de la característica de calidad.

El índice C_{pk} va ser igual al C_p cuando la media del proceso se ubique en el punto medio de las especificaciones. Si el proceso no está centrado entonces el valor del índice C_{pk} será menor que el C_p , de manera que la magnitud del C_{pk} relativa al C_p sea una medida directa de qué tan centrado está operando el proceso.

Valores del C_{pk} mayores que 1 indican que el proceso está fabricando artículos que cumplen con las especificaciones, mientras que valores menores que 1 indicarán que se están produciendo artículos fuera de las especificaciones. Valores del C_{pk} igual a 0 o negativos, indican que la media del proceso está fuera de las especificaciones.

Para calcular el C_p y el C_{pk} para un proceso concreto es necesario conocer la media (μ) y la desviación estándar (σ) de la característica de calidad.

Tabla IV. Estimación de la desviación estándar.

Tamaño de la muestra, n	Estimación de σ d_2
2	1.128
3	1.693
4	2.059
5	2.326
6	2.534
7	2.704
8	2.847
9	2.970
10	3.078
11	3.173
12	3.258
13	3.336
14	3.407
15	3.472
16	3.532
17	3.588
18	3.640
19	3.689
20	3.735
21	3.931

Fuente: Humberto Gutiérrez Pulido. Calidad total y productividad. Pág. 399.

A medida de ejemplo, supóngase que una característica importante de los costales de fertilizantes es que su peso debe ser de 50 kg. La especificación inferior para el peso es 49 kg y la superior es 51 kg.

Además, se sabe que la media del peso es $\bar{x} = 49.76$ y el rango medio $\bar{R} = 1.05$. Es a través de \bar{R} que es posible estimar la desviación estándar del proceso σ , ya que se sabe que:

$$\sigma = \frac{\bar{R}}{d_2}$$

donde d_2 es una constante que depende del tamaño de la muestra con lo que se calculan los rangos. Tomando una muestra de cuatro costales ($n=4$) y de la tabla III se obtiene $d_2 = 2.059$, por lo que:

$$\sigma = \frac{(1.05)}{(2.059)} = 0.51$$

así, el Cp para el proceso de envasado está dado por:

$$Cp = \frac{51 - 49}{6(0.51)} = \frac{2}{6(0.51)} = 0.65$$

de esta manera, el proceso de envasado es incapaz de cumplir con las especificaciones y de acuerdo con la tabla I, requiere de modificaciones muy serias.

Para ver el centrado a través del Cpk, se tiene que el mínimo de $(BS - \mu) = (51 - 49.76) = 1.24$ y $(\mu - BI) = (49.76 - 49) = 0.76$ es 0.76.

$$Cpk = \frac{0.76}{3(0.51)} = 0.497$$

De esta manera, como el C_{pk} es menor que el C_p , entonces el proceso está descentrado, lo cual se ve al comparar la media 49.76 con 50. En la tabla II se observa que el porcentaje de costales fuera de especificaciones que este proceso generará por el lado izquierdo con $C_{pk} = 0.495$ será al menos 6.68%.

1.3.3 El índice K

Una forma directa para determinar qué tan descentrado está un proceso es mediante el índice K , el cual se obtiene con

$$K = \frac{\mu - N}{0.5(ES - EI)} \times 100$$

donde N es el valor nominal de la característica de calidad. Además, si K es positivo indicará que μ es mayor que N y si es negativo señalará que μ es menor que N . Los valores de K mayores a 20% en términos absolutos indican un proceso significativamente descentrado.

1.4 Herramientas gráficas

Las herramientas gráficas presentan el módulo de procesamiento en forma gráfica. Cada herramienta gráfica hace uso de una metodología diferente; por lo mismo, cada una de ellas tiene una diferente finalidad y utilidad.

1.4.1 Diagrama de Pareto

En una empresa existen muchos problemas que esperan ser resueltos o cuando menos atenuados. Cada problema puede deberse a diferentes causas. Es imposible e impráctico pretender resolver todos los problemas o atacar todas las causas al mismo tiempo.

En este sentido, el diagrama de Pareto o por su abreviatura DP facilita seleccionar el problema más importante y al mismo tiempo, en un principio, centrarse sólo en atacar su causa más relevante. La idea es escoger un proyecto que pueda alcanzar la mejora más grande con el menor esfuerzo.

La idea anterior contiene el llamado principio de Pareto, también conocido como Ley 80-20, el cual reconoce que unos pocos elementos (20%) generan la mayor parte del efecto (80%); el resto de los elementos generan muy poco efecto total. De la totalidad de problemas de una organización sólo unos pocos son realmente importantes.

La idea central del diagrama de Pareto es localizar los pocos defectos, problemas o fallas vitales para concentrar los esfuerzos de solución o mejora en éstos. De esta manera, del diagrama de Pareto sirve para seleccionar el problema que es más conviene atacar y además, al expresar gráficamente la importancia del problema, se facilita la comunicación y se recuerda de manera permanente cuál es la falla principal.

Una práctica cotidiana en la gestión de las empresas es atender por reacción los problemas conforme van surgiendo lo que hace que no se ataquen de fondo y que se sacrifique calidad por cantidad de acciones de mejora. Esta situación puede ser corregida mediante el diagrama de Pareto ya que éste permite enfocar y dedicar mayor energía y recursos a un solo problema.

Así, una ventaja más del DP es que cuantifican con objetividad la magnitud real de los problemas, lo cual es un punto de partida para buscar su reducción.

Otra ventaja del DP es que permite evaluar objetivamente, con el mismo diagrama, las mejoras logradas con el proyecto, para lo cual se observa en qué cantidad disminuyó la altura de la barra correspondiente a la categoría seleccionada. Lo anterior facilita la labor de la alta dirección para evaluar tanto la trascendencia como el direccionamiento de los esfuerzos de mejora.

- **Características de un buen diagrama de Pareto**

A continuación se detallan las características más importantes que debe de tener un buen diagrama de Pareto:

- a) La clasificación por categorías del eje horizontal puede abarcar diferentes tipos de variables.
- b) El eje vertical izquierdo debe representar unidades de medida que den una clara idea de la importancia de cada categoría.
- c) El eje vertical derecho representa una escala en porcentajes de 0 a 100, para que con base a ésta se pueda evaluar la importancia de cada categoría respecto a las demás.
- d) La línea acumulativa representa los porcentajes acumulados de las categorías.
- e) Para que no haya un número excesivo de categorías que dispersen el fenómeno, se recomienda agrupar las categorías que tienen relativamente poca importancia en una sola categoría y catalogarla como la categoría "Otras". No es conveniente que esta categoría represente un porcentaje de los más altos.

- f) Cuando en un DP no predomina ninguna barra y éste tiene una apariencia plana o un descenso lento en forma de escalera, significa que se deben reanalizar los datos o el problema así como su estrategia de clasificación.
- g) Es necesario agregar en la gráfica el periodo que representan los datos.

1.4.2 Diagrama de Ishikawa

El diagrama de Ishikawa o por su abreviatura DI es un método gráfico que refleja la relación entre una característica de calidad y los factores que posiblemente contribuyen a que exista. En otras palabras, es una gráfica que relaciona el efecto con sus causas potenciales.

El diagrama de Ishikawa es una gráfica en la cual, en el lado derecho, se anota el problema y en el lado izquierdo se especifican por escrito todas sus causas potenciales, de tal manera que se agrupan o estratifican de acuerdo con sus similitudes en ramas y subramas.

- **Ventajas adicionales**

A continuación se presentan algunas ventajas adicionales que tiene el uso del diagrama de Ishikawa:

- a) Hacer un DI es una educación en sí.
- b) El DI sirve de guía para la discusión y la motivación.
- c) Las causas del problema se buscan activamente y los resultados quedan plasmados en el diagrama.

- d) Un DI muestra el nivel de conocimientos técnicos que se han logrado sobre el proceso.
- e) Un DI sirve para señalar todas las posibles causas de un problema y cómo se relacionan entre sí, con lo cual la solución de un problema se vuelve un reto y se motiva así el trabajo en equipo.

- **Método para la construcción de un diagrama de Ishikawa**

Existen tres métodos para construir un DI, los cuales son: 6M, Flujo de proceso y Estratificación. En el presente trabajo, nos enfocaremos únicamente en el método 6M.

El método 6M es el más común y consiste en agrupar las causas potenciales en seis ramas principales: métodos de trabajo, mano de obra, materiales, maquinaria, medición y medio ambiente. Estos seis elementos definen de manera global todo proceso y cada uno aporta parte de la variabilidad final del producto o servicio; por lo que es natural enfocar los esfuerzos de mejora en general hacia cada uno de estos elementos de un proceso. De esta manera, en problemas específicos, es natural esperar que sus causas potenciales estén relacionadas con alguna de las 6M.

1.4.3 Punto de equilibrio

Es importante comprender que los costos de calidad aunque no se les acostumbra medir y cuantificar, igualmente se encuentran presentes y forman parte de los costos que toda empresa debe costear para tener permanencia en el mercado.

Una estrategia razonable consiste en aumentar los costos de prevención y evaluación con la esperanza de que harán disminuir los de pérdidas o fallas internas y externas. Esto es aplicable para la mayoría de los casos. Sin embargo en muchas ocasiones no se conoce el impacto que significan las pérdidas o fallas internas sobre el punto de equilibrio de la compañía.

A continuación se describe un análisis que demuestra dicha situación:

$$\text{Punto de Equilibrio} = \frac{\text{Costos fijos al mes}}{\text{Contribución marginal promedio por unidad}}$$

$$PE = \frac{CF}{CM}$$

Contribución marginal promedio al mes = Precio promedio de venta unitario - Costos variables unitarios

$$CM = P - CV$$

Costos Variables unitarios = Costos Variables contables + Costos Variables por pérdidas internas

$$CV = CV_c + CV_{pi}$$

Reemplazando en la expresión del punto de equilibrio queda:

$$PE = \frac{CF}{(P - CV_c - CV_{pi})}$$

1.5 Aire acondicionado

Actualmente en nuestra sociedad muchos productos y servicios dependen del control del clima interno. La comida para nuestra mesa, la ropa que vestimos y la biotecnología de donde obtenemos productos químicos, plásticos y fertilizantes.

Sin el control exacto de temperatura y humedad, los microprocesadores, circuitos integrados y la electrónica de alta tecnología no podrían ser producidos. El vuelo de aviones y naves sería sólo un sueño, los arquitectos no podrían haber diseñado los enormes edificios que han cambiado las ciudades, etc.

El aire acondicionado ha hecho posible el crecimiento y desarrollo de las áreas tropicales, proporcionando de esta forma los medios necesarios para elevar el nivel de vida de muchas personas. Decenas de ciudades desérticas, desde el Ecuador hasta Arabia Saudita no existirían hoy, sin la capacidad del hombre para controlar su medio ambiente.

1.5.1 Concepto

El acondicionamiento de aire es el proceso más completo de tratamiento del aire ambiente de las habitaciones. Este consiste en regular las condiciones en cuanto a la temperatura, humedad, limpieza y el movimiento del aire dentro de los locales.

El acondicionamiento de aire es un proceso de tratamiento que controla el ambiente interior de una vivienda o local; en verano mediante la refrigeración y en invierno con la calefacción. Cuando se cubren ambos servicios se habla de climatización.

Los acondicionadores de aire pueden pertenecer a dos familias básicas:

- **Sólo frío:** cuando únicamente proporcionan refrigeración.
- **Bomba de calor:** cuando además de refrigeración proporcionan calefacción.

1.5.2 Funcionamiento

El funcionamiento del aire acondicionado depende enteramente de la familia a la que pertenezca. Para simplificarlo, esta se divide en dos grupos básicos.

- **El sistema convencional**

Es lo más tradicional y consta de dos unidades; una interior y otra exterior. Estos dos aparatos están comunicados por un circuito y dentro de éste hay un gas refrigerante llamado Freón R22. Mientras en el interior el refrigerante se evapora porque absorbe el calor, la unidad exterior transforma de nuevo el refrigerante en líquido y despidе el aire caliente. Por eso, se puede decir que el verdadero protagonista del invento es el refrigerante en sí, ya que produce el aire frío dentro de la casa y expulsa el calor fuera de la vivienda.

- **Aparatos con bomba de calor**

Estos sistemas funcionan con un circuito reversible. Además de producir frío, también pueden dar calor a una habitación y expulsar el frío al exterior. Por eso, el mismo aparato se puede utilizar durante todo el año. Más que un mecanismo de aire acondicionado en sí, se trata de un climatizador.

Actualmente, la mayoría de los modelos ofrecen la bomba de calor con el fin de rentabilizar la inversión. Con una inversión un poco mayor, el equipo se puede utilizar como calefacción en invierno y como aire acondicionado en verano. Además, es uno de los sistemas más ecológicos que existen hoy en día y está recomendado por la Unión Europea, el Ministerio de Industria y Energía y las compañías eléctricas.

1.5.3 Componentes

Los cuatro componentes fundamentales de un sistema de aire acondicionado son el compresor, el condensador, el evaporador y el dispositivo de expansión. A continuación se detalla cada uno de ellos:

- **Compresor:**

Comúnmente denominado el corazón del sistema, como su nombre lo indica, comprime el gas refrigerante tomando para ello potencia del motor mediante una transmisión de correa. Los sistemas de aire acondicionado están divididos en dos lados, el lado de alta presión y el lado de baja presión; también denominados descarga y succión respectivamente. La entrada del compresor toma el gas refrigerante de la salida del evaporador, y en algunos casos lo hace del acumulador, para comprimirlo y enviarlo al condensador, donde ocurre la transferencia del calor absorbido de dentro del vehículo.

Dicho en otras palabras, el compresor se utiliza por una razón: recuperar el líquido expandido con el fin de poder usarse muchas veces y que cumpla con el término “circuito cerrado”.

- **Condensador:**

Los condensadores son esenciales ya que remueven el sobrecalentamiento del refrigerante producido por el compresor y así licúan el refrigerante para otro ciclo a través del sistema. Mientras que los condensadores más antiguos eran enfriados por agua, hoy en día, con la escasez de agua, las unidades enfriadas por aire realizan gran parte del enfriamiento. El condensador es el punto final para evacuar el calor del sistema.

El condensador debe tener suficiente superficie de transmisión de calor para pasar el vapor alimentado al estado líquido. Esto se realiza a una presión y a una temperatura de operación razonables.

El condensador debe tener también suficiente volumen para almacenar el vapor bombeado por el compresor. Antes de condensarse, el vapor ocupa un volumen definido; éste puede disminuir al elevarse la presión, pero un aumento en la presión origina un incremento en la potencia necesaria para hacer funcionar el sistema. Si un condensador tiene suficiente superficie, normalmente tendrá también suficiente volumen.

- **Evaporador:**

El evaporador que es un intercambiador de calor, tiene la importante función de transmitir el calor de la sustancia que se está enfriando. Para enfriarse, el evaporador está donde se realiza el enfriamiento.

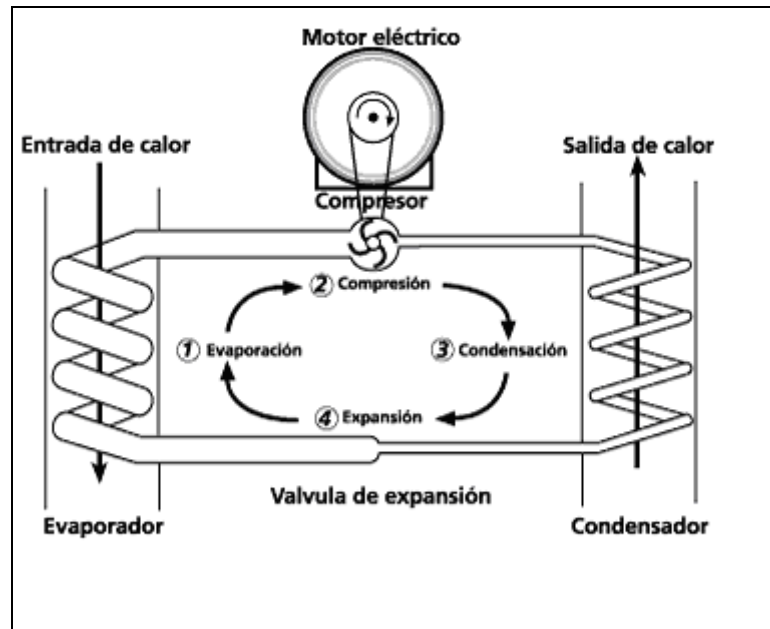
Algunas veces se le llama serpentín de enfriamiento, unidad refrigeradora, serpentín congelador, enfriador de líquido, entre otras, pero independientemente del nombre, el evaporador es la parte del sistema donde el refrigerante líquido se convierte en vapor por absorción de calor. Aunque muchas veces es un aparato muy simple, constituye la parte más importante del sistema. Cualquier sistema de aire acondicionado se diseña, se instala y se opera con el único fin de quitar calor a una sustancia. Debido a que este calor debe ser absorbido por el evaporador, la eficiencia del sistema depende del diseño apropiado y la adecuada operación del evaporador.

- **Válvula de expansión:**

Válvula de expansión es el término con que generalmente en la industria se designa cualquier dispositivo que dosifique o regule el flujo de refrigerante líquido hacia un evaporador. Tiene dos propósitos: 1) reducir la presión del refrigerante líquido y 2) regular el flujo de refrigerante hacia el evaporador. Por esta razón, divide los lados de alta y de baja presión del sistema.

El diagrama a continuación muestra de forma resumida como interactúan y funcionan los cuatro componentes antes mencionados. A dicha interacción se le conoce como el ciclo de refrigeración.

Figura 2. Ciclo básico del aire acondicionado



Fuente: <http://html.rincondelvago.com/ciclo-de-refrigeracion.html>

1.5.4 Tipos de aire acondicionado

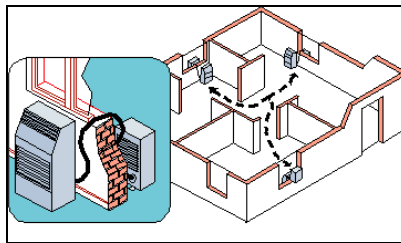
Los equipos pueden ser compactos y partidos. Los primeros constan de una sola unidad, mientras que los partidos están formados por dos o más unidades.

En cuanto al servicio que prestan, los equipos se denominan unitarios; cuando se trata de equipos independientes en cada habitación con descarga directa de frío o calor e individuales; cuando un solo equipo atiende al conjunto del local con descarga indirecta a través de una red de conductos de aire.

- **Acondicionador portátil**

Es un equipo unitario, compacto o partido, de descarga directa y transportable de un lugar a otro. Para su instalación sólo requiere una sencilla abertura en el marco o el cristal de la ventana o balcón. Resuelve de forma adecuada las necesidades mínimas de acondicionamiento, generalmente frío, en pequeñas estancias.

Figura 3. Acondicionador portátil.

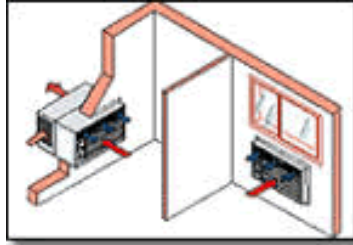


Fuente: <http://www.elaireacondicionado.com.ar/bomba.html>

- **Acondicionador de ventana**

Es un equipo unitario, compacto y de descarga directa. Normalmente se coloca uno en cada dependencia. En caso el domicilio o local es de gran superficie, se colocan varios según las necesidades. La instalación se realiza en ventana o muro. La sección exterior requiere toma de aire y expulsión a través del agujero practicado. La dimensión del agujero ha de ajustarse a las dimensiones del aparato. Generalmente, estos equipos sólo proporcionan refrigeración.

Figura 4. Acondicionador de ventana.

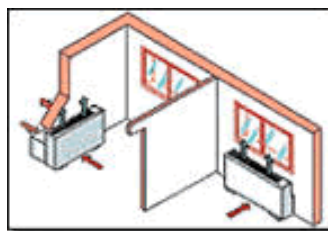


Fuente: <http://www.elaireacondicionado.com.ar/bomba.html>

- **Consola**

Equipo unitario, compacto y de descarga directa. Se coloca una consola o varias en cada dependencia según las necesidades. La instalación requiere una toma de aire exterior mediante un agujero hecho en el muro. El tamaño del mismo depende de las dimensiones de la consola. El aparato se puede colocar apoyada en el suelo o colgada del muro.

Figura 5. Consola.



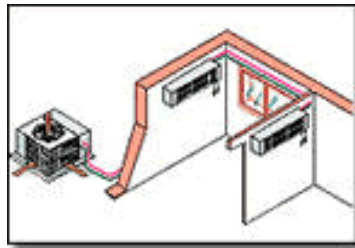
Fuente: <http://www.elaireacondicionado.com.ar/bomba.html>

- **Equipos partidos (split o multi-split)**

Son equipos unitarios de descarga directa. Se diferencian de los compactos en que la unidad formada por el compresor y el condensador está situada en el exterior, mientras que la unidad evaporadora se instala en el interior. Ambas unidades se conectan mediante las líneas de refrigerante.

Con una sola unidad exterior se puede instalar una unidad interior (sistema split) o varias unidades interiores (sistema multi-split). Las unidades interiores pueden ser de tipo mural, de techo y consolas; todas ellas disponen de control independiente. El agujero necesario para unir la unidad interior y la exterior es muy pequeño.

Figura 6. Equipo partido.



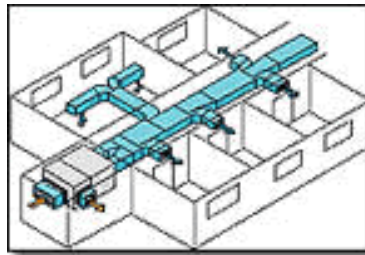
Fuente: <http://www.elaireacondicionado.com.ar/bomba.html>

- **Equipo compacto individual**

Es un equipo de descarga indirecta mediante red de conductos y emisión de aire a través de rejillas en pared o difusores en techo. Generalmente se instala un equipo para todo la vivienda o local. El control es individual por equipo y en locales divididos, se realiza de acuerdo con las condiciones de confort de la dependencia más representativa.

El equipo necesita una toma de aire exterior, por lo cual suele situarse próximo a un cerramiento del local. Interiormente se puede colocar en un techo falso o en un armario. Existen modelos horizontales y verticales adaptados a las posibilidades de instalación.

Figura 7. Equipo compacto individual.

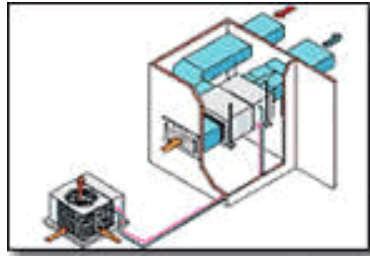


Fuente: <http://www.elaireacondicionado.com.ar/bomba.html>

- **Equipo partido individual**

Es también un equipo de descarga indirecta mediante red de conductos y emisión de aire a través de rejillas en pared o difusores en techo. Al igual que los equipos partidos unitarios, está formado por un compresor y un condensador. Estas se sitúan en la unidad exterior mientras que la unidad evaporadora se instala en el interior, siendo esta conectada a la red de conductos. Ambas unidades se conectan mediante las líneas de refrigerante.

Figura 8. Equipo partido individual.



Fuente: <http://www.elaireacondicionado.com.ar/bomba.html>

Como en el caso anterior, se suele instalar un equipo para toda la vivienda o local. El control es individual por equipo y se realiza de acuerdo con las condiciones de confort de la dependencia más representativa. Para asegurar una correcta ventilación de los espacios acondicionados, la unidad interior precisa una toma de aire exterior. Por lo general esta unidad es de tipo horizontal para así facilitar su colocación oculta por un techo falso.

Tabla V. Características nominales de refrigeración y calefacción, así como la potencia eléctrica demandada para cada aparato descrito.

Tipo de aparato	Refrigeración		Calefacción	
	Potencia frigorífica (W)	Potencia eléctrica (W)	Potencia calorífica (W)	Potencia eléctrica (W)
Acondicionador portátil	1600 - 3800	700 - 1700	2500 - 3500	1000 - 1300
Acondicionador ventana	2000 - 7000	900 - 3000	-	-
Consola	2000 - 7000	900 - 3000	-	-
Partidos	2300 - 7500	1000 - 3000	2500 - 8000	1000 - 2900
Compacto individual	7000 - 17000	3000 - 7000	7000 - 18000	3000 - 6500
Partido individual	7000 - 17000	3000 - 7000	7500 - 18000	3000 - 6500

Fuente: <http://www.elaireacondicionado.com.ar/bomba.html>

1.5.5 Conceptos fundamentales

Para comprender a fondo el funcionamiento del aire acondicionado, es de vital importancia mencionar algunos de sus principios fundamentales.

1.5.5.1 Calor

El calor es una forma de energía asociada al movimiento de los átomos, moléculas y otras partículas que forman la materia. El calor puede ser generado por reacciones químicas, nucleares, disipación electromagnética o por disipación mecánica.

Su concepto está ligado al Principio Cero de la Termodinámica, según el cual dos cuerpos en contacto intercambian energía hasta que su temperatura se equilibre.

El calor puede ser transferido entre objetos por diferentes mecanismos, entre los que cabe reseñar la radiación, la conducción y la convección, aunque en la mayoría de los procesos reales todos los mecanismos anteriores se encuentran presentes en mayor o menor grado.

Cabe destacar que los cuerpos no poseen calor, sino energía interna. El calor es la transferencia de parte de dicha energía interna de un sistema a otro, con la condición que éstos se encuentren a diferente temperatura.

1.5.5.2 Transferencia de calor

El calor se puede transmitir por el medio de tres formas distintas.

- **Conducción térmica**

La conducción es un mecanismo de transferencia de energía térmica entre dos sistemas basado en el contacto directo de sus partículas sin flujo neto de materia y que tiende a igualar la temperatura dentro de un cuerpo y entre diferentes cuerpos en contacto por medio de ondas.

- **Convección térmica**

La convección es una de las tres formas de transferencia de calor y se caracteriza porque se produce por intermedio de un fluido que transporta el calor entre zonas con diferentes temperaturas. La convección se produce únicamente por medio de materiales líquidos. Estos al calentarse, aumentan de volumen y por lo tanto, disminuyen su densidad y ascienden desplazando el fluido que se encuentra en la parte superior y que está a menor temperatura. Lo que se llama convección en sí, es el transporte de calor por medio de las corrientes ascendente y descendente del fluido.

- **Radiación térmica**

Radiación térmica es la radiación emitida por un cuerpo como consecuencia de su temperatura y depende además de una propiedad superficial llamada emitancia. Todo cuerpo emite radiación hacia su entorno y absorbe radiación de este cuerpo.

1.5.5.3 Enfriamiento

Se denomina enfriamiento a aquel proceso que sigue una ley determinada experimentalmente por Isaac Newton, según la cual la velocidad de enfriamiento de un cuerpo cálido en un ambiente más frío es proporcional a la diferencia entre la temperatura instantánea del cuerpo y del ambiente.

2. ANÁLISIS Y DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

La organización actualmente se encuentra dividida en diferentes áreas o divisiones de trabajo, efectuando cada una de ellas una tarea única e imprescindible. Estas divisiones de trabajo dentro de la empresa pueden ser comparadas con una cadena; la cual es tan fuerte como su eslabón más débil.

Esta analogía aplicada a las diferentes áreas de la organización indica y advierte que la organización puede crecer y ser competitiva, hasta donde la división con mayores problemas o defectos le permita.

Es por ello que tiene tanta importancia localizar el área o las áreas que presenten mayores problemas o defectos ya que éstas son un obstáculo para la obtención de los objetivos y metas de la empresa. Por lo general, dichas divisiones son en donde el impacto de las mejoras puede ser mayor y además facilitan la identificación de las causas raíz de los problemas.

Para localizar el departamento con mayor cantidad de problemas o defectos, se debe primeramente detallar y analizar las funciones de cada una de ellas, para luego, a través de la utilización de herramientas estadísticas, establecer cuál es el problema que tiene mayor impacto a nivel general.

Es importante destacar que todos los datos obtenidos o registrados, fueron tomados durante los meses de septiembre, octubre y noviembre del 2008.

2.1 Área administrativa

El área administrativa de la empresa constituye el cerebro de toda la organización ya que a través de ella se asignan los recursos humanos, económicos y financieros para la operación eficiente de los demás departamentos de la empresa.

Se afirma entonces que la parte administrativa tiene como clientes internos a todos los departamentos de la empresa que dependen de ella para apoyarse mutuamente de bienes y servicios con el propósito de trabajar con eficiencia.

El área administrativa de la empresa está dividida en tres áreas fundamentales que a su vez, cada una de ellas, vela por el cumplimiento de los objetivos y metas englobados por la organización. Como se menciona anteriormente, para facilitar su estudio, se analizará cada división por separado con el único objetivo de localizar los problemas o fallos que perjudican a la organización.

2.1.1 Área de ventas

El área de ventas se ocupa de la promoción de los productos y/o servicios antes descritos, suponiendo que los consumidores no comprarán o adquirirán los productos de la compañía a menos que el departamento realice un impulso o trabajo adecuado.

La labor de ésta área en específico es de gran importancia para la empresa, ya que ésta es el primer contacto que se tiene con el consumidor y dependerá enteramente de esta división si el cliente elige o no los productos y/o servicios ofrecidos.

Dicho de otra forma, el área de ventas debe ser una de las principales fortalezas que debe tener la empresa, ya que es el primer eslabón de la cadena y vínculo directo con el cliente. Dependiendo de esta división, será la impresión acerca de la organización que el cliente perciba.

El departamento de ventas de la empresa es el encargado de persuadir al mercado de la existencia de un producto y/o servicio de aire acondicionado. Esto logrado a través de su fuerza de ventas y en ocasiones por medio de intermediarios, aplicando las técnicas y políticas de ventas acordes con el producto y/o servicio que desea vender.

- **Funciones**

El área de ventas de la empresa debe cumplir, o al menos velar por el cumplimiento de ciertas funciones. A continuación se detalla y describe cada una de ellas:

- a) Desarrollo y manipulación del producto:** Estar al tanto de los nuevos productos de aire acondicionado y refrigeración lanzados al mercado con el fin de introducirlos, darles uso y aplicación o incluso hacerle modificaciones dependiendo de las necesidades tanto de la empresa como del consumidor. Deben velar por la eliminación de los productos obsoletos, estudiar el desempeño de la competencia y estudiar las características de los productos y/o servicios ofrecidos para poder explotarlas a beneficio.
- b) Estrategias de ventas:** Regular las relaciones con los proveedores, minoristas y clientes por medio de prácticas tales como: el método de distribución, calidad del producto, créditos, cobros, funcionamiento de las sucursales a nivel nacional, entrega de pedidos e instalaciones, entre otros.

- c) **Estrategias de ventas:** Regular las relaciones con los proveedores, minoristas y clientes por medio de prácticas tales como: el método de distribución, calidad del producto, créditos, cobros, funcionamiento de las sucursales a nivel nacional, entrega de pedidos e instalaciones, entre otros.

- d) **Financiamiento de las ventas:** Las operaciones más comunes realizadas dentro de la empresa son la de crédito y contado. Estas operaciones son esenciales para el desenvolvimiento y realización de las transacciones que requieren de la distribución de bienes y servicios desde la organización al consumidor.

Con este objetivo y para financiar ventas a largo plazo es indispensable que tanto el gerente como los colaboradores del área de ventas, estén relacionados y tengan conocimiento acerca del crédito; logrando de esta forma éstos puedan determinar los planes de pago que deban adoptarse, la duración del crédito, el castigo o penalización por pago, entre otras. Dicho de otra forma, esta división en específico, debe tener amplio conocimiento en todo lo relacionado con la práctica crediticia de la empresa.

- e) **Estudio de mercado:** El conocimiento de los mercados, las preferencias del consumidor, sus hábitos de compra y su aceptación del producto o servicio es fundamental para una buena administración de ventas, debido a que se debe recoger, registrar y analizar los datos relativos al carácter, cantidad y tendencia de la demanda, el estudio de mercado debe incluir el análisis y la investigación de ventas, estudios estadísticos de las ventas o productos, territorio, distribuidores y temporadas; los costos de los agentes de ventas, costos de venta y de operación.

- f) Promociones de venta y publicidad:** Estas se realizan para estimular la demanda del consumo de aire acondicionado en el país, contribuyendo de esta forma, que los agentes o colaboradores de ventas de la organización vendan los productos y/o servicios de la empresa. Esta función es de vital importancia ya que requiere de un trabajo en conjunto para aprobar los planes de promoción y publicidad, los medios de propaganda y la publicidad en colaboración de los comerciantes. especiales y la publicidad en colaboración con los comerciantes.

- g) Servicios técnicos o mecánicos:** Por tratarse de una empresa que ofrece productos y/o servicios, este rubro es indispensable para el éxito no sólo de la división sino que de la organización. El gerente de ventas debe velar por el establecimiento de normas y tener el equipo tanto humano como material disponible manteniendo la palabra de lo que es ofrecido al consumidor.

- h) Relaciones con los proveedores y consumidores:** El área de ventas de la organización debe mantener buenas relaciones no sólo con los consumidores sino que también con los proveedores. Las buenas relaciones con ambos requieren de una adecuada asistencia de ventas, servicios mecánicos de entrega, informarles sobre productos y/o servicios, seguimiento pre y post venta, así como la pronta y detallada respuesta a cada una de las preguntas que efectúen.

- i) Administración del departamento de ventas:** Como parte de las responsabilidades del gerente de ventas dentro de la organización es el establecimiento de los procedimientos, dirección y coordinación del personal, seguimiento de un registro de ventas así como la capacidad de asignar tareas al jefe de este departamento.

- **Tipos de clientes**

La empresa clasifica a sus clientes en tres ramas principales. La base para encasillar a los consumidores de esta forma es el manejo de los clientes activos e inactivos que posee. Para este rubro, la empresa no toma en cuenta a los clientes potenciales, ya que prefieren catalogarlos hasta que éstos realizan una adquisición o compra de los productos y/o servicios que ofrece la organización.

a) Clientes de compra frecuente: La empresa define este tipo de clientes como aquellos que adquieren los productos y/o servicios de la organización de forma repetida y frecuente; el intervalo de tiempo entre cada compra y otra es más corta que el realizado por los demás clientes. La empresa trata de no descuidar las relaciones con éstos clientes, ya que reconoce que es fundamental darles continuamente productos y/o servicios que rebasen sus expectativas. Por lo general, los clientes de compra frecuente son aquellos a los cuáles la empresa les realiza un mantenimiento preventivo y renovaciones del equipo.

b) Clientes de compra habitual: Para la organización son aquellos que realizan compras con cierta regularidad porque están satisfechos con la empresa, el producto y el servicio. Por lo tanto, la empresa vela por brindarles una atención esmerada para incrementar su nivel de satisfacción y de esa manera, tratar de incrementar su frecuencia de compra. Los clientes dentro de ésta clasificación son aquellos que adquieren los servicios de mantenimiento preventivo y en muchos casos el correctivo. En la mayoría de casos se limitan a los mantenimientos y no a la actualización o cambio de equipo.

- c) **Clientes de compra ocasional:** Representan los consumidores que realizan compras de forma esporádica o por única vez. Por lo general, este tipo de clientes son los que se les instala o vende algún equipo y difícilmente la empresa vuelve a tener contacto con los mismos.

2.1.1.1 Análisis y delimitación del problema

Con el fin de concentrar todas las fuerzas en una menor cantidad de problemas, se utilizará el diagrama de Pareto. Como se menciona en el capítulo anterior, el diagrama de Pareto nos ayuda a localizar los problemas vitales o más importantes para que la empresa pueda concentrar los esfuerzos en éstos. A continuación se muestran los fallos encontrados en el área de ventas de la empresa:

Tabla VI. Fallos registrados del área de ventas de la empresa.

	Fallos área de ventas	Número de fallos
1	No comunicar a producción requerimientos	8
2	Falta de comunicación con bodega	7
3	No orientar al cliente respecto al producto	5
4	Colaboradores no capacitados	10
5	Escaséz del producto requerido	18
6	Facturación a gente no solvente	6
7	Falta de cumplimiento	15
8	Otros	3
		72

Al observar los fallos registrados, nos percatamos que la gran mayoría de problemas del área de ventas están asociados a la falta de coordinación y comunicación entre departamentos.

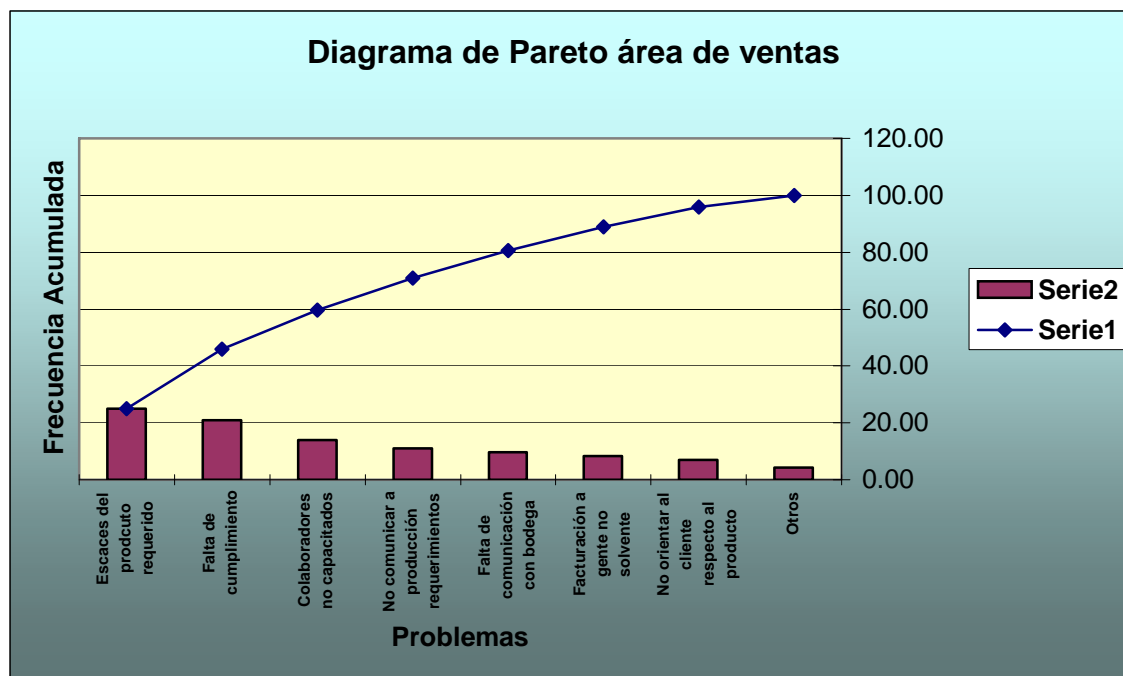
Luego de la localización de los fallos del área de ventas, se procede a ordenar cada dato en función de su frecuencia. Finalizado lo anterior, se calcula el porcentaje, frecuencia acumulada y porcentaje acumulado del número de fallos de la división analizada; lo cual se puede apreciar en la tabla siguiente:

Tabla VII. Porcentaje, número acumulado y porcentaje acumulado de los fallos localizados de la división de ventas.

	Fallos área de ventas	Número de fallos	Porcentaje	Número Acumulado	Porcentaje Acumulado
5	Escaséz del producto requerido	18	25	18	25
7	Falta de cumplimiento	15	20.83	33	45.83
4	Colaboradores no capacitados	10	13.89	43	59.72
1	No comunicar a producción requerimientos	8	11.1	51	70.83
2	Falta de comunicación con bodega	7	9.72	58	80.55
6	Facturación a gente no solvente	6	8.33	64	88.89
3	No orientar al cliente respecto al producto	5	6.94	69	95.83
8	Otros	3	4.17	72	100.00
		72	100		

Con los datos obtenidos en la tabla anterior, se realizará el diagrama de Pareto. A continuación se muestra el diagrama de Pareto del área de ventas de la empresa.

Figura 9. Diagrama de Pareto área de ventas.



Con ayuda del diagrama anterior, podemos concluir que el 20% de los problemas dentro del área de ventas que ocasionan el 80 % de problemas son:

- Escasez del producto requerido
- Falta de cumplimiento
- Colaboradores no capacitados
- No comunican a producción los requerimientos
- Falta de comunicación con bodega

Es importante destacar, que para delimitar aún más las fallas, más adelante en este capítulo se analizará cuál es el departamento o área con mayor frecuencia de problemas para tomarlo como punto de partida para el método que se propondrá en el siguiente capítulo.

2.1.2 Área de contabilidad

El área de contabilidad de la empresa es de vital importancia, ya que toda organización trabaja con base en constantes movimientos de dinero. Esta división en particular es la encargada de administrar y gestionar todas las operaciones económicas que se realizan dentro de la compañía.

Así mismo, debe velar por el control de los gastos y aseguramiento de la rentabilidad teniendo el objetivo implícito, como cualquier división dentro de una empresa, el correcto y máximo aprovechamiento de los recursos financieros.

El área de contabilidad está dividida en dos divisiones fundamentales e igualmente importantes para la empresa; éstas son:

2.1.2.1 Cobros

Los cobros son los procedimientos que se aplican a una organización para solicitar el pago de las cuentas por cobrar. Este procedimiento o la forma en que se llevará a cabo los cobros es de gran importancia para el departamento de contabilidad de la empresa de aire acondicionado, ya que en el transcurso de éste, si no se toma una actitud con carácter, posiblemente clientes morosos hagan caso omiso de los pagos que deben efectuar.

Las técnicas utilizadas por la empresa para realizar el cobro son:

- **Medio escrito**

La empresa realiza una carta que le recuerda al cliente el pago y los beneficios que éste conlleva. Si el cliente hace caso omiso de la primer carta, es necesario mandar otra; solamente que con un vocabulario más imperativo sin descuidar la cordialidad y el respeto.

- **Llamadas telefónicas**

Si el medio escrito no tiene respuesta, la organización implementa las llamadas telefónicas, solicitando de forma personalizada el pago inmediato. Si el cliente tiene una excusa razonable la empresa evalúa la posibilidad de otorgarle un plazo para su pago. El responsable en la empresa para realizar ésta llamada es el encargado de créditos o cobros.

- **Visita física personalizada**

Un empleado de la empresa involucrado directamente con los cobros visita físicamente al cliente persuadiendo a éste para que realice el pago o bien recibirlo en el preciso instante de la visita.

- **Acción Legal**

Este es el último paso dentro del procedimiento de cobros que tiene la empresa ya que en éste involucran instituciones fuera de la empresa, por tanto es mucho más costoso. Además es posible que el cliente se declare en bancarrota y el proceso de recuperación de la cuenta sea sumamente lento.

Es importante destacar, que a los clientes morosos debe tratárseles con cuidado ya que el cobrador no debe de incurrir nunca en métodos personales o procedimientos que tengan inmersos principios de mala educación.

2.1.2.2 Créditos

Los créditos son un elemento indispensable en todo negocio, ya que en la actualidad son tan necesarios que si no se utilizaran no existiría el comercio a nivel mundial. Estos nacen de la confianza que la empresa tiene en sus clientes; entendiéndose éstos como una deuda comercial que surge de ventas a crédito y que la organización registra como cuenta por cobrar y el consumidor como una cuenta por pagar.

La empresa utiliza varios tipos de documentos de crédito; entre los principales podemos mencionar: cheque, letra de cambio, pagaré y vale. Todos éstos tienen como objetivo crear un compromiso económico a corto, mediano o largo plazo con los clientes o consumidores, estableciendo y creando un vínculo de confianza entre ellos y la compañía.

Así mismo, ésta división en particular se encarga de regular las ventas crediticias enfatizándolo en los convenios de pago. En éstas condiciones se definen las fechas de iniciación del crédito además de su período de vigencia.

La organización utiliza los términos o condiciones de créditos para disminuir el riesgo al otorgar los mismos; si un cliente tiene un historial crediticio manchado es posible mediante condiciones preestablecer la forma de pago que mejor convenga a ambas partes.

La empresa aplica las condiciones de crédito según las que ofrecen sus competidores o las utilizadas en el mercado; utilizando también dentro de las cuentas por cobrar sus condiciones de descuentos por pronto pago.

Por medio de esta estrategia, la empresa busca motivar a los clientes buscando aumentar las ventas y disminuir el período promedio de cobro.

2.1.2.3 Análisis y delimitación del problema

Como se menciona anteriormente, el área de contabilidad de la empresa se encuentra dividido en dos divisiones: créditos y cobros. Por lo mismo, se analizarán y delimitarán los problemas de cada sector por separado.

- **Cobros**

A pesar que la empresa posee un sistema de cobros, la flexibilidad del mismo y de sus operarios contribuyen a que existan fallas dentro del área de cobros.

Al analizar el área de cobros de la empresa, se detectaron los siguientes fallos y su respectiva frecuencia de ocurrencia.

Tabla VIII. Fallos registrados del área de cobros de la empresa.

Fallos área de cobros		Número de fallos
1	Aceptar pagos incompletos	11
2	Aceptar cheques sin fondo	25
3	Poco orden de trabajo	8
4	Falta de seguimiento	16
5	Retraso en cobros	10
6	No reportar clientes morosos	12
7	Otros	6
		88

Por medio de los datos obtenidos, podemos confirmar que la flexibilidad del sistema de cobros y de sus operarios, perjudica grandemente al sector mencionado.

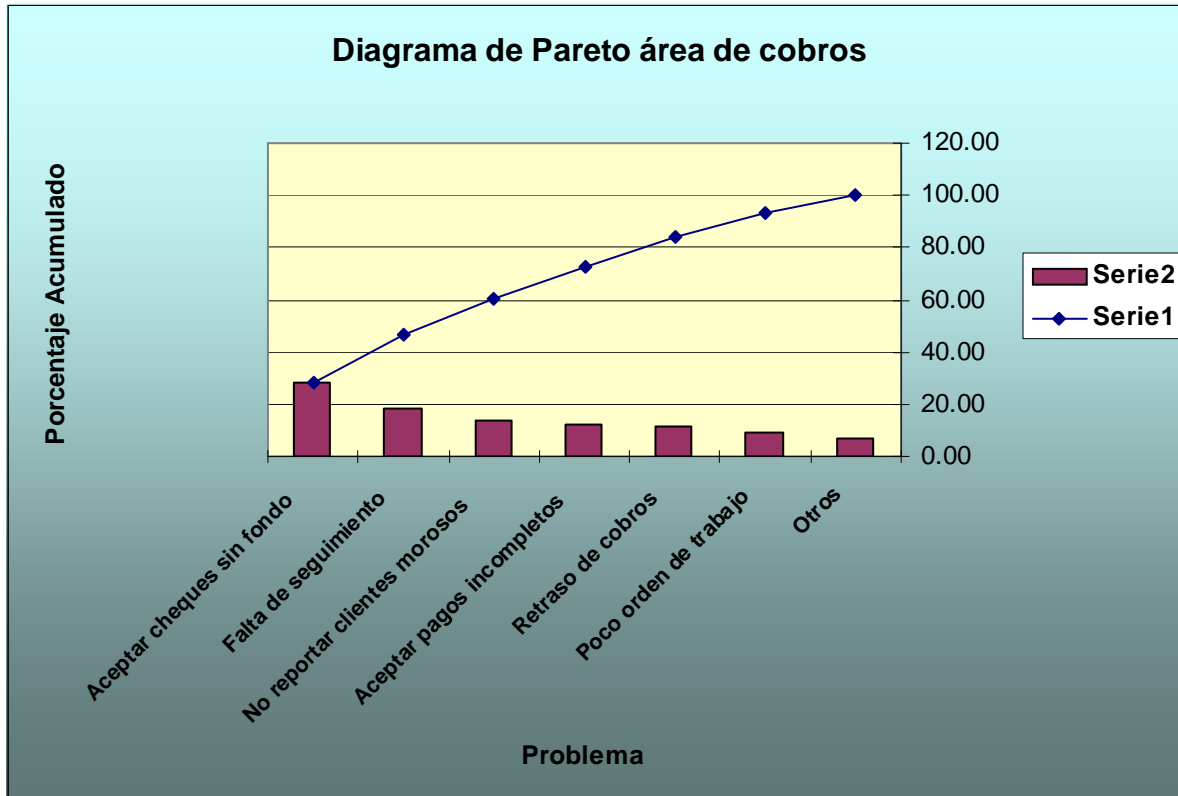
Para facilitar su estudio, se ordenan los fallos en función de la frecuencia y se calcula el porcentaje, número acumulado y porcentaje acumulado de los mismos. A continuación se muestra la tabla con los datos mencionados:

Tabla IX. Porcentaje, número acumulado y porcentaje acumulado de los fallos localizados de la división de cobros.

Fallos área de cobros		Número de fallos	Porcentaje	Número Acumulado	Porcentaje Acumulado
2	Aceptar cheques sin fondo	25	28.41	25	28.41
4	Falta de seguimiento	16	18.18	41	46.59
6	No reportar clientes morosos	12	13.64	53	60.23
1	Aceptar pagos incompletos	11	12.5	64	72.73
5	Retraso de cobros	10	11.36	74	84.09
3	Poco orden de trabajo	8	9.09	82	93.18
7	Otros	6	6.82	88	100.00
		88	100		

Con los datos mostrados en la tabla anterior, se realiza el diagrama de Pareto con el fin de localizar los problemas de mayor peso dentro del área de cobros.

Figura 10. Diagrama de Pareto área de cobros



En la figura 10, se puede apreciar que los problemas de mayor peso en la división de cobros son:

- Aceptar cheques sin fondo
- Falta de seguimiento
- No reportar clientes morosos
- Aceptar pagos incompletos

Nuevamente se destaca que independientemente de las fallas o problemas de cada división, se busca encontrar el área con mayor frecuencia de errores que a su vez, sean de gran influencia tanto para las demás áreas como para la empresa.

- **Créditos**

La mayoría de problemas del área de créditos surgen debido a la falta de un procedimiento de trabajo ordenado y sistemático dentro de la empresa. En muchas ocasiones, para agilizar los trámites, se otorgan créditos a empresas o personas individuales sin un análisis e investigación previa.

A continuación se detallan los fallos identificados en el área de créditos; cada uno de ellos con su respectiva frecuencia de ocurrencia:

Tabla X. Fallos registrados del área de créditos de la empresa.

Fallos área de créditos		Número de fallos
1	Falta de evaluación	23
2	Retraso en la aprobación	19
3	Falta de capacitación	7
4	Falta de seguimiento	10
5	No reportar clientes morosos	13
6	Aprobar créditos a clientes insolventes	15
7	Otros	4
		91

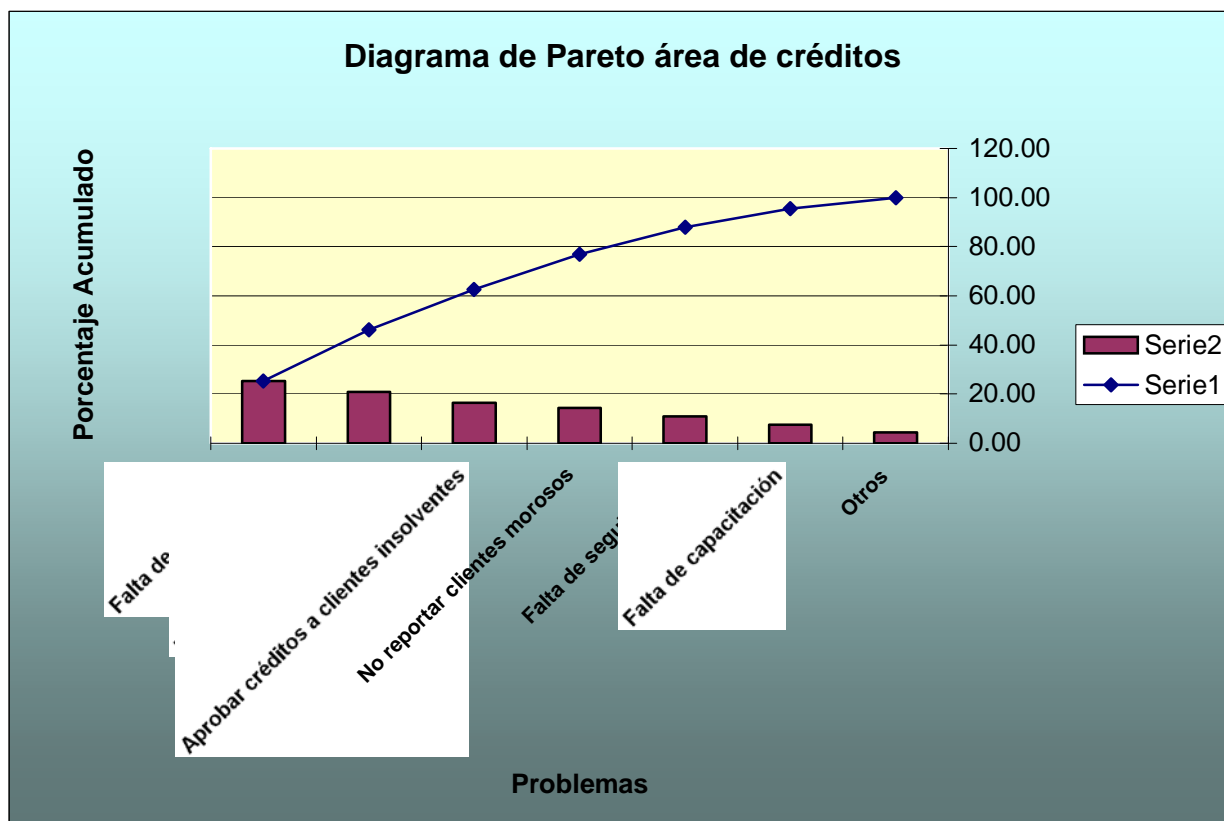
Al ordenar los datos y calcular su porcentaje se obtiene la siguiente tabla:

Tabla XI. Porcentaje, número acumulado y porcentaje acumulado de los fallos localizados de la división de créditos.

Fallos área de créditos	Número de fallos	Porcentaje	Número Acumulado	Porcentaje Acumulado	
1	Falta de evaluación	23	25.27	23	25.27
2	Retraso en la aprobación	19	20.88	42	46.15
6	Aprobar créditos a clientes insolventes	15	16.48	57	62.63
5	No reportar clientes morosos	13	14.29	70	76.92
4	Falta de seguimiento	10	10.99	80	87.91
3	Falta de capacitación	7	7.69	87	95.60
7	Otros	4	4.40	91	100.00
		91	100		

Nuevamente al tomar los datos de la tabla anterior, se realiza y analiza el diagrama de Pareto del área de créditos.

Figura 11. Diagrama de Pareto área de créditos.



Al analizar la gráfica se puede concluir que los problemas a atacar del área de créditos serían:

- Falta de evaluación
- Retraso en la aprobación
- Aprobar créditos a clientes insolventes
- No reportar clientes morosos

2.1.3 Área de logística

El área de logística de la empresa es la encargada de gestionar tres aspectos operacionales; los materiales, transformación y distribución física. Dicho de otra forma, ésta división en particular vela por la relación logística entre: la empresa y sus proveedores, la bodega y el taller y finalmente entre la organización y sus clientes.

El objetivo principal de la logística de la organización es cubrir dos enfoques básicos; uno externo que consiste en el servicio al cliente y el interno a la empresa misma. Dentro de los servicios podemos mencionar: coordinación de la compra de materia prima, establecimiento de canales de distribución, abastecimiento de materia prima a bodega, coordinación de importaciones y exportaciones.

El sistema logístico de la empresa es muy crítico, ya que cualquier problema que en él ocurra o surja, desemboca en un mal servicio al cliente tanto interno como externo; provocando naturalmente inconvenientes a la empresa, pérdida de tiempo, dinero y sobre todo, la mala imagen que proyecta a todos los involucrados.

La empresa divide su área de logística en dos divisiones críticas; importaciones y exportaciones.

2.1.3.1 Importaciones

Es la parte del área de logística que tiene como función principal comprar o adquirir la materia prima y los productos fuera del territorio nacional. Esta división en particular debe tener conocimiento en trámites aduaneros, pólizas de envío, seguros e incoterms.

Cabe destacar, que para las importaciones, la empresa no utiliza los servicios de una organización importadora; las importaciones son manejadas directamente por el encargado de ésta área. Dentro de los servicios que importaciones da a la empresa están:

El encargado de la división de importaciones de la empresa debe de realizar todos los requerimientos de materias primas y productos, manteniendo constante comunicación con el proveedor. Con éste último debe negociar las formas de pago, los medios de transporte, lugar de entrega y los incoterms con que se van a enviar los productos.

Como se menciona anteriormente, el encargado de ésta área debe tener un amplio conocimiento en trámites aduaneros, ya que al llegar a territorio nacional, existen ciertas políticas y leyes con respecto al transporte de los productos de puerto y/o aeropuerto hacia la aduana.

La principal función de importaciones dentro del sistema logístico de la empresa es de suma importancia para la misma, ya que ésta debe asegurar la existencia de materia prima y productos de aire acondicionado y refrigeración. El mayor reto para cumplir con dicha función, es poder calcular los tiempos de envíos debido a que éstos son muy variables; si se toma una holgura exagerada, los niveles de inventarios se irían por los cielos.

2.1.3.2 Exportaciones

Al igual que para las importaciones, la empresa no utiliza una empresa exportadora; las exportaciones son manejadas y coordinadas directamente por el encargado de ésta división dentro de la empresa.

El área de exportaciones debe coordinar los envíos de producto hacia los clientes en el extranjero. Por lo general, éstos envíos son realizados hacia la compañía hermana que, como se menciona en el capítulo anterior, tiene sus instalaciones en el Salvador.

Así mismo, el encargado de ésta área debe tener un amplio conocimiento en trámites aduaneros, pólizas de envío, seguros e incoterms. El producto debe de cumplir con ciertas especificaciones y requisitos para que el mismo pueda ser exportado. Es importante resaltar que Guatemala, al igual que los demás países centroamericanos, posee leyes de exportación los cuáles deben ser estudiados previo a la exportación de cualquier producto.

El objetivo de la división de exportaciones de la organización es coordinar el envío de productos a clientes extranjeros estableciendo el medio de transporte ya sea aéreo o terrestre. Así mismo, deben negociar los costos con empresas que prestan el servicio de envío de mercadería y monitorear los despachos durante su recorrido. Los tiempos de envío juegan nuevamente un papel de suma importancia, ya que éstos son por lo general demasiado variables, pudiendo provocar pérdidas no sólo a la empresa sino que al cliente también.

2.1.3.3 Análisis y delimitación del problema

Como se menciona anteriormente, la organización divide su área de logística en dos divisiones: importaciones y exportaciones. Cada una de ellas será analizada por separado, ya que éstas presentan diferentes obstáculos o fallas para la empresa.

- **Importaciones:**

El mayor problema dentro del área de importaciones es que la mayoría de ocasiones, el tiempo de envío se extiende varios días o incluso semanas. Esto repercute de forma significativa en las diferentes áreas de la empresa provocándole pérdidas a la organización.

Se analizó la división de importaciones de la empresa y fueron las siguientes fallas las encontradas:

Tabla XII. Fallos registrados del área de importaciones de la empresa.

Fallos área de importaciones		Número de fallos
1	Daño en producto y materia prima	17
2	Robo de producto y materia prima	9
3	Retraso de envío	8
4	Revisión por contenedor "Rojo"	22
5	Falla de ingreso en la aduana	6
6	Discrepancias con proveedor	5
7	Otros	3
		70

Es importante resaltar que la empresa realiza aproximadamente el 90% de sus importaciones por vía marítima con el fin que el restante 10% de sus nacionalizaciones no tengan mayor incidencia en el análisis, se analizaron solamente las importaciones marítimas que la organización realiza.

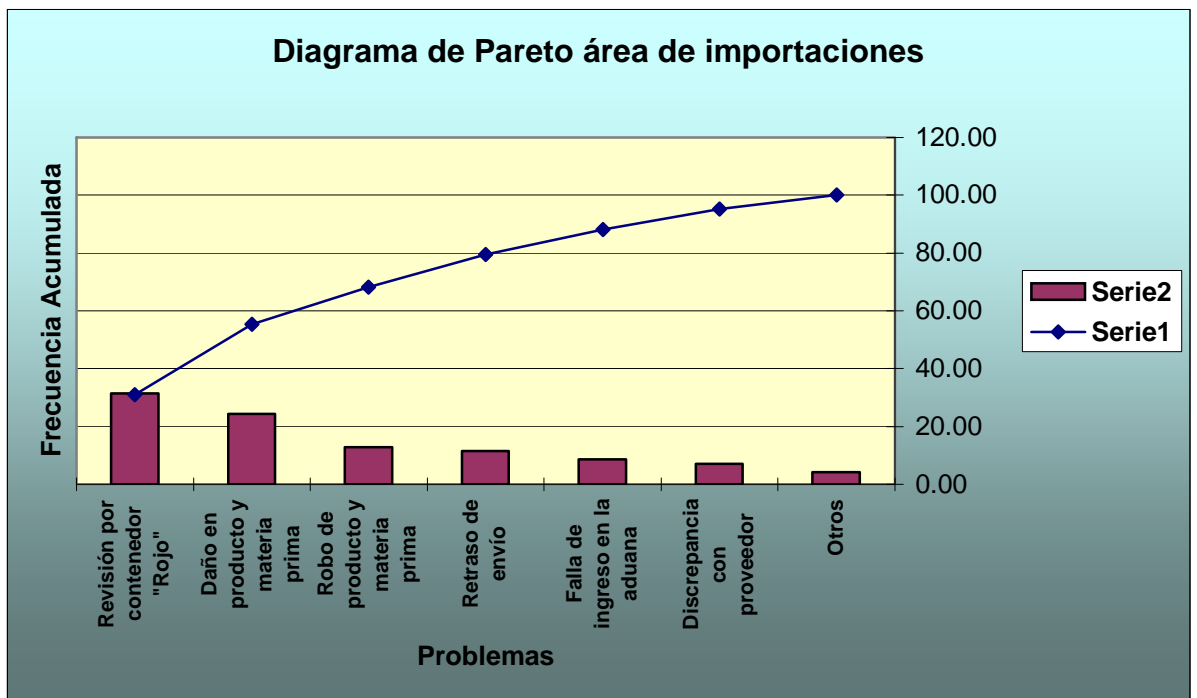
Nuevamente, se procede a ordenar las fallas en función de su número de apariciones y luego se calcula su porcentaje y números acumulados. Estos son necesarios para la elaboración del diagrama de Pareto.

Tabla XIII. Porcentaje, número acumulado y porcentaje acumulado de los fallos localizados de la división de importaciones.

	Fallos área de importaciones	Número de fallos	Porcentaje	Número Acumulado	Porcentaje Acumulado
4	Revisión por contenedor "Rojo"	22	31	22	31
1	Daño en producto y materia prima	17	24.29	39	55.29
2	Robo de producto y materia prima	9	12.86	48	68.14
3	Retraso de envío	8	11.4	56	79.57
5	Falla de ingreso en la aduana	6	8.57	62	88.14
6	Discrepancia con proveedor	5	7.14	67	95.29
7	Otros	3	4.29	70	100.00
		70	100.00		

Utilizando los porcentajes y porcentajes acumulados obtenidos de la tabla anterior, se realiza el diagrama de Pareto para poder concentrarse únicamente en los problemas más relevantes.

Figura 12. Diagrama de Pareto área de importaciones.



Al analizar el gráfico anterior, podemos concluir que los problemas más relevantes del área de importaciones son:

- Revisión por contenedor “Rojo”
- Daño en producto y materia prima
- Robo de producto y materia prima
- Retraso de envío

- **Exportaciones**

Como se menciona anteriormente, la mayor parte de las exportaciones realizadas por la empresa son hacia el Salvador ya que es allí donde se encuentra situada la empresa hermana. Por ser un país hermano, las exportaciones se realizan de forma terrestre, reportándose los siguientes fallos principales:

Tabla XIV. Fallos registrados del área de exportaciones de la empresa.

Fallos área de exportaciones		Número de fallos
1	Daño en producto y materia prima	7
2	Robo de producto y materia prima	3
3	Retraso de envío	3
4	Falta de capacitación	12
5	Problemas con leyes extranjeras	5
6	Ignorancia de mercado extranjero	15
7	Otros	2
		47

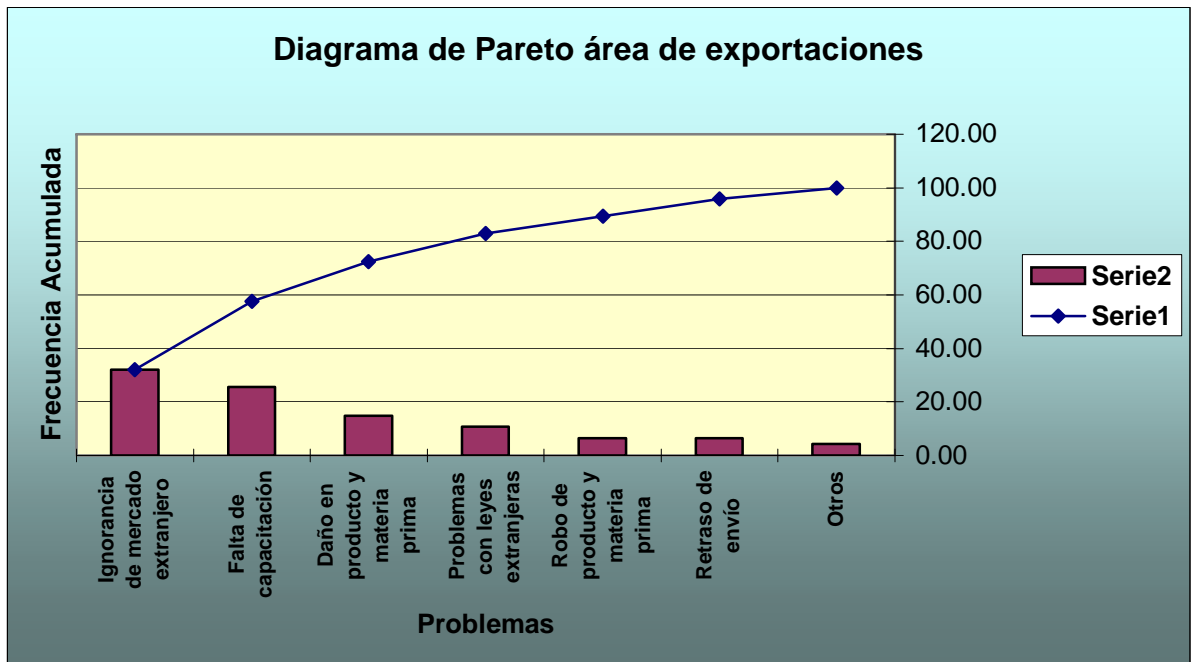
Para facilitar su estudio, se ordenan los datos en función de su frecuencia de aparición y registro para luego calcular el porcentaje, porcentaje acumulado y frecuencia acumulada. Se obtuvieron los datos siguientes:

Tabla XV. Porcentaje, número acumulado y porcentaje acumulado de los fallos localizados de la división de exportaciones.

	Fallos área de exportaciones	Número de fallos	Porcentaje	Número Acumulado	Porcentaje Acumulado
6	Ignorancia de mercado extranjero	15	32	15	32
4	Falta de capacitación	12	25.53	27	57.53
1	Daño en producto y materia prima	7	14.89	34	72.43
5	Problemas con leyes extranjeras	5	10.6	39	83.06
2	Robo de producto y materia prima	3	6.38	42	89.45
3	Retraso de envío	3	6.38	45	95.83
7	Otros	2	4.26	47	100.00
		47	100.00		

Con los datos obtenidos de la tabla XV, se ejecuta el diagrama de Pareto que se muestra a continuación:

Figura 13. Diagrama de Pareto área de exportaciones.



Con base a la figura 13, podemos destacar que los problemas destacados son:

- Ignorancia de mercado extranjero
- Falta de capacitación
- Daño en producto y materia prima

2.2 Área de producción

El área de producción de la empresa es la encargada de velar por el cumplimiento de las órdenes de ventas. Esta división de la empresa no realiza transformaciones físicas o químicas de la materia prima o productos importados, sino que, más bien se encarga de la instalación y/o mantenimiento de las mismas.

La empresa le llama área de producción ya que ésta, por medio del ensamble de insumos, crea o produce nuevos productos que satisfacen las necesidades de aire acondicionado o refrigeración de los clientes.

El departamento de producción se divide en dos áreas que corresponden a las actividades realizadas por ésta división: instalación y mantenimiento.

2.2.1 Mantenimiento

El mantenimiento del equipo de aire acondicionado que realiza la empresa se divide a su vez en dos ramas: mantenimiento preventivo y mantenimiento correctivo. Cada uno de ellos cumple diferentes objetivos y su operación varía considerablemente.

- **Mantenimiento preventivo**

El mantenimiento preventivo es aquella inspección o revisión que se le realiza al equipo de aire acondicionado de forma frecuente y constante. El objetivo de éste es evitar daños considerables o mayores, ya que aproximadamente el 80% de los fallos de aire acondicionado son debidos a la falta de un adecuado mantenimiento preventivo.

Este consiste en procedimientos bastante básicos e inspecciones generales, así como tomar periódicamente lecturas de corriente, voltaje, temperatura, presión, flujo y niveles de fluidos del equipo. La lubricación y alineación de motores, verificación y ajuste de las correas, lavado del serpentín y reemplazo de filtros son actividades que pueden y son realizadas dentro del programa de mantenimiento preventivo que brinda la empresa.

Un equipo de aire acondicionado que se encuentre en funcionamiento sin el mantenimiento específico puede generar un sin número de problemas que pueden ir desde un excesivo consumo de energía hasta problemas respiratorios a las personas que reciban la climatización. Es importante resaltar que el equipo de aire acondicionado provoca, como se menciona anteriormente, altos costos de operación cuando se encuentra funcionando por debajo de su eficiencia.

- **Mantenimiento correctivo**

Generalmente, un equipo de aire acondicionado requiere de un mantenimiento correctivo cuando éste, por razones del cliente o consumidor, no ha recibido ningún mantenimiento preventivo.

El mantenimiento correctivo es aquel que se debe de realizar al equipo de forma esporádica y urgente. En la mayoría de los casos, son problemas ocasionados por la falta de limpieza, limitándose éstos no sólo a la falta de un adecuado aseo. En ocasiones, fallan también los componentes claves del equipo como lo son los compresores, condensadores, válvulas de expansión y evaporadores.

Para éste tipo de mantenimiento se requiere de un mayor conocimiento de los diferentes equipos, sus componentes y funcionamiento. Durante un mantenimiento correctivo, el operador debe realizar las pruebas de presión, recargar los niveles de refrigerante, probar los sensores y termostatos, reparar e instalar accesorios eléctricos y mecánicos, entre otros.

2.2.2 Instalación

Los sistemas de aire acondicionado son indiscutiblemente la fórmula más eficaz y cómoda de controlar la temperatura de un ambiente específico y aplacar los rigores del calor.

Como se mencionó en el capítulo anterior, la empresa ofrece varios tipos de equipo; cada uno de ellos posee características y cualidades diferentes. El aire acondicionado más popular o de mayor mercado es el split. Este es un modelo donde el compresor es ubicado en el exterior y los evaporadores en el interior. Para la instalación de un equipo de éste tipo, no es necesaria una obra excesiva o trabajosa ya que se trata de uno de los equipamientos más sencillos dentro de la gama de aire acondicionado.

La empresa precisa de aproximadamente dos días para terminar la obra. En muchas ocasiones, éste tiempo aproximado se puede acortar o alargar dependiendo de las características físicas del lugar donde se realizará la instalación.

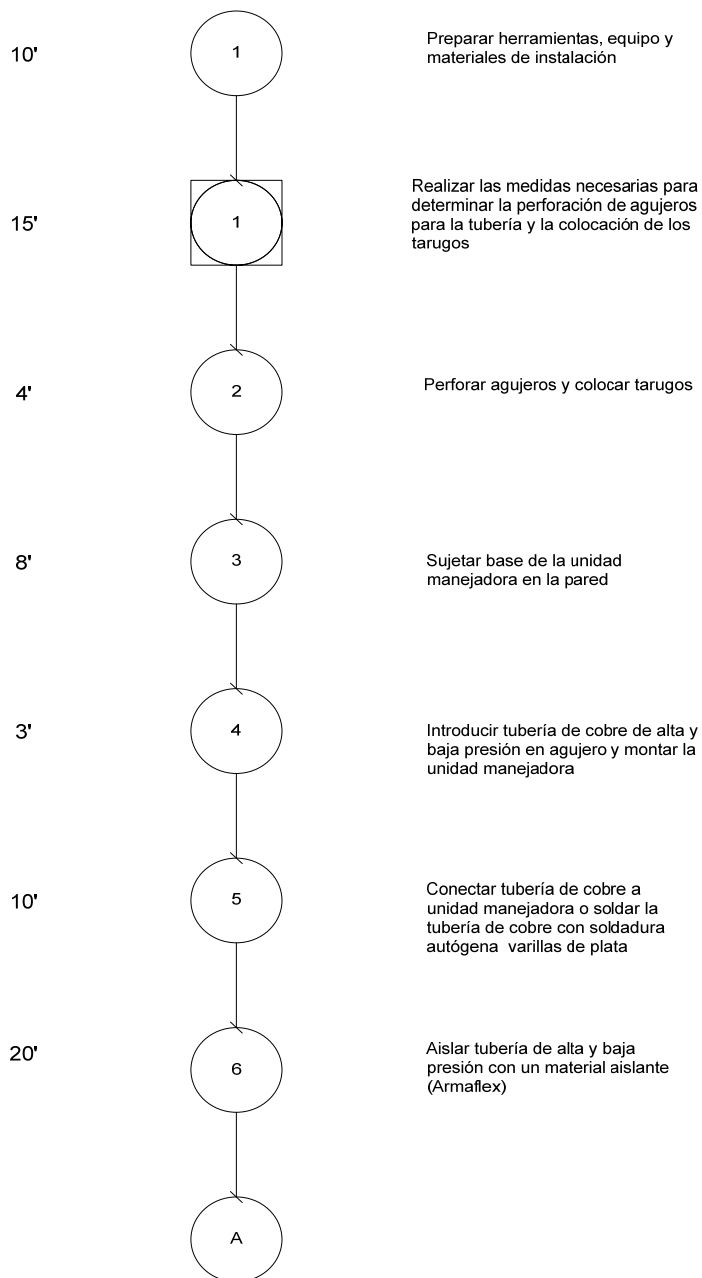
El proceso de instalación de un equipo split se puede dividir en cuatro etapas o fases principales: montaje de consola interior y unidad exterior, tuberías y abocardado de aire acondicionado, vaciado de circuito de aire acondicionado y puesta en marcha del equipo.

A continuación se muestra el diagrama de operaciones del proceso de la instalación de un aire acondicionado tipo mini split.

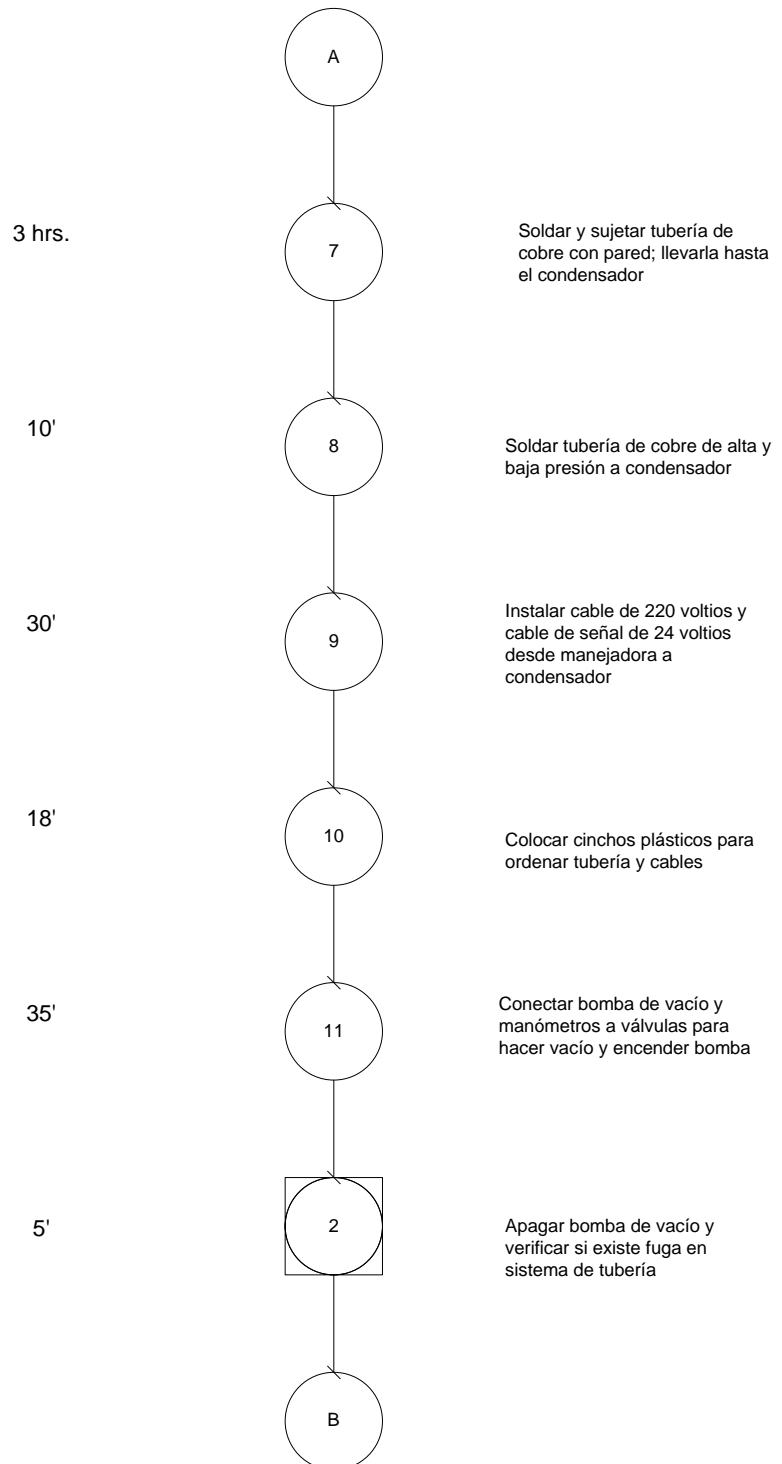
Figura 14. Diagrama de operaciones del proceso de la instalación de un aire acondicionado tipo mini split.

Diagrama de Operaciones

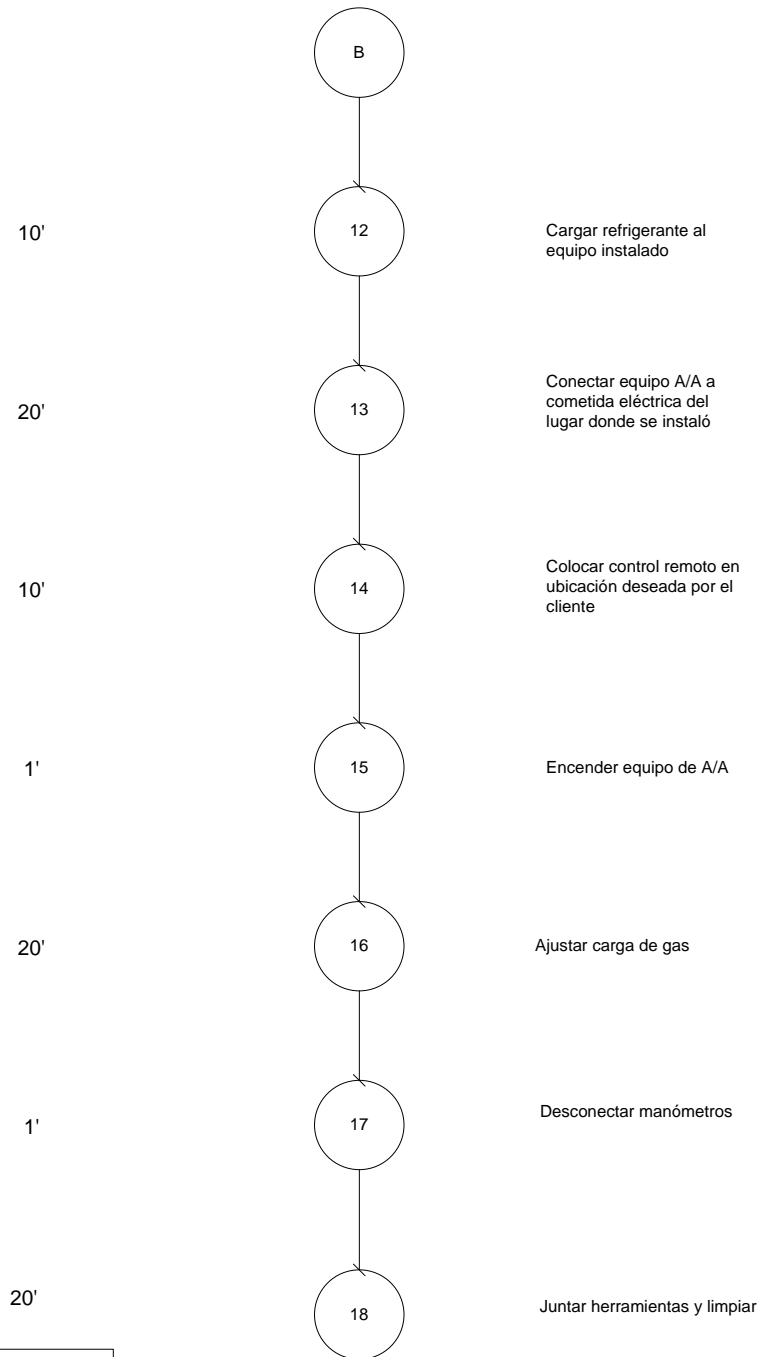
		Hoja	1/3
Empresa:	XXXXXXXXX	Departamento; Producción	
Proceso:	Instalación de aire acondicionado tipo mini split	Método: Actual	
Fecha	Noviembre 2008	Elaborado por: Dieter Haussner	



		Hoja	2/3
Empresa:	XXXXXXXX	Departamento:	Producción
Proceso:	Instalación de aire acondicionado tipo mini split	Método:	Actual
Fecha	Noviembre 2008	Elaborado por:	Dieter Haussner



		Hoja	3/3
Empresa:	XXXXXXXX	Departamento; Producción	
Proceso:	Instalación de aire acondicionado tipo mini split	Método: Actual	
Fecha	Noviembre 2008	Elaborado por: Dieter Haussner	



Resumen			
Actividad	Simbolo	Cantidad	Tiempo
Operacion	○	18	415'
Inspección/ Operación	◻	2	20'

2.2.3 Capacidad del proceso

Como se mencionó en el capítulo anterior, la capacidad de cualquier proceso puede ser cuantificado o medido con la ayuda de ciertos índices; los índices de capacidad.

Estos índices evalúan las variables de salida y las comparan con las especificaciones del proceso con el fin de analizar si éstas últimas son cumplidas o no. Así mismo, le dan a la empresa una idea clara de que tan capaz es el proceso estudiado y ayuda a enfatizar la idea de mejora para reducir la variabilidad del proceso.

Para la instalación de un aire acondicionado tipo mini split, la empresa establece que la distancia que debe de existir entre el compresor y el cuarto o ambiente a enfriar debe ser 15 m con una especificación superior de 21 m y una inferior de 9 m.

Si no se cumple con la especificación superior, el compresor podría sobrecalentarse y fundirse por el trabajo excesivo que éste realiza. Por el otro lado, si no cumple con la especificación inferior, el serpentín podría congelarse.

Es por ello que es de vital importancia cumplir con ambas especificaciones a la hora de instalar un aire acondicionado de tipo mini split; claro está, si se desea ofrecer un servicio de calidad.

A continuación se procede a calcular y analizar los diferentes índices de capacidad para tomarlo como punto de partida para la mejora de ésta área de la empresa. Las muestras fueron tomadas de instalaciones realizadas por la empresa únicamente de aire acondicionado tipo mini split. Cada muestra representa la distancia en metros que existe entre el compresor y la habitación a enfriar. Así mismo es importante destacar, que según se muestra en el capítulo siguiente, el proceso se encuentra bajo control estadístico y la característica de calidad se distribuye normalmente.

Tabla XVI. Muestras tomadas de la longitud de las instalaciones de aire acondicionado tipo mini split.

	X (metros)	R_{mont}
1	17	-----
2	15	2
3	16	1
4	12	4
5	10	2
6	18	8
7	20	2
8	15	5
9	21	6
10	15	6
11	20	5
12	16	4
13	14	2
14	15	1
15	15	0
16	16	1
17	16	0
18	15	1

Longitud debe de ser de 15 m

$$LES = 21$$

$$LEI = 9 m$$

El tamaño de la muestra es:

$$n = 1$$

A continuación se calcula el rango promedio de las longitudes de los equipos instalados:

$$\sum R_t = 50 \quad \bar{R} = \frac{\sum R_t}{m - 1} \quad \bar{R} = \frac{50}{17}$$

$$\bar{R} = 2.94 m$$

Así mismo, se calcula la media de las distancias de los equipos muestreados:

$$\bar{x} = \frac{\sum x_t}{m} \quad \bar{x} = \frac{286}{18}$$

$$\bar{x} = 15.89 m$$

Se procede a calcular la desviación estándar:

$$\sigma = \frac{\bar{R}}{d_2} \quad \sigma = \frac{2.94}{1.128}$$

$$\sigma = 2.61$$

donde según tabla IV, podemos obtener el siguiente dato.

$$d_2 = 1.128 \quad n = 2$$

Es importante destacar, que como la tabla IV no proporciona datos para $n=1$, se debe de tomar el dato de $n=2$.

- **Indice Cp**

El proceso analizado posee con dos especificaciones; uno superior y otro inferior. Por medio de éste índice estamos comparando el ancho de las especificaciones dadas por la empresa con la amplitud de la variación del proceso.

$$C_p = \frac{LES - LFI}{6\sigma} \quad C_p = \frac{21 - 9}{(6)(2.61)}$$

$$C_p = 0.77$$

$0.67 < C_p < 1$; según el resultado obtenido, podemos concluir que el proceso no es adecuado. Requiere de modificaciones muy serias.

- **Indice CpK**

Como se detalla en el capítulo anterior, el índice CpK es el Cp modificado ya que éste estima la capacidad potencial del proceso para cumplir con tolerancias y a su vez, toma en cuenta el centrado del proceso.

$$C_{pk} = \frac{MC}{3\sigma}$$

De la media obtenida anteriormente:

$$\mu = \bar{x} = 15.89$$

$$\begin{aligned} MC_1 &= (LES - \mu) \\ MC_1 &= 21 - 15.89 \\ MC_1 &= 5.11 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} MC_2 &= (\mu - LFI) \\ MC_2 &= 15.89 - 9 \\ MC_2 &= 6.89 \end{aligned}$$

De los datos anteriores, se toma el menor siendo éste de 2.83.

$$C_{pk} = \frac{5.11}{(3)(2.61)}$$

$$C_{pk} = 0.65$$

$$C_p \neq C_{pk}$$

De esta forma podemos concluir que el proceso no está centrado y que con base a la tabla III, aproximadamente el 5 % se encuentra fuera de especificación.

- **Indice K**

Mediante el índice K, se puede determinar qué tan descentrado se encuentra el proceso analizado.

$$K = \frac{\mu - N}{0.5(LBS - LBI)} \times 100$$

$$K = \frac{15.89 - 15}{0.5(21 - 9)} \times 100$$

$$K = 14.81\%$$

Al obtener un valor menor a 20%, se puede concluir que el proceso se encuentra ligeramente descentrado.

En general podemos concluir que el proceso de instalación de aire acondicionado tipo mini split realizado por la empresa no es capaz y a su vez se encuentra ligeramente descentrado. Se requiere de un análisis urgente y exhaustivo si se desea reducir los costos implícitos que representa esta falta de calidad en sus procesos.

2.2.4 Análisis y delimitación del problema

A diferencia de las divisiones analizadas anteriormente, el área de producción será analizada como una misma, ya que una de las principales variables de las que dependen los mantenimientos tanto preventivo como correctivo, es la instalación de los equipos.

Para ésta área en particular, la empresa cuenta con un registro de fallos y de los mantenimientos de emergencia que han realizado. Desgraciadamente, la falta de detalles de cada uno de éstos limita grandemente el análisis del mismo.

A continuación se detallan los fallos registrados por la empresa durante los meses de septiembre, octubre y noviembre del 2008 para equipos de aire acondicionado tipo mini split:

Tabla XVII. Fallos registrados del área de producción de la empresa.

	Fallos área de producción	Número de fallos
1	A/A no enfría	59
2	Equipo no arranca	129
3	Equipo está goteando	57
4	Equipo suelta mal olor	5
5	Equipo ruidoso	4
6	Tubería mal colocada	4
7	Cámara refrigeradora no funciona	3
8	Eleva temperatura	3
9	Disparo de compresores	3
10	Otros	3
		270

Al ordenar cada uno de ellos en base a su frecuencia de aparición, podemos observar que el problema o fallo predominante en el área de producción para equipos de tipo mini split es que el equipo no arranca.

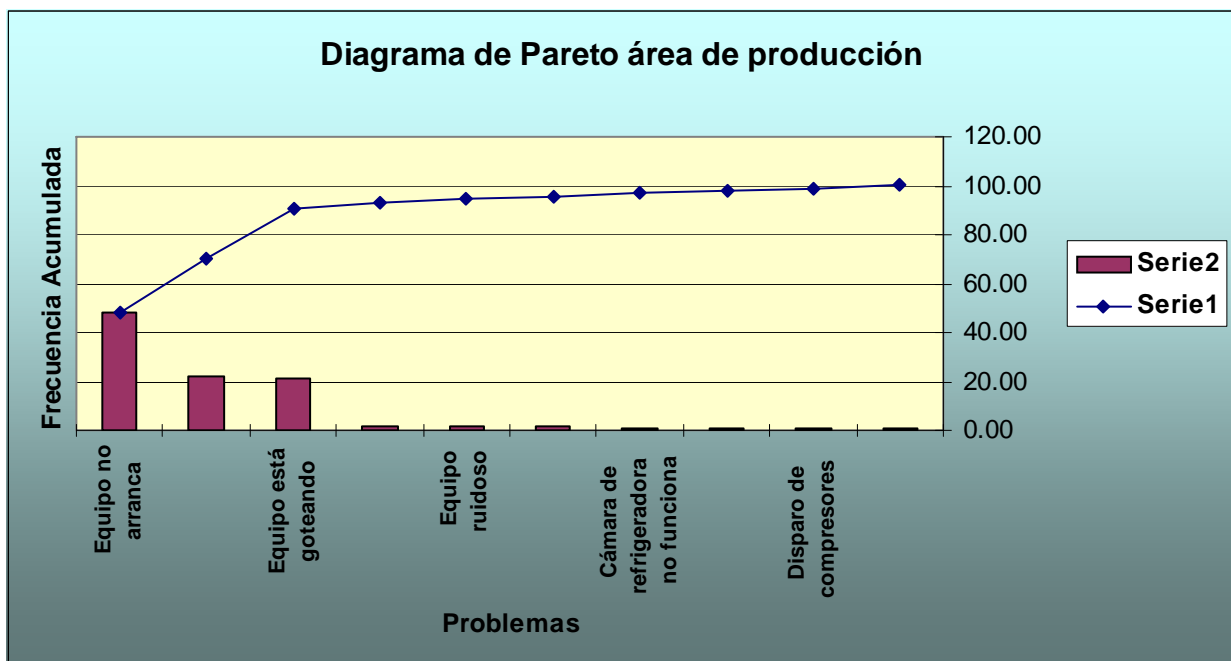
Para profundizar en el tema, se procede a calcular su porcentaje de aparición y los números acumulados que tanto la frecuencia como el porcentaje, representan. A continuación se presentan dichos datos:

Tabla XVIII. Porcentaje, número acumulado y porcentaje acumulado de los fallos localizados en el área de producción.

	Fallos área de producción	Número de fallos	Porcentaje	Número Acumulado	Porcentaje Acumulado
2	Equipo no arranca	129	48	129	48
1	A/A no enfría	59	21.85	188	69.85
3	Equipo está goteando	57	21.11	245	90.96
4	Equipo emana mal olor	5	1.9	250	92.81
5	Equipo ruidoso	4	1.48	254	94.30
6	Tubería mal colocada	4	1.48	258	95.78
7	Cámara de refrigeradora no funciona	3	1.11	261	96.89
8	Eleva temperatura	3	1.11	264	98.00
9	Disparo de compresores	3	1.11	267	99.11
10	Otros	3	1.11	270	100.00
		270	100		

Con los datos obtenidos, se procede a desarrollar el diagrama de Pareto del área de producción, el cuál se muestra a continuación:

Figura 15. Diagrama de Pareto área de producción.



El gráfico anterior nos muestra claramente que los problemas que generan el 80 % del efecto son:

- Equipo no arranca
- A/A no enfría

2.3 Bodega

El manejo de la bodega dentro de la empresa se divide en dos áreas principales; la bodega de materia prima y la bodega de producto a despachar.

2.3.1 Materia prima

La bodega de materia prima es el lugar o espacio físico dentro de la planta donde son resguardados los materiales que se necesitan para el proceso de instalación y mantenimiento. La empresa cuenta con dos bodegas de insumos ubicadas dentro de las instalaciones principales; tienda y almacén.

- **Tienda**

La tienda es la encargada de brindar los componentes principales del equipo de aire acondicionado al almacén. Esta funciona como un proveedor interno que vende y administra producto tanto al almacén de la organización, como a otras empresas externas. El sistema de inventario que se maneja dentro de ésta bodega de materia prima es el PEPS, (primero en entrar primero en salir), debido a que se desea tener un flujo continuo de los productos almacenados.

- **Almacén**

El almacén es la bodega que se encuentra ubicada dentro del área de producción y trabaja directamente con ésta división. Su función principal es brindarle a producción los insumos necesarios que son utilizados para la instalación y mantenimiento del equipo tales como tornillos, capacitores de arranque y/o marcha, desengrasante, armaflex, entre otros. Así mismo, ésta debe trabajar conjuntamente con la tienda, ya que como se menciona anteriormente, ésta última es un proveedor interno del almacén.

2.3.2 Producto a despachar

Para agilizar el proceso de despacho, la empresa cuenta con una bodega de producto a despachar. Desgraciadamente, ésta no es utilizada, lo cuál se convierte en un problema grave que afecta directamente a los tiempos de instalación y mantenimiento del equipo.

2.3.3 Análisis y delimitación del problema

Debido a que el área de producto a despachar está deshabilitado, el breve análisis que se presenta a continuación, fue realizado únicamente tomando en cuenta las variables de la bodega de materia prima.

En la tabla siguiente, se muestra los registros de los fallos que se dan en el área de bodegas:

Tabla XIX. Fallos registrados del área de producción de la empresa.

Fallos área de bodega		Número de fallos
1	No hay rotación de inventarios	7
2	No mantiene un nivel mínimo de insumos	43
3	Pocos operadores	31
4	Falta de transporte	17
5	Instalaciones urgentes	19
6	Falta de revisión del equipo	5
7	Otros	3
		125

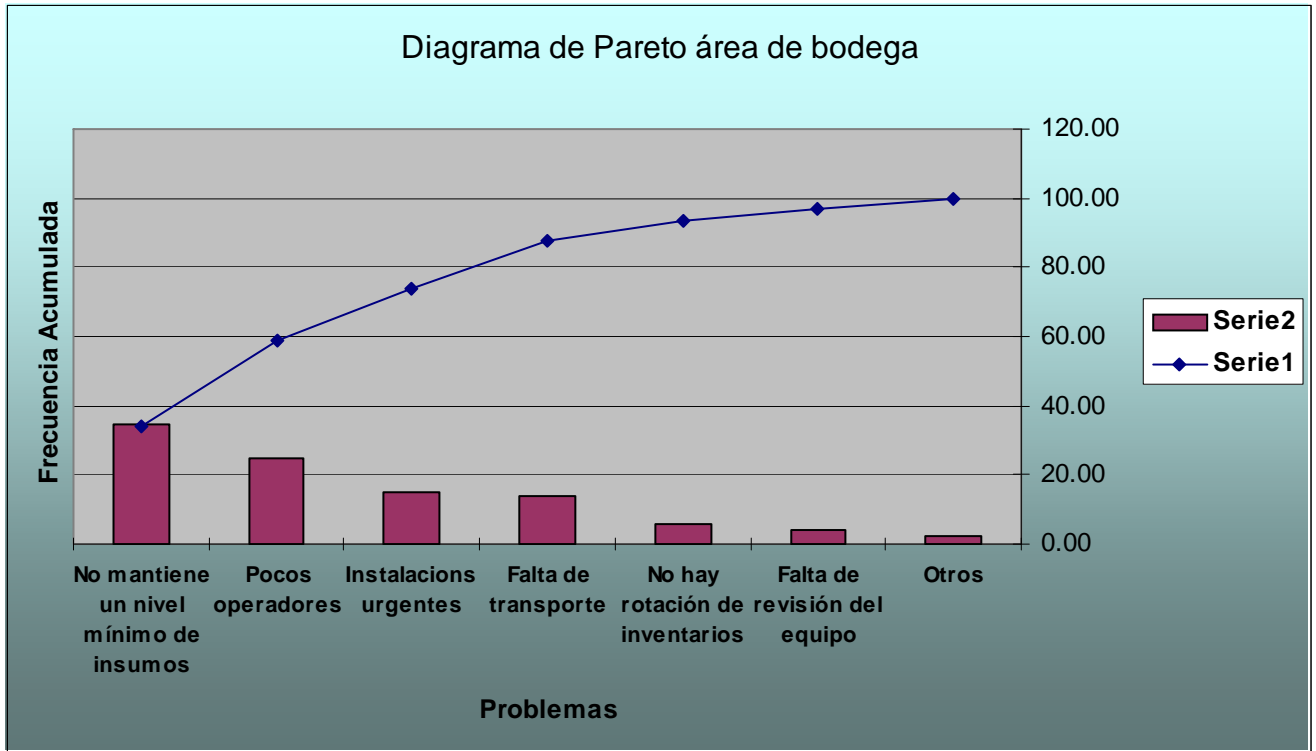
Utilizando la tabla XIX, se calculan los datos que se presentan a continuación; vitales para la construcción del diagrama de Pareto.

Tabla XX. Porcentaje, número acumulado y porcentaje acumulado de los fallos localizados en el área de bodega.

Fallos área de bodega	Número de fallos	Porcentaje	Número Acumulado	Porcentaje Acumulado
2	No mantiene un nivel mínimo de insumos	34	43	34
3	Pocos operadores	24.80	74	58.80
5	Instalaciones urgentes	15.20	93	74.00
4	Falta de transporte	13.6	110	87.60
1	No hay rotación de inventarios	5.60	117	93.20
6	Falta de revisión del equipo	4.00	122	97.20
7	Otros	2.40	125	100.00
		100.00		

Al igual que para las divisiones anteriormente analizadas, se construye el diagrama de Pareto para el área de bodega que se muestra a continuación:

Figura 16. Diagrama de Pareto área de bodega.



Se puede deducir que los problemas más notables del área mencionada son:

- No mantiene un nivel mínimo de insumos
- Pocos operadores
- Instalaciones urgentes

2.4 Delimitación del problema

Como se menciona repetidamente en los análisis anteriores, el objetivo principal de localizar los problemas o fallos principales de cada área, es facilitar la toma de decisión acerca de a cual área de la empresa se implementará el sistema de mejoramiento.

La decisión se tomará con ayuda de gráficos de frecuencias de los diferentes problemas principales localizados. Los fallos serán analizados de forma independiente y por su respectiva división. El objetivo, como se menciona anteriormente, es implementar el sistema de mejoramiento en el área seleccionada y que sirva como punto de partida para el mejoramiento de la empresa.

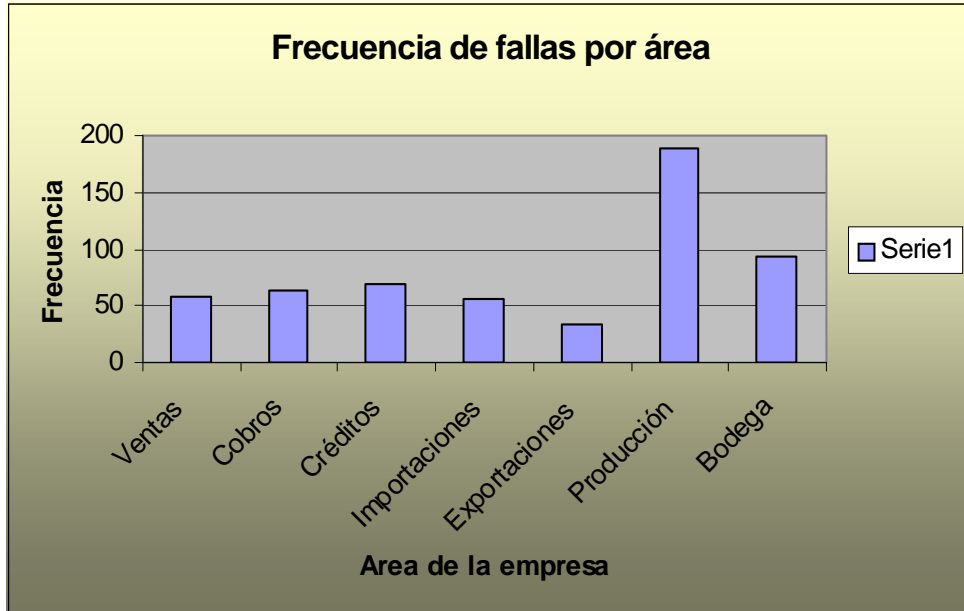
A continuación se detalla cada área de la empresa con la frecuencia de fallos que se registraron en cada una de ellas:

Tabla XXI. Frecuencia de fallos por área.

Area	Frecuencia
Ventas	58
Cobros	64
Créditos	70
Importaciones	56
Exportaciones	34
Producción	188
Bodega	93
Total	563

Tomando como referencia la tabla XXI, se realiza un gráfico de barras para identificar de forma gráfica, el área de la empresa con la mayor frecuencia de problemas destacados o filtrados con la ayuda del diagrama de Pareto.

Figura 17. Frecuencia de fallas por área.



El gráfico anterior, muestra claramente el predominio de fallos en el área de producción. Otra área con un alto nivel de problemas es la bodega.

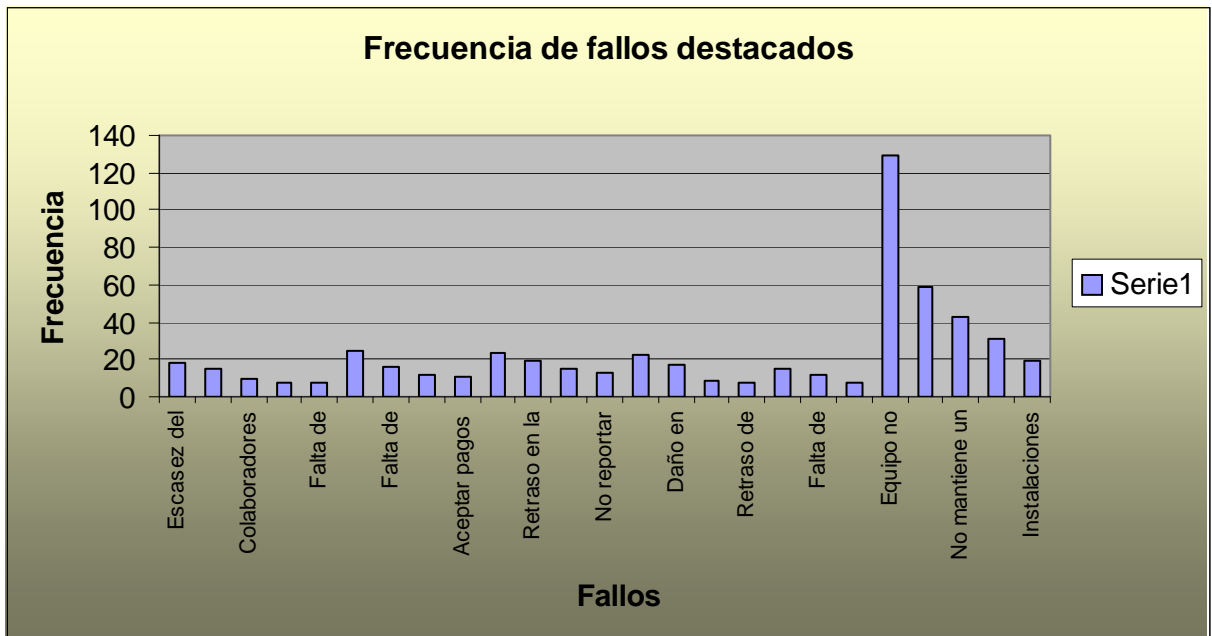
A continuación se analizará cada problema por separado para definir y establecer si el problema con mayor frecuencia pertenece al área de producción.

Tabla XXII. Frecuencia de fallos destacados.

Problema	Frecuencia
Escaséz del producto requerido	18
Falta de cumplimiento	15
Colaboradores no capacitados	10
Falta de comunicación a producción de los requerimientos	8
Falta de comunicación con bodega	7
Aceptar cheques sin fondo	25
Falta de seguimiento	16
No reportar clientes morosos	12
Aceptar pagos incompletos	11
Falta de evaluación	23
Retraso en la aprobación	19
Aprobar créditos a clientes insolventes	15
No reportar clientes morosos	13
Revisión por contenedor "Rojo"	22
Daño en producto y materia prima	17
Robo de producto y materia prima	9
Retraso de envío	8
Ignorancia de mercado extranjero	15
Falta de capacitación	12
Daño en producto y materia prima	7
Equipo no arranca	129
A/A no enfría	59
No mantiene un nivel mínimo de insumos	43
Pocos operadores	31
Instalaciones urgentes	19
Total	563

Nuevamente se hace uso de un gráfico de barras para el análisis visual de la frecuencia de fallos destacados de forma individual.

Figura 18. Frecuencia de fallos destacados.



El gráfico muestra claramente que el fallo que predomina de forma notable, es que el equipo de aire acondicionado tipo mini split no arranca. Así mismo, se puede apreciar que otro problema que destaca es la falta de enfriamiento por parte del aire acondicionado.

Los gráficos anteriores concuerdan y apuntan que la división crítica y a la cual se debe de implementar como primera medida el sistema de costos de calidad, es el área de producción. Por medio de esta toma de decisión se pretende alcanzar la mejora más grande con el menor esfuerzo.

Así mismo, el análisis de índices de capacidad realizado para las instalaciones de aire acondicionado tipo mini split en éste capítulo, también concuerdan e indican que dicho proceso se encuentra totalmente fuera de control; es decir, el área de producción es incapaz de cumplir con las especificaciones pre establecidas. He aquí otra razón que hace evidenciar la correcta decisión que se tomó durante el análisis realizado.

3. PROPUESTA DEL SISTEMA DE MEJORAMIENTO

3.1 Desarrollo

Analizados los diferentes departamentos que posee la empresa y enfocando la atención en uno sólo de ellos, se demuestra la importancia y la necesidad de adquirir un modelo o sistema que se enfoque en la determinación de actividades dirigidas a la prevención y evaluación de los mismos.

En la actualidad, muchas pequeñas y medianas empresas de Guatemala opinan que la adopción de una filosofía orientada a la calidad se traducirá únicamente en más costos; obligándolos por lo mismo a elevar los precios de sus productos y/o servicios.

Por medio del sistema de costos de calidad propuesto, se pretende demostrar lo erróneo que es la idea antes planteada. Se pretende evidenciar que con implementar actividades, políticas y/o normas enfocadas a la prevención y evaluación, se tendrá como resultado productos y/o servicios de mayor calidad y a su vez se eliminarán los fallos tanto internos como externos, que acarrearán únicamente costos a la empresa.

El sistema de costos de calidad en el proceso de mantenimiento e instalación de aire acondicionado que se propone, consiste en un conjunto de técnicas y herramientas básicas, de costo mínimo o nulo, que orientan a la empresa a obtener la calidad teniendo en cuenta los costos para su fácil accesibilidad e implementación.

3.1.1 Costos de instalación

Los costos en que incurre la empresa para instalar un aire acondicionado tipo mini split pueden ser analizados y separados en cuatro partes; mano de obra, insumos, transporte, daños y reclamos. Cada rubro antes mencionado, es medido y cuantificado utilizando diferentes criterios que son mostrados a continuación.

Para facilitar su análisis, al final del presente inciso se muestra un cuadro resumen con los costos aproximados para instalar una unidad de aire acondicionado tipo mini split.

3.1.1.1 Mano de obra

Para la instalación de un aire acondicionado tipo mini split, la empresa requiere básicamente de cuatro personas: el técnico titular, el auxiliar, el piloto y el encargado del aspecto administrativo.

A continuación se desglosa el costo que le representa a la empresa cada cooperador antes mencionado en quetzales por mes, día y hora.

Se hace el supuesto que para la instalación de un sistema de aire acondicionado tipo mini split, la empresa utiliza únicamente a una persona de cada puesto antes mencionado.

Figura 19. Desglose del sueldo, prestaciones y cuotas patronales de un técnico titular.

Técnico Titular	
Supuestos	22 días laborables/mes Jomada diurna de 8 horas
Sueldo Aproximado	Q2,500.00
Bonificación	Q250.00
Cuotas Patronales	12.67%
Prestaciones	29.16%
	41.83%
Total/mes	Q3,795.75
Total/día	Q172.53
Total/hora	Q21.57

Figura 20. Desglose del sueldo, prestaciones y cuotas patronales de un auxiliar.

Auxiliar	
Supuestos	22 días laborables/mes Jomada diurna de 8 horas
Sueldo Aproximado	Q1,455.00
Bonificación	Q250.00
Cuotas Patronales	12.67%
Prestaciones	29.16%
	41.83%
Total/mes	Q2,313.63
Total/día	Q105.16
Total/hora	Q13.15

Figura 21. Desglose del sueldo, prestaciones y cuotas patronales de un piloto.

Piloto	
Supuestos	22 días laborables/mes Jornada diurna de 8 horas
Sueldo Aproximado	Q2,000.00
Bonificación	Q250.00
Cuotas Patronales	12.67%
Prestaciones	29.16%
	41.83%
Total/mes	Q3,086.60
Total/día	Q140.30
Total/hora	Q17.54

Figura 22. Desglose del sueldo, prestaciones y cuotas patronales de administrador.

Administración	
Supuestos	22 días laborables/mes Jornada diurna de 8 horas
Sueldo Aproximado	Q3,000.00
Bonificación	Q250.00
Cuotas Patronales	12.67%
Prestaciones	29.16%
	41.83%
Total/mes	Q4,504.90
Total/día	Q204.77
Total/hora	Q25.60

Así mismo, se muestra en las tablas siguientes, el resumen del costo de mano de obra de los cuatro puestos mencionados con anterioridad separado por mes, día y hora para un mejor análisis.

Tabla XXIII. Resumen del costo de mano de obra por mes.

Costo de MO por mes	
Técnico Titular	Q3,795.75
Auxiliar	Q2,313.63
Piloto	Q3,086.60
Administración	Q4,504.90
Total	Q13,700.88

Tabla XXIV. Resumen del costo mano de obra por día.

Costo de MO por día	
Técnico Titular	Q172.53
Auxiliar	Q105.16
Piloto	Q140.30
Administración	Q204.77
Total	Q622.77

Tabla XXV. Resumen del costo de mano de obra por hora.

Costo de MO por hora	
Técnico Titular	Q21.57
Auxiliar	Q13.15
Piloto	Q17.54
Administración	Q25.60
Total	Q77.85

3.1.1.2 Insumos

En la figura que se muestra a continuación, se detalla cada uno de los insumos requeridos para la apropiada instalación de un sistema de aire acondicionado tipo mini split. Es importante destacar que la mayoría de éstos elementos, varían según las características del lugar donde se realizará la instalación.

Por lo mismo, la siguiente tabla muestra solamente un aproximado de las cantidades y costos de los insumos requeridos para la instalación de un aire acondicionado tipo mini split.

Figura 23. Desglose de insumos para la instalación de un sistema de aire acondicionado tipo mini split.

	Cantidad	Unidad	Descripción	Precio Q/unidad	Sub Total
Tubería	12	metros	Tubo flexible de cobre 5/8"	52	Q 624.00
	12	metros	Tubo flexible de cobre 1/4"	35	Q 420.00
	7	tramos	Armaflex 5/8" x 3/8"	18	Q 126.00
	1	unidad	Tubo PVC de 1/2"	30	Q 30.00
	4	unidad	Codos de PVC de 1/2" a 90 grados	4.25	Q 17.00
	8	unidad	Cinchos plásticos	0.1	Q 0.80
Electricidad	12	metros	TSJ de 4 x 14	6.75	Q 81.00
	12	metros	TSJ de 3 x 12	8	Q 96.00
	1	unidad	Flip On de 2 x 20 General Electric	60	Q 60.00
	1	unidad	Tablero de 2 polos General Electric	100	Q 100.00
	4	unidad	Conectores para TSJ de 3/8"	4	Q 16.00
	15	unidad	Grapas para TSJ de 3 x 12	0.2	Q 3.00
Accesorios	1	rollo	Cinta de aislar	50	Q 50.00
	1	rollo	Masking tape	30	Q 30.00
	1	tubo	Sikaflex	65	Q 65.00
	1	pomo	Tangit	35	Q 35.00
	1	unidad	Brocas	20	Q 20.00
	1	pliego	Lija	12	Q 12.00
	1	libra	Wipe	10	Q 10.00
	5	libra	Refrigerante R-22	70	Q 350.00
	1	bolsa	Jabón	6	Q 6.00
	1	galon	Patex	45	Q 45.00
Equipo Fijación y Equipo de de A/A Soporte soldadura	0.03333333	pie cúbico	Oxígeno	16	Q 0.53
	0.03333333	pie cúbico	Acetileno	28	Q 0.93
	0.03333333	pie cúbico	Nitrógeno	10	Q 0.33
	2	unidad	Varillas de plata	12	Q 24.00
	15	unidad	Tarugos plásticos S-8	0.4	Q 6.00
	15	unidad	Tornillos de 10 x 1 1/2"	0.25	Q 3.75
	4	unidad	Abrazaderas de 1 1/4" ducton	5.25	Q 21.00
	3	unidad	Abrazaderas de 1/2" ducton	4.5	Q 13.50
	1	unidad	Evaporador	3500	Q 3,500.00
	1	unidad	Condesador	4500	Q 4,500.00
TOTAL					Q 10,266.85

3.1.1.3 Transporte

Como se menciona a principio de este capítulo, uno de los principales costos de instalación en el cual incurre la empresa, es el costo de transporte.

El costo de transporte en particular depende enteramente de precios externos que fluctúan de forma impredecible y drástica; como lo es el precio de los hidrocarburos. Para efectos del análisis, se tomará un valor alto en el rubro del precio de Diesel (Q40/gal) para tener una holgura en caso suba drásticamente dicho precio.

Así mismo, según datos brindados por la empresa, la distancia de cada viaje realizado por los vehículos oscila entre los 20 y 25 kilómetros. Está claro, que éstas distancias son únicamente para instalaciones de sistemas de aire acondicionado tipo mini split realizadas dentro de la capital.

Figura 24. Desglose del costo de transporte por viaje realizado dentro de la capital.

Descripción	
Precio Por Galon Diesel	Q40.00
Km x Galon x vehiculo (Km/gal)	30
Gasto Mensual de Repuestos y Mantenimiento	Q5,000.00
Viajes promedio x piloto x dia	2
Cantidad de vehiculos del taller	9
Distancia promedio de cada viaje (km)	25
Costo diario de piloto	Q140.30
Costo x kilometro recorrido	Q1.33
Costo combustible x viaje realizado	Q33.33
Costo diario de repuestos y mantenimiento x vehiculo	Q12.63
Costo de MO directa por viajes	Q70.15
TOTAL COSTO X VIAJE	Q116.11

3.1.1.4 Daños y reclamos

A continuación se detallan los costos en que normalmente incurre la empresa si existe algún tipo de daño o reclamo por parte del consumidor. Nuevamente los costos fluctúan en base al tipo de daño realizado por el sistema de aire acondicionado o reclamo que el cliente realice.

Según los datos proporcionados por la empresa, se pueden tomar los costos mostrados a continuación como estándares al existir un daño o algún tipo de reclamo por mal funcionamiento.

Figura 25. Desglose de los costos por daño o reclamo.

Gastos Administrativos ¹	Q204.77
Transporte por viaje ²	Q107.68
Técnico titular ¹	Q172.52
Piloto ¹	Q140.30
Auxiliar ¹	Q105.16
Insumos ³	Q150.00
Otros	Q100.00
TOTAL	Q980.43
¹ Suponiendo que se invierten 8 horas en atender los reclamos y daños	
² Suponiendo que se realiza un solo viaje	
³ Varían dependiendo del tipo de reclamo	

- **Resumen:**

Como se menciona anteriormente, para facilitar su análisis y comprensión a continuación se detalla los costos asociados a la instalación de una unidad de aire acondicionado tipo mini split detallando los supuestos utilizados.

Figura 26. Desglose de los costos de instalación por unidad de A/A.

Costos de instalación por unidad instalada			
Supuestos	2 días para la instalación de una unidad		
	Jornada diurna de 8 horas		
	Aplica el daño de la unidad o el reclamo del cliente		
	Día		Unidad instalada
Sueldo técnico titular	Q	172.53	Q 345.06
Sueldo auxiliar	Q	105.16	Q 210.32
Sueldo administración	Q	204.77	Q 409.54
Sueldo piloto	Q	140.30	Q 280.60
Insumos	Q	10,266.85	Q 20,533.70
Transporte	Q	116.11	Q 232.22
Daño o reclamo	Q	980.43	Q 980.43
TOTAL			Q22,991.87

3.1.2 Costos de mantenimiento

Al igual que para la instalación de aire acondicionado, los costos del mantenimiento tanto preventivo como correctivo se pueden dividir en cuatro partes: mano de obra, insumos, transporte, daños y reclamos.

3.1.2.1 Mano de obra

Para realizar el mantenimiento tanto preventivo como correctivo, la empresa utiliza la misma cantidad y nivel de especialización del personal que para el proceso de instalación descrito a principios de este capítulo. Por lo mismo, a continuación serán mostrados únicamente los resúmenes de los costos de mano de obra en que incurre la empresa por cada mantenimiento efectuado.

Tabla XXVI. Resumen del costo de mano de obra por mes.

Costo de MO por mes	
Técnico Titular	Q3,795.75
Auxiliar	Q2,313.63
Piloto	Q3,086.60
Administración	Q4,504.90
Total	Q13,700.88

Tabla XXVII. Resumen del costo mano de obra por día.

Costo de MO por día	
Técnico Titular	Q172.53
Auxiliar	Q105.16
Piloto	Q140.30
Administración	Q204.77
Total	Q622.77

Tabla XXVIII. Resumen del costo de mano de obra por hora.

Costo de MO por hora	
Técnico Titular	Q21.57
Auxiliar	Q13.15
Piloto	Q17.54
Administración	Q25.60
Total	Q77.85

3.1.2.2 Insumos

Para la realización de un mantenimiento preventivo, básicamente lo que se le realiza al sistema es una limpieza general y exhaustiva utilizando únicamente herramientas o utensilios de limpieza. En algunas ocasiones, se debe sustituir o reponer algunos cinchos plásticos, tornillos, abrazaderas y la utilización de masking tape, cinta de aislar y patex se hace necesaria.

Por el otro lado, para el mantenimiento correctivo, se requiere de las herramientas mostradas en la figura siguiente y dependiendo del tipo de queja o problema que se haya presentado, será el tipo de pieza o maquinaria la que se reemplace o modifique; haciendo de ésta un insumo muy variable y dependiente.

Por lo mencionado anteriormente y para efectos de estudio, se tomará como insumos de mantenimiento tanto preventivo como correctivo los que se muestran en la figura 27.

Figura 27. Desglose de insumos para el mantenimiento preventivo y/o correctivo de un sistema de aire acondicionado tipo mini split.

Cantidad	Unidad	Descripción	Precio Q/unidad	Sub Total
1	libra	Wipe	10	Q 10.00
2	bolsa	Jabón	6	Q 12.00
2	libra	Refrigerante R-22	70	Q 140.00
0.3	galon	Patex	45	Q 13.50
5	unidad	Tornillos de 10 x 1 1/2"	0.25	Q 1.25
2	unidad	Abrazaderas de 1 1/4" ducton	5.25	Q 10.50
2	unidad	Abrazaderas de 1/2" ducton	4.5	Q 9.00
0.5	rollo	Cinta de aislar	50	Q 25.00
0.5	rollo	Masking tape	30	Q 15.00
8	unidad	Cinchos plásticos	0.1	Q 0.80
TOTAL				Q 237.05

3.1.2.3 Transporte

Para el cálculo del costo de transporte, se tomará la figura 24 evaluada a principios de este capítulo. Esto debido a que al realizar un mantenimiento tanto preventivo como correctivo, se incurre en los mismos costos que fueron tomados en cuenta para la instalación de un sistema de aire acondicionado tipo mini split.

3.1.2.4 Daños y reclamos

Al igual que para el análisis realizado para la instalación de un sistema de aire acondicionado tipo mini split hecho con anterioridad, los costos de daños y reclamos de mantenimiento fluctúan y son variables con el tiempo.

Por lo mismo, se espera que se incurra en los mismos costos de daños y reclamos analizados en la figura 25.

3.2 Análisis e identificación de causas

Como se concluyó en el capítulo anterior, el departamento crítico de la empresa es el área de producción. Así mismo, se hizo mención que los dos problemas con mayor frecuencia y causantes del 80% de los problemas de la división antes mencionada son:

- Aire acondicionado no enfría
- Equipo no arranca

Para poder identificar las causas de cada uno de estos fallos y así atacar los problemas de raíz, se tuvo una reunión con los encargados del área de producción de la empresa y se utilizó la técnica de lluvia de ideas.

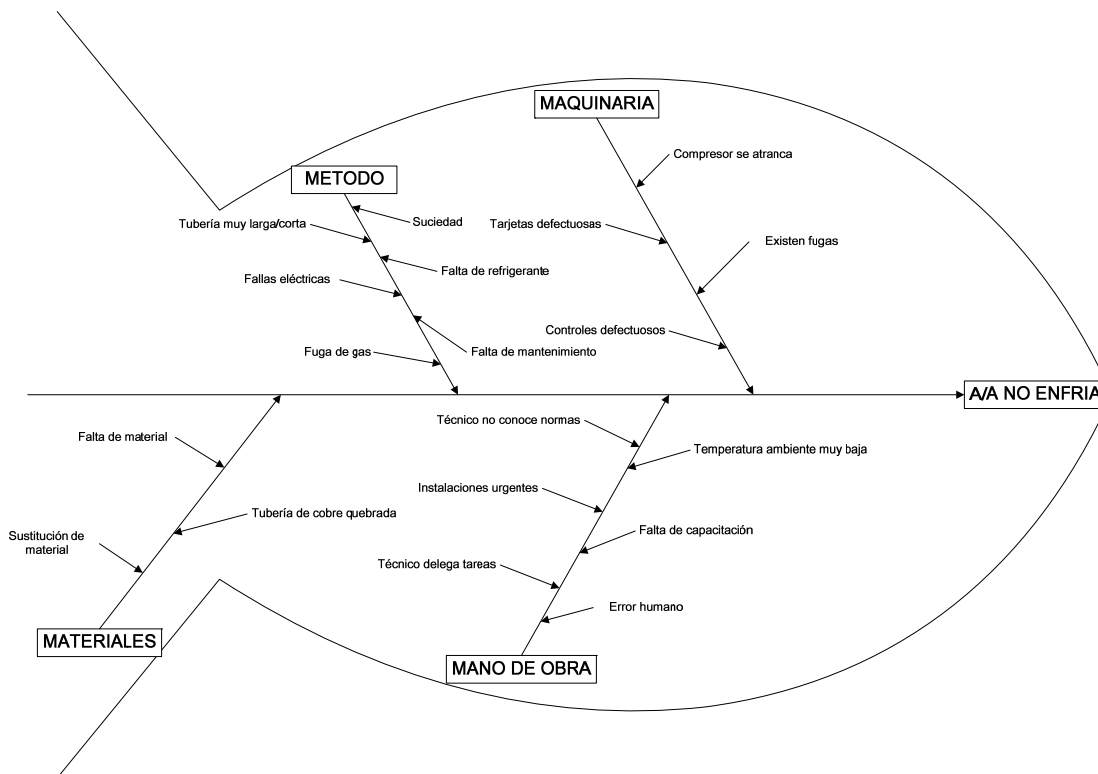
Los causantes de que el sistema de aire acondicionado tipo mini split no enfríe sugeridas por el equipo son:

- Fuga de gas
- Error humano
- Falta de material
- Técnico delega tareas
- Técnico desconoce las normas

- Existen fugas
- Falta refrigerante
- Compresor se atranca
- Sustitución de material
- Tubería de cobre quebrada
- Falta de mantenimiento
- Fallas eléctricas
- Tarjetas defectuosas
- Controles defectuosos
- Suciedad
- Instalaciones urgentes
- Temperatura ambiente muy baja
- Falta de capacitación
- Tubería muy larga/corta

Con las posibles causas sugeridas por el equipo, se procede a ordenarlas según la rama a la que corresponda cada una de ellas. Al terminar, se obtiene el siguiente diagrama de Ishikawa:

Figura 28. Diagrama de Ishikawa; aire acondicionado no enfría.



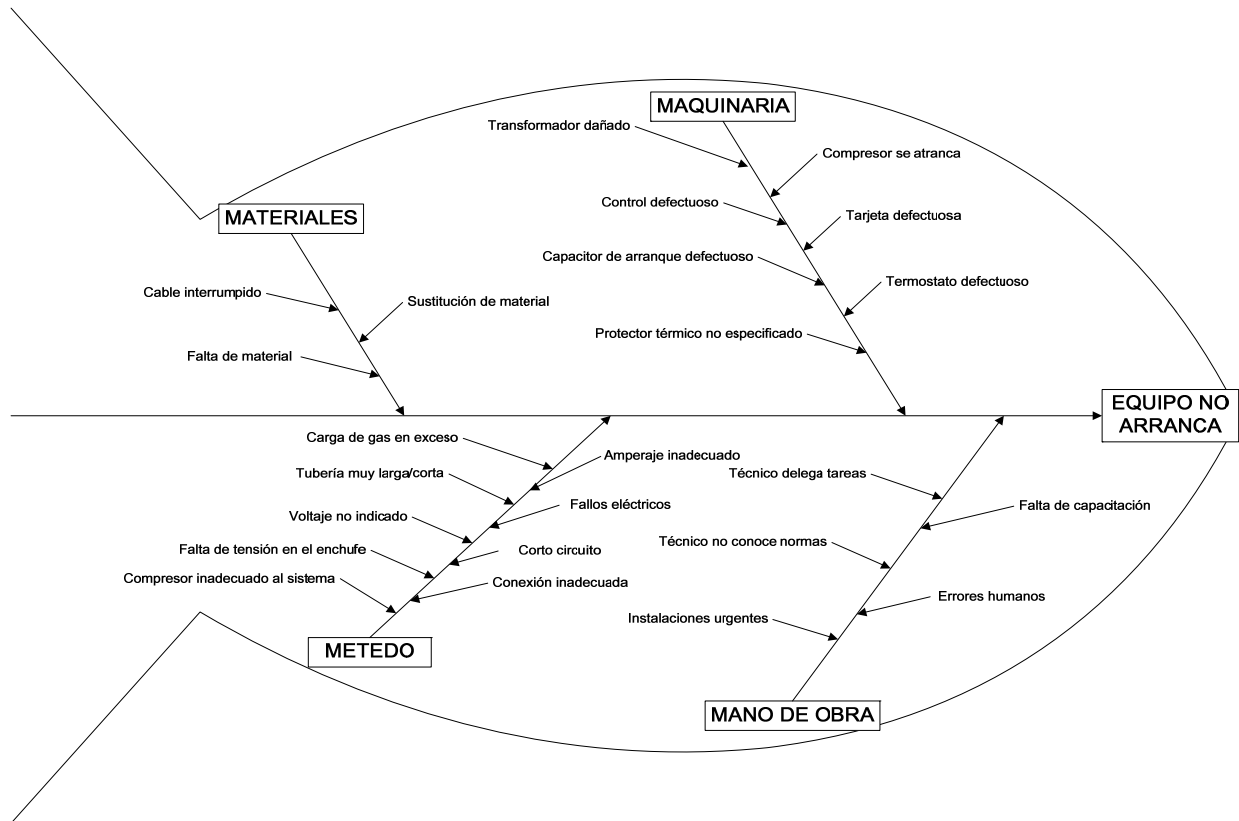
Finalizado el diagrama anterior, se procede a detallar los resultados obtenidos de las posibles causas a las que se deba que el equipo mini spilt no arranque o enciende.

- Amperaje inadecuado
- Errores humanos
- Protector térmico no especificado
- Cable interrumpido
- Control defectuoso
- Tarjeta defectuosa
- Falta de tensión en el enchufe
- Compresor inadecuado al sistema
- Falta de material
- Transformador dañado

- Compresor se atranca
- Voltaje no indicado
- Tubería muy larga/corta
- Sustitución de material
- Termostato defectuoso
- Capacitor de arranque defectuoso
- Fallos eléctricos
- Conexión inadecuada
- Técnico delega tareas
- Técnico desconoce las normas
- Corto circuito
- Falta de capacitación
- Carga de gas en exceso
- Instalaciones urgentes

Nuevamente se ordenan las causas en sus respectivas ramas y al finalizar se obtiene el siguiente diagrama de Ishikawa:

Figura 29. Diagrama de Ishikawa; equipo de aire acondicionado no arranca.



Es importante resaltar que para la realización de los diagramas de Ishikawa para ambos problemas, fueron utilizadas únicamente 4M; métodos, materiales, mano de obra y maquinaria. Las ramas de medición y medio ambiente no fueron tomadas en cuenta por la falta de causas encontradas para los mismos.

Al analizar las causas descritas con anterioridad y buscar una solución para las mismas, se llega a la conclusión que para poder eliminarlas de raíz y en conjunto, la solución más viable es la implementación de un sistema de costos de calidad.

Se llega a dicha conclusión ya que las soluciones individuales sugeridas o encontradas, son básicamente medidas técnicas y de alto costo que no pueden ser implementadas en conjunto. Por otro lado, el sistema de costos de calidad propone por medio de una mentalidad enfocada a la prevención y evaluación, eliminar o al menos disminuir el efecto de dichas causas. Es una manera de proponer una solución estándar para las causas encontradas y así encarrilar a la empresa a una filosofía de calidad.

3.3 Costos de no conformidad

Cuando la empresa no logra cumplir con las especificaciones establecidas o a las necesidades de los consumidores, ésta incurre en costos resultantes de la mala calidad; dichos costos son llamados costos de no conformidad.

Los costos de no conformidad son separados en costos de falla interna y externa; a continuación se detallan algunos de los observados en la empresa de aire acondicionado resultantes de las causas antes mencionadas:

3.3.1 Falla interna

Como ya se ha mencionado en repetidas ocasiones, los costos de falla interna se dan cuando se detectan fallas durante o previo a la instalación o mantenimiento de aire acondicionado y es necesario realizar actividades pertinentes a eliminar aquellas imperfecciones encontradas en los productos y/o servicios.

- **Mano de obra**

Las instalaciones de aire acondicionado son por lo general realizadas por la empresa a partir del medio día debido a la mala o nula organización y falta de planificación de la misma. Los operarios se encuentran ociosos durante gran parte de la mañana, partiendo hacia sus destinos hasta por la tarde. Es importante resaltar que esto representa un costo improductivo y a su vez de falla interna que la empresa debe costear diariamente.

- **Transporte**

Lo que se mencionó anteriormente, acarrea un nuevo costo de falla interna, ya que debido a que los operarios parten hacia el lugar de destino hasta la tarde, les es imposible terminar la instalación o mantenimiento utilizando únicamente medio día. Por lo mismo, les es necesario regresar realizando incluso hasta tres viajes para una instalación de un sistema de aire acondicionado tipo mini split.

- **Horas extra**

Así mismo, en muchas ocasiones, la organización incurre en el pago de horas extras con el fin de terminar una instalación que por lo general, si los operarios partieran a su destino por la mañana, debería estar finalizada antes de terminar su jornada laboral.

- **Costo de oportunidad**

Por la falta de programación y organización del recursos humano dentro de la empresa, en muchas ocasiones, el departamento de ventas debe cancelar o rechazar instalaciones o mantenimientos requeridas por los consumidores perjudicando no sólo la imagen de la empresa sino que también sus ingresos.

- **Rotación de personal**

La rotación de personal causa costos a la empresa en el reclutamiento y la capacitación. Así mismo, a los empleados, el cambio de puestos tan abrupto les puede recortar la posibilidad de crecimiento y desarrollo profesional.

Este es un costo de falla interna muy evidente dentro de la organización ya que existe un claro desconocimiento de los empleados. La empresa no hace énfasis en los factores motivantes traduciéndose únicamente en costos de rotación o en un bajo rendimiento por parte de los operarios.

Dentro de la empresa sucede dicho fenómeno en gran medida por falta de capacitación y oportunidad de ascenso, frustrando de esta forma a los colaboradores. Así mismo, la falta de compartimiento de la misión, visión, valores, entre otros, hace que los empleados no se identifiquen con la cultura de la organización y/o con el liderazgo, ocasionando que el trabajador realice sus obligaciones de forma mediocre e ineficiente.

- **Análisis de fallas**

El análisis de fallas realizado por la empresa es también un costo asociado con las fallas internas. En muchas ocasiones la empresa debe de subcontratar a agentes externos para realizar dichos estudios.

- **Accidentes**

Los accidentes están presentes en cualquier organización y la empresa de aire acondicionado no es la excepción. Aunque en base a registros proporcionados por la empresa, la cantidad de accidentes por año es muy bajo, indudablemente cuando algún caso se presenta, éste representa un costo a la empresa. Dichos accidentes son ocasionados siempre por fallos internos de la organización; siendo estos fallos humanos, desconocimiento de las normas por parte de los técnicos o auxiliares, falta de capacitación, entre otros.

- **Reprogramación**

Muchos de los fallos internos antes mencionados y algunos otros que por su ligero efecto no serán mencionados, obligan a la empresa a reprogramar, si es que existe un programa, las instalaciones y/o mantenimientos pactados. Dicha reprogramación requiere de tiempo, personal y en muchas ocasiones, la imagen de la empresa puede correr peligro.

- **Mal llenado de formularios**

La empresa cuenta con un formulario específicamente hecho para llevar un control de los mantenimientos tanto preventivos como correctivos que se realizan. En la mayoría de ocasiones, dicho formulario es un documento poco confiable e impreciso ya que en éste se ingresa información muy básica y no existe un estándar o forma general de llenado; cada operador lo llena en base a su juicio y humor.

3.3.2 Falla externa

Los costos de falla externa son aquellos que la empresa incurre cuando después de haber realizado la instalación o mantenimiento de un sistema de aire acondicionado, se detecta que no cumple con las especificaciones o presenta alguna queja o reclamo por parte del cliente.

- **Visitas**

En muchas ocasiones, la empresa debe de realizar visitas a sus clientes ya que éstos exigen que la organización responda por los fallos que se presentan. Dichas visitas se realizan cuando se presenta un problema o fallo técnico tales como los descritos en el capítulo anterior.

- **Reclamos**

Al igual que para el costo de visitas, los reclamos son aquellos costos en los cuales la empresa cae cuando el consumidor detecta la falta de calidad de la instalación y/o mantenimiento realizado. Así mismo, el valor de dicho costo dependerá enteramente de la velocidad de reacción por parte de la empresa, ya que si ésta no actúa de forma rápida y eficaz, la pérdida de clientes e imagen se concretarán.

- **Demandas**

La demanda es un costo de fallo externo no muy común a la cual se encuentra expuesta la empresa. En contables oportunidades, algún fallo producido por las causas ya mencionadas, pueden deteriorar o perjudicar tanto al ambiente como a las personas en ella, haciendo que el consumidor tome acciones legales en contra de la organización.

- **Pérdida de cliente**

La falla percibida por el cliente o los efectos que para éste conlleve puede ser tal, que la empresa pierda totalmente al cliente. Para dicho costo de falla externa, se puede tomar en cuenta como se mencionó anteriormente, la velocidad de reacción ante un reclamo o petición de visita.

- **Respuesta de quejas**

La frase “velocidad de reacción” que se menciona con tanta insistencia, le representa por sí sola un costo a la empresa que se hace evidente cada vez que el consumidor hace saber su descontento acerca de la instalación y/o mantenimiento realizado. La empresa incurre en ciertos costos que son necesarios para poder solucionar y responder a dichas peticiones.

- **Productos y materiales devueltos**

La falta de una herramienta de muestreo confiable por parte de la empresa, hace que en muchas ocasiones se utilicen materiales o maquinaria de baja calidad o defectuosa. Dichos materiales o maquinaria deben ser sustituidos por ningún costo extra para el cliente. El escenario planteado anteriormente no es válido para la organización, ya que claramente es ésta la que debe de costear el cambio o sustitución de las piezas.

- **Costo de garantía**

En muchos casos, la falla del sistema de aire acondicionado se da aún estando dentro del plazo de garantía siendo éste de por lo general de 2 años. En dichas ocasiones, la empresa debe cumplir con lo establecido y costear cualquier cambio o arreglo que el sistema requiera. Por tratarse de un fallo que es evidenciado por el cliente, los costos de garantía pertenecen a los fallos externos dentro del sistema de costos de calidad de la empresa de aire acondicionado.

Según política de la organización, ésta no podrá cobrar, en ningún caso registrado dentro de los 2 años de garantía antes mencionados, por los gastos de desplazamiento, materiales o mano de obra.

De acuerdo a lo anterior y en base a datos proporcionados por la empresa de aire acondicionado, se registraron y se incurrió en costos de garantía en 19 ocasiones en el año 08.

En la figura que se muestra a continuación, se detalla el cálculo aproximado de dicho rubro incurrido por la empresa de aire acondicionado:

Figura 30. Desglose de los costos de garantía por año y mes.

Costo de garantía		
Supuestos	Reparación realizada en un día laboral El material depende del daño	
Sueldo técnico titular	Q	172.53
Sueldo auxiliar	Q	105.16
Sueldo administración	Q	204.77
Sueldo piloto	Q	140.30
Material	Q	2,500.00
Transporte	Q	116.11
Garantías año 08	Q	61,538.53
Garantías por mes	Q	5,128.21
TOTAL	Q	5,128.21

Pérdida de cuota de mercado

En un mundo tan competitivo como en el que vivimos, la imagen de una empresa lo es todo. En el momento que un cliente o consumidor evidencia una falla, cuestiona la calidad del producto y/o servicio de aire acondicionado proporcionado por la organización.

La pérdida de cuota de mercado es un costo que se expresa en función de la reducción de ventas de la empresa de aire acondicionado en comparación de sus competidores. Dicho de otra manera, es el costo por pérdida de volumen de ventas en comparación con las ventas totales del mercado.

Para cuantificar dicho costo se debe tener conocimiento del mayor competidor que posea la empresa. Estimaciones de la organización acerca de lo anterior nos da la base para desarrollar las siguientes figuras:

Figura 31. Cuota de mercado del año 06.

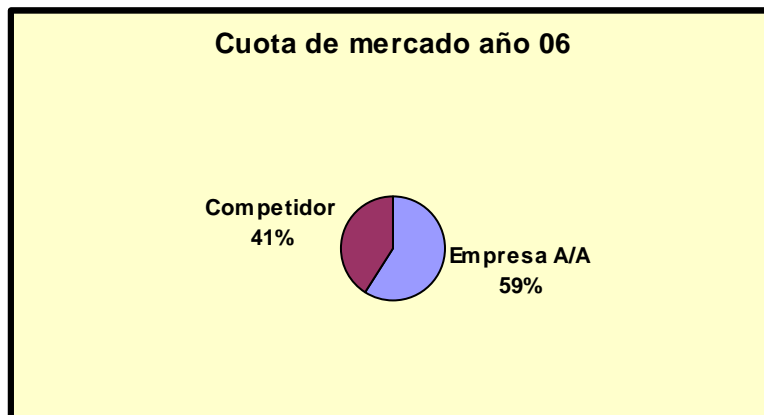
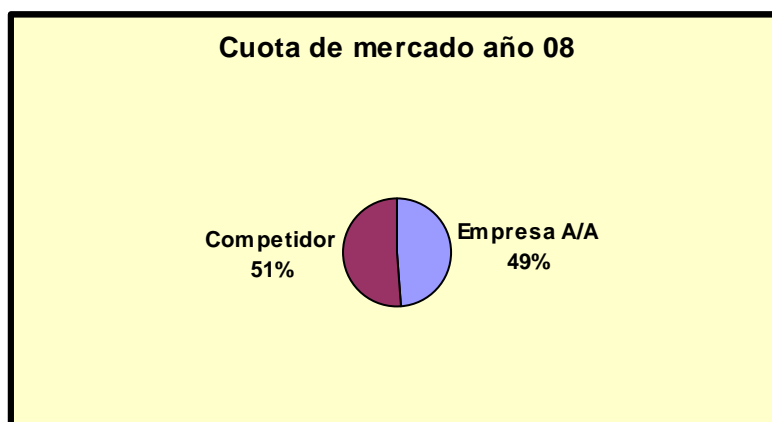


Figura 32. Cuota de mercado del año 07.



Figura 33. Cuota del mercado del año 08.



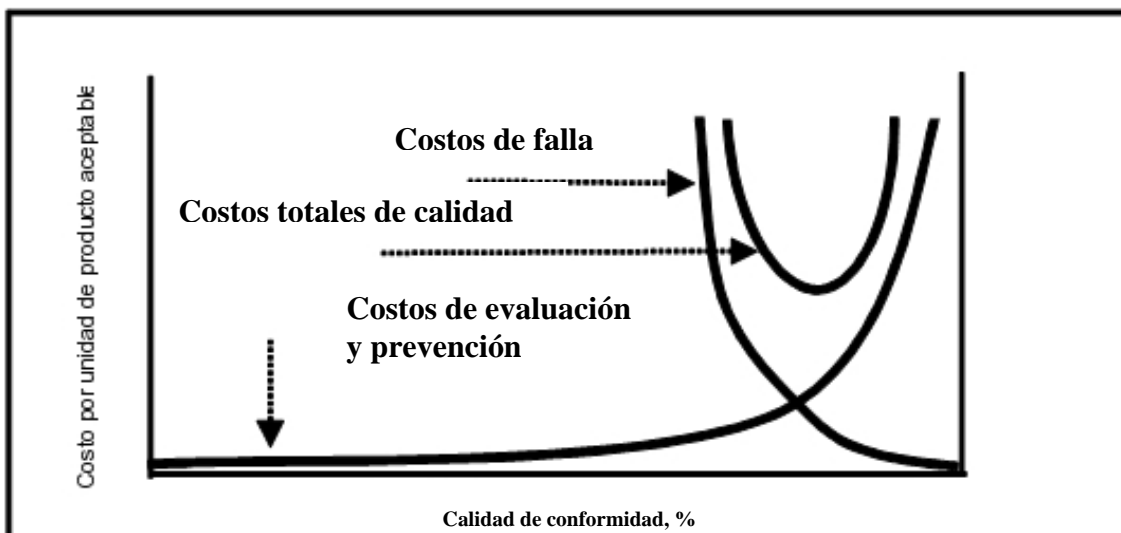
Como lo muestran las gráficas anteriores, la cuota de mercado ha disminuido cada año de manera significativa. En el año 08 se observa que el mayor competidor de la empresa de aire acondicionado mejoró su porcentaje de ventas a tal punto que desplazó a la empresa analizada en el presente trabajo.

Como conclusión podemos mencionar que los consumidores están percibiendo una diferencia en los productos y/o servicios del consumidor traduciéndose en una pérdida en las ventas totales de la organización de A/A.

3.4 El modelo tradicional de los costos de calidad

El modelo tradicional de los costos de calidad supone un compromiso entre dos categorías de costos: mientras que los costos de fallas internas y externas disminuyen con el incremento del porcentaje de conformidad de los productos, los costos de evaluación y prevención aumentan cuando se busca lograr un porcentaje de conformidad mayor. Estas relaciones se presentan gráficamente en la figura siguiente:

Figura 34. Modelo tradicional de los costos de calidad.



Se observa en la figura que existe un punto mínimo para los costos totales de la calidad. Ese extremo se verifica para algún valor de la calidad de conformidad menor que el 100%. Para valores bajos de calidad de conformidad, ésta se pueda incrementar significativamente con pequeñas inversiones en prevención y evaluación. Sin embargo, al acercarse la conformidad al 100%, los costos de prevención y evaluación tienden a infinito. Por el contrario, los costos de falla disminuyen gradualmente, hasta alcanzar un valor nulo, cuando la conformidad se acerca al 100%.

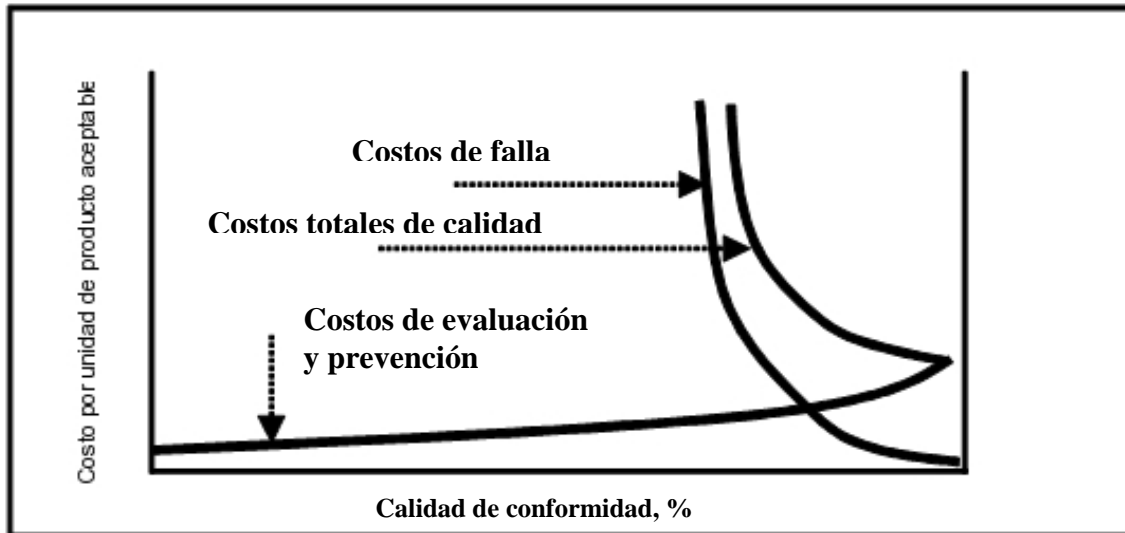
El modelo sugiere que la excesiva perfección es demasiado cara y que se debe buscar el nivel de calidad en el cual los costos de prevención y evaluación igualan a los costos de fallas externas e internas.

En la empresa de aire acondicionado, el modelo tradicional será utilizado en las primeras reuniones de capacitación para inducir al personal a pensar en términos de compromiso entre distintos tipos de costos. La dificultad principal del modelo, en términos de su utilización con el personal operativo, es su relativo nivel de abstracción.

3.5 El modelo emergente de los costos de calidad

El modelo emergente de los costos de calidad es una derivación del modelo tradicional y al igual que éste, presta atención exclusiva a los costos de conformidad y no conformidad. El modelo emergente, que se muestra en la siguiente figura, responde mejor a las tendencias de gestión actuales y busca superar algunas de las limitaciones del modelo tradicional. Se destacan los siguientes aspectos:

Figura 35. Modelo emergente de los costos de calidad.



- Se presta mayor interés a la prevención y evaluación, de modo de poder realizarlas aún cerca del 100% de conformidad.
- Los costos de prevención y evaluación son relativamente proporcionales al nivel de conformidad y no se disparan cuando éste se aproxima al 100%.
- La caída de los costos de falla interna y externa también es menos abrupta que en caso del modelo tradicional, debido a un aumento en la fiabilidad de los nuevos materiales y procesos de fabricación.
- El menor costo de la calidad se obtiene cuando la conformidad se acerca al 100%.

3.5.1 Costos de conformidad

Con el fin de que la empresa compita en el mercado ofreciendo productos y/o servicios de calidad, ésta debe de invertir en actividades para lograr dicho objetivo; dichas tareas son llamadas costos de conformidad.

Los costos de conformidad son divididos en dos ramas; los costos de prevención y de evaluación. A continuación se proponen algunas herramientas y técnicas de prevención y evaluación formuladas específicamente para la empresa de aire acondicionado.

3.5.1.1 Prevención

Como se menciona en el primer capítulo, los costos de prevención son aquellos costos que invierte la empresa para evitar la mala calidad de los productos y/o servicios que ésta brinda.

- **Pronósticos**

Actualmente la empresa no cuenta con ningún tipo de método de pronóstico de ventas, por lo que les es casi imposible planificar y organizar a los colaboradores de forma adecuada.

Con el programa realizado y mostrado a continuación se pretende que, en base a las ventas de tres años anteriores, puedan planificar de mejor forma a los colaboradores evitando de esta forma tiempos muertos, horas extras y transporte innecesario.

Este es el principal fin del programa de pronósticos de ventas que se muestra pero a su vez, ayudará a que los trabajadores realicen las instalaciones y/o mantenimientos de forma planificada y ordenada evitando que éstos efectúen trabajos de baja calidad.

Figura 36. Ventas de la empresa años 06, 07 y 08

Mes	Año 1	Año 2	Año 3
Enero	20	23	25
Febrero	15	14	15
Marzo	13	19	18
Abril	17	22	23
Mayo	12	16	18
Junio	14	15	17
Julio	15	13	18
Agosto	18	14	15
Septiembre	23	18	23
Octubre	14	15	17
Noviembre	16	17	20
Diciembre	15	16	16

Para la elección del método a utilizar, primeramente se deben graficar las ventas brindadas por la empresa. Por tratarse de una empresa de aire acondicionado, la cuál depende del clima, es muy probable que existan saltos drásticos siguiendo un comportamiento “cíclico”.

Figura 37. Gráfico de ventas 2006; análisis primario.



Figura 38. Gráfico de ventas 2007; análisis primario.

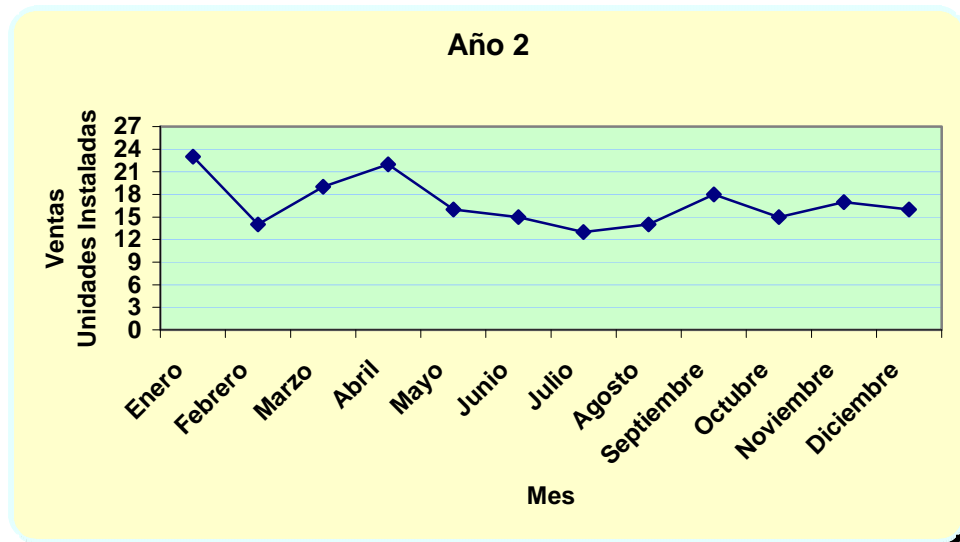
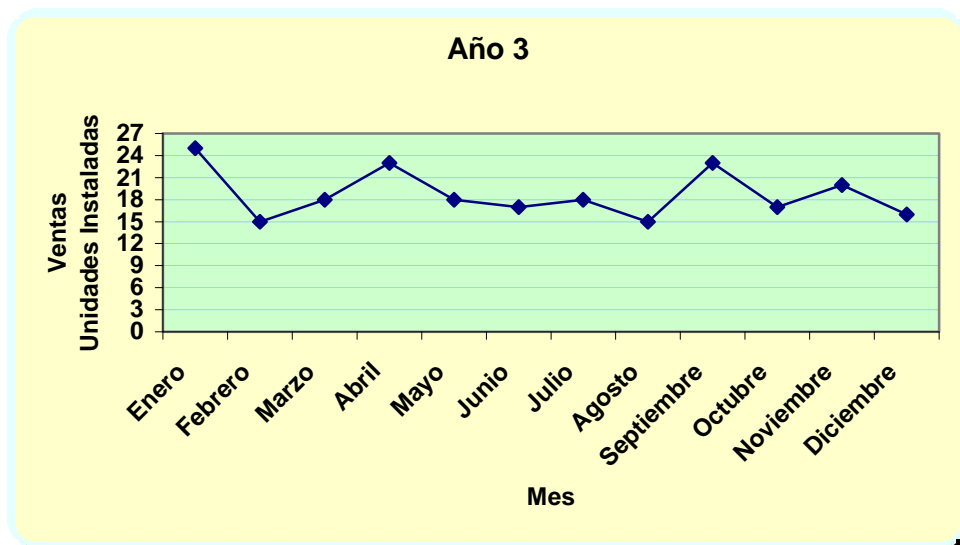


Figura 39. Gráfico de ventas 2008; análisis primario.



Claramente los gráficos mostrados anteriormente, revelan un comportamiento "cíclico" como era de esperarse.

Para confirmar la predicción visual, se procede a analizar el error acumulado que presenta el método seleccionado. Para esto, se utilizan únicamente 24 datos conocidos y se proyectan los siguientes 12 datos. Al finalizar, se calcula el error acumulado que, si se eligió el método adecuado, debería de ser un valor pequeño.

Figura 40. Análisis Cuantitativo

24 Datos							
Mes	Año 1	Año 2	Media H.	i	Pronóstico	Error	Error Acumulado
Enero	20	23	22	1.34	31		
Febrero	15	14	15	0.91	13		
Marzo	13	19	16	0.97	19		
Abril	17	22	20	1.22	27		
Mayo	12	16	14	0.85	14		
Junio	14	15	15	0.91	14		
Julio	15	13	14	0.85	12		
Agosto	18	14	16	0.97	14		
Septiembre	23	18	21	1.28	24	3	3
Octubre	14	15	15	0.91	14	-1	2
Noviembre	16	17	17	1.04	18	1	3
Diciembre	15	16	16	0.97	16	0	3
Media V	16.4167						

Efectivamente evidenciamos que el error acumulado calculado por el programa es un valor pequeño por lo que se concluye que la utilización del método cíclico es la correcta.

Figura 41. Pronóstico de riesgo.

36 Datos

Mes	Año 1	Año 2	Año 3	Media H.	i	Pronóstico 4
Enero	20	23	25	23	1.34	34
Febrero	15	14	15	15	0.87	14
Marzo	13	19	18	17	0.99	18
Abril	17	22	23	21	1.22	29
Mayo	12	16	18	16	0.93	17
Junio	14	15	17	16	0.93	16
Julio	15	13	18	16	0.93	17
Agosto	18	14	15	16	0.93	14
Septiembre	23	18	23	22	1.28	30
Octubre	14	15	17	16	0.93	16
Noviembre	16	17	20	18	1.05	21
Diciembre	15	16	16	16	0.93	15

Media V. 17.1944

Finalmente se utilizan los tres años proporcionados y se procede a calcular el pronóstico de riesgo; que en éste caso es el año 2009. Nuevamente el programa realiza todo el procedimiento; sólo es necesario introducir los valores de los tres años anteriores. Es importante resaltar que para dicho método, es necesario contar con mínimo tres años previos de registros de ventas; de lo contrario no se podrá realizar el análisis.

- **Estudio de capacidad**

Como se menciona en el capítulo anterior, para realizar el estudio de capacidad del proceso de instalación de sistemas de aire acondicionado tipo mini split, primeramente el proceso debe encontrarse bajo control estadístico.

Por tratarse de distancias y muestras individuales, se debe de utilizar las cartas de control para variables y dentro de éstas, las de medias individuales (medias individuales y rango móvil).

Figura 42. Muestreo de distancias de tubería en instalaciones realizadas.

Muestra	x	Rmovil
1	17.00	
2	15.00	2.00
3	16.00	1.00
4	12.00	4.00
5	10.00	2.00
6	18.00	8.00
7	20.00	2.00
8	15.00	5.00
9	21.00	6.00
10	15.00	6.00
11	20.00	5.00
12	16.00	4.00
13	14.00	2.00
14	15.00	1.00
15	15.00	0.00
16	16.00	1.00
17	16.00	0.00
18	15.00	1.00
Total	286.00	50

Se hace la observación que las especificaciones del sistema de aire acondicionado fueron explicadas y descritas en el capítulo 2 de éste documento y a continuación se muestra únicamente un resumen del mismo:

Figura 43. Resumen de especificaciones, rango medio y medias.

LES	21
LEI	9
LEC	15
S	2.61
Rmedio	2.94
Xmedio	15.89

Figura 44. Cálculo del gráfico de control de medias.

Muestra	x	LCI	LCC	LCS
1	17.00	8.07	15.89	23.71
2	15.00	8.07	15.89	23.71
3	16.00	8.07	15.89	23.71
4	12.00	8.07	15.89	23.71
5	10.00	8.07	15.89	23.71
6	18.00	8.07	15.89	23.71
7	20.00	8.07	15.89	23.71
8	15.00	8.07	15.89	23.71
9	21.00	8.07	15.89	23.71
10	15.00	8.07	15.89	23.71
11	20.00	8.07	15.89	23.71
12	16.00	8.07	15.89	23.71
13	14.00	8.07	15.89	23.71
14	15.00	8.07	15.89	23.71
15	15.00	8.07	15.89	23.71
16	16.00	8.07	15.89	23.71
17	16.00	8.07	15.89	23.71
18	15.00	8.07	15.89	23.71

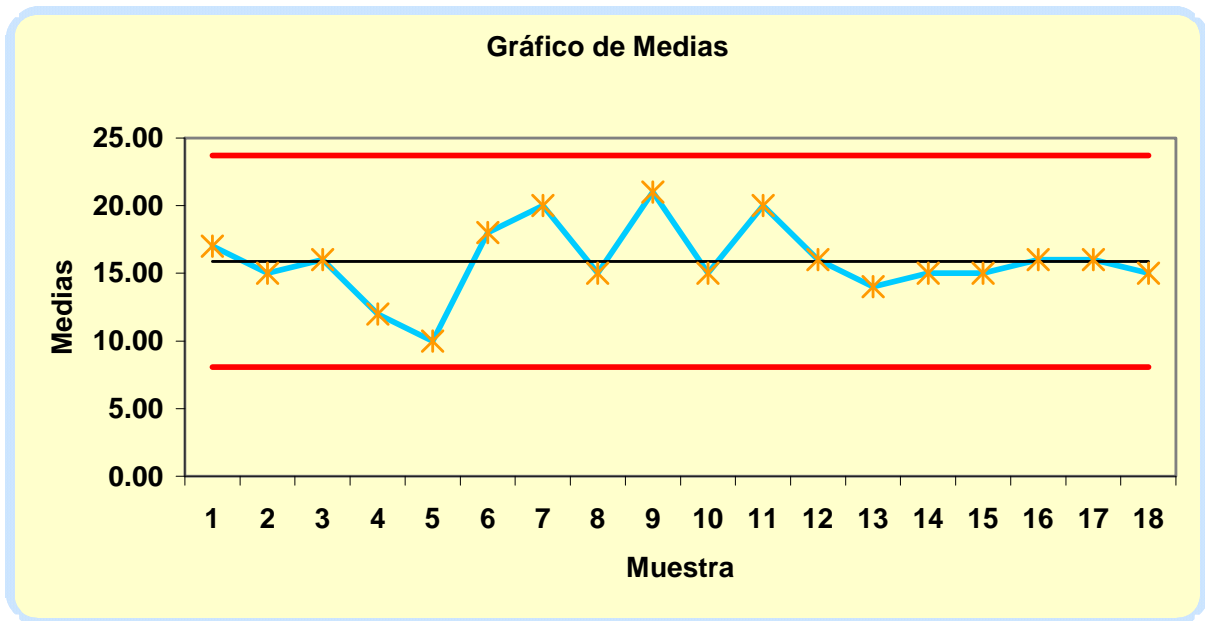
Como se especifica anteriormente, para realizar un estudio de capacidad, el proceso debe encontrarse primeramente bajo control estadístico. Para esto, se realizó un programa que pide únicamente las medias como dato de ingreso para el cálculo y gráfico de una carta de medias individuales.

Figura 45. Resumen gráfico de control de medias.

Gráfico de Medias	
LCS	23.71
LCC	15.89
LCI	8.07
LCI	8.07

El programa mencionado, automáticamente muestra un cuadro resumen especificando los límites de control para la realización de la gráfica que se muestra a continuación.

Figura 46. Gráfico de control de medias.



Claramente la gráfica muestra que no existe ningún dato fuera de los límites calculados por lo que se puede concluir que no existen cambios significativos en la tendencia central; es decir, el proceso de distancias de la tubería se encuentra bajo control estadístico respecto a la media.

Figura 47. Cálculo del gráfico de control de rangos.

Muestra	R	LCI	LCC	LCS
1				
2	2	0	2.94	9.61
3	1	0	2.94	9.61
4	4	0	2.94	9.61
5	2	0	2.94	9.61
6	8	0	2.94	9.61
7	2	0	2.94	9.61
8	5	0	2.94	9.61
9	6	0	2.94	9.61
10	6	0	2.94	9.61
11	5	0	2.94	9.61
12	4	0	2.94	9.61
13	2	0	2.94	9.61
14	1	0	2.94	9.61
15	0	0	2.94	9.61
16	1	0	2.94	9.61
17	0	0	2.94	9.61
18	1	0	2.94	9.61

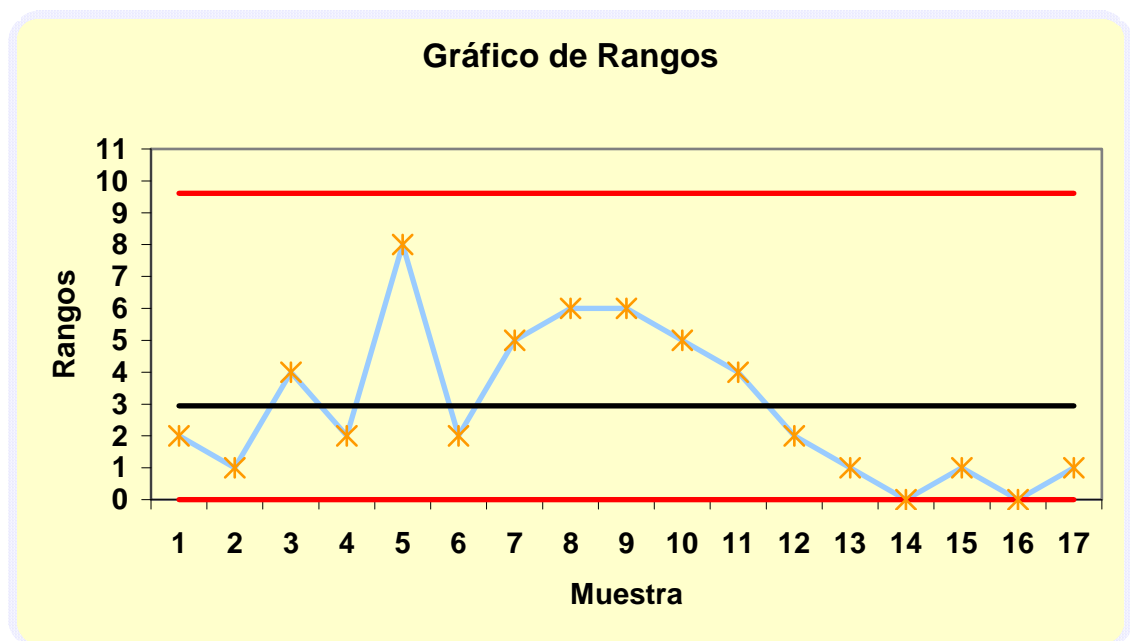
Al igual que para el análisis y cálculo del gráfico de medias, el programa requiere únicamente de las distancias de la tuberías muestreadas para que éste realice la figura 49 que se muestra a continuación.

Dicha figura muestra el rango entre cada distancia de tubería muestreada así como sus respectivos límites de control. Luego, el programa automáticamente mostrará el siguiente cuadro resumen con los datos de los límites del gráfico de control de rangos que son utilizados para la realización de la gráfica.

Figura 48. Resumen gráfico de control de rangos.

Gráfico de Rangos	
LCS	9.61
LCC	2.94
LCI	0
LCI	0

Figura 49. Gráfico de control de rangos.



En la gráfica anterior podemos observar que no existe ningún punto fuera de los límites superior e inferior. Por el otro lado, a partir del punto número 10 la gráfica inicia con una tendencia descendente por lo que podríamos concluir que ello se debe a alguna causa especial; tal como el cambio drástico de las características físicas del lugar donde se realiza la instalación.

Concluido y sabiendo que el proceso de instalación de aire acondicionado está en control estadístico respecto a las distancias de la tubería, a continuación se muestra el resumen de lo analizado en el capítulo 2 referente a la capacidad del proceso.

Figura 50. Resumen índices de capacidad.

Cp	0.77
Cpk	0.65
K	14.81%
MC1	5.11
MC2	6.89

Según se concluyó en el capítulo 2, el proceso no era adecuado y necesitaba de modificaciones serias. Para que el proceso de instalación de sistemas de aire acondicionado tipo mini split sea capaz, se recomienda a la empresa utilizar equipos de 4 toneladas para distancias arriba de 20 m y sistemas de 2 toneladas para distancias debajo de 9 m.

Realizando lo anterior, se espera también que el proceso se centre y que reduzca el porcentaje de instalaciones fuera de especificaciones.

Es importante resaltar, que luego de aplicar lo que se recomendó, es necesario realizar nuevamente el análisis de capacidad para identificar futuras mejoras. Para ello, ya se proporcionó un programa que requiere únicamente de las muestras (distancia de las tuberías) como dato de entrada.

- **Documentación**

La documentación dentro de una empresa, sin importar su índole, es de gran importancia ya que si se documenta de forma adecuada los acontecimientos, se puede tener cualquier clase de información y hacerla productiva o que dé el máximo beneficio, como si se tratara de otro bien económico.

La utilización de la documentación es uno de los métodos más básicos para la prevención ya que si se tiene un adecuado registro o una buena base de datos de lo ocurrido en el pasado, se podrá evitar cometer el mismo error.

A su vez, la documentación es un método de aprendizaje la cual debe de ser precisa y ordenada. La empresa de aire acondicionado ya cuenta con registros y documentación de ciertos factores pero es de suma importancia que a su vez se lleve un seguimiento del mismo. De nada sirve registrar los acontecimientos si no se estudian y aprenden de ellos.

- **Inventarios**

En muchas ocasiones, la falta de materia prima, maquinaria, entre otros, causa que los operarios tengan que improvisar y sustituir una pieza por alguna otra causando las fallas destacadas en el capítulo anterior.

Para que dicha causa no se repita provocando fallos internos y/o externos, se realizó un pequeño programa para el cálculo de inventario. Los materiales y maquinaria inventariados son los necesarios para la instalación de un sistema de aire acondicionado tipo mini split.

Tabla XXIX. Cálculo del coeficiente de variación.

Año 06		Ventas
	EN	20
	FB	15
	MZ	13
	AB	17
	MY	12
	JN	14
	JL	15
	AG	18
	SEP	23
	OCT	14
	NOV	16
	DIC	15
Año 07	EN	23
	FB	14
	MZ	19
	AB	22
	MY	16
	JN	15
	JL	13
	AG	14
	SEP	18
	OCT	15
	NOV	17
	DIC	16
Año 08	EN	25
	FB	15
	MZ	18
	AB	23
	MY	18
	JN	17
	JL	18
	AG	15
	SEP	23
	OCT	17
	NOV	20
	DIC	16
	Suma	619
	Promedio	17.19444444
	Varianza	10.96111111
	Desviacion	3.310756879
	Coeficiente	18%

Antes de iniciar con el cálculo de inventarios, se debe analizar si los datos responden a un modelo de inventarios probabilístico o determinístico. La diferencia entre cada uno de ellos es que el primero, asume que la demanda y tiempo de entrega no son conocidos ni fijos sin embargo, se sabe si sus variables tienen comportamientos similares a alguna distribución de probabilidad. Por el otro lado, el modelo determinístico asume que la demanda y tiempo de entrega son conocidos y fijos.

Para seleccionar el modelo de inventario adecuado es necesario determinar si se requiere, como se menciona anteriormente, de un modelo determinístico o uno probabilístico. Para facilitar la toma de decisión se debe de calcular el coeficiente de variación de las ventas conocidas de años anteriores y si el coeficiente calculado es menor a 20%, se puede utilizar un modelo determinístico.

Como se observa en la tabla XXIX, el coeficiente calculado por el programa realizado es de 18%; por lo que se puede utilizar un modelo determinístico.

Figura 51. Pronóstico de ventas año 09.

Pronóstico Año 09	
	34
	14
	18
	29
	17
	16
	17
	14
	30
	16
	21
	15
Demanda Total/año	241

Luego de determinar el modelo de inventario que se utilizará, es necesario conocer la demanda futura. Para esto, se utiliza la ayuda del programa realizado y detallado con anterioridad (ver pronósticos).

La demanda total al año es la cantidad de sistemas de aire acondicionado tipo mini split que se pronostica deberán ser instaladas en el año 2009. Debido a que para la instalación de dicho sistema varía la cantidad de material a utilizar dependiendo de las dimensiones y características del lugar, se tomará como base la proporcionada por la empresa y que se supone es la más cotizada.

Para el cálculo de los diferentes componentes del modelo de inventario, es necesario saber la cantidad que se requerirá por año de cada material (demanda por año) así como los costos de inventario y costos de operación. Dichos costos fueron proporcionados por la empresa y en base a ellos, fueron calculados los componentes del sistema de inventario básico.

A continuación se muestra la figura de salida que realiza el programa con los datos necesarios para un buen manejo de inventario de cada material utilizado en una instalación de un aire acondicionado tipo mini split.

Figura 52. Cálculo de inventario y sus componentes principales.

Cantidad por instalación	Unidad	Descripción	Costo Unitario	Demanda material por año	Co*	Cc*	Q	N	TC**	NR***	
12	metros	Tubo flexible de cobre 5/8"	Q 52.00	2892	Q 650.00	Q 62.80	245	12	25	56	
12	metros	Tubo flexible de cobre 1/4"	Q 35.00	2892	Q 650.00	Q 60.25	250	12	26	56	
7	tramos	Armaflex 5/8" x 3/8"	Q 18.00	1687	Q 600.00	Q 57.70	187	9	33	32	
1	unidad	Tubo PVC de 1/2"	Q 30.00	241	Q 250.00	Q 59.50	45	5	56	5	
4	unidad	Codos de PVC de 1/2"	Q 4.25	964	Q 250.00	Q 55.64	93	10	29	19	
8	unidad	Cinchos plásticos	Q 0.10	1928	Q 200.00	Q 55.02	118	16	18	37	
12	metros	TSJ de 4 x 14	Q 6.75	2892	Q 200.00	Q 56.01	144	20	15	56	
12	metros	TSJ de 3 x 12	Q 8.00	2892	Q 200.00	Q 56.20	143	20	15	56	
1	unidad	Flip On de 2 x 20 GE	Q 60.00	241	Q 250.00	Q 64.00	43	6	54	5	
1	unidad	Tablero de 2 polos GE	Q 100.00	241	Q 250.00	Q 70.00	41	6	52	5	
4	unidad	Conectores para TSJ de 3/8"	Q 4.00	964	Q 200.00	Q 55.60	83	12	26	19	
15	unidad	Grapas para TSJ de 3 x 12	Q 0.20	3615	Q 150.00	Q 55.03	140	26	12	70	
1	rollo	Cinta de aislar	Q 50.00	241	Q 150.00	Q 62.50	34	7	42	5	
1	rollo	Masking tape	Q 30.00	241	Q 150.00	Q 59.50	35	7	43	5	
1	tubo	Sikaflex	Q 65.00	241	Q 200.00	Q 64.75	39	6	48	5	
1	pomo	Tangit	Q 35.00	241	Q 150.00	Q 60.25	35	7	43	5	
1	unidad	Brocas	Q 20.00	241	Q 150.00	Q 58.00	35	7	44	5	
1	pliego	Lija	Q 12.00	241	Q 150.00	Q 56.80	36	7	44	5	
1	libra	Wipe	Q 10.00	241	Q 150.00	Q 56.50	36	7	45	5	
5	libra	Refrigerante	Q 70.00	1205	Q 600.00	Q 65.50	149	8	37	23	
1	bolsa	Jabón	Q 6.00	241	Q 150.00	Q 55.90	36	7	45	5	
1	galon	Patex	Q 45.00	241	Q 150.00	Q 61.75	34	7	43	5	
0.03	carga	Oxígeno	Q 16.00	8.03	Q 350.00	Q 57.40	10	1	370	0	
0.03	carga	Acetileno	Q 28.00	8.03	Q 350.00	Q 59.20	10	1	364	0	
0.03	carga	Nitrógeno	Q 10.00	8.03	Q 350.00	Q 56.50	10	1	373	0	
2	unidad	Varillas de plata	Q 12.00	482	Q 200.00	Q 56.80	58	8	36	9	
15	libra	Tarugos plásticos S-8	Q 0.40	3615	Q 150.00	Q 55.06	140	26	12	70	
15	unidad	Tornillos de 10 x 1 1/2"	Q 0.25	3615	Q 150.00	Q 55.04	140	26	12	70	
4	unidad	Abrazaderas de 1 1/4" ducton	Q 5.25	964	Q 150.00	Q 55.79	72	13	22	19	
3	unidad	Abrazaderas de 1/2" ducton	Q 4.50	723	Q 150.00	Q 55.68	62	12	26	14	
1	unidad	Evaporador	Q 3,500.00	241	Q 800.00	Q 580.00	26	9	32	5	
1	unidad	Condensador	Q 4,500.00	241	Q 800.00	Q 730.00	23	10	29	5	
	Q	unidades/pedido			*Co y Cc brindados por la em						
	N	pedidos por año			**Asumiendo año de 300 días						
	TC	días entre pedidos			***Asumiendo que un año tiene 52 sen						

El programa de inventarios adjunto requiere únicamente como datos de entrada, el pronóstico de ventas de un año determinado. La cantidad de material y el tipo de material se considera constante pero puede ser también modificado a conveniencia del usuario.

De la tabla anterior se aclara que:

Q = Cantidad a pedir a un mínimo de costo donde se equilibran los costos de inventario y operación.

D = Demanda anual para cada producto (insumos)

Co = Costo de operación

Cc = Costo por almacenar los insumos

N = El número de pedidos que deben ser realizados por año

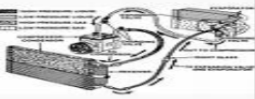
TC = Los días que deben de existir entre cada pedido

NR = Cantidad mínima de producto que se tolera

- **Llenado de formularios**

Como se mencionó dentro de este capítulo, la empresa cuenta ya con un formulario para llevar un control de los mantenimientos tanto preventivos como correctivos que se realizan. Para motivar la idea de la creación de una más detallada base de datos y su seguimiento respectivo, se propone el formulario que se muestra a continuación:

Figura 53. Ficha de control para mantenimientos de la empresa.

Reporte de Mantenimiento	
	
Logo de la empresa	
Nombre del cliente:	_____
Contacto:	_____ Código: _____
Dirección:	_____
Teléfono:	_____
Equipo:	_____
Modelo:	_____
Area:	_____
Tipo de Servicio:	_____
	Descripción
Condensador:	_____
Evaporador:	_____
Presión alta:	_____
Presión baja:	_____
Voltaje:	_____
Paro y arranque:	_____
Amperaje:	_____
Compresor:	_____
Ventiladores:	_____
Bombas de agua:	_____
Temperatura:	_____
Otros:	_____
Observaciones:	_____
Fecha y hora de inicio:	Técnico a cargo: _____
Fecha y hora de entrega	Vo. Bo. Cliente _____ Sello _____

Así mismo, se debe de enseñar a los operarios la forma adecuada de llenado, estandarizando de ésta forma, el lenguaje para su debido registro y análisis. Con lo anterior se pretende prevenir nuevas fallas en instalaciones y mantenimientos.

- **Revisión de nuevos productos**

Como ya se pudo mostrar al analizar los índices de capacidad en éste capítulo, muchas veces es necesario tener la mente abierta y estar dispuesto a revisar nuevas opciones.

El mundo del aire acondicionado es muy amplio y por lo mismo, la empresa no debe de limitarse solamente a ciertos productos y maquinaria. Si se realiza un mejor estudio de la nueva tecnología, la empresa será capaz de prevenir ciertas fallas tanto internas como externas al hacer uso de productos que se acoplen de mejor forma a las condiciones y características del ambiente donde se llevará a cabo la instalación del sistema de aire acondicionado.

- **Capacitación**

La capacitación es un elemento tan básico y es sorprendente la cantidad de empresas que lo pasan por alto. La empresa de aire acondicionado realiza una capacitación semanal a su personal; desafortunadamente, las capacitaciones son enfocadas más en el área técnica que administrativa.

Por medio de una capacitación enfocada más a la parte administrativa, los operarios se sentirán más identificados con la empresa, se encaminará los métodos a su debida estandarización, se darán a conocer las responsabilidades, normas, entre otras.

3.5.1.2 Evaluación

Los costos de evaluación, son aquellos costos que la empresa debe o al menos debería de invertir para evaluar o medir la conformidad de los productos y/o servicios frente a la norma de calidad.

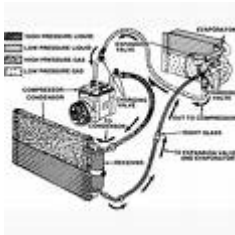
- **Encuesta de conformidad**

Una manera eficaz de comprobar si se está logrando lo esperado, es por medio de las encuestas de conformidad. Dichas encuestas son un método efectivo de conocer la opinión del cliente y al mismo tiempo evalúa el desempeño de la empresa en general.

Las encuestas forman así mismo parte importante de la documentación, ya que éstas deben de ser analizadas y almacenadas. Es importante destacar que la información es el recurso más importante para una empresa y la encuesta le puede brindar a la empresa de aire acondicionado datos para evaluar si la empresa, junto a las decisiones tomadas, van por el rumbo correcto.

A continuación se muestra la encuesta de conformidad propuesta para la evaluación de las instalaciones y mantenimiento realizado por la organización.

Figura 54. Encuesta de conformidad empresa de aire acondicionado.



Logo de la empresa

“Empresa XXX” Encuesta de Satisfacción

Nombre del Cliente: _____

Fecha:

Código: _____

Responsable: _____

1. ¿Por qué motivos es “Empresa XXX” su opción frente a otras empresas del rubro?

Calidad en el servicio

Reconocimiento de marca

Confiabilidad

Precio

Otro _____

Comentarios: _____

Conteste las siguientes preguntas marcando en los casilleros de acuerdo con los criterios indicados:

- 1. MUY INSATISFACTORIO 2. INSATISFACTORIO 3. REGULAR**
4. SATISFACTORIO 5. MUY SATISFACTORIO

2. ¿Cuál es el nivel de satisfacción con cada departamento de nuestra empresa?

	1	2	3	4	5
• Área de ventas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Área de contabilidad	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Área de producción	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Área de logística	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

3. ¿Cuál es su nivel de satisfacción nuestra área de producción con respecto a:

	1	2	3	4	5
• Asesoramiento técnico	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Imagen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Solución adecuada	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Tiempo de atención a su reclamo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

4. ¿Cuál es su nivel de satisfacción con nuestra área de ventas con respecto a:

	1	2	3	4	5
• Atención al cliente	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Rapidez de respuesta	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Servicio post venta	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Cumplimiento de lo acordado	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

5. ¿Cuál es su nivel de satisfacción en cuanto a la calidad de nuestro servicio?

1	2	3	4	5
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Comentarios:

6. ¿Cuál es su nivel de satisfacción en cuanto al desempeño de nuestro personal?

1	2	3	4	5
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Comentarios:

7. ¿Cuál es su nivel de satisfacción general con la “Empresa XXX”?

1	2	3	4	5
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Comentarios:

- **Control de la documentación**

Con sólo implementar la documentación como método de prevención no basta ya que cualquier operario tiende a regresar a lo habitual con el tiempo. Es necesario llevar un estricto control para asegurar su cumplimiento y que de ésta forma se puedan percibir los beneficios plenamente.

- **Gráfico “C” de quejas**

El gráfico “C” se una forma más de analizar la variabilidad del número de defectos. Para el caso específico de la empresa de aire acondicionado, se toman las quejas realizadas por los diferentes clientes que recibieron un producto y/o servicio por parte de la empresa durante 25 semanas.

Cada queja realizada por algún cliente por la incorrecta instalación o mantenimiento de un sistema de aire acondicionado tipo mini split es tomada como defecto. Los resultados obtenidos se muestran en la siguiente figura:

Figura 55. Quejas realizadas por los clientes durante 25 semanas.

Semana	Quejas
1	3
2	4
3	5
4	4
5	2
6	2
7	1
8	3
9	2
10	4
11	3
12	5
13	3
14	6
15	6
16	4
17	4
18	5
19	6
20	2
21	4
22	2
23	3
24	3
25	4
Total	90

Figura 56. Resumen de gráfico de control de defectos.

Cmedio	3.6
LES	9.29
LCC	3.6
LEI	-2.09
LEI	0

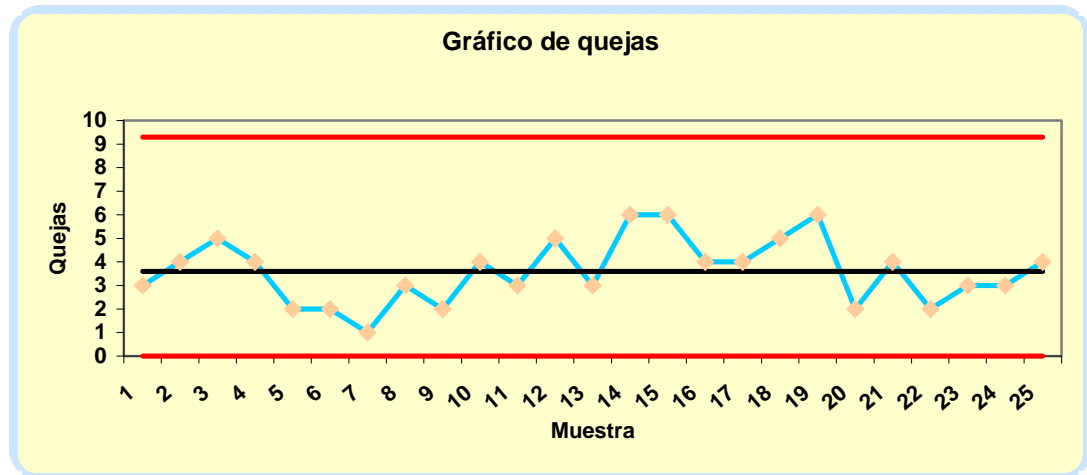
Al igual que para los gráficos por variables realizados para comprobar la capacidad del proceso con respecto a la distancia de las tuberías, se realizó un programa que necesita únicamente como dato de entrada la suma de quejas por semana.

Al ingresar dichos datos, el programa automáticamente calcula los límites de control mostrados en las figuras 57 y 58 los cuales a su vez son la base para el análisis numérico y gráfico.

Figura 57. Cálculo del gráfico de control de defectos.

Quejas	LEI	LCC	LES
3	0	3.60	9.29
4	0	3.60	9.29
5	0	3.60	9.29
4	0	3.60	9.29
2	0	3.60	9.29
2	0	3.60	9.29
1	0	3.60	9.29
3	0	3.60	9.29
2	0	3.60	9.29
4	0	3.60	9.29
3	0	3.60	9.29
5	0	3.60	9.29
3	0	3.60	9.29
6	0	3.60	9.29
6	0	3.60	9.29
4	0	3.60	9.29
4	0	3.60	9.29
5	0	3.60	9.29
6	0	3.60	9.29
2	0	3.60	9.29
4	0	3.60	9.29
2	0	3.60	9.29
3	0	3.60	9.29
3	0	3.60	9.29
4	0	3.60	9.29

Figura 58. Gráfico de defectos.



La figura anterior muestra que no existe ningún dato fuera de los límites de control y a su vez la tendencia de los mismos supone un comportamiento totalmente aleatorio. Interpretando los límites, se espera que el número de quejas por cada 25 semanas fluctúe entre 0 y 9.29, con un promedio de 3.6.

Es evidente que estas cantidades son altas, por lo se espera que al implementar el sistema de costos de calidad propuesto, éstas bajen de forma significativa. Es importante destacar que se requiere de un nuevo análisis de quejas luego de la implementación de los métodos de prevención y evaluación.

- **Auditorías**

El objetivo de las auditorías consiste en apoyar a los miembros de la empresa en el desempeño de sus actividades brindándole evaluaciones, recomendaciones e información concerniente a las actividades revisadas. Es muy común que sea más sencillo para agentes externos identificar y evaluar las actividades que se realizan dentro de una organización.

Las auditorías son una herramienta útil que tiene como objetivo principal la evaluación sistemática de la empresa, brindándole a la misma una idea global de su estado actual y de lo que debe de mejorar, que en nuestro caso debe de estar enfocado hacia la calidad tanto del producto como servicio.

- **Auto inspecciones**

Las auto inspecciones como método de evaluación dentro de la empresa deberán ser realizadas de forma independiente y pormenorizada por una persona o personas competentes nombradas a tal efecto por la organización. Con esto se pretende eliminar los errores humanos que son muy comunes y evidentes en las instalaciones y mantenimiento de aire acondicionado.

Así mismo, las auto inspecciones deben ser registradas, incluyendo todas las observaciones realizadas durante las inspecciones y en su caso, las propuestas de medidas correctoras. También deben de quedar registradas las declaraciones sobre las actividades emprendidas como consecuencia de la auto inspección.

- **Calibraciones**

Para la instalación de un sistema de aire acondicionado tipo mini split, son necesarias varias herramientas las cuales por factores de tiempo o simple descuido, se encuentran deterioradas o mal calibradas. Se debe de calibrar y en su debido momento sustituir las herramientas para que se puedan tomar las medidas de voltaje, amperaje, presión, entre otras de forma precisa y correcta.

De esta manera, se eliminarán ciertas causas que provocan que el sistema no arranque o enfríe adecuadamente.

3.6 Resultados

La idea del sistema de costos de calidad propuesto es brindarle a la empresa de aire acondicionado las herramientas y métodos necesarios que no requieran de gran cantidad de capital como inversión.

Son métodos muy simples de ingeniería que si se aplican y se les da un seguimiento adecuado, eliminarán en gran parte los costos de fallo interno y externo evidenciando claramente los beneficios que conlleva.

Es de vital importancia volver a resaltar que las causas de los fallos descritos en éste capítulo tienen como efecto monetario las fallas internas y externas que se analizaron. Al fomentar la prevención y evaluación dentro de la empresa, desaparecerán gradualmente los costos de fallas internas y externas, conjuntamente con las causas mencionadas.

- El punto de equilibrio como indicador

Tabla XXX. Datos necesarios para el cálculo del punto de equilibrio.

COSTOS FIJOS	
Mano de obra directa	Q 13,700.88
Transporte	Q 6,966.00
Alquiler	Q 6,000.00
Teléfono, Internet, etc	Q 1,750.00
Impuestos	Q 3,000.00
Otros	Q 3,500.00
TOTAL	Q 34,916.88
COSTOS VARIABLES	
Energía eléctrica	Q 306.90
Agua	Q 200.00
Insumos	Q 10,266.85
Horas Extra	Q 7,006.50
Gastos de reposición	Q 102.67
TOTAL	Q 17,882.92
COSTOS VARIABLES POR PERDIDA	
Costos de falla interna	Q 84,614.90
TOTAL	Q 84,614.90
PRECIO DE VENTA UNITARIO	
Costo de instalación	Q 22,991.87
Ganancia	30%
TOTAL	Q 29,889.43
P.E.	NO EXISTE (número negativo)

Para el cálculo del punto de equilibrio es necesario calcular los costos fijos y variables, así como los costos por falla interna y el precio de venta unitario.

La tabla XXX muestra el desglose de dicho cálculo que nuevamente fue analizado junto con la empresa para asegurar su veracidad.

Así mismo, se hace la aclaración que con excepción de los costos fijos, los costos variables, costos variables por pérdida y el precio de venta, fueron calculados en base a los datos proporcionados por parte de la empresa y al análisis realizado en éste capítulo. Dichos costos son los incurridos por parte de la organización para la instalación de un aire acondicionado tipo mini split.

El objetivo del punto de equilibrio utilizado en este capítulo es determinar el efecto que los costos variables por pérdida o también llamados costos de falla interna, que tiene sobre el punto de equilibrio de la empresa; de forma específica, sobre la instalación de aire acondicionado tipo mini split.

$$PE = \frac{CF}{(P - CV_v - CV_{pt})}$$

PE = NO EXISTE; número negativo

Al introducir los datos de la tabla anterior en la fórmula del punto de equilibrio, se obtiene un número negativo. Dicho valor negativo nos indica que el efecto de las fallas internas sobre el punto de equilibrio de la empresa es grande.

El punto de equilibrio utilizado es un indicador que confirma lo que los costos de fallas internas en el proceso de instalación y mantenimiento de aire acondicionado tipo mini split es exageradamente elevado.

- **Costos de calidad**

A continuación, se muestran las tablas resúmenes de los costos de fallas interna y externa que fueron identificadas y luego calculados. Dichos costos fueron analizados conjuntamente con la empresa de aire acondicionado para asegurar que éstos sean los más reales posible.

Tabla XXXI. Cuadro resumen del cálculo de las fallas internas por mes del área de producción.

<i>Descripción</i>	<i>Costo por mes</i>
Mano de obra	Q 6,850.44
Transporte	Q 3,483.00
Horas extra	Q 7,006.50
Costo de oportunidad	Q 55,180.50
Rotación de personal	Q 2,500.00
Análisis de fallas	Q 1,800.00
Accidentes	Q 3,794.46
Reprogramación	Q 1,500.00
Mal llenado de formularios	Q 2,500.00
TOTAL	Q 84,614.90

Tabla XXXII. Cuadro resumen del cálculo de las fallas externas por mes del área de producción.

<i>Descripción</i>	<i>Costo por mes</i>
Visitas	Q 3,676.61
Reclamos	Q 3,400.00
Demandas	Q 1,200.00
Pérdida de clientes	Q 6,897.56
Respuesta de quejas	Q 5,000.00
Productos y materiales devueltos	Q 450.00
Costo de garantía	Q 5,128.21
Pérdida de cuota de mercado	Q 5,242.15
TOTAL	Q 30,994.53

Es vital destacar que cada costo antes mencionado, lleva implícito ciertas actividades, leyes, políticas, entre otros que conjuntamente forman cada costo de falla interna y externa. Por falta de espacio, se limitó solamente a presentar los datos obtenidos y no el desglose de cada uno de ellos.

Como se menciona repetidas veces durante los primeros capítulos, el objetivo principal del sistema de costos de calidad, es implementar herramientas que no involucren o conlleven una gran inversión pero que a su vez disminuyan de gran manera los costos de los fallos encontrados.

En las dos tablas siguientes, se muestran los costos que conllevaría implementar cada una de las herramientas o métodos descritos.

Tabla XXXIII. Resumen de costos de prevención propuestos para el área de producción.

<i>Descripción</i>	<i>Costo por mes</i>
Pronósticos	Q 700.00
Estudio de capacidad	Q 1000.00
Documentación	Q 600.00
Inventarios	Q 1200.00
Llenado de formularios	Q 800.00
Revisión de nuevos productos	Q 3500.00
Capacitación	Q 8000.00
TOTAL	Q 15800.00

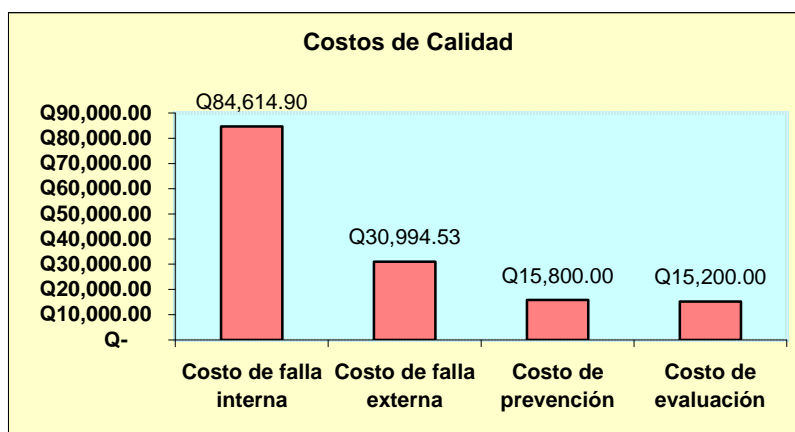
Tabla XXXIV. Resumen de costos de evaluación propuestos para el área de producción.

<i>Descripción</i>	<i>Costo por mes</i>
Encuesta de conformidad	Q 3500.00
Control de la documentación	Q 850.00
Gráfico de quejas	Q 1350.00
Auditorias	Q 6000.00
Auto inspecciones	Q 1000.00
Calibraciones	Q 2500.00
TOTAL	Q 15200.00

Como se puede apreciar, los costos de prevención y evaluación en las cuales la empresa debería de incurrir, son muy bajas si se comparan con los costos de falla interna y externa.

Así mismo, en base a criterio del autor, los métodos de prevención y evaluación propuestos son los que mejor se aplican a la empresa. Eso no significa que no existan otras herramientas que se puedan implementar, mejorando con ellas la calidad de los productos y/o servicios y a su vez, disminuyendo notablemente los costos de fallas.

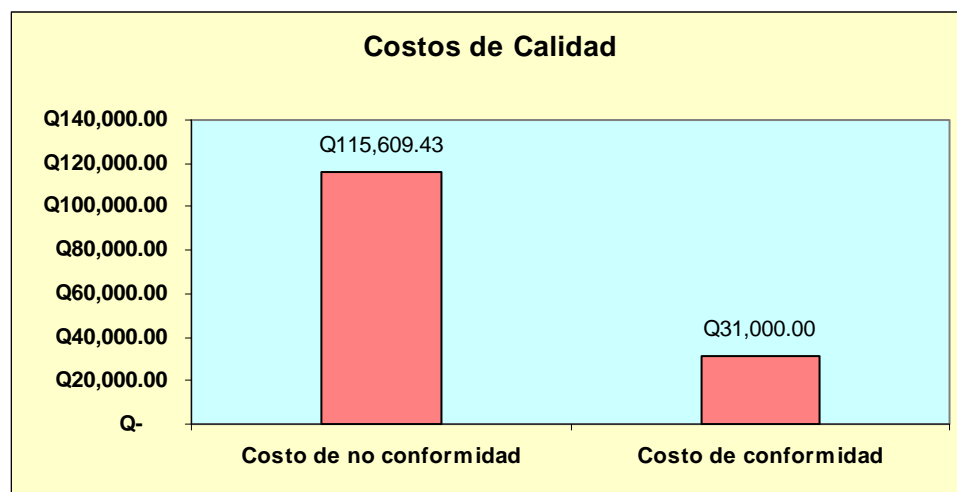
Figura 59. Comparación de costos de calidad de la empresa de aire acondicionado.



En el gráfico anterior muestra de forma gráfica los resultados obtenidos al calcular y analizar cada uno de los costos de calidad; costos de falla interna/ externa, costos de prevención y costos de evaluación.

Así mismo, se puede observar que los costos causados por las fallas internas representan el 52% de los costos de calidad previo a su implementación y en segundo lugar, se encuentran los costos de fallas externas con aproximadamente el 22%.

Figura 60. Comparación de los costos de conformidad y costos de no conformidad de la empresa de aire acondicionado.



En el gráfico anterior, claramente apreciamos que los costos de no conformidad triplican fácilmente los costos de conformidad. Dicho de otra manera, la figura 60 muestra el alto costo que representan las fallas tanto externas como internas siendo éstas comparadas con los costos de prevención y evaluación.

4. IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA

El sistema de costos de calidad propuesto en el capítulo anterior, destaca la importancia y las ventajas que éste brindaría si se implementara de forma correcta. La ventaja de dicho modelo es que hace hincapié sobre los costos; un lenguaje universal para la toma de decisiones de los directivos.

Está claro que con sólo proponer métodos o herramientas como soluciones óptimas para un problema no sirve de nada si éstos no son implementados y se le realiza un seguimiento adecuado y continuo. Se podría decir que la propuesta es solamente el primer paso para ver los resultados y ésta depende enteramente de su implementación.

En la mayoría de ocasiones, la implementación es la tarea o parte más difícil y que mayores problemas da ya que por lo general, los colaboradores por costumbre o simple rebeldía, suelen retornar al método o forma antiguamente utilizada; creando una especie de “espejismo” ya que cuando se cree que se está avanzando o mejorando, en realidad la empresa de aire acondicionado se encuentra estancada o incluso empeorando.

4.1 Capacitación

La capacitación es vital en cualquier proceso de implementación y ésta a su vez posee varias facetas, utilidades y finalidades.

En el capítulo anterior, se mostró la capacitación como una forma o método de prevención orientada a eliminar o al menos reducir las fallas internas y externas. Se desea destacar que la capacitación es tan útil y necesaria dentro de cualquier etapa, que ésta es indispensable para la implementación del método propuesto.

Es evidente que el lenguaje e intereses de los colaboradores y directivos no son los mismos. Por lo mismo, se pretende armar o crear dos tipos de campañas de capacitación dirigido a las dos partes interesadas. La diferencia primordial entre ambas campañas no radicará en su contenido ya que se debe de tratar que el mensaje principal sea el mismo; la diferencia será el método, canal y lenguaje utilizado para su propagación.

4.1.1 Dirección

Todo proceso de enseñanza y aprendizaje es complejo ya que éste trata de incorporar nuevos conocimientos, hábitos y habilidades. De esta forma se forman contradicciones totalmente normales entre lo que se conoce y lo que se está por conocer; que en este caso, es el método propuesto.

El proceso de capacitación se dificulta aún más cuando éste va dirigido a la dirección, ya que estas personas poseen vivencias, conocimientos acumulados, experiencias de trabajo y la propia vida lo cuál los lleva a actuar y tomar decisiones muchas veces en base a dichas experiencias.

Con marcada frecuencia, la dirección ofrece resistencia inicial al cambio que lleva implícito el proceso de aprendizaje y que pudieran alterar criterios consolidados, sobre todo si se trata de dirigentes con una vasta vida laboral. Así mismo, en muchas ocasiones la dirección se encierra en sus ideas o vivencias creyendo que todo cambio conlleva costos extras o totalmente innecesarios a la organización.

Por lo mismo, la propuesta y el proceso de capacitación deben de estar asociados con sus necesidades, lo que les permita aceptarlos entonces como metas y dirigir sus esfuerzos para su implementación y mejora.

Dicho lo anterior, se hace evidente la importancia que tiene como primer paso el proceso de sensibilización de la dirección, ya que si no se tiene el consentimiento de su parte, es inútil cualquier intento de implementar cualquier sistema de costos de calidad a pesar de la cantidad de beneficios que ésta conlleve.

La capacitación de la dirección se pretende realizar en dos etapas fundamentales:

- **Preparación**

Esta primera etapa consiste básicamente en lograr la aprobación del método propuesto por parte de la dirección. Dicho de otra manera, cambiar la falsa idea que la calidad se obtiene si y sólo si existe una inversión mayor de por medio y a su vez, ésta no le brinda beneficios a la organización.

La preparación se llevará acabo usando un lenguaje basado en costos destacando las razones por las cuales es imprescindible implementar el método propuesto haciendo de esta forma ver a los directivos las ventajas palpables que se adquieren mediante su implementación.

Para ello y con ayuda de los resultados obtenidos en el capítulo anterior, el módulo de preparación utilizará las siguientes herramientas y metodología:

✓ **Modelo tradicional de costos de calidad**

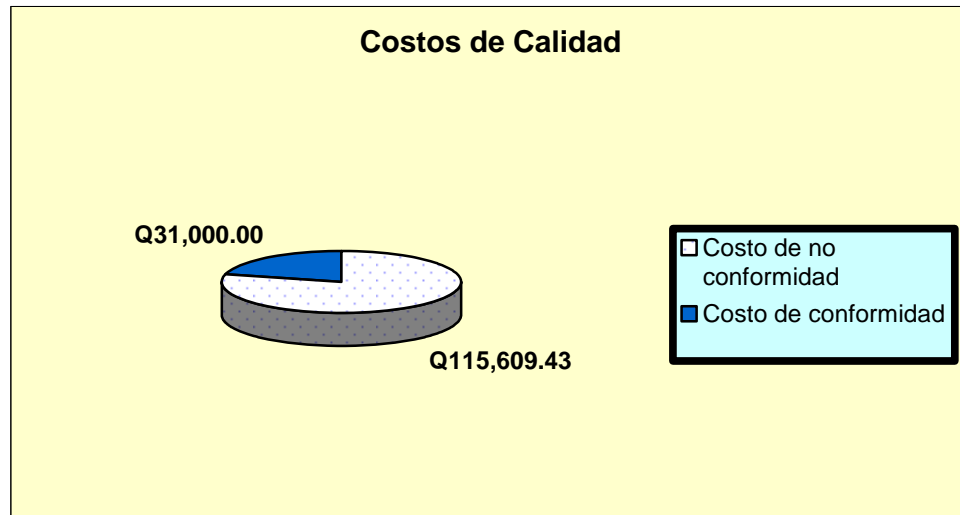
Dicho modelo fue expuesto a detalle en el capítulo anterior y se pretende usar como base para concientizar al alto mando de la empresa de aire acondicionado y a la vez, que éstos adquieran los conocimientos básicos para poder encaminar a la empresa.

De esta forma, la directiva obtendrá una más clara y precisa idea de lo que se pretende lograr y hacia donde se dirige la empresa mediante la implementación del sistema de costos de calidad.

✓ **Análisis de Costo-Beneficio**

Utilizando nuevamente como base los cálculos expuestos y calculados en el capítulo anterior; haciendo un mayor énfasis en las tablas XXX, XXXI, XXXII y XXXIII se pretende cuantificar en unidades monetarias el beneficio obtenido por la implementación del método propuesto siendo éste contrastado con el costo del mismo.

Figura 61. Análisis costos de conformidad y costos de no conformidad.



El gráfico 61 compara los costos de no conformidad contra los costos de conformidad evidenciando de esta manera el alto costo que representa a la empresa la falta de un sistema de costos de calidad en función del costo de su implementación.

Si la implementación se realiza de forma adecuada, se espera que los costos de conformidad observados en el gráfico, hagan disminuir los costos de no conformidad en un 85%. Es decir que por medio de una inversión aproximada de Q.31,000.00 destinada a la prevención y evaluación, los costos de falla interna y externa se reducirían a Q. 17,341.41; ahorrando de esta forma aproximadamente Q. 98,268.02 que antiguamente la empresa consideraba como costos implícitos del proceso y a su vez, la organización evidenciará una mejora de la calidad de sus productos y/o servicios de aire acondicionado.

- **Superación**

La segunda etapa consiste en concretar mediante la actualización, complementación y ampliación los conocimientos y habilidades de la dirección. Dicha fase debe de llevarse a cabo luego de la correcta implementación del sistema de costos de calidad.

El primordial objetivo de dicha etapa o fase es la elaboración de la carta de descripción del método. Este documento es imprescindible para la aplicación del método ya que ésta reunirá las siguientes características y funciones:

- ✓ Registrará todos los detalles del nuevo método expuestos en el capítulo anterior.
- ✓ Ayuda al adiestramiento o readiestramiento.
- ✓ Facilita a preparar las herramientas y equipo necesario.

Dicho documento será la base para la capacitación de los operarios y tendrá la función de la columna vertebral ya que en ella estarán basadas las futuras acciones y decisiones de la organización de aire acondicionado.

Es importante resaltar que se utilizará el capítulo anterior como carta de descripción del método siendo este únicamente un punto de partida para su implementación. Dicho documento deberá ser actualizado periódicamente en función de las vivencias y experiencias que surjan a partir del documento inicial.

Independientemente de las capacitaciones enfocadas a sensibilizar a la dirección con respecto al tema de un sistema de costos de calidad, se pretende también incentivarlos a apoyar el crecimiento de los colaboradores dentro de la empresa; compartiendo sin egoísmo la información de no peligro y realizando constantes propagandas de la misión, visión, objetivos, metas, etc. de la organización.

4.1.2 Operarios

Como se menciona en el capítulo anterior, la empresa de aire acondicionado capacita actualmente de forma periódica a sus operarios. Por desgracia, dicha capacitación va orientada únicamente al área técnica descuidando e ignorando la importancia que tiene también la capacitación de temas administrativos.

Al indagar sobre la razón por la cual no se realizaban capacitaciones orientadas al área administrativa pero sí al área técnica, se descubrió que la empresa no se esfuerza por comprender las necesidades de los operarios y no considera a éstos como parte vital de la empresa.

A diferencia de la dirección, los colaboradores por lo general no tienen elección acerca de la propuesta de un nuevo método o herramienta. Los operarios deben de cierta forma acatar las órdenes de los directivos, logrando únicamente que los trabajadores de bajo y medio rango sean reprimidos.

Con una doble función; capacitar a los colaboradores acerca de las herramientas propuestas en el capítulo anterior y eliminar las barreras que los privan de su derecho a estar orgullosos de su trabajo, se realizará una capacitación enfocada a darle la importancia debida a los operarios.

Para lograr una efectiva capacitación de los operarios, se utilizará la forma más común y eficaz de transmitir conocimientos. Dicho método consta de dos etapas o fases básicas que se detallan y describen a continuación:

- **Instrucción verbal**

Como primera medida, se debe de instruir acerca de los conceptos básicos de la calidad, sus ventajas, costos de conformidad y no conformidad, entre otros. Los colaboradores deben de estar concientes de la importancia que ellos y sus acciones tienen para la supervivencia de la organización.

Luego, utilizando nuevamente el modelo tradicional de costos de calidad, se mostrará la importancia del desarrollo de las tareas de prevención y evaluación propuestas en el capítulo anterior y a su vez, se les pretende instruir acerca de su correcta utilización e interpretación.

Para lo anterior, se pretende incluir en el contenido de la capacitación técnica que se realiza actual y periódicamente, capacitación administrativa haciendo énfasis en los siguientes temas:

- ✓ Pronósticos
- ✓ Estudio de capacidad
- ✓ Documentación
- ✓ Llenado de nuevos formularios
- ✓ Encuestas de conformidad
- ✓ Control de documentación
- ✓ Gráfico de quejas
- ✓ Auto inspecciones
- ✓ Calibraciones

Como mínimo cada uno de los temas anteriores debe abarcar la forma en que estas herramientas serán utilizadas en beneficio de la empresa destacando la importancia de su buen uso así como su importancia para asegurar el éxito del sistema de costos de calidad.

Como se menciona anteriormente, la base para dicho módulo será el capítulo anterior, donde se explica la función y correcta utilización de cada uno de los temas anteriores.

A continuación se muestra una breve propuesta del contenido o programa que se deberá de cubrir durante la fase de la instrucción verbal:

a. Presentación de facilitadores

En esta primera parte, se deberá de dar una cálida bienvenida a todos los participantes y se deberán de presentar los facilitadores. Es de vital importancia que expresen el propósito de la capacitación y comuniquen cualquier tipo de información administrativa.

b. Presentación individuales

Una propuesta interesante para esta fase será circular una caja de fósforos donde los participantes de la capacitación se turnan para encender un fósforo y decir su nombre, de dónde proviene y el grupo con que trabajan. Sólo les estará permitido hablar mientras el fósforo esté encendido logrando de esta forma una manera divertida y dinámica de asegurar que las presentaciones no se extiendan demasiado y que todos tengan la misma cantidad de tiempo para presentarse.

c. Presentación grupales

Para lograr saber más unos de otros de una manera amena, se utilizará una actividad llamada Retrato Grupal. Dicha actividad consiste en lo siguiente:

- Dividir a los participantes y a los facilitadores en grupos de aproximadamente cuatro o cinco personas. Se debe de asegurar de que en lo posible cada grupo incluya a hombres y mujeres de diferentes edades.
- Pedir a los integrantes de cada grupo que se sienten juntos y hagan sus presentaciones. No deberán hablar de nada demasiado serio ni de ningún tema vinculado a su trabajo. A modo de ejemplo, se propone que hagan preguntas acerca de sus familias, pasatiempos, entre otras.
- Entregar a cada grupo un papel afiche y pedir que hagan un dibujo de su grupo que incluya a cada integrante del grupo y su nombre.
- Pegar los dibujos o gráficos en una pared donde todos puedan verlos y pedir a un integrante del grupo que presente el mismo.

Por medio de dicho ejercicio, se busca romper el hielo logrando a su vez el trabajo en equipo ayudándolas a recordar los nombres de los demás integrantes del grupo.

d. Expectativas y preocupaciones

En los mismos grupos de cuatro o cinco trabajadores, los participantes deberán reflexionar sobre sus expectativas para la capacitación. De esta manera se les ayuda a identificar lo que esperan aprender y aplicar a su trabajo al finalizar la capacitación.

Es de suma importancia que se les motive y anime a pensar en sus diferentes situaciones de trabajo y cuáles son las preocupaciones o dificultades específicas que enfrentan en el momento.

La dinámica en dicha fase consistirá en brindarle a cada grupo dos hojas de papel de distintos colores para que en una de ellas, anoten las expectativas de capacitación y en la otra tres preocupaciones.

Al finalizar, cada grupo deberá presentar sus expectativas y preocupaciones invitando a otros participantes a agregar comentarios. El objetivo de los facilitadores será responder, dirigiéndose a las preocupaciones que se han presentado invitando a una discusión.

e. Metas de la capacitación

En dicha etapa, se busca aclarar y presentar los objetivos que se buscan alcanzar por medio de la capacitación; destacando la importancia del éxito de la misma no sólo para la empresa de aire acondicionado sino que también para cada uno de los trabajadores. Lo anterior basado como se ha mencionado en repetidas ocasiones, en el capítulo anterior del presente trabajo.

f. Comisiones de la capacitación

Durante la capacitación, los participantes deberán de compartir la responsabilidad por diferentes tareas que para efectos del presente programa serán llamadas comisiones.

- **Comisión de repaso**

Dicha comisión tiene como objetivo repasar lo aprendido en la sesión de capacitación anterior mediante una actividad de repaso de 5 a 10 minutos. Esta podría ser una breve prueba o un juego en el que las personas tengan que usar una nueva habilidad o idea que hayan aprendido.

Los coordinadores de dicha comisión, deben evitar la presentación de un informe narrativo del contenido de la sesión anterior. El propósito de lo antes mencionado es reforzar el aprendizaje y ayudar a las personas a concentrarse en el contenido de la capacitación.

- **Comisión de recreación**

Esta comisión es muchas veces pasada por alto cuando en realidad es de suma importancia. Para mantener la armonía durante la capacitación se debe de incluir un módulo el cual use dinámicas en diferentes momentos durante las sesiones para romper con la monotonía y aburrimiento que muchas veces causa la capacitación.

g. Reglas básicas

Una de las reglas de oro para que la capacitación sea un éxito es que los trabajadores formen parte de dicho proceso. Para ello, se debe de preguntar a los participantes cuáles son las actitudes y conductas que consideran importantes para aprender y trabajar juntos.

Dichas formas de trabajo acordadas deberán guiar el pensamiento y la conducta de las personas estimulando un sentido de responsabilidad conjunta.

h. Puntos de aprendizaje y aplicación

Al finalizar cada sesión de capacitación puede ser útil reflexionar individualmente sobre lo que han aprendido y sobre cómo aplicarán lo aprendido en cada situación individual.

Para ello, se puede llevar una dinámica muy simple que consiste en brindarle a cada participante tres tarjetas de diferentes colores. Al finalizar cada sesión, se les deberá de animar a escribir lo siguiente en cada tarjeta:

- En la primera tarjeta, algo que dejarán de hacer como resultado de lo aprendido.
- En la segunda tarjeta, algo que pondrán en práctica aunque no inmediatamente.
- En la tercera y última tarjeta, algo que hayan aprendido y que pondrán en práctica inmediatamente.

Es importante que los participantes utilicen el mismo código de colores cada vez que usen este método de reflexión y planificación. Estas ideas pueden ser compartidas informalmente con otros participantes pero el propósito primordial es ayudar a las personas a registrar lo aprendido y aplicarlo.

Siguiendo el programa anterior, se garantiza la consecución de la capacitación y es en esta fase donde resalta la gran importancia que tiene la aceptación del método propuesto por parte de la directiva, ya que éstos deben de apoyar durante del proceso de aprendizaje de los operarios.

La capacitación será realizada los días sábados ya que en éste día, la sala de ventas permanece cerrada logrando de esta forma, contar con la totalidad de operarios sin interrumpir sus labores diarias.

- **Mostrar el trabajo**

Teniendo ya los trabajadores la base de las herramientas propuestas en el capítulo anterior, se les facilitará el proceso de aprendizaje y es en éste punto donde se debe de mostrar la forma adecuada de realizar las cosas.

Los encargados de realizar dicha tarea serán los supervisores que a su vez deberán de seguir de cerca el desarrollo del aprendiz en el desempeño de su trabajo diarios, a fin de comprobar la eficacia de su tarea y le dé oportunidad al operario de consultarle sobre cualquier problema que encuentre.

De igual forma que la fase teórica de la capacitación, esta etapa deberá ser realizada los días sábados por medio de casos reales y aplicables destacando la importancia de su correcta utilización.

Como complemento, la capacitación dirigida a los operarios deberá contener los siguientes temas y elementos propuestos a continuación para su correcta y exitosa implementación:

4.1.2.1 Hoja de especificación

Parte primordial de la capacitación y por lo tanto, de la implementación del sistema de costos de calidad, es contar con información objetiva que facilite las acciones y el manejo de las herramientas expuestas en el capítulo anterior.

De lo anterior se desprende la necesidad de contar con métodos que faciliten la obtención y el análisis de datos, para que éstos se conviertan en información que se usen de manera cotidiana en la toma de decisiones; destacando para dicho propósito la hoja de especificación.

La hoja de especificación, verificación o registro es un formato construido especialmente para recabar datos, de tal forma que sea sencillo su registro sistemático y que sea fácil analizar la manera en que los principales factores que intervienen influyen en una situación o problema específico.

A continuación se presenta el modelo de la hoja de especificación propuesta para recabar los datos necesarios para la implementación y puesta en marcha del sistema de costos propuesto. Dicho en otras palabras, la hoja ayudará a reunir la información requerida por los métodos expuestos en el capítulo 3 y para análisis de futuras mejoras.

Figura 62. Hoja de especificación.

			HOJA DE VERIFICACION		
Logo de la empresa					
Proceso:					
Area:					
Encargado:					
Inspector:					
Objetivo:					
REVISION No.	FECHA	HORA	RESULTADO	OBSERVACIONES	FIRMA

Es importante resaltar que la hoja de verificación anterior, esta diseñada de una forma genérica para que pueda ser aplicada para la recolección de cualquier tipo de datos requeridos por los métodos propuestos en el capítulo anterior.

4.1.2.2 Incentivos

Como parte de la implementación del sistema de costos de calidad, se requiere de incentivos no financieros dentro de la organización. Los incentivos no financieros o también conocidos como retribución consisten en alinear los objetivos individuales de los empleados con los de la empresa. En medida con que se logre dicha alineación, se ha de hablar de la eficiencia de la implementación del modelo propuesto.

Para tal fin, se requiere que durante las capacitaciones de los colaboradores se:

- Informe a los empleados acerca de los objetivos, misión y visión de la empresa.
- Discutir y dar a conocer las desviaciones respecto a la consecución de esos objetivos por parte de los empleados
- Lograr corregir dichas desviaciones

Si se logran cumplir los puntos anteriores, se estaría dando un gran paso para la implementación del sistema de costos de calidad y a su vez, los colaboradores se sentirán motivados y con ánimo de realizar su trabajo.

4.1.2.3 Sistema de sugerencias

Otro aspecto importante y que no se debe de pasar por alto es que los colaboradores se identifican de forma personal si se comparte cierta información y se les toma en cuenta para la toma de decisiones que se encuentren a su alcance.

En la mayoría de los casos, las personas que más identificadas y que mejor conocen los procesos de instalación y mantenimiento de aire acondicionado son los colaboradores.

Partiendo de esta idea y de la premisa que como parte de la implementación de un sistema de costos de calidad en el proceso de mantenimiento e instalación de aire acondicionado, es de vital importancia lograr que los colaboradores se sientan orgullosos e identificados con su trabajo, se expone que un mecanismo de sugerencias interno es un factor importante para la correcta implementación de la prepueta.

Las sugerencias deberán representar ideas y recomendaciones aportadas por los mismos colaboradores, que indican que puntos, ya sea del producto, servicio, sistema propuesto, método de implementación, entre otros, según su criterio y experiencia, se debe de mejorar.

Para que el sistema de sugerencias funcione y cumpla con su propósito, la organización debe de asegurar y brindar los medios para que las sugerencias de los colaboradores se hagan escuchar. Se destaca que se debe de incentivar a los colaboradores a realizar sus sugerencias y hacerles ver que no correrán peligro de despido o suspensión.

Los medios propuestos para que los colaboradores expongan sus sugerencias son:

- Buzones
- Libro de sugerencias
- Correo electrónico
- Personal

A continuación se describen cada uno de los medios para la recepción de sugerencias y su forma de operación:

- **Buzón**

Este sistema es el ideal si los colaboradores, a pesar de aclarar que realizarán los directivos acerca del no despido o suspensión, desean contribuir con sugerencias de forma anónima. Los buzones deberán colocarse en áreas visibles y al alcance de todo operador para que cualquiera pueda realizar una sugerencia.

La dirección debe enfatizar la idea de sugerir utilizando un lenguaje adecuado y expresar las ideas de forma clara y limpia.

- **Libro de sugerencias**

El libro de sugerencias tiene las mismas características que el buzón de sugerencias, con la diferencia que la información queda registrada en un libro de anotaciones.

- **Correo electrónico**

La utilización del correo electrónico es una forma más personal de realizar las sugerencias. Para dicho sistema o método, se debe de establecer la persona encargada de recibir y filtrar cada sugerencia recibida.

- **Personal**

En muchas ocasiones, el personal por miedo de opinar o dar una sugerencia pensando que ésta es poco constructiva, se limitan a guardarse sus ideas.

El sistema de sugerencias personal, es un método más efectivo ya que se pretende llevar acabo durante la capacitación mencionada con anterioridad. Durante la exposición de los puntos y explicación de la propuesta, se debe de incentivar a los colaboradores a que opinen y sean creativos al respecto. De esta forma, contribuirán a su vez, a tener capacitaciones mucho más dinámicas y participativas.

Todas las sugerencias deberán ser filtradas y estudiadas por la dirección de forma mensual. Si la idea dada por el colaborador beneficia de cierta forma a la empresa, esta persona será retribuida monetariamente incentivándola a seguir adelante y continuar con sus grandes aportes.

4.1.2.4 Servicio y satisfacción del cliente interno

Capacitar a los operarios acerca del servicio y satisfacción del cliente interno es de suma importancia para que la implementación del sistema de costos de calidad propuesto sea conseguida y ésta a su vez sea exitosa.

En muchas ocasiones, se considera que al único cliente al que se le debe de brindar un producto y/o servicio es al consumidor final; siendo esto una idea totalmente equivocada y contraproducente. La idea principal del servicio y satisfacción del cliente interno radica en que se debe de ver al siguiente departamento o área de trabajo como un cliente.

De esta forma, los operarios se esforzarán por brindarle información, atención, servicio y productos adecuados al próximo departamento, agregándole valor y calidad a cada y en cada uno de ellos.

La relación existente entre el servicio y satisfacción del cliente interno y el sistema de costos propuesto en el capítulo anterior, radica en que todo departamento de la empresa de aire acondicionado, tiene cierta relación con el área de producción; instalación y mantenimiento del equipo de aire acondicionado.

Tabla XXXV. Matriz clientes internos de producción.

Area \ C.I.	Producción
Ventas	
Contabilidad	
Logística	
Bodega	

La matriz anterior muestra la relación existente de los departamentos de la empresa de aire acondicionado con producción. Como se destaca en la misma, todo departamento de la organización mantiene cierta relación con el departamento de producción. Por lo mismo, se considera a dicho departamento, cliente interno de las demás áreas de la empresa.

Por lo mismo, el éxito del sistema de costos de calidad en el proceso de instalación y mantenimiento de aire acondicionado de la empresa depende enteramente de la información, servicio, productos, etc. de los demás departamentos. A modo de ejemplo, en el capítulo anterior se propuso un modelo para controlar las quejas de las instalaciones y mantenimientos realizados. Dichas quejas son recibidas por el departamento de ventas, el cual si no recibe una capacitación adecuada, por muchas razones posibles podría no encontrar importante brindarle dicha información al área de producción.

Durante la capacitación a los colaboradores acerca del servicio y satisfacción de cliente interno, son tres factores los que no se pueden dejar pasar por alto. Dichos factores son:

- **Relaciones de dependencia entre departamentos**

Arriba se planteó una matriz de cliente interno para el área de producción. El cliente interno es aquel que dentro de la organización o empresa, necesita apoyarse de su proveedor interno para desarrollar de forma eficiente su trabajo.

Por medio del establecimiento de las relaciones de dependencia, se pretende crear una visión de servicio en el interior de la organización, sistematizando de esta forma el flujo de información, promoviendo el trabajo en equipo y contribuyendo grandemente a que el sistema de costos de calidad sea implementado eficientemente.

- **Comunicación**

Promover la comunicación y desinterés es indispensable para que la información fluya eficientemente hacia el departamento de producción de la empresa de aire acondicionado. De esta forma se coordinará mejor el trabajo, se evitarán malos entendidos que podrían traer como consecuencia el fracaso de la implementación del sistema de costos de calidad propuesto.

- **Definir responsabilidades**

Cada miembro de los diferentes departamentos es responsable de su trabajo y de las actividades que con motivo de su desarrollo tenga interacción con el área de producción de la empresa. Están siempre obligados a proveerlos de los recursos y de la información necesaria para el desarrollo de sus operaciones.

4.2 Documentación

La documentación es una etapa clave para cualquier empresa que desea llevar a cabo cierta implementación dentro de la misma. La clave para lograr dicho fin es contar con disciplina, métodos adecuados y orden para realizarlo.

Por sí sola, la documentación es una poderosa herramienta capaz de brindarle a la empresa información acerca de pasados, presentes y con menos exactitud, futuros acontecimientos. Por lo mismo, no es de sorprenderse la importancia y la necesidad de la misma para la correcta implementación de la propuesta.

Los datos que por motivos del sistema de costos propuesto más nos interesan documentar son:

- Ventas de sistemas de aire acondicionado
- Quejas de instalaciones
- Quejas de mantenimientos preventivos y correctivos
- Horas extra pagadas al mes
- Reuniones
- Sesiones de capacitación al personal

Lo anterior no significa que la empresa sólo documente los puntos resaltados. Si es posible, la organización deberá documentar cualquier información que crea pertinente haciendo mayor énfasis en los puntos antes mencionados.

Para facilitar dicha labor, en el presente capítulo se propuso la hoja de especificación o verificación para llevar acabo y facilitar el proceso de la documentación; especialmente de los datos mencionados anteriormente.

A continuación se propone una serie de pasos a seguir para lograr la correcta, sistemática y ordenada documentación. Es importante resaltar que lo siguiente será solamente una propuesta y será la empresa quien decida la forma más apropiada para llevar a cabo dicho proceso.

- **Primero:** recolectar toda la información posible especialmente de los temas antes mencionados, a través de los medios que se tienen como por ejemplo: índices, encuestas de satisfacción, reportes de ventas, resultados de evaluaciones internas, información sobre pedidos, tiempos de entrega, hojas de verificación, ente otras.

- **Segundo:** una vez recolectada la información realizar un análisis verificando y comparando los resultados obtenidos con las metas que se tienen.
- **Tercero:** al comparar los resultados, detectar las posibles variaciones y determinar sus causas, las cuales en la mayoría de casos reducen los beneficios del sistema de costos de calidad propuesto.
- **Cuarto:** una vez detectadas las causas o fallas, se deberá delegar responsabilidades, tomando siempre como base la propuesta.

Para tener datos más exactos se deberá de recolectar y documentar la información antes mencionada de forma mensual para así poder medir de forma cuantificable el avance de la empresa en la consecución de la implementación.

Como parte de la documentación, la empresa debe también realizar, estudiar y acatar ciertos registros y normas. A continuación, se detalla brevemente como se debe de llevar a cabo cada una de ellas para el proceso de implementación del modelo basado en la prevención y evaluación:

4.2.1 Registros

Los registros son documentos que proporcionan evidencia objetiva de las actividades realizadas o de resultados obtenidos.

Todo registro deberá de ser debidamente analizado y luego documentado. Dichos documentos guardarán la información específica y relacionada a los procedimientos o herramientas enfocadas a la prevención y evaluación.

Dichos registros son claves para la implementación del sistema de costos de calidad ya que estas cumplirán el objetivo de comprobar si la organización de aire acondicionado cumple o no con los procedimientos propuestos; es decir ayudarán a comparar como está funcionando realmente la organización contra como debería de estar funcionando.

Así mismo, con la ayuda de la hoja de especificación y demás herramientas de recolección y análisis de datos propuestas durante de la realización del presente trabajo, se pretende que la empresa cuente con registros pertinentes y necesarios para el desarrollo adecuado de los modelos de prevención y evaluación.

4.2.2 Normas

Es indispensable que la organización cuente con normas actualizadas y enfocadas a la obtención de productos y servicios de calidad para que ésta posea un punto de referencia y le sirvan como guía para su implementación y seguimiento.

Las normas deben de estar orientadas al cumplimiento y seguimiento de las herramientas propuestas en el capítulo 3. De esta forma se contribuirá a cumplir con estándares tanto nacionales como internacionales de la instalación y mantenimiento de aire acondicionado.

Para la creación o aplicación de dichas normas y de esta forma estar un paso más cerca de la implementación del sistema de costos de calidad, la empresa debe:

- Estudiar y cumplir las normas de instalación y mantenimiento de los sistemas de aire acondicionado propuestas por el fabricante.
- Formalización de las políticas y procedimientos

- Necesidad de informar a los colaboradores de lo permitido y no permitido
- Creación de auditorías internas
- Estudio y aplicación de las normas ISO 9000 e ISO 14000

4.2.2.1 Inspección

Deben de realizarse inspecciones periódicas y documentar cada una de ellas para verificar:

- El cumplimiento de las normas
- Correcta aplicación del sistema propuesto
- Resultados obtenidos luego de su implementación
- Orientadas a la evaluación de los métodos propuestos
- Correcta capacitación de colaboradores
- Forma adecuado de toma y análisis de datos

Se asegura que si la empresa aplica las dos fases de implementación (capacitación y documentación) descritas en éste capítulo, las cuáles a su vez están basadas igualmente en principios de prevención y evaluación, la implementación del sistema de costos de calidad en el proceso de instalación y mantenimiento de aire acondicionado propuesto será un éxito. De esta forma, la organización podrá finalmente evidenciar los grandes beneficios que dicha propuesta conlleva.

La función de la inspección será comparar la información registrada con la carta de descripción del método mencionada en éste capítulo con el objetivo de evaluar el avance y poder actuar sobre la diferencia.

Como ya se mencionó anteriormente, la inspección debe realizarse de forma periódica y para efectos de la presente implementación se proponen los siguientes periodos:

- ✓ Durante los primeros tres meses, inspecciones quincenales
- ✓ A partir del cuarto mes luego de la implementación, inspecciones bimensuales

4.3 Las 5 “S”

Las 5 “S” o también conocidas como estrategia de 5 “S” representan acciones que son principios expresados con cinco palabras japonesas que comienzan con “S”. Cada palabra tiene un significado importante para la creación de un lugar digno y seguro donde trabajar.

Estas cinco palabras son:

- Clasificar (Seiri)
- Orden (Seiton)
- Limpieza (Seiso)
- Limpieza estandarizada (Seiketsu)
- Disciplina (Shitsuke)

Las 5 “S” son el fundamento del modelo de productividad industrial creado en Japón y hoy aplicado en empresas occidentales. No es que las 5 “S” sean características exclusivas de la cultura japonesa.

Todos los no japoneses practican las 5 “S” en su vida personal y en numerosas oportunidades no se las nota. Se practica el Seiri y Seiton cuando se mantiene en lugares apropiados e identificados los elementos como herramientas, extintores, basura, toalla, libretas, reglas, llaves, etc.

Cuando el entorno de trabajo está desorganizado y sin limpieza, se pierde eficiencia y la moral en el trabajo se reduce.

Son poco frecuentes las fábricas, talleres y oficinas que aplican la forma estandarizada las 5 “S” en igual forma como se mantienen las cosas personales en forma diaria. Esto no debe de ser así, ya que en el trabajo diario las rutinas de mantener el orden y la organización sirven para mejorar la eficiencia en el trabajo, obtención de las metas y la calidad de vida en aquel lugar donde se pasa más de la mitad de la vida.

Realmente, si se realizan números, es en el sitio de trabajo donde se pasa más horas de toda la vida. Ante esto se hace la siguiente pregunta: ¿vale la pena mantenerlo desordenado, sucio y poco organizado?

Es por esto que cobra importancia la aplicación de la estrategia de las 5 “S”. No se trata de una moda, un nuevo modelo de dirección o un proceso de implantación de algo japonés. Simplemente, es un principio básico de mejorar la vida y hacer del sitio de trabajo un lugar donde valga la pena vivir plenamente. Y con esto, además, se obtiene mejoras en la productividad personal y la de la empresa.

Teniendo lo anterior en mente, se considera de vital importancia que la empresa implemente la estrategia de las 5 “S”, ya que por aspectos puramente culturales, se piensa que si los colaboradores no obtienen una filosofía basada básicamente en el orden, limpieza y disciplina, la implementación del sistema de costos de calidad propuesto tendría una mayor probabilidad de disminuir sus beneficios o en el peor de los casos fracasar.

En otras palabras, si se desea asegurar el éxito de la implementación del sistema de costos, se debe de capacitar e implementar primeramente la estrategia de las 5 “S” que se describe a continuación.

Los colaboradores deben ser capacitados y motivados para que éstos hagan de dichos principios suyos, ayudándolos no sólo en su vida laboral sino que a su vez en la personal.

4.3.1 Necesidad de la estrategia

La estrategia de las 5 “S” es un concepto sencillo que a menudo las personas no le dan la suficiente importancia, sin embargo, una plana limpia y segura permite orientar la empresa y los talleres de trabajo hacia las siguientes metas:

- Dar una respuesta a la necesidad de mejorar el ambiente de trabajo, eliminación de despilfarros producidos por el desorden, falta de aseo, fugas, contaminación, etc.
- Buscar la reducción de pérdidas por la calidad, tiempo de respuesta y costes con la intervención del personal en el cuidado del sitio de trabajo e incremento de la moral por el trabajo.
- Facilitar la creación de las condiciones para aumentar la vida útil de los equipos, gracias a la inspección permanente por parte de la persona quien la opera.
- Mejorar la estandarización y la disciplina en el cumplimiento de los estándares al tener el personal la posibilidad de participar en la elaboración de procedimientos de limpieza, lubricación y ajuste.
- Hacer uso de elementos de control visual como tarjetas y tableros para mantener ordenados todos los elementos y herramientas que intervienen en el proceso productivo.

4.3.2 Paradigma de la estrategia

En una empresa ha existido y existirán paradigmas que imposibilitan el pleno desarrollo de las 5 “S”. La estrategia de las 5 “S” requiere de un compromiso de la dirección para promover sus actividades. La importancia que los encargados y supervisores le den a las acciones que deben realizar operarios será clave para crear una cultura de orden, disciplina y progreso personal.

Sin embargo, existen paradigmas habituales para las 5 “S” no se desarrollen con éxito en las empresas los cuales se detallan a continuación:

4.3.2.1 Paradigma de la dirección

- ***Paradigma 1: Es necesario mantener los equipos sin parar***

La dirección ante las presiones de entregar oportunamente y en cantidades suficientes los productos y/o servicios que se fabrican/brindan, no acepta fácilmente que un puesto de trabajo es más productivo cuando se mantiene impecable, seguro, en orden y limpio. Se considera que la limpieza es una labor que consume tiempo productivo, pero no se aprecian los beneficios de esta, de ayudar a eliminar las causas de averías como el polvo, lubricación en exceso y fuentes de contaminación.

- ***Paradigma 2: Los trabajadores no cuidan el sitio... para qué perder el tiempo***

La dirección considera que el aseo y limpieza es un problema exclusivo de los niveles operativos. Si los colaboradores no poseen los recursos o no se establecen metas para mejorar los métodos, será difícil que el operario tome la iniciativa. Es seguro que los trabajadores apreciarán los beneficios, ya que son ellos los que se ven afectados directamente por la falta de las 5 “S”.

- ***Paradigma 3: Hay numerosos pedidos urgentes para perder tiempo limpiando***

Es frecuente que el orden y la limpieza se dejen de lado cuando hay que realizar un trabajo urgente. Es verdad que las prioridades de producción a veces presionan tanto que es necesario que otras actividades esperen, sin embargo, las actividades de las 5 “S” se deben ver como una inversión para lograr todos los pedidos del futuro y no solamente los puntuales requeridos para el momento.

4.3.2.2 Paradigma de los operarios

La aplicación de las 5 “S” tiene sus barreras en ciertos pensamientos de los operarios.

Paradigma 1: Me pagan para trabajar, no para limpiar.

A veces, el personal de la organización acepta la suciedad como condición inevitable de su estación de trabajo. El operador no se da cuenta del efecto negativo que un puesto de trabajo sucio tiene sobre su propia seguridad, la calidad de su trabajo y la productividad de la empresa.

Paradigma 2: *¿Llevo 10 años.... por qué debo limpiar?*

El colaborador considera que es veterano y no debe limpiar, que esta es una tarea para personas con menor experiencia. Por el contrario, la experiencia le debe ayudar a comprender mejor sobre el efecto negativo de la suciedad y contaminación sin control en el puesto de trabajo. Los operadores de producción de la empresa de aire acondicionado asumen a veces que su trabajo es hacer cosas, no organizarlas y limpiarlas. Sin embargo, es una actitud que tiene que cambiar cuando los trabajadores empiezan a comprender la importancia del orden y la limpieza para mejorar la calidad, productividad y seguridad.

Paradigma 3: *Necesitamos más espacio para guardar todo lo que queremos.*

Esto sucede cuando al explicar las 5 “S” a los trabajadores, su primera reacción ante la necesidad de mejorar el orden es la de pedir más espacio para guardar los elementos que tienen.

Es posible que al realizar la clasificación y el ordenamiento de los elementos considerados, se percaten que no requieren de más espacio para almacenar los elementos que poseen.

4.3.3 Definiciones y aplicación

Como se menciona anteriormente, se espera que al implementar primeramente las 5 “S”, el sistema de costos de calidad tenga una mejor aprobación y un porcentaje de éxito más alto.

Es por ello que continuación se describe el contenido de cada una de las 5 “S”, así como los pasos para su correcta implementación:

4.3.3.1 Seiri

Seiri o clasificar significa eliminar del área de trabajo, todos los elementos innecesarios y que no se requieran para realizar la labor.

Frecuentemente el taller de la empresa se llena de elementos, herramientas, cajas con productos, carros, útiles y elementos personales y cuesta trabajo pensar en la posibilidad de realizar el trabajo sin estos elementos.

Se busca tener alrededor elementos o componentes pensando que harán falta para un próximo trabajo. Con este pensamiento se crean verdaderos stocks reducidos en proceso que molestan, quitan espacio y estorban.

Estos elementos perjudican el control visual del trabajo, impiden la circulación por las áreas de trabajo, inducen a cometer errores en el manejo de materias primas y en numerosas oportunidades pueden generar accidentes en el trabajo.

La primera “S” de esta estrategia aporta métodos y recomendaciones para evitar la presencia de elementos innecesarios.

- **Ejecución de la clasificación:**

La ejecución de la clasificación en la empresa de aire acondicionado se llevará a cabo por medio de dos simples pasos utilizando como base el diagrama de flujo propuesto.

- ✓ **Primero:** Se deberá hacer un listado de todas las herramientas que son necesarias en el área de producción de la empresa así como todas aquellas que no lo son. Dicho listado será la base de la clasificación y facilitará la decisión para poder desechar las herramientas innecesarias.
- ✓ **Segundo:** Se realizará una inspección a fondo del área de producción basada en el listado antes mencionado para dejar solamente lo necesario y lo que realmente ayuda al personal para la instalación y mantenimiento de aire acondicionado.

Figura 63. Diagrama de flujo para la clasificación del área de producción.



Fuente: Internet

Ejecutando Seiri, se espera obtener cuatro beneficios específicos que se mencionan a continuación:

- ✓ La obtención de más espacio
- ✓ Mejor control de inventario
- ✓ Eliminación del despilfarro
- ✓ Menos accidentes reportados en la empresa

4.3.3.2 Seiton

Seiton consiste en organizar los elementos que se han clasificado como necesarios de modo que se puedan encontrar con facilidad. Aplicar Seiton en la organización de aire acondicionado tiene que ver con la mejora de la visualización de los elementos de las máquinas e instalaciones industriales.

Una vez eliminados los elementos innecesarios, se define el lugar donde se deben ubicar aquellos que se necesitan con frecuencia, identificándoles para eliminar el tiempo de búsqueda y facilitar su retorno al sitio una vez utilizados.

- **Ejecución de la organización:**

La ejecución de la organización se llevará a cabo hasta que la clasificación en el área de producción haya sido realizada de forma ordenada y se hayan creado los listados mencionados.

Logrado lo anterior, se procede a la organización de los elementos que son útiles y necesarios dividiendo llevándola a cabo en tres pasos descritos a continuación:

- ✓ **Paso 1:** Seleccionar y definir un nombre, código o color para cada clase de artículo elegido o clasificado como necesario.
- ✓ **Paso 2:** Decidir dónde se guardarán las herramientas y el material tomando en cuenta la frecuencia de uso. Como base a dicho paso, se muestra la figura 64.
- ✓ **Paso 3:** Acomodar las herramientas y material de tal forma que se facilite el colocar etiquetas visibles y utilizar códigos de colores para facilitar la localización de los objetos de manera rápida y sencilla.

Figura 64. Clasificación de herramientas y materiales por frecuencia de uso en el área de producción.



Fuente: Internet

Ejecutando Seiton, se espera obtener cuatro beneficios específicos que se mencionan a continuación:

- ✓ Encontrar fácilmente documentos, herramientas, materiales u objetos de trabajo economizando tiempos y movimientos.
- ✓ Facilitar regresar al puesto de trabajo las herramientas y materiales que han sido utilizadas.
- ✓ Mayor control de faltantes.
- ✓ Mejor apariencia.

Es importante destacar que en el presente trabajo de graduación no se propone un nombre, color o código así como su clasificación por uso, ya que se desconoce el resultado de la primera "S" descrita en el presente capítulo. Por lo mismo, esto es solamente una guía que describe los pasos a seguir por la empresa para lograr los objetivos y metas descritos.

4.3.3.3 Seiso

Seiso que en español significa problema o defecto, consiste en eliminar el polvo y suciedad de todos los elementos de una fábrica. Seiso implica inspeccionar el equipo durante el proceso de limpieza. Se identifican problemas de escapes, averías, fallos o cualquier tipo de fugas.

La limpieza se relaciona estrechamente con el buen funcionamiento de los equipos. Seiso implica un pensamiento superior a limpiar. Exige que se realice un trabajo creativo de identificación de las fuentes de suciedad y contaminación para tomar acciones de raíz para su eliminación, de lo contrario, sería imposible mantener limpio y en buen estado el área de trabajo. Se trata de evitar que la suciedad, el polvo y las limaduras se acumulen en el lugar de trabajo.

- **Ejecución de la limpieza:**

Para ejecutar la limpieza en la organización, se pretende implementar una campaña de limpieza que se considera un buen inicio y preparación para la práctica de la limpieza permanente.

Para lograr lo anterior, se deberán de seguir dos pasos descritos a continuación:

- ✓ **Primero:** Teniendo como base las dos primeras “S” descritas anteriormente, se debe de elegir a un supervisor de área que se encargue de velar por el cumplimiento y logro de la limpieza.
- ✓ **Segundo:** Abolir la distinción existente entre el operario operativo, operario de limpieza y técnico de mantenimiento.
- ✓ **Tercero:** Teniendo el apoyo y ejemplo de la dirección, se deberá de destinar dos horas por semana para que los colaboradores del área realicen su labor de limpieza.

Ejecutando Seiso, se espera obtener cinco beneficios específicos que se mencionan a continuación:

- ✓ Aumentar la vida útil del equipo e instalaciones.
- ✓ Disminuir la probabilidad de contraer enfermedades.
- ✓ Menor cantidad de accidentes.
- ✓ Mejor aspecto
- ✓ Disminuir los daños a la ecología.

4.3.3.4 Seiketsu

Seiketsu o estandarizar es la metodología que permite mantener los logros alcanzados con la aplicación de las tres primeras "S". Si no existe un proceso para conservar los logros, es posible que el lugar de trabajo nuevamente llegue a tener elementos innecesarios y se pierda la limpieza alcanzada con nuestras acciones.

Dicho de otra manera, seiketsu es la etapa de conservar lo que se ha logrado aplicando estándares a la práctica de las tres primeras "S". Esta cuarta "S" está fuertemente relacionada con la creación de los hábitos para conservar el lugar de trabajo en perfectas condiciones.

- **Ejecución de la estandarización:**

La estandarización se realizará en dos pasos que se detallan a continuación:

- ✓ **Paso 1:** Se deberán asignar trabajos y responsabilidades. Para mantener las condiciones de las tres primeras "S", cada operario debe conocer exactamente cuáles son sus responsabilidades sobre lo que tiene que hacer y cuándo, dónde y cómo hacerlo. Si no se asignan a las personas tareas claras relacionadas con sus lugares de trabajo; Seiri, Seiton y Seiso tendrán poco significado.

En este primer paso se darán instrucciones sobre las tres "S" a cada persona sobre sus responsabilidades y acciones a cumplir en relación con los trabajos de limpieza y mantenimiento.

Para facilitar el logro de lo anterior, la organización se debe de apoyar en las siguientes herramientas:

1. Manual de limpieza:

Debe de describir los procedimientos y normas acerca del uso, mantenimiento y reparación de las instalaciones y herramientas utilizadas en el proceso de instalación y mantenimiento de aire acondicionado.

Actualmente la empresa cuenta con un manual de limpieza pero éste debe de ser actualizado utilizando como base los resultados adquiridos mediante la implementación de las tres primeras "S" descritas con anterioridad.

2. Diagrama de distribución del trabajo:

El diagrama de distribución del trabajo es de vital importancia para que las cosas se coloquen en el lugar indicado previamente establecido. Nuevamente, la empresa cuenta con un diagrama de distribución el cuál deberá ser correctamente actualizado utilizando la información y resultados logrados con Seiri, Seiton y Seiso.

- ✓ **Paso 2:** Para finalizar se tienen que integrar las acciones de Seiri, Seiton y Seiso en los trabajos de rutina logrando el mantenimiento de las condiciones como una parte natural de los trabajos regulares de cada día.

Los sistemas de control visual son una poderosa herramienta que ayudan a vincular o realizar vínculos con los estándares realizados y expuestos en el paso 1 del presente inciso.

A manera de ejemplo, si un trabajador de la empresa debe limpiar un sitio complicado en una máquina, se puede marcar sobre el equipo con un adhesivo la existencia de una norma a seguir logrando de esta forma la unificación de la clasificación, orden y limpieza. Es importante a su vez resaltar que se debe de evitar guardar estas normas en manuales y armarios debiendo ser éstas ubicadas en un lugar de fácil acceso.

Ejecutando Seiketsu, se espera obtener tres beneficios específicos que se mencionan a continuación:

- ✓ Mejora el bienestar del personal al crear un hábito de conservar impecable el sitio de trabajo en forma permanente.
- ✓ Los operarios aprenden a conocer con profundidad el equipo y elementos de trabajo.
- ✓ Errores de limpieza que puedan conducir a accidentes o riesgos laborales innecesarios son evitados.

4.3.3.5 Shitsuke

Shitsuke significa convertir en hábito el empleo y utilización de los métodos establecidos y estandarizados para la limpieza en el lugar de trabajo.

Podremos obtener los beneficios alcanzados con las primeras “S” por largo tiempo si se logra crear un ambiente de respeto a las normas y estándares establecidos.

Las cuatro “S” anteriores se pueden implementar sin dificultad si en los lugares de trabajo se mantiene la disciplina. Su aplicación nos garantiza que la seguridad será permanente y que la implementación del sistema de costos de calidad será un éxito.

- **Ejecución de la disciplina:**

Es importante resaltar que la disciplina no es visible y no puede medirse a diferencia de la clasificación, orden, limpieza y estandarización. Existe en la mente y voluntad de las personas. A pesar de ello, se pueden crear condiciones que estimulen la práctica de la misma.

Mencionado lo anterior y evaluado el departamento de producción de la organización de aire acondicionado, se procede a proponer cuatro condiciones que ayuden a que el personal de la empresa mantenga con disciplina y autonomía las prácticas de orden y limpieza.

- 1. Publicación de fotos del “antes” y “depués”:**

Muchas veces el progreso no es percatado por los miembros de una organización pudiendo de dicha forma causar cierta desmotivación entre ellos. Las fotos pretenden servir como evidencia física que se debe de encontrar al alcance y vista de cada miembro para dejar constancia de los logros y progreso de la aplicación de la metodología 5”S”.

- 2. Establecimiento de rutinas diarias:**

Aunque en muchas ocasiones resulta ser un procedimiento monótono y aburrido, es una de las maneras más eficaces de automatizar ciertas rutinas. Dichas rutinas no durarán más de cinco minutos y en ellas se debe de ahondar acerca de los objetivos y contenido de cada una de las anteriores “S” propuestas en éste capítulo.

3. Recorridos a las áreas por parte de los directivos:

A pesar que la filosofía de las 5" S" es una herramienta que se basa en la confianza y entrega de la fuerza laboral, por razones puramente culturales se propone que los directivos realicen recorridos para evaluar y observar la consecución del orden, limpieza y disciplina.

5. MEJORA CONTINUA

5.1 Eliminación de las fallas

Para que el sistema de costos de calidad propuesto tenga éxito y permanezca largo tiempo dentro de la empresa de aire acondicionado, éste deberá ser sometido a un monitoreo para verificar que los resultados esperados se estén dando. La planificación y calendarización de dicho monitoreo no se expone en el presente trabajo de graduación ya que no se sabe con certeza el resultado de la implementación del sistema de costos de calidad. Dichas inspecciones y su frecuencia deben ser realizadas en función de la deducción luego de la puesta en marcha del método propuesto.

Esta claro que ningún proceso es perfecto y siempre existen mejoras que se pueden realizar dentro del mismo. La idea de una mejora continua y la eliminación de fallas es que el proceso se acerque a la perfección hasta donde humanamente sea posible.

Con lo antes mencionado, se hace necesario mencionar que el sistema de costos de calidad en el proceso de mantenimiento e instalación de aire acondicionado propuesto, se trata en sí de un “circuito cerrado”.

El sistema de costos de calidad por sí sólo es un método que constantemente está analizando y evaluando las fallas internas y externas del área de producción. Dicho de otra manera, debido a que por naturaleza los métodos utilizados como propuesta están orientados a la prevención y evaluación, si luego o durante su implementación se da una falla, éste servirá a su vez como un método de mejora debido a las características y herramientas de las cuales está formado.

El procedimiento a seguir sería el que se formuló y explicó en el capítulo anterior. Así mismo, se destaca que el sistema de costos de calidad por sí sólo no se daría a basto para eliminar las nuevas fallas que se presenten. Por lo mismo, este capítulo destacará herramientas auxiliares al método propuesto en los capítulos anteriores para su mejora y seguimiento continuo.

5.2 Medición de desempeño

La medición o evaluación de desempeño es un método de retroalimentación del comportamiento laboral que ayudará a la empresa de aire acondicionado a tomar decisiones respecto a posibles mejoras del personal.

Por medio de la medición de desempeño que se propondrá en este capítulo se pretende básicamente evaluar el efecto de la capacitación propuesta en el capítulo anterior y si es necesario, volver a capacitar.

El objetivo principal de dicha herramienta es evaluar y/o revisar que tan bien los colaboradores están realizando sus trabajos en comparación con los estándares o lo que se espera de ellos. Nuevamente, la información y comunicación toman un importante rol y dependiendo de éstas, dicha evaluación tendrá un efecto negativo o positivo en la moral del operador.

Existen varios métodos para evaluar o medir el desempeño de los colaboradores pero se cree que por las características del área de producción el que más se acopla con las necesidades de la mejora continua del sistema de costos de calidad es el método de escalas gráficas.

Dicho método consiste en una escala que lista varios factores o características y un rango de desempeño para cada una de ellas. Al colaborador se le califica al identificar la calificación que mejor describa su nivel de desempeño por cada factor o característica.

- **Forma de uso:**

La medición de desempeño será utilizada dentro de la empresa de aire acondicionado como un método para poder evaluar si luego de la implementación del sistema de costos de calidad, se mostró un cambio positivo en pro del sistema propuesto por parte de los colaboradores.

Se deberá de asignar a una persona con conocimiento en mantenimiento e instalación de aire acondicionado tipo mini split que haya demostrado con los años ser una persona responsable y ética para encargarse de dichas evaluaciones de desempeño.

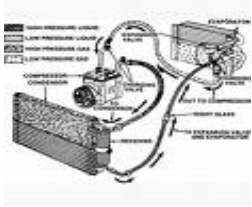
Como ya se mencionó, se debe de informar claramente a los colaboradores lo que se estará realizando para evitar malos entendidos y posibles frustraciones de su parte.

La figura 65 pertenece a la hoja de llenado propuesta donde se deben anotar y documentar los resultados obtenidos luego de la correcta suma de los diferentes factores de valorización. A su vez, en dicho formato se debe de anotar los datos personales tanto del examinador como del examinado, así como la fecha y puesto que este ocupa.

La tabla XXXVI muestra los diferentes factores de valorización así como la ponderación individual de cada una de ellas. El examinador debe de observar solamente a un colaborador a la vez, encerrando en un círculo la casilla que crea pertinente y más se acople al comportamiento de la persona siendo examinada. La suma de los puntos de esta tabla serán el resultado que se debe de entregar y presentar en la hoja de evaluación que se menciona y explica anteriormente.

Figura 65. Hoja de evaluación de personal área de producción empresa de A/A.

Hoja de evaluación



Datos generales.

Fecha:

Nombre del operador:

Cargo:

Dependencia:

MARQUE CON UN CÍRCULO EL TOTAL DE PUNTO	GRADOS
90 92 94 96 98 100	A
76 78 80 82 84 86 88	B
60 62 64 66 68 70 72 74	C
42 44 46 48 50 52 54 56	D
24 26 28 30 32 34 36 38 40	E

Firma y cargo del calificador:

Tabla XXXVI. Tabla de clasificación del desempeño método propuesto.

FACTORES DE VALORIZACIÓN	GRADOS				
	E	D	C	B	A
CONOCIMIENTO DEL CARGO Considera dominio y familiarización del evaluado con las actividades del cargo que desempeña	4 No posee conocimientos ni habilidades para el desempeño del cargo. Demuestra deseo de aprender.	8 Conoce sus obligaciones sin llegar a dominarlos.	12 Conoce sus obligaciones satisfactoriamente.	16 Conoce bien sus obligaciones y cada día se supera en el mejor desempeño de sus labores.	20 Conoce perfectamente sus obligaciones y demuestra condiciones excepcionales para el cargo.
CALIDAD DE TRABAJO Considera la capacidad, minuciosidad, pulcritud y dedicación que pone en sus labores	4 Comete errores apreciables con frecuencia y en general su trabajo es insatisfactorio.	8 Cumple en forma aceptable con las obligaciones de su puesto, debe mejorar calidad de su trabajo.	12 Cumple en forma aceptable con las obligaciones de su puesto, debe mejorar calidad de su trabajo.	16 Hace su trabajo con exactitud, pulcritud y minuciosidad.	20 Su trabajo es excepcional totalmente bueno y se supera cada vez más.
RESPONSABILIDAD Considera la actualización del colaborador para solucionar en forma oportuna situaciones difíciles	4 Requiere supervisión permanente debido a sus continuos errores.	6 Necesita frecuentemente supervisión.	10 Requiere eventual supervisión.	14 Requiere supervisión en casos especiales.	18 No requiere supervisión.
INICIATIVA Considera la habilidad del colaborador para integrarse con otros y ejecutar un trabajo	4 Conoce de iniciativa en la relación de su trabajo. Requiere instrucciones detalladas y guía permanente.	6 Tiene acciones lentas, con frecuencia hay que guiarle en su trabajo y en resolver problemas.	10 Ocasionalmente hay que guiarle en su trabajo, algunas veces tiene ideas constructivas.	14 Resuelve por sí sólo problemas que se le presenta; con frecuencia aporta ideas.	18 Constantemente contribuye con ideas y sugerencias. Resuelve por sí mismo problemas que se le presentan.
TRABAJO EN EQUIPO Considera la habilidad del colaborador para integrarse con otros y ejecutar un trabajo	2 No posee condiciones para trabajar en equipo.	4 Le cuesta integrarse en cualquier grupo.	8 Se integra fácilmente en determinados grupos.	10 Se integra plenamente con el equipo en áreas de realizar el trabajo.	14 Se integra fácilmente a cualquier equipo de trabajo.
ACTITUD Considera la disposición del colaborador hacia su oficina y su política de trabajo	2 Descontento: Critica negativamente a su centro de trabajo.	4 Indiferente: No muestra ningún interés por su centro de trabajo.	8 Aceptación: Muestra interés por su centro de trabajo.	10 Entusiasta: Se preocupa por el prestigio de su centro de trabajo.	12 Identificación: Se esfuerza por elevar su prestigio de su centro de trabajo.

5.3 Manejo de resistencia al cambio

La resistencia al cambio se podría definir como aquellas conductas de un colaborador, diseñadas para desacreditar, demorar o impedir la instrumentación de un cambio laboral.

Básicamente existen tres razones primordiales o principales por las cuales los colaboradores suelen resistirse a un cambio. La primera razón es que quizá a éstos no les agrada la naturaleza del cambio mismo. Probablemente el nuevo método infrinja su sistema de valores éticos, crean que la decisión es técnicamente incorrecta o sencillamente se rehúsan a adoptarlo por su temor a lo desconocido, amenazas a su seguridad en el empleo o de un problema comprobable.

La segunda razón es muy frecuente ya que normalmente, el nuevo método se implementa de forma autoritaria creando de esta forma que la gente se resienta o tienda a rechazar el enfoque insensible de la dirección.

La tercera razón de la resistencia es la inequidad que se experimenta cuando las personas perciben que les obliga a cambiar mientras que son otros los que aparentemente reciben los beneficios del cambio.

Dentro de una organización, la resistencia al cambio de un método propuesto será aún más intensa si las tres razones anteriores aparecen juntas. En resumen estas son: desacuerdo con la naturaleza del cambio, disgusto con el método utilizado y ausencia percibida de beneficio personal.

Para evitar lo anterior, la dirección debe de desarrollar una estrategia basada y enfocada al cambio. Este es un plan que debe contemplar los aspectos relacionados con el comportamiento, la dificultad de los empleados a abandonar antiguos métodos, las incertidumbres inherentes al cambio que suscitan temor en los trabajadores y la necesidad de crear una organización que acepte voluntariamente el cambio.

Para lograr lo anterior, a continuación se propone ocho sencillos pasos enfocados al cambio y de esta manera eliminar o al menos reducir en el mayor porcentaje posible la resistencia al método propuesto.

Paso 1: Establecer una sensación de urgencia para lograr la cooperación buscada. Un alto grado de complacencia conlleva a la falta de interés por parte de las personas para trabajar en el cambio.

Paso 2: Crear una coalición guía creado y compuesto por personas con alta credibilidad, habilidades de liderazgo y gestión que compartan objetivos comunes y altos niveles de confianza.

Paso 3: Desarrollar una visión y estrategias imaginables, deseables, factibles, focalizadas y comunicables. La visión plasma la imagen del futuro de la organización y cómo esa visión puede llegar a crearse a través de determinadas estrategias.

Paso 4: Comunicar la visión de cambio de forma simple, repetitiva, explicativa y de ser posible mediante metáforas, analogías haciéndola explícita en múltiples sesiones de capacitación.

Paso 5: Compartir el sentido de propósito de la organización y estar capacitados para desarrollar habilidades y actitudes necesarias para poder volver realidad la visión.

Paso 6: Generar victorias a corto plazo las cuales son visibles y están relacionadas con el esfuerzo para el cambio. Brinda evidencias que el sacrificio vale desalentando de esta forma a los cínicos y a los resistentes transformando así mismo a los neutrales en ayudantes activos.

Paso 7: Consolidar los logros y producir más cambios pensando a largo plazo. Los cambios importantes suelen requerir tiempo, especialmente en grandes organizaciones como es el caso de la mencionada a lo larga del presente trabajo. El progreso puede llegar a disiparse si no está anclado en la cultura corporativa y no se visualiza que si bien no podrá cambiarse todo rápidamente, sí se pueden lograr pequeños cambios.

Paso 8: Anclar los nuevos enfoques en la cultura lo cual requiere mucha comunicación y conversación entre las personas que participen en él y dependerá de los resultados para demostrar que los nuevos métodos son claramente superiores a los antiguos.

Por lo anterior, nace la necesidad de generar fuerzas de apoyo durante y después de efectuar la implementación del sistema de costos de calidad. Dentro de las actividades positivas para la generación de apoyo propuestas para disminuir o eliminar la resistencia al cambio podemos mencionar:

- **Uso de fuerzas grupales:** un cambio eficaz debe concentrarse en el grupo no solo en los individuos. El grupo es un instrumento para el ejercicio de firmes presiones en sus miembros a favor del cambio. La idea es contribuir a que el grupo se sume a la dirección en el cambio deseado. La influencia aumentará aun más si los miembros de mayor prestigio del grupo apoyan el cambio.

- **Ofrecimiento de una argumentación a favor del cambio:** un líder eficaz presenta el cambio con base en los requerimientos de la organización, más que en términos personales. Es ideal que se expongan razones objetivas, relacionadas con el desempeño, a favor del cambio. Es más probable que el cambio tenga éxito si los líderes que los introducen tienen altas expectativas del éxito.
- **Participación:** este es uno de los medios fundamentales para la generación del apoyo a favor del cambio. La participación alienta a los empleados a discutir, comunicarse, hacer sugerencias e interesarse en el cambio. Estimula el compromiso más que el mero cumplimiento del cambio. El compromiso implica motivación para apoyar el cambio y trabajar para garantizar su efectividad.

Cuando la participación aumenta, la resistencia al cambio tiende a decrecer. La resistencia disminuye porque los empleados tienen menos causas para ella, dado que sus necesidades están siendo consideradas.

De lo anterior también se debe destacar que los colaboradores deben de participar durante la planeación del cambio y no después de ella. Cuando se les involucra desde un principio, éstos se sienten protegidos contra sorpresas y que sus ideas son escuchadas y apreciadas. Una de las formas más eficientes para hacer esto es que los trabajadores descubran por ellos mismos que una situación requiere de mejoras. Esto producirá en ellos una excelente disposición.

Así mismo, como se menciona en el capítulo anterior, la dirección debe velar que el sistema de costos de calidad o cualquier cambio realizado dentro de la empresa, ofrezca a los operadores suficientes retribuciones sin tener que ser éstas monetarias. Si los colaboradores intuyen que el cambio les producirá pérdidas o desventajas, difícilmente les entusiasmará y lo apoyarán. Por medio de las retribuciones se les hace saber que su opinión y persona importan y que el cambio será beneficioso tanto para la empresa como para ellos.

En un periodo de recesión como el actual, es importante que los empleados no perciban que sus puestos están siendo amenazados por la implementación del sistema de costos de calidad; es más, se les debería de demostrar lo contrario. Los colaboradores deben sentirse cómodos y seguros en presencia del cambio y las prestaciones vigentes deben protegerse a toda costa.

Por último, se debe de fomentar la comunicación y educación ya que éstas son esenciales para obtener el apoyo de los colaboradores. Todos los involucrados, deben ser informados del cambio a fin de que se sientan seguros y de esta forma se haga posible mantener la cooperación grupal. Durante la implementación es importante que no se descuide estos dos factores tan simples pero tan importantes a su vez. Por lo mismo se precisa de esfuerzos especiales para mantenerlo en condiciones de cambio.

5.4 Factores clave para el éxito

Para cualquier cambio que se haga en la vida, sin importar su índole, fracasar es siempre mucho más sencillo que triunfar.

Bajo dicho preámbulo destacamos que los factores que se presentan a continuación son claves para el éxito del seguimiento y mejoramiento del sistema de costos de calidad propuesto. Muchos de ellos son puramente psicológicos e intentan cambiar la actitud clásica negativa y pesimista por una positiva y realista. Es impresionante lo que un cambio de actitud puede beneficiar no sólo a las personas sino que a toda la empresa.

- **Emprender con un motivo y con motivación:**

El verbo emprender es comúnmente utilizado en la vida diaria sin saber realmente el verdadero significado y lo que éste conlleva. Emprender consiste básicamente en el trecho que va del dicho al hecho.

Emprender es no darse más disculpas; es despedirse de la pereza, de la negligencia, de la desidia y de la mediocridad.

El sistema propuesto tiene varios motivos por los cuales se justificaba su implementación pero éstos individualmente, no son necesarios para que se tengan éxito en su seguimiento y futura mejora.

Para esto se requiere a su vez de una correcta motivación; se debe de creer en los beneficios que el seguimiento conlleva tanto para la empresa como para cada colaborador que lo hace posible. Esto es clave para que el sistema de costos de calidad evolucione y mejore junto con sus colaboradores.

- **Ser un luchador**

Muchas veces, las cosas no salen como la gente las planea y es fácil desmotivarse o darse por vencido. El éxito de la mejora continua es creer en la propuesta y su implementación y a pesar de las dificultades que como cualquier mejora traiga. Se debe de hacerle frente sin reproche y teniendo a toda hora en mente la meta y el esfuerzo de todas las personas que han invertido su tiempo para que el modelo propuesto haya llegado hasta dicha etapa.

- **Comunicación con los socios**

La comunicación como se menciona en repetidas veces en el transcurso del presente trabajo, toma un papel de mucha importancia tanto para la implementación del sistema de costos de calidad como para su mejora y seguimiento continuo. A su vez, esta brindará confianza a los diferentes socios de la empresa. Los socios de la empresa no forzosamente son los inversionistas o los altos directivos, se considera socio a toda persona que esté involucrada y enfocada en aplicar el método propuesto por el beneficio de la organización de aire acondicionado.

La comunicación dentro de la organización debe de ser vertical. Este tipo de comunicación tiene la característica de que fluye entre las diferentes posiciones de la jerarquía empresarial, es decir de trabajadores superiores a inferiores y viceversa. Lo positivo de este tipo de comunicación es que todos en la organización tienen información y están al tanto de lo que sucede en los diferentes estratos de la organización.

Se desea hacer la aclaración que existe información que los directivos no pueden compartir y es obvio que esta información no debe de fluir a los diferentes colaboradores de los distintos puestos. Cuando se habla de una comunicación vertical, se desea que ésta sea del tipo ascendente y descendente y que fluya únicamente información que no perjudique a la empresa.

- **Dejar de hacer depender el negocio de las ambiciones materiales**

Es muy común que los directivos de las empresas tengan como su único fin el lucro. Está claro que toda empresa privada nace con la ilusión y el objetivo de ganar dinero pero para que ésta tenga éxito en todas sus actividades, se debe de separar lo más posible el negocio de las ambiciones materiales.

Un claro ejemplo de ello es la empresa de aire acondicionado donde se propone el sistema de costos de calidad. Durante las primeras reuniones con los directivos e inversionistas de la empresa, éstos no estaban interesados en lo absoluto en cambiar su filosofía y orientar esta a la calidad.

La alta gerencia de dicha empresa tenía la idea de que el cambio de filosofía dentro de la empresa conllevaría solamente costos y que el único beneficiado sería el consumidor. Es por lo mismo que se realizó la propuesta del sistema de costos de calidad y ésta fue aceptada por los mismos al percatarse de las ventajas y beneficios que ésta le brindaría a la empresa.

La anécdota anteriormente mencionada es un claro ejemplo que para tener éxito en la realización de una propuesta, la implementación y seguimiento de la misma, muchas veces se debe de desprender, dentro de lo lógico y económicamente posible, la parte monetaria y enfocarse en aspectos y herramientas más de fondo.

- ***Empowerment***

El *empowerment* es una estrategia que es cada día más utilizada en las grandes y medianas empresas como medida de mejora y seguimiento continuo.

Empowerment es una palabra en inglés que su significado en español deriva de las palabras potenciar, poder, capacitar y permitir. Esta a su vez puede abarcar cualquier área o departamento de la empresa; pero como método de mejora continua, en la empresa de aire acondicionado, será utilizado en el área de producción.

El *empowerment* consiste en otorgarle o brindarle a los colaboradores la tecnología e información necesaria para que éstos hagan uso de ella de forma óptima, responsable y a favor de la empresa, alcanzando de esta forma los objetivos y metas propuestos.

Dicha herramienta consiste en que el líder o directivos de la empresa, delegan poder y autoridad a sus socios. La toma de decisiones ya no depende de una sola persona que normalmente se trataba de gente de alto nivel jerárquico, sino que los trabajadores poseen la autoridad, crítica y responsabilidad necesarias para llevar a cabo sus labores cotidianas.

Con ayuda de esta herramienta se le brinda la oportunidad al empleado de dar lo mejor de sí, obteniendo un mayor rendimiento en el plano tanto humano como profesional. Se reemplaza el modelo jerárquico de impartir órdenes por un modelo de que cada colaborador sea dueño de su propio trabajo.

Al utilizar el *empowerment* como herramienta de mejora continua para el sistema de costos de calidad propuesto se obtendría a su vez ventajas tales como:

1. El personal participa en la toma de decisiones
2. Se impulsa la autoestima y la confianza
3. Se reconoce a las personas por sus ideas y esfuerzos
4. Los trabajadores tienen mayor control sobre su trabajo

Es de suma importancia destacar que antes de otorgarle mayor capacidad y potestad al personal para decidir en nombre de la empresa, los directivos deben de conocer bien a sus colaboradores, las relaciones deben de ser respetuosas, los roles deben de estar bien definidos y debe de existir un alto nivel de disciplina en todos los departamentos.

Así mismo, se podría decir que el *empowerment* enfatiza todo lo analizado y descrito durante los últimos dos capítulos del presente trabajo. Los colaboradores son uno de los recursos más importantes que posee toda empresa y como tal, se les debe de brindar la atención y tiempo necesario para que toda propuesta se pueda implementar y mejorar de forma continua.

5.5 Revisión y mejoramiento continuo

Ya que el mercado es tan cambiante y más aún en los tiempos actuales donde las consecuencias de la recesión afectan a todos los empresarios a nivel mundial, para que el sistema de costos de calidad puede ser seguido y mejorado, este debe ser flexible y capaz de adaptarse a condiciones cambiantes tanto del exterior como del interior.

Como se mencionó en este capítulo, la naturaleza del sistema de costos de calidad propuesto es buscar la constante mejora hasta que los procesos de instalación y mantenimiento de aire acondicionado se acerquen lo más posible a la perfección. A su vez, se requiere más que métodos y herramientas de mejora y seguimiento; se requiere un cambio inherente en la actitud de todo socio de la empresa para que la propuesta sea un éxito dentro del área de producción.

Al alcanzar el éxito dentro del área de producción, se deberá repetir y realizar un detallado análisis de los siguientes departamentos de la empresa de aire acondicionado para que, como parte de la mejora continua, se pueda implementar el sistema de costos de calidad en dichas áreas por igual.

De esta forma, al utilizar métodos y herramientas homogéneos, se estaría hablando “un mismo idioma” dentro de toda la empresa sin importar a qué departamento o posición jerárquica pertenezca. Si se cumpliera lo anterior, se llegaría a alcanzar niveles altos de estandarización y posiblemente, se podría llegar a pensar en certificar la empresa o ciertos departamentos.

Así mismo, el sistema de costos de calidad propuesto debe ser auditado constantemente para identificar oportunidades de mejora que permitan llevar a cabo el análisis y toma de decisiones de una manera práctica y enfocada a la consecución de las metas y objetivos establecidos.

5.5.1 Auditorías internas

Las auditorías internas son aquellas actividades de aseguramiento y consulta que se realizan dentro de la empresa de forma independiente y objetiva, concebida para agregar valor y básicamente mejorar las actividades propuestas durante el capítulo 3 del presente trabajo.

Dicha herramienta es de gran ayuda a la organización de aire acondicionado ya que ésta le ayuda a cumplir los objetivos establecidos, aportando un enfoque sistemático y disciplinado para evaluar y mejorar la efectividad del sistema de costos de calidad en el proceso de instalación y mantenimiento de aire acondicionado.

Las principales funciones de las auditorías internas son:

- Promover confiabilidad al ambiente y estructura de control interno por medio de recomendaciones.
- Ayudar para que los sistemas produzcan información oportuna, útil y confiable.
- Implantando que las operaciones realizadas, sean dentro de la oportunidad del caso, identificando los riesgos y agregando valor a las mismas.
- Promover y motivar para que las políticas y procedimientos, se lleven a la práctica como fueron previstos en la propuesta del sistema de costos.
- Asesorar a la empresa y sus colaboradores a través de evaluaciones enfocadas a la mejora permanente de los métodos propuestos.

5.6 Aplicación en el área administrativa

Como ya se ha mencionado en repetidas ocasiones, la propuesta va enfocada a la implementación en el área de producción de la empresa de aire acondicionado.

Se realizó de esta forma ya que fue esta área la que presentó mayores problemas y así mismo se debía de tomar un departamento piloto para probar el funcionamiento y beneficios de la propuesta.

Para lograr lo anterior, se enfocó y buscó en el presente trabajo, proponer herramientas y métodos de implementación y mejora que se acoplaran a las necesidades y alcance de la organización sin olvidar la importancia que tienen los resultados. Se presentó como propuesta métodos y herramientas básicas y muy sencillas de utilizar, una implementación basada en la capacitación y documentación y finalmente una mejora continua basada en el cambio de actitud y pensamiento tanto de la directiva como de los colaboradores.

Es de esperarse que esto le brinde a la empresa y colaboradores beneficios tanto en el aspecto profesional como personal. Se espera también que como parte de la mejora continua, se implemente el sistema de costos de calidad en las diferentes áreas de la empresa de aire acondicionado. De esta forma se orientará no sólo a un departamento sino que a la empresa completa a una filosofía de calidad y mejora continua.

Basado en lo expuesto en el presenta trabajo, para la implementación del sistema de costos de calidad en el área administrativa, se deben de seguir cuatro pasos básicos que se muestran a continuación:

Primero: Aceptación y apoyo de la gerencia, lograda por medio de dos fases fundamentales mostradas en el capítulo anterior; la preparación y la superación.

Segundo: Capacitación de los operarios mediante la instrucción verbal y mostrando el trabajo que deben realizar. Las características y pasos para conseguir lo anterior se detallan en el cuarto capítulo.

Tercero: Eliminación de la resistencia al cambio siguiendo los ocho pasos mostrados en el presente capítulo aplicables de forma sencilla y eficazmente para cualquier tipo de empresa y/o área de la organización.

Cuarto: Seguimiento adecuado de logros y metas auxiliado de las diferentes herramientas y métodos propuestos y presentados a lo largo de los diferentes capítulos que integran la propuesta del sistema de costos de calidad.

Es importante resaltar que para poder lograr lo anterior se debe de hacer hincapié en lo iniciado por medio de la capacitación durante el proceso de implementación del sistema de costos de calidad poniendo mayor atención en los siguientes factores:

5.6.1 Servicio del cliente interno

Es común que se piense que el cliente es toda aquella persona que no se encuentra dentro de la organización y cuya preferencia o elección le brindará a la organización un beneficio.

Dicho concepto de cliente es una definición vaga y obsoleta de lo que es un cliente ya que éste no necesariamente tiene que ser un elemento que no pertenezca a la empresa. Es decir, son clientes también los directivos, colaboradores, operadores e incluso los familiares.

El concepto de cliente interno a su vez le da un giro drástico a la pirámide de mando ya que con ésta, ya no se sirve a la dirección o jefe, sino que se le sirve a los clientes. La dirección toma un rol de suma importancia ya son ellos los que deben de servirle a los colaboradores en cuanto a clientes internos brindándoles y ofreciéndoles liderazgo, motivación, formación y aquellos instrumentos que faciliten y mejoren su trabajo.

El cliente interno implica reconocer al colaborador como el principal activo de la organización. Supone apostar por una fuerza laboral estable y en constante proceso de formación, a la que se aplica el llamado salario emocional. El salario emocional es aquel valor que recibe el operador más allá del estrictamente monetario.

Así mismo, supone fidelizar al colaborador reconociendo su valor y posición dentro de la empresa. La aplicación de este concepto permite reducir o anular el periodo de adaptación de un trabajador nuevo. Otro aspecto positivo es que reduce la rotación de trabajadores ya que aumenta la identificación del empleado con su trabajo, proyecto y filosofía empresarial evitando de esta forma peligros y mala publicidad.

Como cualquier cliente, el cliente interno posee necesidades y éstas deben de ser satisfechas. Esto se puede lograr teniendo en cuenta lo siguiente:

- **Hacer sentir al cliente interno bienvenido:**

La gente necesita sentir que están contentos de verla y que se tiene la disposición de contribuir con ellas.

- **Necesidad de comprender al cliente interno:**

Se debe de interpretar claramente lo que desea y dice el cliente. Escuchar lo que demanda para poder dar una respuesta específica a lo que quiere.

- **Hacer sentir al cliente interno importante:**

La autoestima de los clientes internos es importante; cualquier cosa que se realice para hacerlos sentir especial es un paso más para el éxito del servicio del cliente interno.

- **El cliente interno debe sentirse cómodo:**

Se le debe de dar seguridad psicológica de ser atendido y que sus necesidades serán cubiertas. Llevar una buena relación con los clientes internos mantiene una salud mental y una relación de armonía en el entorno de trabajo.

5.6.2 Servicio del cliente externo

Por último pero no de menor importancia, el servicio al cliente externo es en sí un factor de mucha importancia para cualquier empresa y más aún, en una empresa como la de aire acondicionado que vende tanto productos como servicios.

En el transcurso del presente trabajo, se insistió en que la empresa de aire acondicionado debe tomar una filosofía orientada a la calidad y es por lo mismo que se propuso el sistema de costos de calidad que en realidad, es solamente un paso de gran importancia para satisfacer a los clientes externos.

El servicio del cliente externo es a su vez un método de mejora continua que no se enfoca solamente en los productos y servicios que la empresa de aire acondicionado ofrece. Este va más allá y es totalmente justificable en tiempos de recesión como los que vivimos actualmente.

Para que se pueda utilizar como herramienta de mejora continua es importante asumir y seguir los pasos siguientes:

- **Se debe de aumentar la promoción:**

En tiempos de recesión es un error disminuir los gastos destinados a la publicidad. El objetivo de la empresa es aumentar el número de instalaciones y mantenimientos y esto se puede lograr por medio de un aumento en la publicidad ofreciendo especiales, cupones y/o descuentos.

- **Se debe de enfocar en un cliente específico:**

La empresa debe olvidarse de la idea de tratar de vender a “todo el mundo”. Estos deben de elegir un nicho y enfocar su promoción al mismo.

- **Se debe de aumentar la credibilidad:**

Este paso va de la mano con la propuesta realizada en el presente trabajo. Si la empresa se enfoca y toma una filosofía orientada a la calidad, los clientes o consumidores quedarán satisfechos con lo que la empresa de aire acondicionado ofrece y de esta forma, la credibilidad de la empresa crecerá.

- **Se debe de incentivar a los consumidores:**

Al igual que a cualquier persona, a los consumidores les gusta pertenecer a un grupo selectivo donde sea premiado o reconocido con descuentos, productos gratis o cualquier otro incentivo que la empresa de aire acondicionado crea pertinente donde el cliente reciba algo a cambio de escoger los servicios de la organización.

- **Se debe de aprender a sobre-vender:**

Como parte de la mejora continua la organización de aire acondicionado debe buscar y ofrecer productos y/o servicios complementarios que puedan ofrecer a los consumidores cuando éstos se encuentren en el proceso de venta-compra.

- **Se deben de verificar los precios:**

Los precios deben de ser verificados con constancia ya que en tiempos de recesión, el cliente gasta menos y los competidores suelen bajar sus precios para atraerlos. La empresa de aire acondicionado debe permanecer pendiente de la competencia y monitorear sus precios.

- **Se debe de atraer la venta:**

La empresa de aire acondicionado debe de preparar una agenda de seguimiento para poder ofrecer los mantenimientos tanto preventivos como correctivos de forma y en el tiempo adecuado. La idea es permanecer en la cabeza del consumidor y estar siempre presente para ellos.

CONCLUSIONES

1. El modelo tradicional es la mejor forma para describir los conocimientos teóricos que facilitan la comprensión de la guía de reducción de costos, ya que ella muestra la relación indirectamente proporcional existente entre los costos de conformidad y no conformidad. Dicho de otra manera, el modelo muestra que mientras los costos de fallas internas y externas disminuyen con el incremento del porcentaje de conformidad, los costos de evaluación y prevención aumentan cuando se busca lograr un porcentaje de conformidad mayor.

La relación anterior debe mantenerse en equilibrio ya que cuando los costos de fallas internas y externas tienden a cero, los costos de prevención y evaluación resultan ser muy caras e inaccesibles para la organización.

2. En el presente trabajo fueron utilizadas y propuestas una gran variedad de herramientas estadísticas destacando dos instrumentos entre ellas. Estas últimas fueron empleadas para el análisis y delimitación de los problemas y causas de la no calidad en las diferentes áreas de la empresa.

Dichas herramientas son:

- Diagrama de Pareto
- Diagrama de Ishikawa

Por medio de las herramientas anteriores se logró determinar que el departamento con mayor porcentaje de fallos es producción y a su vez, las fallas más concurrentes son problemas de arranque y enfriamiento del aire acondicionado, poseyendo cada una de ellas una gran cantidad de posibles causas.

Es por ello que al ser analizadas dichas causas y buscar una solución viable para las mismas, se llega a la conclusión que para poder eliminarlas de raíz la mejor solución es la implementación del sistema de costos de calidad propuesto en el presente trabajo evitando de esta manera soluciones técnicas reactivas y de gran costo.

3. Se determina que los costos de no conformidad, es decir, los costos de fallas internas y externas localizadas en el departamento de producción representan un costo aproximado de Q.115, 609.43 para la organización. Para contrarrestar y eliminar en un 85% dichos costos, se pretende implementar el sistema de costos de calidad que está formado por herramientas básicas de fácil comprensión, aplicación e implementación.

Dicha inversión tendrá un costo aproximado de Q.31, 000.00 la cual será destinada básicamente a la prevención y evaluación ahorrando de esta forma Q. 98,268.02 que antiguamente la organización consideraba como costos implícitos de producción y a su vez, la empresa palpará una mejora en la calidad de sus productos y servicios.

4. Actualmente la empresa no realiza ningún tipo de esfuerzo o inversión para reducir los costos de no conformidad. Esto se debe en gran parte por la falsa idea que un esfuerzo de dicha índole se traducirá solamente en más costos innecesarios.

En el presente trabajo se buscó hacer un cambio en dicha mentalidad y demostrar que calidad en términos de prevención y evaluación es sinónimo de menores fallas tanto internas como externas así como productos y servicios más competitivos, destacando el bajo costo que representa su implementación.

5. La importancia que tiene fortalecer el concepto de prevención y evaluación dentro de la organización de aire acondicionado tiene un alcance tanto tangible como intangible. Desde el punto de vista tangible, al adoptar una filosofía no reactiva, la empresa reduce costos aumentando de esta forma su ganancia y beneficio; e intangible gracias a un incremento en la calidad del producto y/o servicio.

Así mismo, se mostró en el presente trabajo que es preferible adoptar una postura que previene y evalúa errores consiguiendo trabajos planificados y controlados a tener que invertir para corregir fallos, defectos y errores encontrados en el producto y/o servicio en las diferentes etapas de su proceso.

6. La implementación de la propuesta de mejora se realizará en base a la capacitación tanto de la alta directiva como de los operarios. Dicho pilar será fundamental para el propósito antes mencionado ya que instruirá acerca de la importancia, herramientas y beneficios que la calidad brinda, logrando de esta forma una cooperación de todas las partes involucradas.

Lo anterior será coordinado y trabajado en conjunto con una correcta documentación y un cambio gradual en los principios de cada trabajador para asegurar el éxito en la implementación.

7. Debido a la naturaleza de la propuesta orientada a la prevención y evaluación, ésta será utilizada a su vez como una estrategia de mejora continua que analiza y evalúa de forma constante las posibles fallas y repercusiones que surgen luego de su implementación. Lo anterior debido a que el sistema de costos de calidad funciona como un circuito cerrado basado en la auto mejora constante y gradual.

A su vez, se destaca la importancia que tiene el recurso humano, siendo éste el motor de la organización por lo que se establecieron estrategias tales como la medición del desempeño y la eliminación de la resistencia al como tácticas para asegurar la aceptación y el correcto uso de la propuesta.

RECOMENDACIONES

1. Eliminar la política de reducción de costos que consiste en buscar a los proveedores que ofrezcan el precio más bajo inicialmente, sin importar el costo final. Decidir a quién comprar y qué comprar sólo con base en el precio es un fuerte obstáculo para la mejora continua.
2. Contar con trabajadores y directivos que no tengan temor y miedo a opinar, participar y discernir. Esto no podrá ser posible si la empresa de aire acondicionado se sigue administrando por el miedo y temor causado por el poder de los directivos para intimidar a sus subalternos empleando métodos coercitivos.
3. Eliminar las barreras que privan a la gente al derecho de estar orgullosos de su trabajo dejando atrás la deshumanización de los centros productivos. Todo trabajador puede contribuir de mejor forma si se le da el estímulo e importancia que merece.
4. Apoyar e incentivar al trabajo en equipo articulando una amplia comunicación entre todos los involucrados sobre el avance y mejora de la organización apoyado a su vez en la eliminación de las barreras organizacionales.

5. Estimular la educación y auto mejora de los trabajadores que contribuyan a formar un individuo con más conocimientos. No es sólo necesario que a las personas se les proporcione capacitación sobre aquellos aspectos ligados de manera directa a su trabajo.

BIBLIOGRAFÍA

1. Coronado Hernández, Ronald Antonio. Control estadístico en el proceso de fabricación de equipos de refrigeración comercial. Facultad de Ingeniería, USAC, 2007. 109p.
2. De León Barrientos, María Reneé. Diseño de un sistema de calidad de productos de cuartos fríos en Alimentos Holandesa, S.A. Facultad de Ingeniería, USAC, 2007. 168p.
3. García Criollo, Roberto. Estudio del trabajo: ingeniería de métodos y medición del trabajo. Segunda ed. México: McGraw-Hill, 2005. 459 p.
4. Gutiérrez Pulido, Humberto. Calidad total y productividad. Segunda ed. México: McGraw-Hill, 2005. 421 p.
5. Gutiérrez Pulido, Humberto. Control estadístico de calidad y Seis Sigma. México: McGraw-Hill, 2004. 636p.
6. Hellriegel, Jackson, Slocum. Administración: un enfoque basado en competencias. Novena ed. México: Thomson, 2002. 537 p.
7. Laboucheix, Vincent. Tratado de la calidad total. México: Limusa, 2000. 681p.
8. Niebel, Benjamín. Ingeniería industrial: métodos, estándares y diseño del trabajo. Onceaba ed. México: Alfaomega, 2004. 745 p.
9. Perdomo, Mario. Costos de producción. Guatemala: Impresos Garve, 1999. 145p.

10. Sergio Torres, Control de la Producción. Escuela de Mecánica Industrial.
Facultad de Ingeniería. Universidad de San Carlos de Guatemala. 2003

ANEXOS

Con la intención de que la empresa de aire acondicionado pueda ayudar y auxiliar a los técnicos a diagnosticar y corregir problemas de un sistema de refrigeración defectuoso, a continuación se presenta una tabla de referencia, relacionando los síntomas más comunes y sus soluciones.

Tabla XXXVII. Problemas y soluciones.

PROBLEMAS	POSIBLE CAUSA	SOLUCIÓN
Compresor no arranca. (No emite ningún ruido)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Falta de tensión en el enchufe 2. Cable interrumpido 3. Protector térmico defectuoso 4. Conexión inadecuado 5. Componentes eléctricos defectuosos 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Verifique, con equipo adecuado 2. Reemplace el cable 3. Reemplace el térmico 4. Chequee el diagrama 5. Reemplace
Compresor no arranca. (El protector térmico no actúa)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Conexión inadecuada 2. Baja tensión o tensión incorrecta 3. Capacitor de arranque defectuoso 4. Relé defectuoso/incorrecto 5. Protector térmico no especificado 6. Bobina del motor del compresor sin continuidad 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Chequee la conexión de acuerdo con el diagrama eléctrico 2. Aplique la tensión especificada 3. Reemplace 4. Reemplace 5. Reemplace 6. Reemplace el compresor
Compresor arranca. (El protector térmico actúa)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Bajo voltaje/alto voltaje 2. Protector térmico defectuoso 3. Capacitor de marcha defectuoso 4. Corriente eléctrica excesiva en el térmico 5. Carga de gas en exceso 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Aplique la tensión especificada 2. Reemplace 3. Reemplace 4. Chequee el diagrama eléctrico, el forzador 5. Aplique carga de gas

	6. Compresor inadecuado al sistema	recomendada por el fabricante 6. Reemplace por un compresor compatible al sistema
Compresor arranca, trabaja en pequeños ciclos.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Protector térmico 2. Termostato defectuoso 3. Alta presión 4. Carga de gas en exceso 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Reemplace 2. Reemplace 3. Ventilación insuficiente en el condensador o limpieza del condensador 4. Aplique carga de gas recomendada por el fabricante
Unidad opera continuamente.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Deficiencia de gas 2. Compresor inadecuado al sistema de refrigeración 3. Aislamiento térmico deficiente 4. Evaporador bloqueado 5. Condensador sucio 6. Restricción en el sistema de refrigeración 7. Termostato defectuoso 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Verifique/corrija la fuga y añada la carga de acuerdo con recomendación del fabricante 2. Reemplace 3. Corrija el aislamiento 4. Proceda con el deshielo 5. Limpie el condensador 6. Limpie el sistema de refrigeración 7. Reemplace
Temperatura elevada del ambiente a ser refrigerado.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Controlador de temperatura desregulado 2. Elemento de control de flujo subdimensionado 3. Evaporador subdimensionado 4. Circulación de aire inadecuado 5. Lámpara o resistencia de deshielo en actuación 6. Capacidad frigorífica del compresor es menor que la requerida por el equipo 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Regule el controlador o verifique la especificación del controlador 2. Redimensione el elemento 3. Redimensione el evaporador 4. Mejore la circulación 5. Chequee el interruptor y el termostato de deshielo 6. Redimensione la carga térmica y reemplace el compresor por otro adecuado

<p>Línea de succión congelado o transpirado</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Exceso de carga de gas 2. Elemento de control de flujo permitiendo el pasaje excesivo de gas refrigerante 3. Forzador del evaporador defectuoso 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Corrija la carga de gas 2. Ajuste o reemplace el elemento de control de flujo 3. Reemplace o verifique la rotación del forzador
<p>Ruido</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Fijaciones flojas 2. Hélice del forzador provocando vibración 3. Cojinete del forzador desgastado 4. Compresor instalado con gomas amortiguadoras de tamaños diferentes 5. Tubería vibrando debido al contacto 6. Compresor con ruido interno excesivo 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Localice y apriete la fijación 2. Reemplace y verifique el balance de la hélice 3. Reemplace el forzador 4. Reemplace las gomas amortiguadoras por las correctas 5. Ponga la tubería en posición adecuada 6. Reemplace el compresor

Fuente: <http://www.tecumseh.com/SupplierManualR1.pdf>

Tabla XXXVIII. Aumento en el consumo de energía.

POSIBLE CAUSA	PROCEDIMIENTO
Tensión de alimentación alta	Utilizar estabilizador
Dispositivo de control de temperatura no actúa	Reemplazar el dispositivo
Reglaje del dispositivo de control de temperatura	Verificar si el dispositivo no está en el reglaje máximo
Exceso de carga de gas	Verificar si hay formación de hielo en la línea de succión. De ser así, redeterminar la carga de gas.
Carga de gas insuficiente	Verificar/corregir fuga y añadir carga de acuerdo con recomendaciones del fabricante
Aislamiento térmico insuficiente	Reemplazar el aislamiento térmico o mejorarlo
Compresor inadecuado al sistema	Reemplazarlo por un compresor compatible al sistema
Exceso de infiltración de calor	Verificar el vedamiento de la puerta del producto

Fuente: <http://www.tecumseh.com/SupplierManualR1.pdf>

Tabla XXXIX. Problemas en sistemas de refrigeración resueltos con rapidez.

POSIBLE CAUSA	PROCEDIMIENTO
Dispositivo de control de temperatura con defecto	Verificar y regular la fijación del bulbo del termostato
Carga térmica mal dimensionada	Redimensionar la carga
Restricción por humedad en el tubo capilar	Verificar si hay formación de hielo en la entrada del evaporador y deshumedificar
Condensador mal dimensionado, sucio o sin ventilación	Redimensionar, limpiar y obtener ventilación adecuada
Aislamiento térmico insuficiente	Reemplazar/mejorar
Válvula o filtro entupidos	Limpiar/reemplazar
Válvula de expansión mal dimensionada	Reemplazar/redimensionar
Compresor mal dimensionado para el sistema	Reemplazar por uno adecuado
Restricción parcial de la tubería	Identificar el local y eliminar

Fuente: <http://www.tecumseh.com/SupplierManualR1.pdf>