

 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

# **Desarrollo de estudio de costos del mantenimiento de aires acondicionados por compresión de vapor**

Wilderson Rojas Yepes

Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al título de  
Especialista en Gestión del Mantenimiento Industrial:

Asesor(es)  
Adrián Felipe Martínez

Instituto Tecnológico Metropolitano - ITM  
Facultad de Ingenierías  
Departamento de Mecatrónica y Electromecánica  
Medellín, Colombia  
2023

	<b>INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

## RESUMEN

El proyecto tiene por finalidad el desarrollo de estudio de costos del mantenimiento de aires acondicionados por compresión de vapor de oferentes de la plataforma SECOP II. En la actualidad, varios sectores industriales y residenciales de la ciudad usan sistemas de climatización basados en aires acondicionados, estos pueden generar un alto consumo eléctrico cuando no se realiza un debido mantenimiento.

El propósito de estudiar este problema es impulsar el desarrollo de una metodología de mantenimiento de sistemas para acondicionamiento de aire que tengan costos de operación bajos para la climatización de oficinas y centros de trabajo, contribuyendo principalmente al cuidado medioambiental.

Previamente al desarrollo del proyecto se establecen definiciones relacionadas con los sistemas de aire acondicionado, luego se describe el proyecto, evaluando las condiciones de una muestra de empresas Colombianas, la configuración de los ambientes las cuales junto a otros aspectos técnicos se detallan en la presente monografía y además la importancia de este proyecto.

Por último, se presenta una evaluación económica de la opción seleccionada, donde se incluyen precios de adquisición, operación y mantenimiento

**PALABRAS CLAVES:** Aire acondicionado, climatización, confort, costo, operación.

	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

## RECONOCIMIENTOS

Agradezco a mis padres por mostrarme el camino correcto y guiarme por él, por su comprensión y cariño, porque siempre buscaron lo mejor para mí, por formarme como una persona de carácter sólido y emprendedor, porque han sido un buen ejemplo para mí, porque me brindaron todo su apoyo, gracias a ustedes todo lo que tengo es posible.

A mi esposa Carent y a mí hijo León porque han estado a mi lado en los momentos difíciles y me han impulsado a terminar este proyecto.

A mis profesores de la especialización por transmitir sus conocimientos desde el inicio, porque inculcaron en mí un sentido de seriedad, responsabilidad, perseverancia y constancia, sin los cuales no podría tener una formación completa.

Al Dr Carlos Alberto Acevedo por su importante aporte y participación en el desarrollo de este proyecto.

A mí asesor Adrián Felipe Martínez por su apoyo total como asesor en la elaboración de este proyecto, debo destacar por encima de todo la parte humana que lo ha caracterizado desde que lo conocí.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

## GLOSARIO

**Aceite para refrigeración:** Aceite especialmente preparado, para usarse en el mecanismo de los sistemas de aire acondicionado.

**Aire acondicionado:** Control de la temperatura, humedad, limpieza, y movimiento de aire en un espacio confinado, según se requiera, para confort humano o proceso industrial. Control de temperatura significa calentar cuando el aire este frío, y enfriar cuando la temperatura este muy caliente.

**Bomba de vacío:** Dispositivo especial de alta eficiencia, utilizado para crear alto vacío para fines de deshidratación o de pruebas.

**Calor:** Forma de energía que actúa sobre las sustancias para elevar su temperatura; energía asociada con el movimiento al azar de las moléculas.

**Circuito:** Instalación de tubería o de alambre eléctrico, que permite el flujo desde y hacia la fuente de energía.

**Carga de refrigerante:** Cantidad de refrigerante colocada en un sistema de refrigeración.

**Compresión:** Termino utilizado para denotar el proceso de incrementar la presión, sobre un volumen dado de gas, usando energía mecánica. Al hacer esto, se reduce el volumen y se incrementa la presión del gas.

**Compresor:** Máquina en sistema de refrigeración, hecha para succionar vapor del lado de baja presión en el ciclo de refrigeración, y comprimirlo y descargarlo hacia el lado de alta presión del ciclo.

**Condensación:** Proceso de cambiar de estado de un vaporo un gas o a líquido, al enfriarse por debajo de su temperatura de saturación o punto de rocío.

 Institución Universitaria	<b>INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

**Condensador:** Componente del mecanismo de refrigeración, el cual recibe del compresor vapor caliente a alta presión, enfriándolo y regresándolo luego a su estado líquido. El enfriamiento puede ser con aire o con agua.

**Evaporación:** Término aplicado al cambio de estado de líquido a vapor. En este proceso se absorbe calor.

**Evaporador:** Componente del mecanismo de un sistema de refrigeración, en el cual, el refrigerante se evapora y absorbe calor.

**Filtro:** Dispositivo para remover partículas extrañas de un fluido.

**Frío:** La ausencia de calor. Temperatura considerable debajo de la normal.

**Gas:** Fase o estado de vapor de una sustancia. Un gas es un vapor sobrecalentado, muy lejos de su temperatura de saturación.

**Manómetro:** Instrumento para medir la presión de gases y vapores. Es un tubo de vidrio (o plástico) en forma de “U”, con una cantidad de líquido (agua o mercurio) y los extremos abiertos

**Refrigerantes:** Sustancia utilizada en los mecanismos de refrigeración. Este absorbe calor en el evaporador, cambiando de estado líquido a vapor, liberando su calor en un condensador, al regresar de nuevo del estado gaseoso al estado líquido.

**Serpentín de aire:** Serpentín en algunos tipos de bombas de calor, utilizado ya sea como evaporador o condensador.

**Válvula de descarga:** Válvula dentro del compresor de refrigeración, que permite que salga del cilindro el gas refrigerante comprimido, hacia la línea de descarga, evitando que se devuelva.

**Válvula de escape:** Puerto móvil que proporciona salida para los gases del cilindro en un compresor.

	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

**Ventilador del condensador:** Dispositivo utilizado para mover aire a través del condensador enfriando por aire.

**Ventilador del evaporador:** Ventilador que incrementa el flujo del aire, sobre la superficie de intercambio de calor de los evaporadores.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

## TABLA DE CONTENIDO

---

### Contenido

TABLA DE CONTENIDO .....	7
1. INTRODUCCIÓN .....	12
1.1 OBJETIVOS.....	13
1.2 Justificación.....	14
1.3 Planteamiento del problema .....	14
2. MARCO TEÓRICO .....	16
2.1 Acondicionamiento de aire.....	16
2.2 Aplicaciones del acondicionamiento de aire .....	16
2.3 Balance de energía .....	17
2.4 Sistemas por compresión mecánica .....	17
2.4.3 Sistemas de aire acondicionado tipo Split .....	21
2.5 Antecedentes del mantenimiento .....	26
2.6 Tipos de mantenimiento.....	30
2.7 Aire de 12.000 Btu/h marca Mirage .....	34
2.8 Legislación y manuales para la contratación .....	40
2.8.1 Subasta inversa .....	40
2.8.2 Mínima cuantía .....	41
2.8.2.1 Mínima cuantía en función del presupuesto anual .....	42
2.8.2.2 Reglas aplicables para la selección por mínima cuantía.....	42
2.8.3 Circular externa.....	43
3. METODOLOGÍA.....	45
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	49
4.1 Obtención de la muestra a estudiar .....	49
4.2 Análisis de cada proceso .....	50
4.2.1 SAB-02-04-23 .....	51
4.2.1.1 Datos del proceso SAB-02-04-23 .....	51

 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

4.2.1.2	Símil y promedio de costo por equipo.....	54
4.2.1.3	Posición geográfica de la entidad estatal y los oferentes.....	55
4.2.2	IP-DT-VAL-003-2022 .....	56
4.2.2.1	Datos del proceso IP-DT-VAL-003-2022 .....	56
4.2.2.2	Símil y promedio de costo por equipo.....	60
4.2.2.3	Posición geográfica de la entidad estatal y los oferentes.....	60
4.2.3	IP-001-2022.....	62
4.2.3.1	Datos del proceso IP-001-2022.....	62
4.2.3.2	Símil y promedio de costo por equipo.....	63
4.2.3.3	Posición geográfica de la entidad estatal y los oferentes.....	64
4.3.3	MC-025-2022 .....	65
4.3.3.1	Datos del proceso MC-025-2022 .....	65
4.3.3.2	Símil y promedio de costo por equipo.....	68
4.3.3.3	Posición geográfica de la entidad estatal y los oferentes.....	68
4.3.4	034-2022 .....	70
4.3.4.1	Datos del proceso 034-2022 .....	70
4.3.4.2	Símil y promedio de costo por equipo.....	71
4.3.4.3	Posición geográfica de la entidad estatal y los oferentes.....	72
4.3.5	MC-INV-015-2021 .....	73
4.3.5.1	Datos del proceso MC-INV-015-2021 .....	73
4.4	Análisis de datos .....	74
4.4.1	Análisis de datos general .....	74
4.4.2	Análisis de datos en el departamento del Magdalena .....	76
4.4.3	Análisis de datos en el departamento del Atlántico .....	76
4.4.4	Análisis de datos en el departamento de Bolívar .....	77
4.4.5	Análisis de datos en el departamento de Antioquia.....	77
4.4.6	Análisis de datos en el departamento del Valle del Cauca .....	78
4.4.7	Análisis de datos en el departamento de Caldas.....	78
4.4.8	Análisis de datos en Bogotá D.C.....	79

 Institución Universitaria	<b>INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

4.4.9 Análisis de datos en el departamento del Huila .....	79
4.4.10 Mapa de calor por costo de mantenimiento .....	79
4.5 Elaboración de presupuesto .....	81
4.5.1 Ficha técnica del equipo. ....	81
4.5.2 Caracterización de los componentes de un aire acondicionado por compresión de vapor. ....	84
4.5.3 Herramientas mínimas para el mantenimiento de un aire .....	87
4.5.4 Implementación de metodología de mantenimiento .....	89
4.5.4.1 Pasos para la intervención de los equipos.....	89
4.5.4.2 Personal mínimo requerido .....	95
4.5.5 Costos de mantenimiento.....	96
4.6 Símil precio final cliente vs estudio oferentes SECOP II.....	102
4.6.1 Símil equipos de 9000Btu/h .....	103
4.6.2 Símil equipos de 12000Btu/h .....	104
4.6.3 Símil equipos de 18000Btu/h .....	105
4.6.4 Símil equipos de 24000Btu/h .....	106
4.6.5 Símil equipos de 36000Btu/h .....	107
4.6.6 Símil equipos de 60000Btu/h .....	108
5 CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES Y TRABAJO FUTURO.....	109
5.1 Conclusiones .....	109
5.2 Recomendaciones.....	110
5.3 Trabajo futuro .....	110
REFERENCIAS .....	111

## Índice de figuras

Figura 1 Sistema de aire acondicionado compacto o tipo ventana.....	19
Figura 2 Equipo de aire acondicionado portátil.....	20
Figura 3 Equipos de aire acondicionado tipo Split. Unidad interior o unidad evaporadora y unidad exterior o unidad condensadora .....	21

 Institución Universitaria	<b>INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

Figura 4 Equipos de aire acondicionado tipo central separado .....	23
Figura 5 Equipos de aire acondicionado tipo paquete .....	24
Figura 6 Equipo de aire acondicionado tipo chiller, unidad externa .....	25
Figura 7 Diagrama explisivo, componentes de aires acondicionados de 18.000Btu/h hasta 24.000Btu/h de la marca Mirage.....	35
Figura 8 Diagrama básico de funcionamiento de aires acondicionados desde capacidades de 12.000Btu/h hasta 24.000Btu/h.....	37
Figura 9 Diagrama de unidad condensadora.....	39
Figura 10 Arreglo jerárquico: Clasificación de cinco niveles, segmento, familia, clase, producto .....	46
Figura 11 Diagrama de flujo para el desarrollo de actividades .....	47
Figura 12 Posición geográfica del proceso SAB 02-04-23.....	55
Figura 13 Posición geográfica del proceso IP-DT-VAL-003-2022 .....	61
Figura 14 Posición geográfica del proceso IP-001-2022 .....	64
Figura 15 Posición geográfica del proceso MC 025 2022 .....	69
Figura 16 Posición geográfico del proceso 034-2022 .....	72
Figura 17 Mapa de calor jerárquico por costo de mantenimiento.....	80

## Índice de imágenes

Imagen 1 Equipos de aire acondicionado por compresión de refrigerante .....	18
Imagen 2 Evolución de las expectativas del mantenimiento.....	29
Imagen 3 Unidad evaporadora de capacidad 12.000 Btu/h desarmada.....	36
Imagen 4 Unidad evaporadora de capacidad 12.000Btu/h en funcionamiento .....	38
Imagen 5 Preparación de unidad condensadora para mantenimiento.....	39
Imagen 6 Datos del proceso SAB-02-04-23 .....	51
Imagen 7 Datos del proceso IP-DT-VAL-003-2022. ....	57
Imagen 8 Datos del proceso IP-001-2022.....	62
Imagen 9 Datos del proceso MC 025 de 2022.....	65
Imagen 10 Datos del proceso 034-2022.....	70
Imagen 11 Datos del proceso MC-INV-015-2021 .....	73
Imagen 12 Datos específicos del proceso MC-INV-015-2021.....	74
Imagen 13 Ficha técnica de aires acondicionado por compresión de vapor .....	82

## Índice de videos

Video 1 Componentes de una unidad minisplit de 18.000Btu/h (parte 1) .....	38
--	----

 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

Video 2 Componentes de una unidad minisplit de 18.000Btu/h (parte 2) ..... 39

## Índice de tablas

Tabla 1 Factores de menor cuantía y mínima cuantía .....	42
Tabla 2 Listado de procesos y oferentes .....	50
Tabla 3 Proceso SAB02-04-23 Oferentes .....	52
Tabla 4 Valor de la Mediana .....	53
Tabla 5 Simil entre los oferentes y promedio del valor de mantenimiento por equipo .....	55
Tabla 6 Cantidad de ofertas por departamento (SAB-02-04-23) .....	56
Tabla 7 Proceso IP-DT-VAL-003-2002, oferentes.....	58
Tabla 8 Tabla 4 Valor de la Mediana proceso IP-DT-VAL-003-2023 .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Tabla 9 Simil entre los oferentes y promedio del valor de mantenimiento por equipo .....	60
Tabla 10 Cantidad de oferentes por Departamento IP-DT-VAL-003-2022.....	61
Tabla 11 Proceso IP-001-2022 .....	63
Tabla 12 Simil entre los oferentes y promedio de valor por equipo .....	64
Tabla 13 Proceso MC-025-2022, oferentes .....	66
Tabla 14 Valor de la mediana proceso MC-025-2022.....	66
Tabla 15 Simil entre los oferentes y precio promedio por equipo .....	68
Tabla 16 Oferentes del proceso 034-2022.....	71
Tabla 17 símil entre los oferentes y precio promedio por equipo.....	71
Tabla 18 Todas las propuestas de los oferentes por cada equipo .....	75
Tabla 19 Propuestas por oferentes del departamento del Magdalena.....	76
Tabla 20 Propuestas por oferentes del departamento del Atlántico .....	76
Tabla 21 Propuesta por un oferente del departamento de Bolívar.....	77
Tabla 22 Propuesta por oferentes del departamento de Antioquia.....	77
Tabla 23 Propuestas por oferentes del departamento del Valle del Cauca.....	78
Tabla 24 Propuestas por oferentes del departamento de Caldas .....	78
Tabla 25 Propuesta por oferente de Bogotá D.C. ....	79
Tabla 26 Propuesta por oferente del departamento del huila .	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Tabla 27 Caracterización de los componentes de aires acondicionados por compresión de vapor .....	86
Tabla 28 Herramientas mínimas para el mantenimiento de aires acondicionado.....	88
Tabla 29 Orden de mantenimiento.....	92
Tabla 30 Orden de atención de garantías .....	94

 Institución Universitaria	<b>INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

Tabla 31 Valor hora para el mantenimiento .....	97
Tabla 32 Costo final por 1 ingeniero .....	99
Tabla 33 Costo final por un técnico .....	100
Tabla 34 Escala para precios competitivos .....	102
Tabla 35 símil equipos de 9000Btu/h .....	103
Tabla 36 Símil equipos de 12000Btu/h .....	104
Tabla 37 Símil equipo 18000 Btu/h.....	105
Tabla 38 Símil equipos de 24000Btu/h .....	106
Tabla 39 Símil equipos de 36000 .....	107
Tabla 40 Símil equipos de 60000Btu/h .....	108

## 1. INTRODUCCIÓN

---

Los sistemas de acondicionamiento de aire son en la actualidad ampliamente utilizados en países del primer mundo en donde se tienen temperaturas fuera de valores de confort humano.

Por esto, día a día van tomando parte del paquete de requerimientos básicos de una edificación. Por otro lado, el uso del aire acondicionado debe realizarse con juicio debido a que ellos causan un importante consumo energético sobre todo cuando se usan de manera discriminada, sobredimensionada o no se le realizan las debidas rutinas de mantenimiento.

En estos países se han realizado campañas para controlar el uso del aire acondicionado pues hay personas que buscan temperaturas más bajas a la del promedio para estar placidos lo cual es ecológicamente inaceptable dado los problemas de calentamiento global del planeta tierra.

Todos estos criterios deben considerarse en Colombia pues esta realidad no tardará en presentarse debido a que cada verano es más cálido que el anterior y ante esto se buscará introducir sistemas de aire acondicionado en edificios de entidades públicas y privadas, pero en un futuro no muy lejano este proceso podrá alcanzar la mayoría de las edificaciones.

 Institución Universitaria	<b>INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

El incremento de las restricciones ambientales y del costo de generación de la energía eléctrica ha contribuido al desarrollo de investigaciones relacionados con los sistemas de refrigeración que utilizan recursos renovables como fuente de energía motriz. En aplicaciones residenciales y comerciales, la demanda de refrigeración y acondicionamiento de aire se garantiza mediante el empleo de sistemas convencionales por compresión de vapor, caracterizados por ser altos consumidores de energía eléctrica, incidiendo en sobrecargas considerables en las redes de distribución.

En los últimos años ha resurgido la refrigeración por absorción, a consecuencia del alza de precio de los hidrocarburos y del impacto medioambiental derivado de su uso y explotación. Este auge se fundamenta en la posibilidad de accionar estos sistemas directamente con energía solar o calores residuales, disminuyendo las emisiones de dióxidos de carbono y la demanda de energía eléctrica. Teniendo en cuenta que, las sustancias de trabajo de estos aparatos son compuestos naturales, se evitan los efectos negativos sobre el medio ambiente en contraposición a los refrigerantes utilizados por algunas máquinas mecánicas que destruye el ozono atmosférico.

## 1.1 OBJETIVOS

---

### 1.1.1 Objetivo general

Desarrollar un estudio de costos del mantenimiento de aires acondicionados por compresión de vapor en los oferentes de la plataforma SECOP

### 1.1.2 Objetivos específicos

- Analizar un modelo de mantenimiento y un oferente de la plataforma SECOP II que brinde información que permita conocer los precios de mano de obra, insumos, componentes y repuestos y mano de obra de aires acondicionados de cualquier capacidad tipo pared.
- Identificar 3 proveedores jurídicos de insumos, repuestos y mano de obra en la plataforma SECOP II para establecer un promedio en el valor de estas actividades.

	<b>INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

- Caracterizar mediante la ficha técnica de un equipo de 12.00 Btu/h los componentes críticos que la conforman.
- Implementar una metodología de mantenimiento de equipos de aire acondicionado tipo pared.

## 1.2 Justificación

En Colombia el principal problema es el calor en verano. La mayoría de los edificios cuentan con los equipos convencionales de aire acondicionado para su climatización, lo que conlleva a un consumo elevado de energía eléctrica por su falta de mantenimiento, no permitiendo en algunos casos, las condiciones para alcanzar el confort térmico.

Es por esto, que se requiere realizar un estudio de costos del mantenimiento de aires acondicionados que cumplan con el objetivo de mantener los equipos en condiciones ideales para alcanzar el confort de las personas, que sean menos agresivos con el medio ambiente y menos costosas en operación.

## 1.3 Planteamiento del problema

¿Será factible implementar una metodología de mantenimiento de bajo costo en operación para los edificios que cuenten con sistemas de climatización tipo pared?

En Colombia aparecen registradas 4225 entidades públicas (Colombia compra eficiente, 2019), las cuales son creadas para que cumplan una función administrativa, comercial o industrial; en los sectores de salud, educación, mejoramiento de infraestructura, salvaguardar documentos del estado, entre otras. Dichas entidades están obligadas en su rol administrativo a asignar presupuestos para la conservación de los equipos de aire acondicionado que tienen en sus instalaciones. La documentación del presente estudio se da por la necesidad de realizar mejoras en la manera de proceder al momento de llevar los procesos y procedimientos de contratación internos desarrollados por cualquier empresa, bajo esa premisa, las entidades estatales sin personal interno de mantenimiento no cuentan con una estandarización de contratación para el mantenimiento de los equipos de calefacción, ventilación y aire acondicionado. Por lo que es necesario unificar conceptos y procedimientos de mantenimiento para dar una valoración promedio con criterio y facilitar la contratación de este servicio con continuidad de los proveedores.

	<b>INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

En el recorrido de la lectura de la presente tesis, el lector se va a familiarizar con términos de acondicionamiento de aire, incluyendo su definición, aplicaciones, balance de energía y diferentes tipos de sistemas de aire acondicionado. El acondicionamiento de aire se refiere al control de la temperatura, la circulación, la humedad y la pureza del aire en un ambiente, ya sea para mantener la comodidad de las personas o para controlar espacios industriales. También se mencionan las ventajas y desventajas de los aires acondicionados tipo compacto o ventana, portátil, mini Split, central separado, tipo paquete y tipo chiller; menciona la evolución del mantenimiento industrial a lo largo de diferentes generaciones y los diferentes tipos de mantenimiento utilizados en la industria. Se destaca la importancia del mantenimiento en la seguridad laboral, la calidad de la producción, la eficiencia de los equipos y la satisfacción del cliente. También se menciona que el mantenimiento preventivo surgió en el siglo XX y ha experimentado un fuerte desarrollo desde entonces y por último se proporciona información técnica sobre los aires acondicionados de la marca Mirage, incluyendo su funcionamiento, componentes y repuestos, así como detalles sobre la legislación y los procesos de contratación en Colombia.

También sobre el estudio realizado utilizando la plataforma SECOP II, la cual se usó para obtener información y recursos relacionados con contrataciones públicas relacionadas con el mantenimiento de aires acondicionados por compresión de vapor, se describe cómo se generó una estructura de codificación de modelos de mantenimiento y proveedores utilizando la información encontrada. Además, se utilizó una ficha técnica de un equipo de tipo pared de 12.000 Btu/h y se implementó una metodología de mantenimiento basados en sus componentes críticos y se realizó una estimación de precio de intervención por mantenimiento de un aire acondicionado, teniendo en cuenta el costo de inversión en herramientas, los insumos necesarios, el número de personas involucradas y el tiempo requerido para realizar el mantenimiento. También se hace referencia a la comparación de estos valores con los proveedores de mantenimiento de aires acondicionados existentes y se menciona la consideración de las recomendaciones establecidas en los manuales de contratación SECOP II y la detección de precios artificialmente bajos. Se describe un flujograma con las actividades realizadas y se mencionan las conclusiones obtenidas al comparar los resultados obtenidos en los dos caminos del estudio.

	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

## 2. MARCO TEÓRICO

---

### 2.1 Acondicionamiento de aire

Al empezar el estudio del tema acondicionamiento del aire, será conveniente saber qué es lo que se entiende por tal expresión. Muchos consideran el acondicionamiento del aire como una de nuestras industrias nuevas más importantes. Una industria que se desarrolla con una rapidez extraordinaria y que proporciona trabajo a miles de hombres con la instrucción adecuada y más comodidad y mejor salud a muchas personas en sus hogares y lugares de trabajo. Oímos hablar de teatros, restaurantes, hoteles, almacenes, oficinas, casas, fábricas, trenes, barcos y hospitales con aire acondicionado. Pero son muy pocas las personas que saben exactamente que es el acondicionamiento de aire (Gómez, 2018).

Correctamente empleado, el término acondicionamiento de aire significa controlar la temperatura, la circulación, la humedad y la pureza del aire que respiramos y en el que vivimos, hablando en términos más generales, el acondicionamiento completo del aire significa calentar el aire en invierno, enfriarlo en verano, circular el aire y renovarlo en esas dos estaciones del año, secarlo (quitarle humedad) cuando el aire está demasiado húmedo, humedecerlo (añadirle humedad) cuando está demasiado seco y filtrar o lavar el aire para privarle del polvo y los posibles microbios que contengan tanto en el verano como en el invierno, cualquier sistema que sólo realiza una o dos de esas funciones, pero no todas ellas, no es un sistema completo de acondicionamiento de aire (Gómez, 2018).

Si reflexionamos sobre las posibilidades del acondicionamiento de aire, es fácil de ver el enorme efecto que puede tener sobre nuestra comodidad, nuestra eficiencia y nuestra salud en la vida diaria del hogar y trabajo.

### 2.2 Aplicaciones del acondicionamiento de aire

El uso del acondicionamiento de aire tiene dos aplicaciones:

- **Mantener la comodidad del ser humano.**

Los casos típicos se dan en: residencias, edificio de oficinas, áreas generales de hospitales, hoteles, bancos restaurantes, supermercados, iglesias, teatros y auditorios, salas de espectáculos y cines, otros (Gómez, 2018).

	<b>INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

- **Controlar el proceso industrial.**

Los casos típicos se dan en: centros de cómputo, industrias textiles, quirófanos, laboratorios, industrias farmacéuticas, entre otros.

Las condiciones que deben mantenerse en un proceso industrial dependen de la naturaleza de este o de los materiales que se manejan, mientras que, en un sistema para la comodidad humana, las condiciones son dictadas por las demandas del cuerpo y por lo tanto es necesario conocer las funciones esenciales de este para saber lo que es requerido de un sistema para el acondicionamiento del aire (Gómez, 2018).

El acondicionamiento de aire en casas particulares, que antiguamente se consideraba un lujo exorbitante, es hoy en día una necesidad en todos los lugares con clima extremos.

Las necesidades básicas para una instalación de aire acondicionado son pues, equipos fácilmente accesibles, simplicidad de diseño y facilidad de instalación.

### 2.3 Balance de energía

Se define la energía como la capacidad de la materia para producir trabajo, pudiendo adoptar distintas formas, todas ellas convertibles directa o indirectamente unas en otras. El balance de energía al igual que el balance de materia es una derivación matemática de la “Ley de la conservación de la energía” (Primera Ley de La Termodinámica), es decir “La energía no se crea ni se destruye, solo se transforma”. El balance de energía es un principio físico fundamental al igual que la conservación de masa, que es aplicado para determinar las cantidades de energía que es intercambiada y acumulada dentro de un sistema. La velocidad a la que el calor se transmite depende directamente de dos variables: La diferencia de temperatura entre los cuerpos calientes y fríos y superficie disponible para el intercambio de calor. También influyen otros factores como la geometría y propiedades físicas del sistema y, si existe un fluido, las condiciones de flujo (Cengel, 2012).

### 2.4 Sistemas por compresión mecánica

En la imagen 1 se pueden visualizar 4 tipos de aire acondicionados por compresión mecánica.

- 1 aire de 9.000 Btu/h tipo inverter de la marca Mabe tipo minisplit

 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

- 1 aire de 12.000 Btu/h tipo ON/OFF de la marca BlueLine tipo minisplit
- 1 aire acondicionado de 36.000 Btu/h de la marca ConfortStar tipo piso-techo
- 1 aire acondicionado de 55.000 Btu/h de la marca ConfortStar tipo Casette



*Imagen 1 Equipos de aire acondicionado por compresión de refrigerante (FUENTE PROPIA)*

#### **2.4.1 Sistemas de aire acondicionado compacto**

Comúnmente también conocido como sistema de ventana o autónomo. Es un equipo unitario, compacto y de descarga directa, es decir, el aire enfriado es expulsado directamente al espacio a través de la unidad. Generalmente se utilizan para acondicionar espacios pequeños e individuales, ver figura 1 (Lopez et al; 2011).

	<b>INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

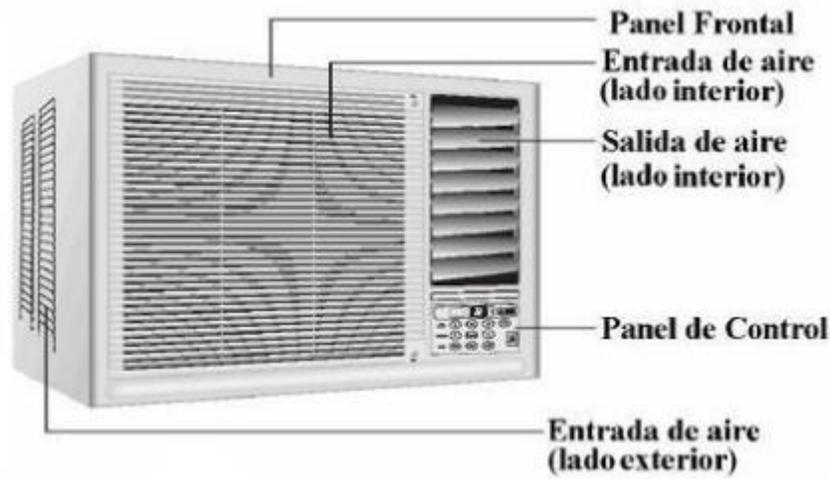


Figura 1 Sistema de aire acondicionado compacto o tipo ventana (López et al; 2011)

#### 2.4.1.1 Ventajas

- Puede ser instalado en cualquier ventana o pared que dé hacia el exterior.
- Asegura la ventilación del espacio, ya que introduce aire fresco al interior y renueva el aire vaciado.
- Su precio es accesible en comparación con otros equipos de aire acondicionado.
- Bajo costo de instalación.
- Fácil mantenimiento.
- No requiere instalación eléctrica especializada (Gómez, 2018).

#### 2.4.1.2 Desventajas

- La vista al exterior es obstruida por el equipo de aire acondicionado, cuando es ubicado en una ventana.
- Limita el ingreso de luz a través de la ventana al espacio.
- Suelen consumir más electricidad, en comparación a otros equipos de aire acondicionado.
- Por lo general son bastante ruidosos.
- Poco estético.
- Su instalación requiere hacer un pase en la pared.
- Deben estar protegidos en la parte exterior para evitar el robo del aparato.

	<b>INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

- El aparato debe ser instalado de modo que el ruido o el aire caliente procedente de la unidad condensadora no cause molestias a las edificaciones colindantes.
- El sistema debe contar con un drenaje para el condensado, ya que en caso contrario estará goteando al exterior (Gómez, 2018).

#### 2.4.2 Sistemas de aire acondicionado portátil.

Es un equipo unitario, compacto, de descarga directa, es decir el aire enfriado es expulsado directamente al espacio a través de la unidad y es transportable de un espacio a otro. La mayoría de estos equipos poseen una salida al exterior a través de un tubo flexible el cual es colocado en ventanas para la expulsión del aire. Resuelve de forma adecuada necesidades mínimas de acondicionamiento en habitaciones de viviendas y pequeños locales (López et al; 2011).

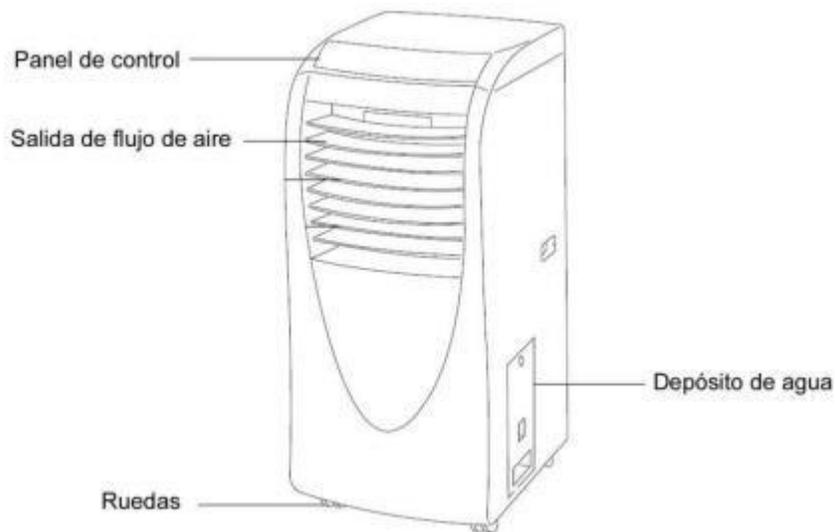


Figura 2 Equipo de aire acondicionado portátil (López et al; 2011)

##### 2.4.2.1 Ventajas

- Se puede trasladar de un espacio a otro.
- Brinda aire limpio, filtrado y exento de impurezas, humos y olores.
- Ocupa poco espacio.
- No requiere de instalación especializada (Gómez, 2018).

	<b>INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

### 2.4.2.2 Desventajas

- Su movilidad depende de la longitud que tiene el ducto del equipo en la ventana.
- La ventana debe permanecer parcialmente abierta para darle lugar al tubo flexible, esto hace que se pierda parte de los beneficios de la refrigeración.
- Suelen ser bastante caros si se toma en cuenta la relación calidad-precio.
- Poco estético.
- Ruidoso porque el compresor está en la unidad interior. Son de baja capacidad para remover calor (Gómez, 2018).

### 2.4.3 Sistemas de aire acondicionado tipo Split

Son equipos de descarga directa llamados también descentralizados, Se diferencian de los compactos ya 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. Se comunican entre sí por líneas de refrigerante y conexiones eléctricas, ver figura 3 (López et al;2011).

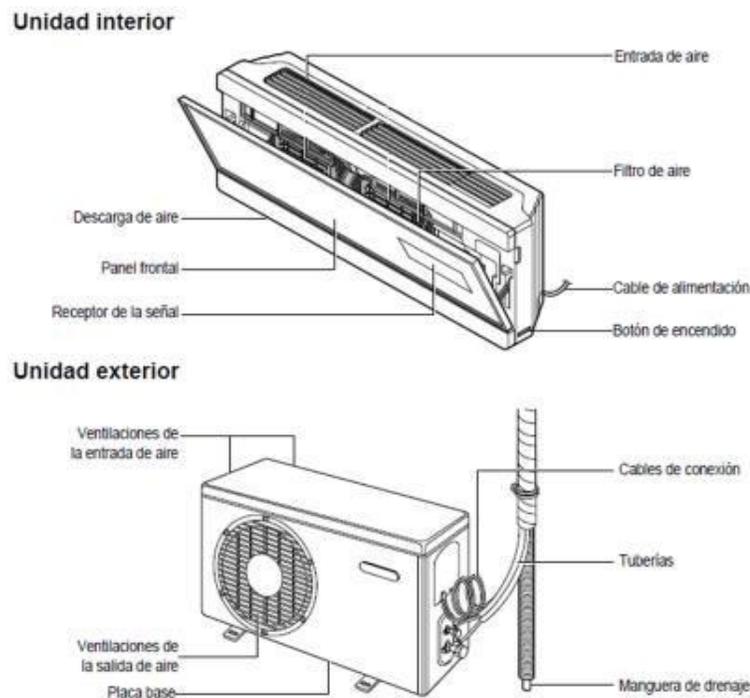


Figura 3 Equipos de aire acondicionado tipo Split. Unidad interior o unidad evaporadora y unidad exterior o unidad condensadora (López et al; 2011).

	<b>INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

#### **2.4.3.1 Ventajas**

- Son unidades fáciles de instalar en cualquier espacio.
- Instalación sencilla.
- Se requiere un simple enlace de la unidad exterior y la unidad interior.
- Pueden ser manejados por control remoto.
- Bajo nivel de ruido.
- Mantenimiento sencillo.
- Consume menos energía que otros equipos.
- Modelos que facilitan la colocación en distintos lugares (Gómez, 2018).

#### **2.4.3.2 Desventajas**

- Su instalación conlleva hacer una perforación en la pared.
- La instalación de la unidad condensadora en el exterior puede generar problemas si no se considera dentro del diseño.
- Poco estético en el interior y en el exterior si queda visible.
- Es difícil de colocar en determinados sitios, como paredes prefabricadas.
- El aparato debe ser instalado de modo que el ruido o el aire caliente procedente de la unidad condensadora no cause molestias a los colindantes.
- Si el equipo condensador se ubicara a una distancia mayor a cinco metros implicara material y costo adicional para hacer la conexión con la unidad evaporadora (Gómez, 2018).

#### **2.4.4 Sistema central separado**

Es un equipo de descarga indirecta ya que el aire se distribuye a través de ductos el cual es expulsado en los diferentes espacios por medio de difusores, cuenta con una unidad evaporadora y una condensadora, estas dos unidades se conectan entre sí por medio de una tubería de cobre de dos líneas, la primera para llevar refrigerante y la otra para regresarlo, ver figura 4 (López et al., 2011)

	<b>INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020



*Figura 4 Equipos de aire acondicionado tipo central separado (López et al;al 2011).*

#### **2.4.4.1 Ventajas**

- Se logra refrigeración en varios espacios al mismo tiempo.
- Unidades silenciosas.
- Se utilizan en acondicionamientos de grandes espacios.
- Posibilidad de inyectar aire a uno o varios espacios.
- Mejor distribución del aire dentro de un espacio.
- Estético en interiores.
- Funciona para uso residencial, institucional o comercial (Gómez, 2018).

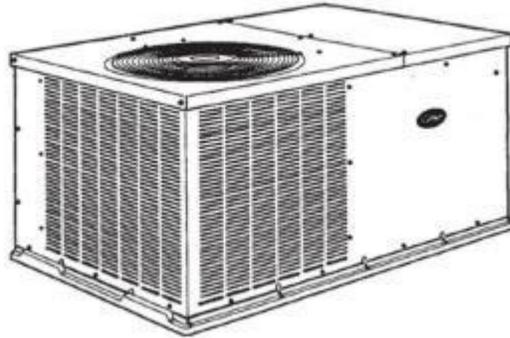
#### **2.4.4.2 Desventajas**

- Instalación especializada.
- Requerimiento de espacio en entretechos para la colocación de ductos y unidades evaporadoras.
- La temperatura de varios espacios es controlada por un solo termostato, generando diferencias de sensación térmica dependiendo del usuario.
- Alto costo de instalación.
- La unidad condensadora requiere una localización estratégica para que no sea visible.
- Mantenimiento especializado (Gómez, 2018).

	<b>INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

### 2.4.5 Sistema tipo paquete

Estos aires acondicionados son de tipo central, donde sus unidades están auto contenidas, es decir el condensador y el evaporador se encuentran en el mismo sistema y el aire se distribuye a los distintos espacios a través de ductos. Es utilizado en edificaciones de gran tamaño, por ejemplo; bancos, oficinas centros deportivos, restaurantes, etc. Estos equipos se instalan en el exterior, generalmente en losas de techos, ver figura 5 (López et al, 2011).



*Figura 5 Equipos de aire acondicionado tipo paquete (Lopez, Jimenez, & Guzman Alvarez, 2011)*

#### 2.4.5.1 Ventajas

- Bajo nivel sonoro
- Las dos unidades (condensadora y evaporadora) están acopladas en una sola.

#### 2.4.5.2 Desventajas

- No pueden trabajar en un rango donde se exige un índice muy bajo de temperatura.
- Instalación especializada.
- Puede tener gran tamaño y peso.
- Requerimiento de espacios en el entretecho para la instalación de ductos (Gómez, 2018).

 Institución Universitaria	<b>INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

### 2.4.6 Sistema tipo chiller

Es un equipo de descarga directa, ya que el aire se distribuye a los diferentes espacios por medio de ductos. Se compone por un sistema central que se encarga de enfriar un fluido, generalmente agua, el cual se distribuye a los diferentes equipos de enfriamiento ubicados en las áreas que requieren de climatización. El agua helada pasa desde la unidad exterior a través de tuberías (PVC, PE, Cobre o Acero) hacia las unidades manejadoras de aire (UMA) o unidades denominadas fancoils, que son las que se encargan de distribuir el aire acondicionado hacia los ductos (estas desempeñan la función de evaporadoras descritas en los sistemas anteriores) ver figura 6 (López et al; 2011).



*Figura 6 Equipo de aire acondicionado tipo chiller, unidad externa (López et al, 2011).*

#### 2.4.6.1 Ventajas

- Versatilidad en el número de unidades internas: puede ser conectado con varias UMAs (unidades manejadoras de aire) o fancoils dependiendo de la potencia de la unidad externa.
- Es utilizado para acondicionar grandes instalaciones por su eficiencia.
- Bajo nivel de ruido.
- La vida promedio de los chillers varía de 25 a 30 años con buen mantenimiento.
- Los modelos recientes consumen menos electricidad que los modelos de más de 20 años, ya que cuentan con sistemas que permiten trabajar de acuerdo con la

	<b>INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

demanda requerida reduciendo la carga y operando solo los compresores necesarios (Gómez, 2018).

#### **2.4.6.2 Desventajas**

- Alto costo de instalación.
- Unidades de gran tamaño y peso.
- Difícil instalación cuando son ubicadas en azoteas.
- Para proyectos pequeños es un gasto muy grande por su alto costo (Gómez, 2018).

### **2.5 Antecedentes del mantenimiento**

El término mantenimiento se refiere a aquella práctica orientada al control y supervisión continua de los equipos de trabajo con los que cuenta. En la literatura se refieren a que tiene sus orígenes en el año de 1930, por otra parte, también se maneja por generaciones de la siguiente manera (Fragoso-Puga, 2003).

#### **2.5.1 Primera generación**

Surge antes de la segunda guerra mundial, durante este periodo no se contaba con una industria tan acelerada como la de hoy en día por lo cual, la maquinaria de esa época no era tan compleja, las reparaciones eran sencillas no se necesitaba personal calificado, y los tiempos muertos no importaban mucho ya que no se contaba con grandes producciones (Pérez-Camacho, 2003).

#### **2.5.2 Segunda generación**

La segunda guerra mundial trajo grandes cambios por lo cual la sociedad dependía de productos de toda clase, por lo que era necesario contar con la maquinaria capaz de proveer a la comunidad los recursos necesarios para subsistir con esto la mano de obra redujo su costo considerablemente. Se empezaba a contar con maquinaria más compleja, así como un aumento en la mecanización y operación de estas; asimismo comenzó a seguir maquinaria para cualquier clase de producto, con lo cual la población dependía cada vez más de ella, los tiempos muertos ahora si afectaban de forma considerable la producción y una falla en algún equipo significaba pérdidas, para ello se empezaban a implementar los primeros programas de Mantenimiento Preventivo (Pérez-Camacho, 2003).

	<b>INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

En 1960, se establece que el Mantenimiento Preventivo consistía en la revisión exhaustiva en periodos de tiempo establecidos; los costos de mantenimiento se elevan en relación con los costos de funcionamiento, dando como resultado que se establecieran sistemas de control y planificación más completa (Pérez-Camacho, 2003). Gran parte del avance en esta época se debe en gran medida a la Revolución Industrial que fue un movimiento que se da entre finales del siglo de XVIII y XIX en el Reino Unido, que sustituyó la mano del hombre por la industria, manufactura y maquinaria.

La invención de la máquina a vapor fue una de las más importantes innovaciones de la Revolución Industrial. Hizo posibles mejoramientos en el trabajo de metal basado en el uso de coque en vez de carbón vegetal. En el siglo XVIII la industria textil aprovechó el poder de agua para el funcionamiento de algunas máquinas que utilizaba, éstas se convirtieron en el modelo de organización del trabajo humano en las fábricas (Ashton, 1950).

Durante la revolución industrial, surgen los primeros conceptos de Mantenimiento preventivo, con las primeras máquinas se iniciaron los trabajos de reparación, las primeras preocupaciones hacia las fallas o paros que ocurrían en la producción. Hacia los años 20s ya aparecen las primeras estadísticas sobre tasas de fallas en motores y equipos de aviación (Grimaldi-Simonds, 1985).

Durante la segunda guerra mundial, el mantenimiento tiene un desarrollo importante debido a las aplicaciones militares, en esta evolución el mantenimiento preventivo consiste en la inspección de los aviones antes de cada vuelo y en el cambio de algunos componentes en función del número de horas de funcionamiento (Grimaldi-Simonds, 1985).

El mantenimiento predictivo como su nombre lo indica se basa en predecir la falla antes de que el equipo la presente, durante los años 60 se inician técnicas de verificación mecánica a través del análisis de vibraciones y ruidos mediante los primeros equipos analizadores de espectro de vibraciones (Grimaldi-Simonds, 1985).

### **2.5.3 Tercera generación**

Data en los años setenta con lo cual ha significado grandes cambios en la industria, un aumento considerable de producción, así como una reducción de los tiempos, trayendo como resultado nuevas expectativas y técnicas (Pérez-Camacho, 2003).

 Institución Universitaria	<b>INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

Durante esta generación surgen nuevos modelos de mantenimiento como fue el de Mantenimiento Productivo Total alrededor de los años setenta en Japón, y comienza a expandirse alrededor del mundo hasta los años ochenta (Grimaldi-Simonds, 1985).

La característica principal de nuevo modelo es que la responsabilidad no debe recaer en un solo departamento, debe ser de toda la estructura de la empresa. El buen funcionamiento de la maquinaria o equipo con que se cuente es la obligación de todos. Este sistema está encaminado a cero fallas, defectos y accidentes. Está orientado a la mejora continua y altos estándares de calidad, de acuerdo con las exigencias de nuestros días (Grimaldi-Simonds, 1985).

El crecimiento acelerado de la industria trae como consecuencia que los tiempos muertos tienen un gran efecto en la producción, costo total y servicio al cliente. El aumento en la industrialización ha traído consecuencias que exista una relación evidente entre el estado de la maquinaria, el producto, y la calidad o, así como en la satisfacción del cliente que cada día es más exigente. Al aumentarse los estándares de calidad se han establecido nuevas normas cada vez más demandantes y severas para las empresas. Los gobiernos cada día piden que exista un cuidado mayor sobre el medio ambiente y la seguridad, que se cuente con los trabajadores creando una mejor relación entre los empleados, gerentes, sindicatos y demás personal que operen en una empresa (Pérez-Camacho, 2003).

El mantenimiento es parte fundamental en lo que respecta a seguridad laboral, ya que un gran porcentaje de accidentes son causados por desperfectos en los equipos, los cuales pueden ser prevenidos. El mantener las áreas y ambientes de trabajo en adecuado orden, limpieza, iluminación, etc. Es parte del mantenimiento preventivo de los sitios de trabajo. El mantenimiento no sólo debe ser realizado por el departamento encargado de esto. El trabajador debe ser consciente a mantener en buenas condiciones los equipos, herramientas, maquinarias, esto permitirá mayor responsabilidad del trabajador y prevención de accidentes (Grimaldi-Simonds, 1985).

Se puede concluir que, para las empresas en los años 60s, lo único importante era el mantenimiento productivo. En los años 70s se estableció el programa de mantenimiento productivo total en Japón, en la cual participa todo el personal que labora en una compañía y todos participan de este (Pérez-Camacho, 2003).

Se consideran programas de mantenimiento ya establecidos, con lo cual se hace un monitoreo preciso y continuo de los equipos, con el fin de predecir la posible falla que pueda

 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

presentar la maquinaria, e implementar una mayor eficiencia en la producción y así como la reducción de tiempos muertos (Pérez-Camacho, 2003).

Durante las primeras generaciones es establecían los primeros mantenimientos que solo se enfocaban a la reparación en caso de fallas, pero sin llevar un seguimiento adecuado del buen funcionamiento de la maquinaria.

En las siguientes generaciones se establece un método de prevención de posibles fallas que pudiera presentar la maquinaria, con el fin de obtener una mejor calidad en la producción disminuyendo costos, utilizando equipos más eficientes. En la siguiente gráfica se aprecia la evolución desde su inicio hasta nuestros días del mantenimiento ver imagen 2.

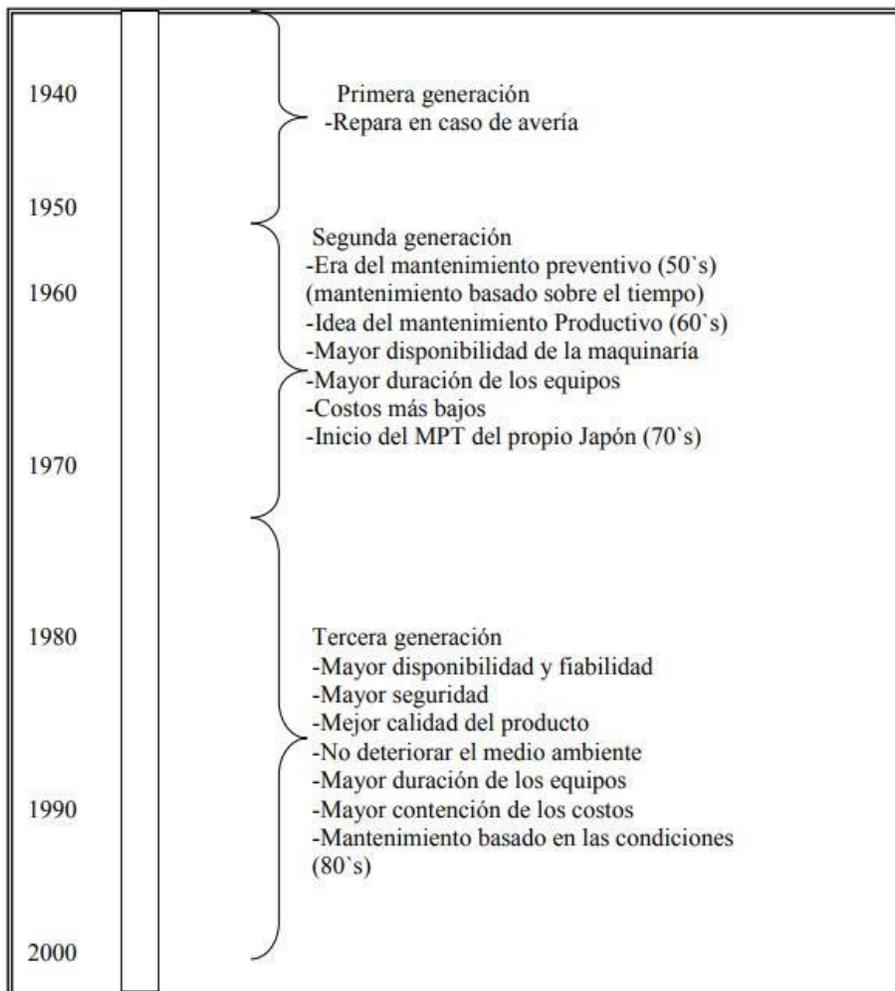


Imagen 2 Evolución de las expectativas del mantenimiento (Pérez-Camacho, 2003)

	<b>INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

## 2.6 Tipos de mantenimiento

En la industria se han tomado en cuenta tres tipos de mantenimiento, dependiendo del equipo con el que se cuente y la reparación que se vaya a realizar.

### 2.6.1 Puesta a cero

No se puede tener maquinaria en buenas condiciones cuando han llegado el fin de su vida útil, o cuando su explotación ha sido tan elevada sin que exista un mínimo mantenimiento, así como por fallas reiteradas, o bien por una mala práctica del sistema de mantenimiento, de esta manera se consumen todos los recursos y esfuerzos disponibles en reparar lo que continuamente se deteriora (Cavaría, 2000).

En vez de ellos se debe interrumpir este círculo vicioso de rotura y reparación, y aplicar la inversión necesaria para restablecer las condiciones lo más cercanas a las iniciales del equipo, en lo que a su prestación se refiere (Cavaría, 2000).

Para este paso es necesario contar con algunos elementos indispensables para el análisis:

- Datos del fabricante, del objeto y si hubo mejoras en series posteriores.
- Manuales.
- Planos.
- Estándares de tasa de fabricación o servicio.
- Experiencia acumulada ya sea escrita o bien transmitida, oralmente por el personal usuario del objeto (maquina, herramienta, otros)
- Sugerencias de mejoras aportadas por los mismos, anotadas y estudiadas detenidamente (Cavaría, 2000).

### 2.6.2 Evaluación

Cuando se habla de evaluación se hace referencia a que máquina, objetos, o equipamientos es a lo que se le aplicará algún tipo específico de mantenimiento. Es decir, se debe contar con algún método que permita determinar si se le aplicará.

Por lo anterior surgen las siguientes definiciones:

 Institución Universitaria	<b>INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

- Mantenimiento por avería. - Mantenimiento predictivo.
- Mantenimiento correctivo.
- Mantenimiento preventivo (Cavaría, 2000).

### **2.6.3 Mantenimiento por avería**

Consiste en intervenir con una acción de reparación cuando el fallo o avería se ha producido, restituyéndose la capacidad de trabajo o prestación original. La característica de este mantenimiento consiste en el máximo aprovechamiento de la vida útil de cada uno de los elementos que compone el equipo. También puede definirse como cualquier hecho que se produzca en la instalación y que tenga efectos negativos en el nivel de producción, seguridad y medio ambiente (Cavaría, 2000).

### **2.6.4 Mantenimiento predictivo**

Se trata de un mantenimiento profiláctico, pero no es de una programación rígida de acciones como en el mantenimiento preventivo. Aquí lo que se programa y se cumple con obligación son las inspecciones, cuyo objetivo es la detección del estado técnico del sistema y a indicación sobre la conveniencia o no, de realización de alguna acción correctiva. También indica el recurso remanente que le queda al sistema para llegar a su estado límite (Cavaría, 2000).

Las inspecciones pueden ser de dos tipos:

- 1- Monitoreo discreto, en la cual las inspecciones se realizan con cierta periodicidad, en forma programada.
- 2- Monitoreo continuo, se ejerce en forma constante, con aparatos montados sobre las máquinas. Este tiene la ventaja de indicar la ejecución de la acción correctiva, lo más cerca posible al fin de su vida útil (Cavaría, 2000).

Este sistema que garantiza el mejor cumplimiento de las exigencias de mantenimiento de los últimos años, dado que se logra:

- Menor detención de la maquinaria, ya sea por programas de paradas preventivas o por roturas aleatorias.

 Institución Universitaria	<b>INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

- Mayor calidad y eficiencia de las máquinas e instalaciones.
- Garantizar la seguridad y la protección del medio ambiente.
- Reduce el tiempo de las acciones de mantenimiento.
- Tratar de evitar posibles fallas que pueda provocar la maquinaria.
- Aumento en los tiempos de producción.
- Incrementar la eficiencia de los equipos y sin desmeritar la calidad en los productos y servicios.
- Reducir los costos y tiempos de mantenimiento (Cavaría, 2000).

Se realiza cuando la mayoría de las veces la falla se presenta lenta y previamente, lo cual advierte que pueda presentarse una falla a futuro. También puede definirse como el monitoreo mediante bitácoras y las distintas variables que puedan presentarse en el equipo como presión, temperatura, otros; y al alterarse alguno de estos valores debe realizarse un análisis de la posible falla pueda presentar el equipo (Najera-Prieto, 2004).

Este tipo de mantenimiento lo que plantea es seguir un historial del funcionamiento de una máquina para futuras fallas que puedan presentarse (Najera-Prieto, 2004).

### **2.6.5 Mantenimiento correctivo**

Este tipo de mantenimiento se presenta después de que ocurrió una falla, con lo que se busca restablecer el equipo para que siga operando de forma eficiente y continua, debe realizarse de forma inmediata y cada uno de los trabajos que se hayan realizado de manera deficiente salen a relucir, con lo cual se necesita un trabajo más a fondo para corregir este tipo de fallas (Najera-Prieto, 2004).

Este mantenimiento se elabora a partir de los constantes monitoreos realizados y de información externa (Najera-Prieto, 2004).

### **2.6.6. Mantenimiento preventivo**

El sistema preventivo nació en los inicios del siglo XX (1910) en la firma FORD en Estados Unidos, se introduce en Europa en 1930, y en japon en 1952. Sin embargo, su desarrollo más fuerte se alcanza después de mediados de siglo (Cavaría, 2000).

	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

Es una inspección periódica para detectar condiciones que pudieran alterar los equipos, causando paros de servicios, descomposturas, otros. Lo que se pretende es tratar de eliminar o evitar fallas en sus primeras etapas, para que no causen un deterioro mayor a las instalaciones o equipos. En resumen, es la oportuna detección y tratamiento de las anomalías de la maquinaria antes de que causen algún defecto o mal funcionamiento (Najera-Prieto, 2004).

Las acciones típicas de este sistema son:

- Limpieza.
- Ajustes.
- Reaprietes (torqueado).
- Regulaciones.
- Lubricación.
- Cambio de elementos utilizando el concepto de vida útil indicada por el fabricante de dicho elemento.
- Reparaciones propias pero programadas (Cavaría, 2000).

Este mantenimiento se divide en dos partes muy básicas: Inspección periódica y restauración planeada del deterioro, basadas en los resultados de los monitoreos. Una rutina diaria se considera como mantenimiento preventivo (Najera-Prieto, 2004).

La finalidad del mantenimiento preventivo es la de reducir costos y tiempos, así como alargar la vida útil de los equipos y evitar los trabajos que se realicen de manera inesperada o imprevista.

Para elaborar un programa de mantenimiento preventivo debe de establecerse la periodicidad con que trabajan los equipos, la capacitación con que cuente el personal y deben realizarse de manera separada dependiendo el tipo de ejecución, y así establecer intervalos para realizar cada uno de los mantenimientos citados anteriormente (Najera-Prieto, 2004).

	<b>INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

## 2.7 Aire de 12.000 Btu/h marca Mirage

### 2.7.1 Principios de operación y funciones especiales en equipos solo enfriamiento (COOLING ONLY).

- Principio: El evaporador absorbe el calor de la habitación y lo transmite al exterior provocando un descenso en la temperatura. Su capacidad estará limitada por la temperatura exterior (AIRES MIRAGE, 2021).
- Anti-congelamiento: Durante la operación del modo cool puede existir formación de hielo o escarcha en la superficie del intercambiador de calor. Si la temperatura del intercambiador llega por debajo de 0°C un mecanismo de protección interrumpirá la operación habitual del equipo evitando la congelación (AIRES MIRAGE, 2021).

### 2.7.2 Principios de operación y funciones especiales en equipos con calefacción (HEAT & COOL).

- Principio: El evaporador proporciona calor mediante la inversión del ciclo de refrigeración. Sin embargo, si la temperatura exterior es muy baja se recomienda operar calefacción con la ayuda de otros aparatos (AIRES MIRAGE, 2021).
- Descongelamiento:
  - Cuando la temperatura exterior es muy baja y la humedad es alta, se produce congelamiento en el intercambiador de calor exterior, mismo que afectara el desempeño del equipo en modo HEAT. Bajo estas condiciones el ciclo de deshielo opera automáticamente durante 8-10 minutos
  - Durante el ciclo de deshielo la ventilación detendrá su operación. - Durante el ciclo de deshielo los indicadores en el panel de control encenderán intermitentemente, esto no significa un mal funcionamiento. - Después de esta etapa, la manejadora retoma su operación normal (AIRES MIRAGE, 2021).

### 2.7.3 Diagrama explosivo

En la figura 7 y en la imagen 3 nos muestra las partes, mecanismos y componentes de la unidad evaporadora de los aires acondicionados de la marca Mirage tipo mini split de capacidad desde 12.000 Btu/h hasta 24.000 Btu/h.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020



## Diagrama Explosivo

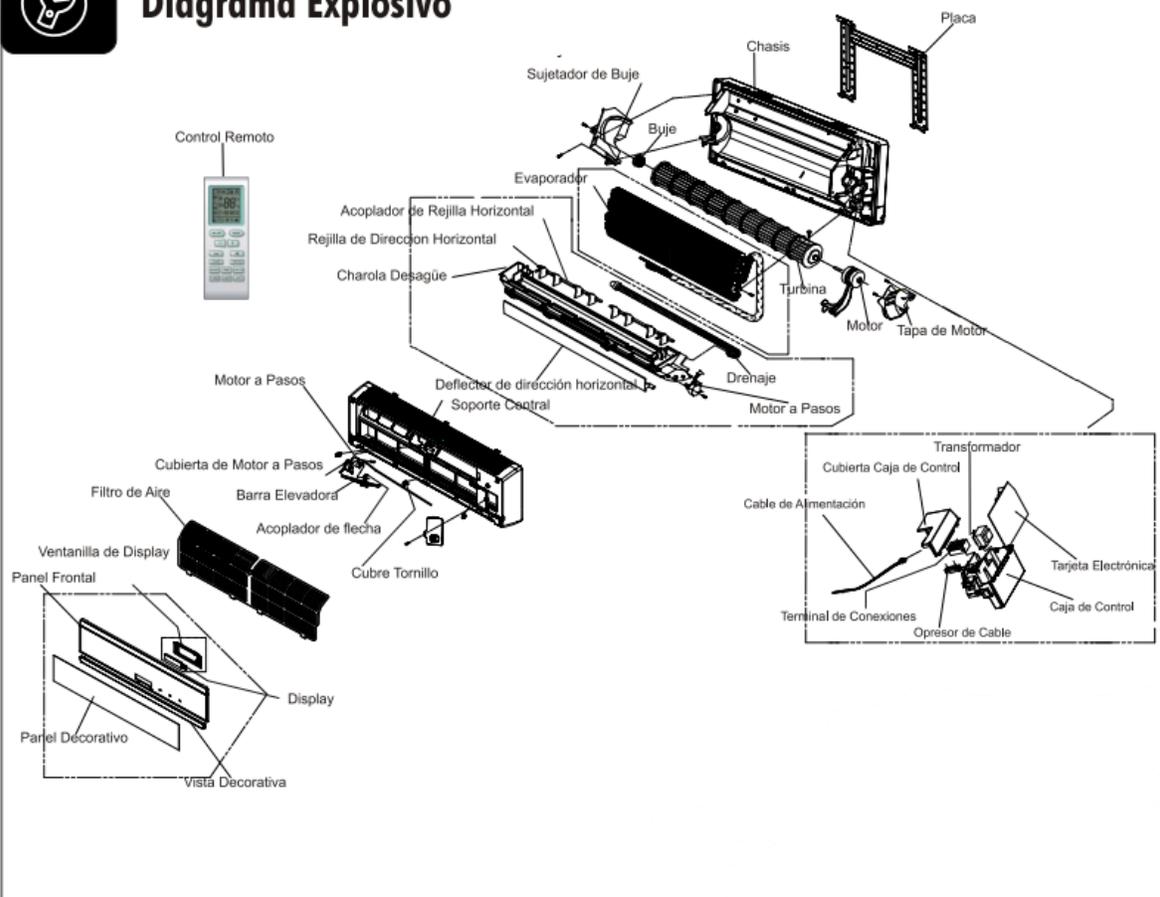


Figura 7 Diagrama explosivo, componentes de aires acondicionados de 18.000Btu/h hasta 24.000Btu/h de la marca Mirage (AIRES MIRAGE, 2021).

La unidad evaporadora es el encargado de brindar a la superficie de calefacción necesaria para que el refrigerante se evapore y absorba calor. La superficie interior del evaporador esta mojada por líquido, condición que produce un alto coeficiente de transmisión de calor (Vásquez, 2009).

 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020



*Imagen 3 Unidad evaporadora de capacidad 12.000 Btu/h desarmada (FUENTE PROPIA)*

### **2.7.3.1 Componentes y repuestos de la unidad evaporadora de un aire acondicionado de 12.000 Btu/h.**

- Placa o soporte.
- Chasis.
- Buje.
- Sujetador de buje.
- Turbina.
- Motor.
- Tapa de motor.
- Evaporador.
- Drenaje.
- Motor a pasos (giro de aletas).
- Acoplador de rejilla horizontal.
- Rejilla de dirección horizontal.
- Charola desagüe.

	<b>INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

- Deflector de dirección horizontal.
- Soporte central.
- Barra elevadora.
- Acoplador de flecha.
- Cubre tornillo.
- Filtro de aire.
- Ventanilla de display.
- Display.
- Panel frontal.
- Panel decorativo.
- Vista decorativa.
- Transformador.
- Cubierta caja control.
- Cable de alimentación.
- Terminal de conexiones.
- Opresor de cable.
- Caja de control.
- Tarjeta electrónica.

### 2.7.3.2 Diagrama básico y aire instalado

En la figura 8 y en la imagen 4 muestra los componentes en funcionamiento de un aire acondicionado desde capacidades de 12.000 Btu/h hasta 24.000 Btu/h.

#### Diagrama Básico

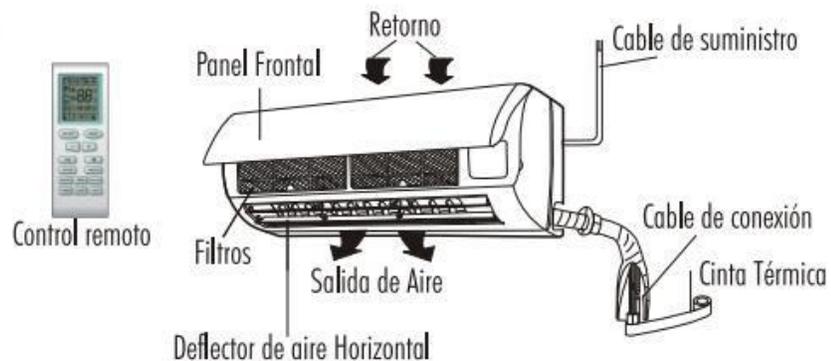


Figura 8 Diagrama básico de funcionamiento de aires acondicionados desde capacidades de 12.000Btu/h hasta 24.000Btu/h (AIRES MIRAGE, 2021)

	<b>INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

En la unidad evaporadora instalada, se pueden observar los componentes como el panel frontal, los filtros, la salida de aire, el deflector de aire horizontal (aletas), los cables de conexión o comunicación entre la unidad evaporadora y la unidad condensadora, el cable de suministro de energía, el control remoto y el área de retorno.



*Imagen 4 Unidad evaporadora de capacidad 12.000Btu/h en funcionamiento (FUENTE PROPIA).*

### 2.7.3.3 Videos partes de aire minisplit.

En los videos del 1 y 2 nos muestra los componentes de la unidad condensadora de un aire acondicionado tipo mini split de capacidad desde 12.000 Btu/h hasta 24.000 Btu/h.



*Video 1 Componentes de una unidad minisplit de 18.000Btu/h (parte 1) <https://youtu.be/hTQTi7tryzU> (Fuente propia)*



Video 2 Componentes de una unidad minisplit de 18.000Btu/h (parte 2) <https://youtu.be/ae5bFw4as4U> (Fuente propia).

#### 2.7.3.4 Componentes y repuestos de la unidad condensadora de un aire acondicionado de 12.000 Btu/h.

La figura 9 y la imagen 5 hacen referencia a la unidad condensadora de un aire acondicionado tipo Split, la imagen 5 detalla una instalación típica de aire acondicionado para confort, que consiste en una unidad para el tratamiento de aire por compresión de refrigerante (Quadri, 2001)

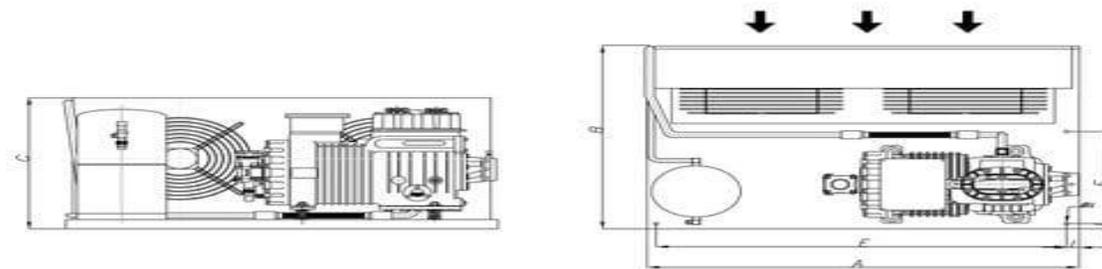


Figura 9 Diagrama de unidad condensadora (Quadri, 2001)

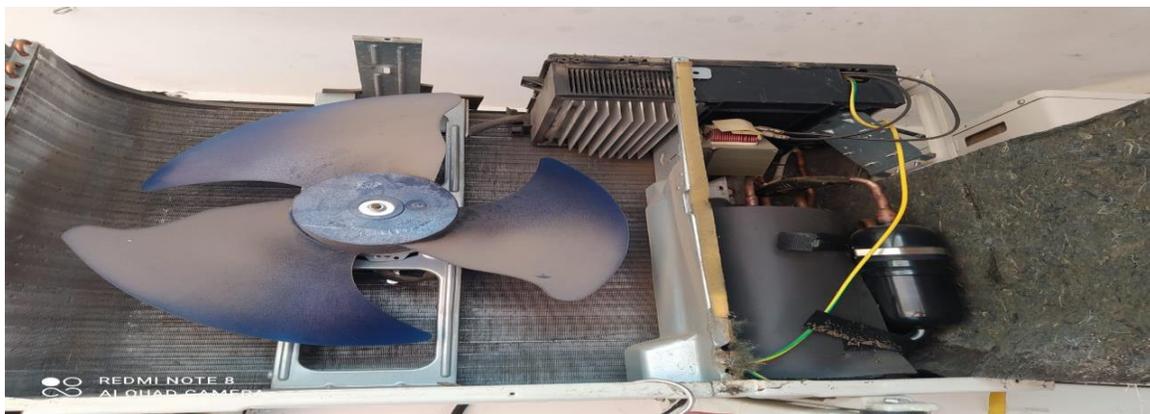


Imagen 5 Preparación de unidad condensadora para mantenimiento (Fuente propia)

 Institución Universitaria	<b>INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

- Conducto de succión.
- Conducto de descarga.
- Serpentín (intercambiador de calor).
- Ventilador.
- Motor eléctrico.
- Aislación térmica.
- Compresor.
- Recipiente de líquido.
- Capacitor.
- Coraza.
- Tubo capilar.
- Transformador (puertos eléctricos para el cable de señal y potencia).

## **2.8 Legislación y manuales para la contratación**

En este capítulo se ilustrará al lector de la legislación Colombiana para la contratación estatal, se hará énfasis en el decreto 1082 de 2015; también los manuales para la selección por mínima cuantía, subasta inversa y la circular externa única de Colombia compra eficiente.

Las entidades estatales deben elaborar un plan anual de adquisiciones, el cual debe contener la lista de bienes, obras y servicios que pretenden adquirir durante el año. En el plan anual de adquisiciones, la entidad estatal debe señalar la necesidad y cuando conoce el bien, obra o servicio que satisface esa necesidad debe identificarlo utilizando el clasificador de bienes y servicios, e identificar el valor estimado del contrato, el tipo de recursos con cargo a los cuales la entidad estatal pagará el bien, obra o servicio, la modalidad de selección del contratista, y la fecha aproximada en la cual la entidad estatal iniciará el proceso de contratación. Colombia compra eficiente establecerá los lineamientos y el formato que debe ser utilizado para elaborar el plan anual de adquisiciones. (Perfetti del Corral & Santos Calderon, 2013).

### **2.8.1 Subasta inversa**

Las siguientes reglas son aplicables para la subasta inversa:

1. Los pliegos de condiciones deben indicar: a) La fecha y hora de inicio de la subasta; b) la periodicidad de los lances; c) el margen mínimo para mejorar la oferta durante la subasta inversa.

 Institución Universitaria	<b>INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

2. La oferta debe contener dos partes, la primera en la cual el interesado acredite su capacidad de participar en el proceso de contratación y acredite el cumplimiento de la ficha técnica; y la segunda parte debe contener el precio inicial propuesto por el oferente.
3. La entidad estatal debe publicar un informe de habilitación de los oferentes, en el cual debe indicar si los bienes o servicios ofrecidos por el interesado cumplen con la ficha técnica y si el oferente se encuentra habilitado.
4. Hay subasta inversa siempre que haya como mínimo dos oferentes habilitados cuyos bienes o servicios cumplen con la ficha técnica.
5. Si en el proceso de contratación se presenta un único oferente cuyos bienes o servicios cumplen con la ficha técnica y está habilitada, la entidad estatal puede adjudicarle el contrato al único oferente si el valor de la oferta es igual o inferior a la disponibilidad presupuestal para el contrato, caso en el cual no haya lugar a la subasta inversa.
6. La subasta debe iniciar con el precio más bajo indicado por los oferentes y en consecuencia, solamente serán validados los lances efectuados durante la subasta inversa en los cuales la oferta sea mejorada en por lo menos el margen mínimo establecido.
7. Si los oferentes no presentan lances durante la subasta, la entidad estatal debe adjudicar el contrato al oferente que haya presentado el precio inicial más bajo.
8. Al terminar la presentación de cada lance, la entidad estatal debe informar el valor del lance más bajo.
9. Si al terminar la subasta inversa hay empate, la entidad estatal debe seleccionar al oferente que presentó el menor precio inicial. En caso de persistir el empate la entidad estatal debe aplicar las reglas de factores diferenciadores contemplados en el decreto 1082 de 2015 (Perfetti del Corral & Santos Calderon, 2013).

### **2.8.2 Mínima cuantía**

La mínima cuantía es una modalidad de selección en virtud de la cual la entidad estatal realiza una convocatoria pública para recibir ofertas de bienes, obras o servicios cuyo valor no excede el diez por ciento (10%) de la menor cuantía. El elemento central de esta modalidad de selección se encuentra exclusivamente en la cuantía, de manera que independientemente del objeto del contrato y siempre que su valor no excede del diez por ciento de la menor cuantía de la entidad, se deberá acudir a la modalidad de selección de mínima cuantía (Tirado Navarro & Palta Cerón, 2022)

	<b>INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

### 2.8.2.1 Mínima cuantía en función del presupuesto anual

La mínima cuantía es el valor equivalente al diez por ciento (10%) o menos de la menor cuantía de una Entidad Estatal, determinada en función de su presupuesto anual. Y se menciona en la tabla 1.

Tabla 1. Factores de menor cuantía y mínima cuantía

PRESUPUESTO DE LA ENTIDAD ESTATAL MENOR (SMLMV)	CUANTÍA MÍNIMA SMLMV	CUANTÍA
Igual o mayor a 1.200.000	1.000	100
Entre 850.000 y 1.200.000	850	85
Entre 400.000 y 850.000	650	65
Entre 120.000 y 400.000	450	45
Menos de 120.000	280	28

*(Tirado Navarro & Palta Cerón, 2022)*

Las entidades estatales deben adelantar los procesos de contratación cuyo presupuesto oficial no exceda el valor de su mínima cuantía por la modalidad de Selección de Mínima Cuantía (Tirado Navarro & Palta Cerón, 2022).

### 2.8.2.2 Reglas aplicables para la selección por mínima cuantía

Las siguientes reglas son aplicables para la mínima cuantía:

- 1- Estudios previos, deben contener: Descripción de la necesidad, descripción del objeto a contratar identificado con el cuarto nivel de clasificador de bienes y servicios, de ser posible, o de lo contrario con el tercer nivel, las condiciones técnicas exigidas, El valor estimado del contrato y su justificación, el plazo de ejecución y el certificado de disponibilidad presupuestal que respalda la contratación.
- 2- Invitación a participar, debe contener: Descripción del objeto a contratar identificado con el cuarto nivel del clasificador de bienes y servicios, de ser posible, o de lo contrario con el tercer nivel, las condiciones técnicas exigidas, el valor estimado del contrato y su justificación, la forma de acreditar la capacidad jurídica, la forma de acreditar la experiencia mínima, cuya exigencia es discrecional del a entidad estatal, la forma de acreditar el cumplimiento de la condiciones técnicas, la capacidad

 Institución Universitaria	<b>INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

financiera mínima y forma de verificar su cumplimiento cuando no se haga pago contra entrega de la obra, bien o servicio, cuya exigencia es discrecional de la entidad estatal (Tirado Navarro & Palta Cerón, 2022).

- 3- Cronograma del proceso, deben contener: El término dentro del cual la entidad estatal responderá observaciones, el término hasta el cual se podrá expedir adendas para modificar la invitación, el cual, en todo caso, tendrá como límite un día hábil antes a la fecha y hora prevista para la presentación de ofertas, sin perjuicio que con posterioridad a este momento puedan expedir adendas para modificar el cronograma del proceso, el momento en que publicara un aviso en el SECOP precisando si el proceso se limitó a MiPymes o si podrá participar cualquier otro interesado.
- 4- Subsanación de documentos, deben contener: Todas las dispuestas en el artículo 5 de la ley 1150 de 2007.
- 5- Informa de evaluación, la entidad estatal debe publicar el informa de evaluación durante mínimo un día hábil, para que durante este término los oferentes presenten las observaciones que deberán ser respondidas por la entidad estatal antes de realizar la aceptación de la oferta seleccionada. El informe de evaluación deberá incluir si el oferente cumplió con los requisitos establecidos en la invitación a participar y el valor de la oferta.
- 6- Comunicación de aceptación de la oferta, la entidad estatal debe aceptar la propuesta que haya cumplido los requisitos establecidos en la invitación y ofrecido el precio más bajo, mediante documento electrónico o físico. En la aceptación, se debe indicar el supervisor del contrato
- 7- Ejecución, una vez se encuentren cumplidos los requisitos previos en la ley para tal efecto y se extienden hasta el vencimiento del plazo dispuesto para el cumplimiento de las obligaciones convencionales (Tirado Navarro & Palta Cerón, 2022).

### 2.8.3 Circular externa

El sistema electrónico de contratación pública – SECOP es el medio de información oficial de toda la contratación realizada con dineros públicos. El secop es el punto único de ingreso de información para las entidades que contratan con cargos públicos, los entes de control y la ciudadanía en general (Colombia compra eficiente, 2019).

 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

Las entidades del estado que tienen un régimen especial de contratación, siempre y cuando el contrato ejecute o tenga como fuente de financiación dineros públicos, sin importar su proporción, de acuerdo con lo establecido en su propio manual de contratación. De manera enunciativa, estas son: las empresas industriales y comerciales del estado y sociedades de economía mixta en las que el estado tenga una participación superior al 50% que desarrollen actividades comerciales en competencia con el sector privado y/o público, nacional o internacional o en mercados regulados, empresas de servicios públicos domiciliarios, empresas sociales del estado, entidades descentralizadas indirectas, entre otras (Colombia compra eficiente, 2019).

	<b>INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

### 3. METODOLOGÍA

---

Para llevar a cabo los objetivos específicos antes mencionados se utilizó la información pública y recursos que actualmente se encuentra publicados en la plataforma SECOP II, en la que se realizó una breve descripción, se identificó cronológicamente los procesos de contratación que se publicaron referente al mantenimiento de aires acondicionados por compresión de refrigerante, y así se generó una estructura de codificación de modelos de mantenimiento, proveedores, se sustrajo una ficha técnica de un aire acondicionado tipo pared y se implementó una metodología de mantenimiento para estos equipos.

Actualmente las entidades estatales en sus procesos de contratación realizan publicaciones con pliegos de condiciones donde generalmente se encuentran las fichas técnicas de los equipos, necesarias para para desarrollar una metodología de mantenimiento y así poder estructurar un promedio de costos en la intervención de los equipos. En caso de que en los procesos no se encuentre la información deseada, está fue indagada por los medios digitales de acuerdo a la referencia del equipo del presente caso de estudio en la información que tenga el fabricante en internet, seguido así por la caracterización de los componentes críticos o de usual cambio en las intervenciones de los equipos de aire acondicionado los cuales fueron seleccionados basados en la lista de bolsa de repuestos asignadas por las entidades estatales en sus pliegos de condiciones.

Se prosiguió a la identificación de 3 proveedores que cumplan con la codificación de bienes y servicios según la UNSPSC para la prestación o intervención de equipos de acondicionamientos de aire y/o refrigeración. Esta clasificación se encuentra establecida en la misma plataforma SECOP de la siguiente manera y para efectos del presente estudio se limitará hasta el arreglo jerárquico familia:

Tabla 2. Código UNSPSC de naciones unidas

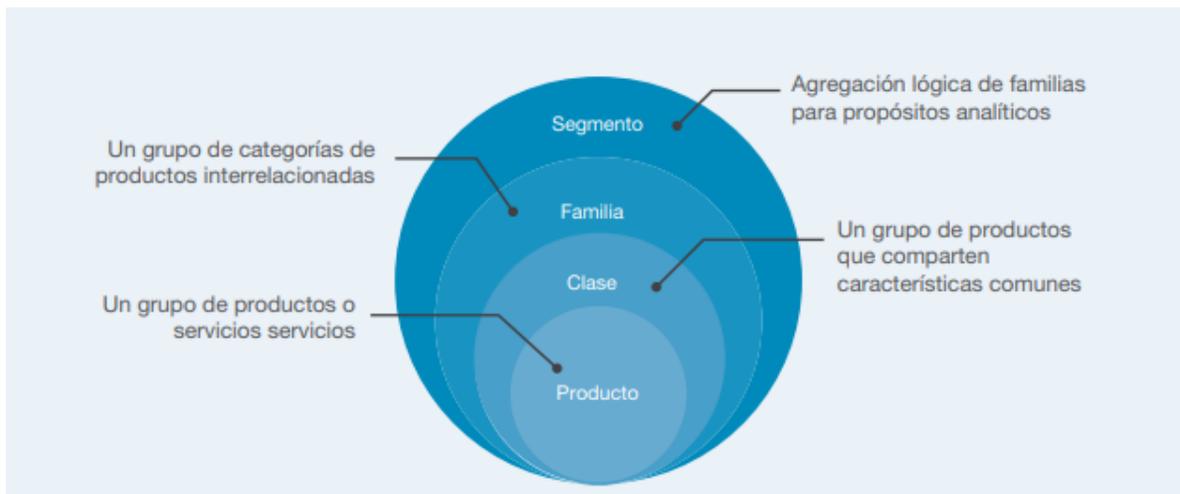
<b>Código UNSPSC</b>	<b>Descripción</b>
40100000	Calefacción, ventilación y circulación de aire.
72101511	Servicio de instalación o mantenimiento o reparación de aires acondicionados.
72151200	Servicios de construcción y mantenimiento HVAC calefacción y enfriamiento y aire acondicionado.

 Institución Universitaria	<b>INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

72154100 Servicio de mantenimiento y reparación de equipo de sistemas de distribución y acondicionamiento

*(Tirado Navarro & Palta Cerón, 2022)*

En la siguiente figura se ilustra el arreglo jerárquico de clasificadores de bienes y servicios establecidos por las naciones unidas y que sirve como base para que las entidades estatales identifiquen cuales oferentes cumplen con el objeto a contratar, entre otros.



*Figura 10 Arreglo jerárquico: Clasificación de cinco niveles, segmento, familia, clase, producto (Colombia compra eficiente, 2019)*

Para finalizar se realizó una estimación en el precio de intervención por mantenimiento general de un aire acondicionado basados en el costo mínimo de inversión en herramientas que se tiene para poder ejercer la función, los insumos que se gastarían en el mantenimiento, el número de personas que intervienen el equipo y el tiempo que tardaría en realizar el mantenimiento. Estos valores compararlos con un símil entre una muestra de proveedores de mantenimiento de aires acondicionados y tener en consideración las recomendaciones establecidas en los manuales de contratación otorgados por SECOP II y la ecuación para determinar precios artificialmente bajos.

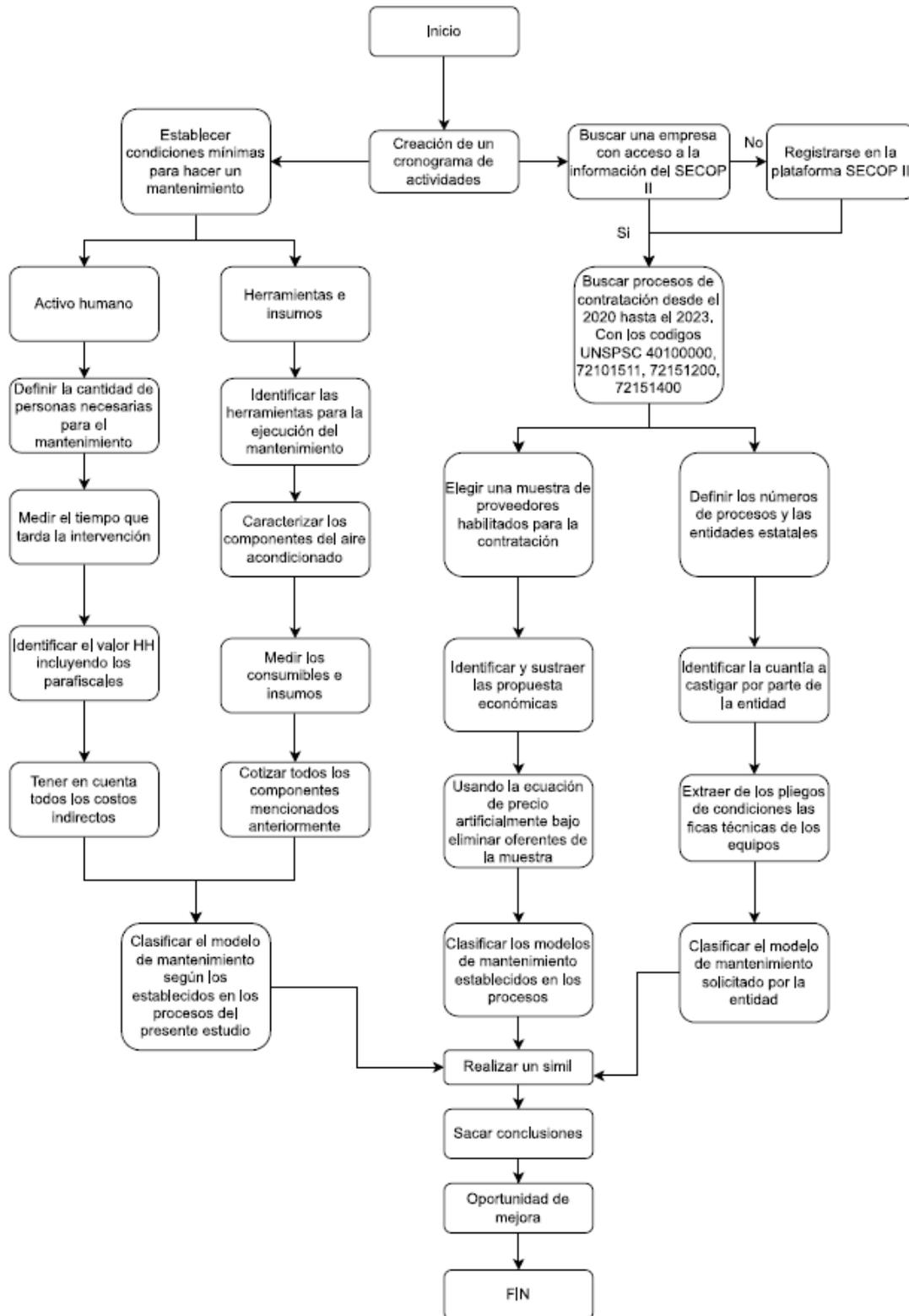


Figura 11 Diagrama de flujo para el desarrollo de actividades. (FUENTE: Elaboración propia)

 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

En el flujograma se describieron las actividades que se realizaron para llegar a los resultados; donde se tomaron dos caminos y al final se compararon los resultados obtenidos y se determinaron las conclusiones: 1) Desde las entidades estatales se recopiló información, se identificaron los oferentes, se clasificaron según los códigos UNSPSC y se gestionó la información, 2) Desde la indagación comercial, se recopiló información, se identificó las metodologías de mantenimiento, se clasificó el personal mínimo necesario para la intervención y se calculó el costo de servicio mínimo por mantenimiento y se finalizó 3) haciendo un símil con los resultados obtenidos.

 Institución Universitaria	<b>INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Una vez realizado el desarrollo de estudio de costos del mantenimiento de aires por compresión de vapor con la información obtenida del SECOP II, los resultados fueron registrados y analizados desde la aplicación LokerStudio, obteniendo los siguientes resultados y comparándolo con el estudio de costos del mantenimiento de aires por compresión realizando estudio de costos de herramientas, mano de obra, insumos y otros.

### 4.1 Obtención de la muestra a estudiar

Desde la plataforma SECOP II se seleccionaron 6 procesos de licitaciones públicas en los siguientes departamentos de Colombia: Antioquia, Magdalena, Santander, Risaralda y Valle del Cauca. Donde se pudo observar que todos fueron procesos de mínima cuantía y que tuvieron variaciones en los criterios de selección. En la tabla 3, se puede observar el número del proceso, la cantidad de oferentes, el oferente adjudicado, la entidad estatal contratante y el capital entregado por la entidad.

Tabla 3. Listado de procesos y oferentes

Proceso	Entidad Estatal	Oferentes	Empresa adjudicada	Presupuesto adjudicado
SAB-02-04-23	Municipio de Sabaneta	IDULTEC SOLUCIONES INTEGRALES	No	\$0
	Municipio de Sabaneta	SOLUCIONES DE INGENIERÍA INTEGRAL	No	\$0
	Municipio de Sabaneta	TECNICOS YA SAS	No	\$0
	Municipio de Sabaneta	ANTIOQUIA BOX SAS	No	\$0
MC-INV-015-2021	Municipio de Sabaneta	AMERICAN INSAP INGENIERÍA Y SERVICIOS SAS	Si	\$10.594.118
	INVISBU	REDYMAT SAS	Si	\$3.360.000
	Corporación Autónoma Regional del Magdalena	OPS SAS	No	\$0
MC-025-2022	Corporación Autónoma Regional del Magdalena	CLIMATIZACIÓN Y ELECTRICIDAD	Si	\$7.677.890
	Corporación Autónoma Regional del Magdalena	PEDRO DIGNO NAVARRO CASTILLA	No	\$0
	Corporación Autónoma Regional del Magdalena	TERMEC LTDA	No	\$0
	Corporación Autónoma Regional del Magdalena	Business Center Wal S.A.S.	No	\$0

 Institución Universitaria	<b>INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO</b>			Código	FDE 089
				Versión	04
				Fecha	24-02-2020

	INSTITUTO VÍAS	NACIONAL	DE	TECNICAL ADJUSTMENTS JA SS	Si	\$3.764.895
	INSTITUTO VÍAS	NACIONAL	DE	IMATIC INGENIEROS RUIZ	No	\$0
	INSTITUTO VÍAS	NACIONAL	DE	MAZU SERVICIOS INTEGRALES	No	\$0
	INSTITUTO VÍAS	NACIONAL	DE	AGT	No	\$0
	INSTITUTO VÍAS	NACIONAL	DE	ANTBOX	No	\$0
IP-DT-VAL-003-2022	INSTITUTO VÍAS	NACIONAL	DE	GRUPOTINK	No	\$0
	INSTITUTO VÍAS	NACIONAL	DE	C-LINE V&M LTDA	No	\$0
	INSTITUTO VÍAS	NACIONAL	DE	PCO SAS	No	\$0
	INSTITUTO VÍAS	NACIONAL	DE	CRR SOLUCIONES INTEGRALES SAS	No	\$0
	INSTITUTO VÍAS	NACIONAL	DE	TERMEC LTDA	No	\$0
	INSTITUTO VÍAS	NACIONAL	DE	POWER TECH COMPANY SAS	No	\$0
	Registraduría General de la Nación			CRR SOLUCIONES INTEGRALES SAS	No	\$0
IP-001-2022	Registraduría General de la Nación			ANTIOQUIA BOX SAS	No	\$0
	Registraduría General de la Nación			INDULTEC SOLUCIONES INTEGRAL	Si	\$3.974.802
	Personería de bello			LUIS ALBERTO RAMIREZ PARRA	No	\$0
034-2022	Personería de bello			C&M SERVICIOS E INGENIERÍA SAS	No	\$0
	Personería de bello			AIRECOL SAS	No	\$0
	Personería de bello			ANTBOX	Si	\$1.124.550

(Fuente: Propia)

Donde se obtuvieron una muestra de 29 oferentes ubicados en diferentes departamentos del país.

#### 4.2 Análisis de cada proceso

Se hicieron estudios de precios en cada uno de los procesos, mostrando los siguientes resultados.

	<b>INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

#### 4.2.1 SAB-02-04-23

##### 4.2.1.1 Datos del proceso SAB-02-04-23

En la imagen 6, se encontró los datos del proceso como; capital a adjudicar, entidad estatal contratante, tipo de proceso y el código UNSPSC.

#### Imagen 6 Datos del proceso SAB-02-04-2023

Información

Número del proceso	SAB-02-04-23
Título	SERVICIO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO DE AIRE ACONDICIONADO CON SUMINISTRO DE ACCESORIOS Y REPUESTOS, PARA LOS DIFERENTES EQUIPOS DEL MUNICIPIO DE SABANETA.
Estado	Proceso adjudicado y celebrado
Tipo de proceso	Mínima cuantía
Unidad de contratación	Secretaría de Servicios Administrativos
Proceso para celebrar un Acuerdo Marco de Precios	No

Datos del contrato

Tipo de contrato	Prestación de servicios
Justificación de la modalidad de contratación	Presupuesto inferior al 10% de la menor cuantía
Descripción	SERVICIO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO DE AIRE ACONDICIONADO CON SUMINISTRO DE ACCESORIOS Y REPUESTOS, PARA LOS DIFERENTES EQUIPOS DEL MUNICIPIO DE SABANETA.
Duración del contrato	10 (Meses)
Fecha de terminación del contrato:	31/12/2022 11:59:00 PM ((UTC-05:00) Bogotá, Lima, Quito)
Condiciones de entrega	Plataforma
Dirección de ejecución del contrato	carrera 45 n 71 sur 24 Sabaneta Antioquia COLOMBIA
Valor estimado	52.200.000 COP
Lotes?	<input type="radio"/> Sí <input checked="" type="radio"/> No

Clasificación del bien o servicio

Código UNSPSC	72101511 - Servicio de instalación o mantenimiento o reparación de aires acondicionados
Lista adicional de códigos UNSPSC	

*Imagen 6 Datos del proceso SAB-02-04-23 (Colombia compra eficiente, 2019).*

Proceso de selección por mínima cuantía ejecutado por el municipio de Sabaneta, con un presupuesto disponible por la entidad de \$12.652.997 COP. En la tabla 4 se puede observar un resumen de la selección y el oferente adjudicado.

 Institución Universitaria	<b>INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

Tabla 4. Proceso SAB02-04-23 Oferentes

Oferentes	Empresa adjudicada	Propuesta presentada
TECNICOS YA SAS	No	\$3.400.810
SOLUCIONES DE INGENIERÍA INTEGRAL	No	\$8.664.000
IDULTEC SOLUCIONES INTEGRALES	No	\$9.250.000
ANTIOQUIA BOX SAS	No	\$10.063.000
AMERICAN INSAP INGENIERÍA Y SERVICIOS SAS	Si	\$10.594.118

(Fuente: Propia)

Para este proceso se presentaron 5 oferentes, y la entidad realiza el proceso de presupuesto artificialmente bajo establecido por la guía para el manejo de ofertas artificialmente bajas (G-MOAB-01) denominado comparación absoluta que consiste en identificar aquellas ofertas que se encuentren en el 20% o por debajo del presupuesto a adjudicar establecido por la entidad: Para efectos de este proceso, la entidad estableció que todas las ofertas que se encuentren por debajo del 30% estarían en precios artificialmente bajos y no tuvo en cuenta que para realizar una comparación absoluta los oferentes deben ser menos de cinco.

- **Presupuesto a adjudicar:** \$12.652.997
- **30%:**  $30\% = 30\% = 12.652.997 \times 0,3 = \$3.795.899$  (Ecuación 1)

Según cálculo realizado con la ecuación 1, el oferente TECNICOS YA SAS se encuentra con una propuesta en precio artificialmente bajo. Una propuesta artificialmente baja puede poner en riesgo un contrato generando sobrecostos en que pudo incurrir la entidad estatal.

Hay tres explicaciones iniciales para una oferta artificialmente baja (i) el proponente desconoce los costes e ingresos verdaderos del contrato (ii) el proponente utiliza su oferta como parte de una estrategia colusoria o (iii) pretende debilitar a otros proponentes durante el proceso de selección.

Se realizó el cálculo de propuesta artificialmente baja según lo establecido en la guía para el manejo de ofertas artificialmente bajas (G-MOAB-01) para procesos que cuenten con más 5 o más oferentes. Y consiste en el desarrollo de la ecuación 2 según el siguiente procedimiento.

 Institución Universitaria	<b>INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

- **Valor mínimo aceptable** = Mediana – Desviación estándar (Ecuación 2)

- **Mediana:** Se organizaron los valores de mayor a menor y se toma el valor que se encuentre en la mitad de la lista, en caso de que sea un número par de oferentes se toman ambos y se hace un promedio para establecer la mediana. En la tabla 5 se puede visualizar el valor de la MEDIANA.

Tabla 1 Valor de la Mediana

Oferentes	Empresa adjudicada	Propuesta presentada
AMERICAN INSAP INGENIERÍA Y SERVICIOS SAS	Si	\$10.594.118
ANTIOQUIA BOX SAS	No	\$10.063.000
IDULTEC SOLUCIONES INTEGRALES	No	\$9.250.000
SOLUCIONES DE INGENIERÍA INTEGRAL	No	\$8.664.000
TECNICOS YA SAS	No	\$3.400.810

(Fuente: Elaboración propia)

- **Desviación estándar  $\sigma$ :** La desviación estándar se calculó haciendo uso de la ecuación 3 que se encuentra en la guía de contratación Nro G-MOAB-01

$$\text{Desviación estándar: } \sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\text{Valor de las ofertas} - \text{Promedio de las ofertas})^2}{n}} \quad (\text{Ecuación 3})$$

El promedio de las ofertas se calculó según lo realizado en la ecuación 4

$$\text{Promedio de las ofertas} = \frac{\sum(\text{Valor de las ofertas})}{n} \quad (\text{Ecuación 4})$$

$n$  = Número de ofertas

Se reemplazaron los valores de la tabla 3 y calculamos el promedio de las ofertas

 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

*Promedio de las ofertas*

$$= \frac{(3.400.810 + 8.664.000 + 9.250.000 + 10.063.000 + 10.594.118)}{5}$$

Se desarrollo la ecuación 3 de desviación estándar

$$\sigma = \sqrt{\frac{(3.400.810-8.394.385)^2+(8.664.000-8.394.385)^2+(9.250.000-8.394.385)^2+(10.063.000-8.394.385)^2+(10.594.118-8.394.385)^2}{5}}$$

$$\sigma = \$8.616.432$$

Reemplazando los valores obtenidos de desviación estándar y mediana en la ecuación 2 se obtiene el valor mínimo aceptable entre las ofertas del proceso.

$$\text{Valor mínimo aceptable} = \$9.250.000 - \$8.616.432 = \$633.567.$$

Según el resultado anterior, todos los proponentes se encontraban habilitados para responder por el proceso de contratación.

#### 4.2.1.2 Símil y promedio de costo por equipo

Se indago en los precios ofertados por cada uno de los oferentes, para los equipos de las capacidades que estaba solicitando la entidad contratante. Se estableció un promedio por equipo y también se verifico cuales oferentes se encontraban con el cumplimiento de los códigos UNSPSC (Ver Tabla 6).

Tabla 2. Símil entre los oferentes y promedio del valor de mantenimiento por equipo

Oferentes	UNSPSC	9000Btu/h	12000btu/h	18000btu/h	24000Btu/h	36000Btu/h	60000Btu/h
AMERICAN INSAP INGENIERÍA SERVICIOS SAS	Y No	\$90.756	\$90.756	\$90.756	\$90.756	\$90.756	\$163.866

 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO				Código	FDE 089
					Versión	04
					Fecha	24-02-2020

IDULTEC SOLUCIONES INTEGRALES	No	\$90.000	\$110.000	\$90.000	\$90.000	\$90.000	\$150.000
ANTIOQUIA BOX SAS	Si	\$90.000	\$90.000	\$90.000	\$90.000	\$115.000	\$130.000
SOLUCIONES DE INGENIERÍA INTEGRAL	No	\$70.000	\$70.000	\$75.000	\$80.000	\$75.000	\$140.000
TECNICOS YA SAS	Si	\$24.990	\$24.990	\$24.990	\$24.990	\$24.990	\$24.990
Promedio		\$73.149	\$77.149	\$74.149	\$75.149	\$79.149	\$121.771

(Fuente: Elaboración propia)

#### 4.2.1.3 Posición geográfica de la entidad estatal y los oferentes

En las imágenes se visualizó la posición geográfica de los oferentes, esto ayudo a entender porque se pueden presentar variaciones de precios.

Figura 12 posición geográfica del proceso SAB 02-04-23



Figura 12 Posición geográfica del proceso SAB 02-04-23 (Fuente: Elaboración propia)

Se identifico que la entidad estatal dueña del proceso, se encontraba localizada en el municipio de Sabaneta – Antioquia y las ofertas recibidas provinieron de Cartagena – Bolívar,

 Institución Universitaria	<b>INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

La Estrella – Antioquia, Bello – Antioquia, Medellín – Antioquia y Manizales – Caldas. En la tabla 7 se puede observar la cantidad por departamento.

Tabla 3 Cantidad de ofertas por departamento (SAB-02-04-23)

	<b>Antioquia</b>	<b>Bolívar</b>	<b>Caldas</b>
<b>Ofertas</b>	3	1	1

*(Fuente: Elaboración propia)*

De este proceso se pudo observar:

- La entidad obtuvo un ahorro del 16,27% respecto al presupuesto que tenía para asignar.
- Que el oferente elegido no cumplía con el código UNSPSC establecido por la entidad para la contratación.
- No se cumplieron los manuales establecidos por el SECOP II para establecer precio artificialmente bajo.
- El oferente adjudicado se encuentra en el mismo departamento que la entidad estatal.
- No fue limitado a MiPymes.

#### **4.2.2 IP-DT-VAL-003-2022**

##### **4.2.2.1 Datos del proceso IP-DT-VAL-003-2022**

En la imagen 7, se encontró los datos del proceso como; capital a adjudicar, entidad estatal contratante, tipo de proceso y el código UNSPSC.

	<b>INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

## Imagen 7 datos del proceso IP-DT-VAL-003-2022

### información

number of process	IP-DT-VAL-003-2022
título	PRESTACIÓN DEL SERVICIO DE TRES MANTENIMIENTOS PREVENTIVOS DE LOS EQUIPOS DE AIRE ACONDICIONADO EN LA DIRECCIÓN TERRITORIAL VALLE, INVIAS
Estado	Proceso adjudicado y celebrado
tipo de proceso	mínima cuantía
unidad de contratación	Dirección Territorial Valle
Proceso para celebrar un Acuerdo Marco de Precios	No

### Lista de ofertas publicadas

Fecha de publicación 07/12/2022 16:26:55 (UTC-05:00) Bogotá, Lima, Quito)

### datos del contrato

tipo de contrato	obra
Justificación de la modalidad de contratación	Presupuesto inferior al 10% de la menor cuantía
Descripción	PRESTACIÓN DEL SERVICIO DE TRES MANTENIMIENTOS PREVENTIVOS DE LOS EQUIPOS DE AIRE ACONDICIONADO EN LA DIRECCIÓN TERRITORIAL VALLE, INVIAS.
Duración del contrato	8 ( meses )
Condiciones de entrega	plataforma
Dirección de ejecución del contrato	Avenida Vásquez Cobo No. 23N-47 piso 3 Estación Ferrocarril Cali Valle del Cauca COLOMBIA
valor estimado	6.854.400 COP
Lotes?	<input type="radio"/> Si <input checked="" type="radio"/> No

### Clasificación del bien o servicio

Codigo UNSPSC 72151200 - Servicios de construcción y mantenimiento de HVAC calefacción y refrigeración y aire acondicionado

Lista adicional de códigos UNSPSC

*Imagen 7 Datos del proceso IP-DT-VAL-003-2022 (Colombia compra eficiente, 2019).*

Proceso de selección por mínima cuantía ejecutado la entidad INVIAS en el municipio de Cali – Valle del Cauca, con un presupuesto disponible por la entidad de \$6.854.400 COP. En la tabla 7 se puede observar un resumen de la selección y el oferente adjudicado.

Tabla 8. Oferentes proceso IP-DT-VAL-003-2022

Oferentes	Empresa adjudicada	Propuesta presentada
TERMEC LTDA	No	\$6.825.840
ANTBOX	No	\$6.238.200
IMATIC INGENIEROS RUIZ	No	\$5.625.349
PCO SAS	No	\$5.140.800

 Institución Universitaria	<b>INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

CRR SOLUCIONES INTEGRALES SAS	No	\$4.867.000
AGT	No	\$4.284.000
C-LINE V&M LTDA	No	\$3.840.000
TECNICAL ADJUSTMENTS JA SS	Si	\$3.764.895
MAZU SERVICIOS INTEGRALES	No	\$3.512.880
GRUPOTINK	No	\$2.284.800
POWER TECH COMPANY SAS	No	\$1.007.977

*(Fuente: Elaboración propia)*

Para este proceso se presentaron 11 oferentes, y la entidad no realizó el proceso de presupuesto artificialmente bajo establecido por la guía para el manejo de ofertas artificialmente bajas (G-MOAB-01).

Para efectos de este estudio se realizó el cálculo para determinar el valor mínimo aceptable por la entidad según la ecuación 2.

- **Valor mínimo aceptable** = Mediana – Desviación estándar (Ecuación 5)

- **Mediana:** Se organizaron los valores de mayor a menor y se toma el valor que se encuentre en la mitad de la lista, en caso de que sea un número par de oferentes se toman ambos y se hace un promedio para establecer la mediana. En la tabla 8 se puede visualizar el valor de la MEDIANA.

Tabla 9. Valor de la Mediana proceso IP-DT-VAL-003-2023

Oferentes	Empresa adjudicada	Propuesta presentada
TERMEC LTDA	No	\$6.825.840
ANTBOX	No	\$6.238.200
IMATIC INGENIEROS RUIZ	No	\$5.625.349
PCO SAS	No	\$5.140.800
CRR SOLUCIONES INTEGRALES SAS	No	\$4.867.000
AGT	No	\$4.284.000
C-LINE V&M LTDA	No	\$3.840.000
TECNICAL ADJUSTMENTS JA SS	Si	\$3.764.895
MAZU SERVICIOS INTEGRALES	No	\$3.512.880
GRUPOTINK	No	\$2.284.800
POWER TECH COMPANY SAS	No	\$1.007.977

 Institución Universitaria	<b>INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

- **Desviación estándar  $\sigma$ :** La desviación estándar se calculó haciendo uso de la ecuación 3 que se encuentra en la guía de contratación Nro G-MOAB-01.

$$\text{Desviación estándar } \sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\text{Valor de las ofertas} - \text{Promedio de las ofertas})^2}{n}} \quad (\text{Ecuación 6})$$

$$\text{Promedio de las ofertas} = \frac{\sum(\text{Valor de las ofertas})}{n} \quad (\text{Ecuación 7})$$

$n = \text{Número de ofertas}$

Se reemplazaron los valores de la tabla 3 y calculamos el promedio de las ofertas con la ecuación 4

*Promedio de las ofertas =*

$$\frac{(1007977+2284800+3512800+3764895+3840000+4284000+4867000+5140800+5625349+6238200+6825840)}{11}$$

11

Promedio de las ofertas = \$4.308.340

Se desarrollo la ecuación 3 de desviación estándar

$$\sigma = \sqrt{\frac{(((1007977 - 4308340)^2 + (2284800 - 4308340)^2 + (3512800 - 4308340)^2 + (3764895 - 4308340)^2 + (3840000 - 4308340)^2 + (4284000 - 4308340)^2 + (4867000 - 4308340)^2 + (5140800 - 4308340)^2 + (5625349 - 4308340)^2 + (6238200 - 4308340)^2 + (6825840 - 4308340)^2))}{11}}$$

$$\sigma = \$1.621.924$$

Reemplazando los valores obtenidos de desviación estándar y mediana en la ecuación 2 se obtiene el valor mínimo aceptable entre las ofertas del proceso.

$$\text{Valor mínimo aceptable} = \$4.284.000 - \$1.621.924 = \$2.662.075$$

	<b>INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

Según el resultado anterior, los proponentes GrupoTink y Power Tech Company SAS presentaron propuestas artificialmente bajas y no se tuvieron en cuenta para el análisis de costos.

#### 4.2.2.2 Símil y promedio de costo por equipo

Se indago en los precios ofertados por cada uno de los oferentes, para los equipos de las capacidades que estaba solicitando la entidad contratante. Se estableció un promedio por equipo y también se verifico cuales oferentes se encontraban con el cumplimiento de los códigos UNSPSC.

Tabla 10. Símil entre los oferentes y promedio del valor de mantenimiento por equipo

Proceso	Oferentes	UNSPSC	24000Btu/h
IP-DT-VAL-003-2022	CRR SOLUCIONES INTEGRALES SAS	No reporta	\$170.400
	MAZU SERVICIOS INTEGRALES	Si	\$123.000
	IMATIC INGENIEROS RUIZ	Si	\$196.966
	POWER TECH COMPANY SAS	No	\$35.294
	C-LINE V&M LTDA	No	\$134.453
	GRUPOTINK	No	\$80.000
	AGT	No	\$150.000
	TERMEC LTDA	Si	\$239.000
	PCO SAS	No	\$180.000
	ANTBOX	Si	\$220.000
TECNICAL ADJUSTMENTS JA SS	Si	\$127.064	

(Fuente: Elaboración propia)

#### 4.2.2.3 Posición geográfica de la entidad estatal y los oferentes

En las imágenes se visualizó la posición geográfica de los oferentes, esto ayudo a entender porque se pueden presentar variaciones de precios.

 Institución Universitaria	<b>INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020



Figura 13 Posición geográfica del proceso IP-DT-VAL-003-2022 (Fuente: Elaboración propia)

Se identifico que la entidad estatal dueña del proceso, se encontraba localizada en la ciudad de Cali – Valle del Cauca y las ofertas recibidas provinieron de La Estrella - Antioquia, Cali – Valle del cauca y Neiva - Huila. En la siguiente tabla se puede observar la cantidad por departamento.

Tabla 11. Oferentes por Departamento IP-DT-VAL-003-2022

	Antioquia	Huila	Valle Cauca	del
<b>Ofertas</b>	1	1		5

(Fuente: Elaboración propia)

Los 4 oferentes que no se registran en la tabla, no aportaron datos. Por tal motivo no se tuvieron en cuenta en la muestra.

De este proceso se pudo observar:

- La entidad obtuvo un ahorro del 45% respecto al presupuesto que tenía para asignar.
- Que el oferente elegido no cumplía con el código UNSPSC establecido por la entidad para la contratación.
- El oferente adjudicado se encuentra en el mismo departamento que la entidad estatal.

	<b>INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

- No fue limitado a MiPymes.

#### 4.2.3 IP-001-2022

##### 4.2.3.1 Datos del proceso IP-001-2022

En la imagen 8, se encontró los datos del proceso como; capital a adjudicar, entidad estatal contratante, tipo de proceso y el código UNSPSC.

##### informacion

---

number of process IP 001 DE 2022 - DELEGACION DE RISARALDA  
 título IP 001 DE 2022 RENC DELEGACION DE RISARALDA  
 Estado Proceso adjudicado y celebrado  
 tipo de proceso mínima cuantía  
 unidad de contratación DELEGACIÓN DEPARTAMENTAL DE RISARALDA  
 Proceso para celebrar un Acuerdo Marco de Precios No

##### Lista de ofertas publicadas

---

Fecha de publicación 19/07/2022 15:07:57 (UTC-05:00) Bogotá, Lima, Quito

##### datos del contrato

---

tipo de contrato Prestación de servicios  
 Justificación de la modalidad de contratación Presupuesto inferior al 10% de la menor cuantía  
 Descripción REALIZAR EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO (INCLUYENDO REPUESTOS) PARA LOS AIRES ACONDICIONADOS DE PROPIEDAD DE LA REGISTRADURIA ESPECIAL DE PEREIRA Y LA DELEGACIÓN DEPARTAMENTAL DE RISARALDA.  
 Condiciones de entrega plataforma  
 Dirección de ejecución del contrato Calle 38 N° 11-41 Pereira Risaralda COLOMBIA  
 valor estimado 4.962.300 COP  
 Lotes?  Si  No

##### Clasificación del bien o servicio

---

Codigo UNSPSC 72101511 - Servicio de instalacion o mantenimiento o reparacion de aires acondicionados

*Imagen 8 Datos del proceso IP-001-2022 (Colombia compra eficiente, 2019)*

Proceso de selección por mínima cuantía ejecutado la Registraduría General de la Nación en el municipio de Pereira – Risaralda, con un presupuesto disponible por la entidad de \$4.962.300 COP. En la tabla 11 se puede observar un resumen de la selección y el oferente adjudicado.

 Institución Universitaria	<b>INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

Tabla 12. Proceso IP-001-2022

Oferentes	Empresa adjudicada	Propuesta presentada
INDULTEC SOLUCIONES INTEGRAL	Si	\$3.974.802
CRR SOLUCIONES INTEGRALES SAS	No	\$4.515.693
ANTIOQUIA BOX SAS	No	\$4.275.000

(Fuente: Elaboración propia)

Para este proceso se presentaron 3 oferentes.

Se realizó el proceso de presupuesto artificialmente bajo establecido por la guía para el manejo de ofertas artificialmente bajas (G-MOAB-01) para procesos con menos de 5 oferentes.

- **Presupuesto a adjudicar:** \$4.962.300
- **20%:**  $20\% = 4.962.300 \times 0,3 = 1.488.690$

Según el resultado anterior todos los proponentes se encuentran dentro del rango aceptable para el presente proceso.

#### 4.2.3.2 Símil y promedio de costo por equipo

Se indagó en los precios ofertados por cada uno de los oferentes, para los equipos de las capacidades que estaba solicitando la entidad contratante. Se estableció un promedio por equipo y también se verificó cuáles oferentes se encontraban con el cumplimiento de los códigos UNSPSC.

Tabla 13. Símil entre los oferentes y promedio de valor por equipo

Proceso	Oferentes	Cumple códigos UNSPSC	9000Btu/h	18000btu/h	24000Btu/h
IP-001-2022	CRR SOLUCIONES INTEGRALES SAS	No reporta	\$ 188.200	\$ 188.200	\$ 188.200
	ANTIOQUIA BOX SAS	Si	\$ 178.125	\$ 178.125	\$ 178.125

	<b>INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

INDULTEC INTEGRAL	SOLUCIONES	No reporta	\$ 165.616	\$ 165.616	\$ 165.616
	Promedio		\$ 177.314	\$ 177.314	\$ 177.314

(Fuente: Elaboración propia)

#### 4.2.3.3 Posición geográfica de la entidad estatal y los oferentes

En las imágenes se visualizó la posición geográfica de los oferentes, esto ayudo a entender porque se pueden presentar variaciones de precios.



Figura 14 Posición geográfica del proceso IP-001-2022 (Fuente: Elaboración propia)

Los oferentes CRR SOLUCIONES INTEGRALES SAS y IDULTEC SOLUCIONES INTEGRAL no reportaron información, no se pudo identificar si cumplían con los códigos UNSPSC, su posición geográfica, tamaño de la empresa, entre otros factores necesarios. Si se pudo determinar que la entidad estatal se encontraba ubicada en Pereira – Risaralda.

De este proceso se pudo observar:

- La entidad obtuvo un ahorro del 19,9% respecto al presupuesto que tenía para asignar.
- Que no se tiene criterios suficientes para determinar la idoneidad del oferente.
- No fue limitado a MiPymes.

	<b>INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

### 4.3.3 MC-025-2022

#### 4.3.3.1 Datos del proceso MC-025-2022

En la imagen 9, se encontró los datos del proceso como; capital a adjudicar, entidad estatal contratante, tipo de proceso y el código UNSPSC.

**Resumen de información del proceso**

▲ INFORMACIÓN

---

**Información**

Número del proceso	MC 025 DE 2022
Título	Contratar los servicios de mantenimiento preventivo y correctivo (incluidos repuestos) de los equipos de aires acondicionados
Estado	Proceso adjudicado y celebrado
Tipo de proceso	Mínima cuantía
Unidad de contratación	GRUPO CONTRATOS CORPAMAG
Proceso para celebrar un Acuerdo Marco de Precios	No

---

**Datos del contrato**

Tipo de contrato	Otro
Justificación de la modalidad de contratación	Presupuesto inferior al 10% de la menor cuantía
Descripción	Contratar los servicios de mantenimiento preventivo y correctivo (incluidos repuestos) de los equipos de aires acondicionados de la Corporación Autónoma Regional del Magdalena
Duración del contrato	12 (Meses)
Fecha de terminación del contrato:	21/07/2023 11:59:00 PM ((UTC-05:00) Bogotá, Lima, Quito)
Condiciones de entrega	Plataforma
Dirección de ejecución del contrato	Av Libertador No. 32-201 Santa Marta Magdalena COLOMBIA
Valor estimado	28.000.000 COP
Lotes?	<input type="radio"/> Sí <input checked="" type="radio"/> No

---

**Clasificación del bien o servicio**

Código UNSPSC: 72151200 - Servicios de construcción y mantenimiento de HVAC calefacción y enfriamiento y aire acondicionado

*Imagen 9 Datos del proceso MC 025 de 2022 (Fuente: Elaboración propia)*

Proceso de selección por mínima cuantía ejecutado por la Corporación Autónoma Regional del Magdalena, con un presupuesto disponible por la entidad de \$28.000.000P. En la tabla 13 se puede observar un resumen de la selección y el oferente adjudicado.

Tabla 14. Proceso MC-025-2022, oferentes

Oferentes	Empresa adjudicada	Propuesta presentada
-----------	--------------------	----------------------

 Institución Universitaria	<b>INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

TERMEC LTDA	No	\$	30.220.753,00
PEDRO DIGNO NAVARRO CASTILLA	No	\$	30.851.625,00
OPS SAS	No	\$	26.957.332,00
CLIMATIZACIÓN Y ELECTRICIDAD	Si	\$	7.677.890,00
Business Center Wal S.A.S.	No	\$	22.018.000,00

*(Fuente: Elaboración propia)*

Para este proceso se presentaron 5 oferentes, y la entidad no realizó el proceso de presupuesto artificialmente bajo establecido por la guía para el manejo de ofertas artificialmente bajas (G-MOAB-01).

Para efectos de este estudio se realizó el cálculo para determinar el valor mínimo aceptable por la entidad desarrollando la ecuación 2.

- **Valor mínimo aceptable** = Mediana – Desviación estándar

*Ecuación 1 Valor mínimo aceptable (mediana)*

- **Mediana:** Se organizaron los valores de mayor a menor y se toma el valor que se encuentre en la mitad de la lista, en caso de que sea un número par de oferentes se toman ambos y se hace un promedio para establecer la mediana. En la tabla 4 se puede visualizar el valor de la MEDIANA.

Tabla 15. Valor de la mediana proceso MC-025-2022

Oferentes	Empresa adjudicada	Propuesta presentada
PEDRO DIGNO NAVARRO CASTILLA	No	\$ 30.851.625,00
TERMEC LTDA	No	\$ 30.220.753,00
OPS SAS	No	\$ 26.957.332,00
Business Center Wal S.A.S.	No	\$ 22.018.000,00
CLIMATIZACIÓN Y ELECTRICIDAD	Si	\$ 7.677.890,00

*Fuente: Elaboración propia)*

- **Desviación estándar  $\sigma$ :** La desviación estándar se calculó haciendo uso de la ecuación 3 que se encuentra en la guía de contratación Nro G-MOAB-01

 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

$$\text{Desviación estándar } \sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\text{Valor de las ofertas} - \text{Promedio de las ofertas})^2}{n}} \quad (\text{Ecuación 9})$$

- El promedio de las ofertas se calculó realizando la ecuación 4

$$\text{Promedio de las ofertas} = \frac{\sum (\text{Valor de las ofertas})}{n} \quad (\text{Ecuación 4})$$

$n = \text{Número de ofertas}$

Se reemplazaron los valores de la tabla 14 y calculamos el promedio de las ofertas

$$\text{Promedio de las ofertas} = \frac{(7677890 + 22018000 + 26957332 + 30220753 + 30851625)}{5}$$

Promedio de las ofertas = \$23.545.120

Se desarrollo la ecuación 3 de desviación estándar

$$\sigma = \sqrt{\frac{((7677890 - 23545120)^2 + (22018000 - 23545120)^2 + (26957332 - 23545120)^2 + (30220753 - 23545120)^2 + (30851625 - 23545120)^2)}{5}}$$

$$\sigma = \$8.528.697$$

Reemplazando los valores obtenidos de desviación estándar y mediana en la ecuación 2 se obtiene el valor mínimo aceptable entre las ofertas del proceso.

$$\text{Valor mínimo aceptable} = \$23.545.120 - \$8.528.697 = \$15.016.422$$

Después de desarrollar la metodología para precios artificialmente bajos, se identifica que la empresa Climatización y Electricidad SAS presenta propuesta que se encuentra en precios artificialmente bajos.

 Institución Universitaria	<b>INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

#### 4.3.3.2 Símil y promedio de costo por equipo

Se indago en los precios ofertados por cada uno de los oferentes, para los equipos de las capacidades que estaba solicitando la entidad contratante. Se estableció un promedio por equipo y también se verifico cuales oferentes se encontraban con el cumplimiento de los códigos UNSPSC.

Tabla 16. Símil entre los oferentes y precio promedio por equipo

Proceso	Oferentes	UNSPSC	9000Btu/h	12000btu/h	24000Btu/h	36000Btu/h	60000Btu/h
	OPS SAS	Si	\$ 110.000	\$ 110.000	\$ 160.000	\$ 160.000	\$ 190.000
	TERMEC LTDA	Si	\$ 93.713	\$ 99.960	\$ 108.707	\$ 118.703	\$ 156.188
MC-025-2022	PEDRO DIGNO NAVARRO CASTILLA	No	\$ 90.000	\$ 90.000	\$ 100.000	\$ 100.000	\$ 180.000
	CLIMATIZACIÓN Y ELECTRICIDAD	Si	\$ 60.000	\$ 60.000	\$ 70.000	\$ 80.000	\$ 80.000
	Business Center Wal S.A.S.	Si	\$ 50.000	\$ 50.000	\$ 50.000	\$ 65.000	\$ 75.000
	Promedio		\$ 80.743	\$ 81.992	\$ 97.741	\$ 104.741	\$ 136.238

*Fuente: Elaboración propia)*

#### 4.3.3.3 Posición geográfica de la entidad estatal y los oferentes

En las imágenes se visualizó la posición geográfica de los oferentes, esto ayudo a entender porque se pueden presentar variaciones de precios.

 Institución Universitaria	<b>INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020



Figura 15 Posición geográfica del proceso MC 025 2022 (Fuente: Elaboración propia)

Se pudo determinar que la entidad estatal contratante del presente proceso se ubica en Santa Marta – Magdalena y obtuvo propuesta de oferentes ubicados en Santa Marta – Magdalena, Barranquilla – Atlántico y Bogotá D.C. En la siguiente tabla se puede observar la cantidad de oferentes por departamento.

	Magdalena	Atlántico	Bogotá D.C.
<b>Oferentas</b>	2	2	1

De este proceso se pudo observar:

- La entidad obtuvo un ahorro del 72,58% respecto al presupuesto que tenía para asignar.
- Que el oferente elegido cumplía con el código UNSPSC establecido por la entidad para la contratación, pero su oferta se encontraba en precios artificialmente bajos.
- El oferente adjudicado se encuentra en el mismo departamento que la entidad estatal.
- No fue limitado a MiPymes.

 Institución Universitaria	<b>INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

#### 4.3.4 034-2022

##### 4.3.4.1 Datos del proceso 034-2022

En la imagen 10, se encontró los datos del proceso como; capital a adjudicar, entidad estatal contratante, tipo de proceso y el código UNSPSC.

##### Información

Número del proceso	034-2022
Título	MANTENIMIENTO PREVENTIVO AIRES ACONDICIONADOS
Estado	Proceso adjudicado y celebrado
Tipo de proceso	Mínima cuantía
Unidad de contratación	Contratación y Compras
Proceso para celebrar un Acuerdo Marco de Precios	No

##### Datos del contrato

Tipo de contrato	Prestación de servicios
Justificación de la modalidad de contratación	Presupuesto inferior al 10% de la menor cuantía
Descripción	SERVICIOS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE AIRES ACONDICIONADOS PARA LA PERSONERÍA MUNICIPAL DE BELLO
Duración del contrato	15 (Días)
Fecha de terminación del contrato:	15/09/2022 11:59:00 PM ((UTC-05:00) Bogotá, Lima, Quito)
Condiciones de entrega	Plataforma
Dirección de ejecución del contrato	Carrera 50 Nro 51-00 Bello Antioquia COLOMBIA
Valor estimado	1.922.933 COP
Lotes?	<input type="radio"/> Sí <input checked="" type="radio"/> No

##### Clasificación del bien o servicio

Código UNSPSC 72101511 - Servicio de instalación o mantenimiento o reparación de aires acondicionados

*Imagen 10 Datos del proceso 034-2022 (Fuente: Elaboración propia)*

Proceso de selección por mínima cuantía ejecutado por la Personería de Bello, con un presupuesto disponible por la entidad de \$1.922.933. En la tabla 16 se puede observar un resumen de la selección y el oferente adjudicado.

Tabla 17. Oferentes del proceso 034-2022

Oferentes	Empresa adjudicada	Propuesta presentada
LUIS ALBERTO RAMIREZ PARRA	No	\$1.485.000
C&M SERVICIOS E INGENIERÍA SAS	No	\$1.080.000

 Institución Universitaria	<b>INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

ANTBOX	Si	\$1.124.550
AIRECOL SAS	No	\$1.730.700

*(Fuente: Elaboración propia)*

Para este proceso se presentaron 4 oferentes.

Se realizó el proceso de presupuesto artificialmente bajo establecido por la guía para el manejo de ofertas artificialmente bajas (G-MOAB-01) para procesos con menos de 5 oferentes.

- **Presupuesto a adjudicar:** \$1.922.933
- **20%:**  $20\% = \$1.922.933 \times 0,2 = \$384.000$

Según el resultado anterior todos los proponentes se encuentran dentro del rango aceptable para el presente proceso.

#### 4.3.4.2 Símil y promedio de costo por equipo

Se indagó en los precios ofertados por cada uno de los oferentes, para los equipos de las capacidades que estaba solicitando la entidad contratante. Se estableció un promedio por equipo y también se verificó cuáles oferentes se encontraban con el cumplimiento de los códigos UNSPSC.

Tabla 18. Símil y precio promedio por equipo

Proceso	Oferentes	UNSPSC	18000btu/h
034-2022	C&M SERVICIOS E INGENIERÍA SAS	Si	\$ 120.000,00
	LUIS ALBERTO RAMIREZ PARRA	Si	\$ 165.000,00
	AIRECOL SAS	Si	\$ 162.000,00
	ANTBOX	Si	\$ 105.000,00
	Promedio		\$ 138.000,00

*(Fuente: Elaboración propia)*

 Institución Universitaria	<b>INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

#### 4.3.4.3 Posición geográfica de la entidad estatal y los oferentes

En las imágenes se visualizó la posición geográfica de los oferentes, esto ayudo a entender porque se pueden presentar variaciones de precios.



Figura 16 Posición geográfico del proceso 034-2022 (Fuente: Elaboración propia)

Se pudo determinar que la entidad estatal contratante del presente proceso se ubica en Bello - Antioquia y obtuvo propuesta solo de oferentes ubicados en Antioquia.

- La entidad obtuvo un ahorro del 41,52% respecto al presupuesto que tenía para asignar.
- Que el oferente elegido cumplía con el código UNSPSC establecido por la entidad para la contratación.
- El oferente adjudicado se encuentra en el mismo departamento que la entidad estatal.
- No fue limitado a MiPymes.

	<b>INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

### 4.3.5 MC-INV-015-2021

#### 4.3.5.1 Datos del proceso MC-INV-015-2021

En la imagen 11, se encontró los datos del proceso como; capital a adjudicar, entidad estatal contratante, tipo de proceso y el código UNSPSC.

Resumen de información del proceso		<a href="#">Volver al principio</a>
<a href="#">Inicio del proceso</a>   <a href="#">Resumen</a>   <a href="#">Acreditación</a>   <a href="#">Información general</a>   <a href="#">Mensaje proceso</a>   <a href="#">Notificación de estado</a>		
<b>INFORMACIÓN</b>		
<b>Información</b>		
Número del proceso	MC-INV No. 015-2021	
Título	MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO DE LOS AIRES ACONDICIONADOS DEL INSTITUTO DE VIVIENDA DE INTERES SOCIAL Y REFORMA URBANA DEL MUNICIPIO DE BUCARAMANGA.	
Estado	Proceso adjudicado y celebrado	
Tipo de proceso	Mínima cuantía	
Unidad de contratación	CONTRATACION INVISBU- MINIMA	
Proceso para celebrar un Acuerdo Marco de Precios	No	
<b>Datos del contrato</b>		
Tipo de contrato	Prestación de servicios	
Justificación de la modalidad de contratación	Presupuesto inferior al 10% de la menor cuantía	
Descripción	MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO DE LOS AIRES ACONDICIONADOS DEL INSTITUTO DE VIVIENDA DE INTERES SOCIAL Y REFORMA URBANA DEL MUNICIPIO DE BUCARAMANGA.	
Duración del contrato	62 (Días)	
Fecha de terminación del contrato:	15/12/2021 12:00:00 PM (UTC-05:00 Bogotá, Lima, Quito)	
Condiciones de entrega	Plataforma	
Dirección de ejecución del contrato	CALLE 36-15-32 EDIFICIO COLSEGUROS Bucaramanga Santander COLOMBIA	
Valor estimado	5.804.000 COP	
Lotes?	<input type="radio"/> Sí <input checked="" type="radio"/> No	
<b>Clasificación del bien o servicio</b>		
Código UNSPSC	72101511 - Servicio de instalación o mantenimiento o reparación de aires acondicionados	
Lista adicional de códigos UNSPSC		
<b>Plan anual de adquisiciones</b>		

Imagen 11 Datos del proceso MC-INV-015-2021 (Fuente: Elaboración propia)

Proceso de selección por mínima cuantía ejecutado por la Personería de Bello, con un presupuesto disponible por la entidad de \$5.804.000. En la figura 16 se puede observar un resumen de la selección y el oferente adjudicado.

 <b>Institución Universitaria</b>	<b>INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020



Imagen 12 Datos específicos del proceso MC-INV-015-2021 (Fuente: Elaboración propia)

Este proceso solo contó con un único oferente, fue adjudicado y la entidad obtuvo un ahorro del 36,84%, su ubicación geográfica para el oferente y la entidad se centró en Bucaramanga – Santander. El oferente no registro información para determinar valores promedio por equipos, equipos a intervenir, entre otros. No se tomará en cuenta para la elaboración del símil, pero si para conclusiones y trabajo futuro.

#### 4.4 Análisis de datos

##### 4.4.1 Análisis de datos general

En la tabla 19, se visualiza todas las ofertas generadas en los 6 procesos.

Ofertantes	9000Btu/h	12000btu/h	18000btu/h	24000Btu/h	36000Btu/h	60000Btu/h
CRR SOLUCIONES INTEGRALES SAS	\$ 188.200	-	\$ 188.200	\$ 188.200	-	-
ANTIOQUIA BOX SAS	\$ 178.125	-	\$ 178.125	\$ 178.125	-	-
INDULTEC SOLUCIONES INTEGRAL	\$ 165.616	-	\$ 165.616	\$ 165.616	-	-
OPS SAS	\$ 110.000	\$ 110.000	-	\$ 160.000	\$ 160.000	\$ 190.000
TERMEC LTDA	\$ 93.713	\$ 99.960	-	\$ 108.707	\$ 118.703	\$ 156.188
AMERICAN INGENIERÍA Y SERVICIOS SAS	\$ 90.756	\$ 90.756	\$ 90.756	\$ 90.756	\$ 90.756	\$ 163.866
ANTIOQUIA BOX SAS	\$ 90.000	\$ 90.000	\$ 90.000	\$ 90.000	\$ 115.000	\$ 130.000

 Institución Universitaria	<b>INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

PEDRO DIGNO	\$	\$	-	\$	\$	\$
NAVARRO CASTILLA	90.000	90.000	-	100.000	100.000	180.000
IDULTEC SOLUCIONES INTEGRALES	\$	\$	\$	\$	90.000	\$ 90.000
90.000	110.000	90.000	90.000	\$	80.000	\$ 75.000
SOLUCIONES DE INGENIERÍA INTEGRAL	\$	\$	\$	\$	80.000	\$ 75.000
70.000	70.000	75.000	75.000	\$	70.000	\$ 80.000
CLIMATIZACIÓN Y ELECTRICIDAD	\$	\$	-	\$	70.000	\$ 80.000
60.000	60.000	-	-	\$	50.000	\$ 65.000
Business Center Wal S.A.S.	\$	\$	-	\$	50.000	\$ 65.000
50.000	50.000	-	-	\$	24.990	\$ 24.990
TECNICOS YA SAS	\$	\$	\$	\$	24.990	\$ 24.990
24.990	24.990	24.990	24.990	\$	-	-
IMATIC INGENIEROS RUIZ	-	-	-	\$	196.966	-
-	-	-	-	\$	-	-
AGT	-	-	-	\$	150.000	-
-	-	-	-	\$	-	-
MAZU SERVICIOS INTEGRALES	-	-	-	\$	123.000	-
-	-	-	-	\$	-	-
ANTBOX	-	-	-	\$	220.000	-
-	-	-	-	\$	-	-
C&M SERVICIOS E INGENIERÍA SAS	-	-	\$	-	-	-
-	-	120.000	120.000	-	-	-
LUIS ALBERTO RAMIREZ PARRA	-	-	\$	-	-	-
-	-	165.000	165.000	-	-	-
AIRECOL SAS	-	-	\$	-	-	-
-	-	162.000	162.000	-	-	-
GRUPOTINK	-	-	-	\$	80.000	-
-	-	-	-	\$	-	-
ANTBOX	-	-	\$	-	-	-
-	-	105.000	105.000	-	-	-
C-LINE V&M LTDA	-	-	-	\$	134.453	-
-	-	-	-	\$	-	-
PCO SAS	-	-	-	\$	180.000	-
-	-	-	-	\$	-	-
TERMEC LTDA	-	-	-	\$	239.000	-
-	-	-	-	\$	-	-
POWER TECH COMPANY SAS	-	-	-	\$	35.294	-
-	-	-	-	\$	-	-
CRR SOLUCIONES INTEGRALES SAS	-	-	-	\$	170.400	-
-	-	-	-	\$	-	-
TECNICAL ADJUSTMENTS JA SS	-	-	-	\$	127.064	-
-	-	-	-	\$	-	-
REDYMAT SAS	-	-	-	-	-	-

(Fuente: Elaboración propia)

Promedio 9000Btu/h	Promedio 12000Btu/h	Promedio 18000Btu/h	Promedio 24000Btu/h	Promedio 36000Btu/h	Promedio 60000Btu/h
<b>\$ 100.108</b>	<b>\$ 79.571</b>	<b>\$ 121.224</b>	<b>\$ 127.190</b>	<b>\$ 91.945</b>	<b>\$ 129.004</b>

 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO			Código	FDE 089
				Versión	04
				Fecha	24-02-2020

#### 4.4.2 Análisis de datos en el departamento del Magdalena

En la siguiente tabla se visualizó las ofertas presentadas por oferentes en el departamento del Magdalena.

Tabla 20. Propuestas departamento del Magdalena

Oferentes	9000Btu/h	12000btu/h	24000Btu/h	36000Btu/h	60000Btu/h
PEDRO DIGNO NAVARRO	\$	\$	\$	\$	\$
CASTILLA	90.000	90.000	100.000	100.000	180.000
CLIMATIZACIÓN Y ELECTRICIDAD	\$	\$	\$	\$	\$
	60.000	60.000	70.000	80.000	80.000

*(Elaboración propia)*

Promedio 9000Btu/h	Promedio 12000Btu/h	Promedio 18000Btu/h	Promedio 24000Btu/h	Promedio 36000Btu/h	Promedio 60000Btu/h
\$ 75.000	\$ 75.000	No hay data	\$ 85.000	\$ 90.000	\$ 130.000

#### 4.4.3 Análisis de datos en el departamento del Atlántico

En la siguiente tabla se identificaron las ofertas presentadas por oferentes del departamento del Atlántico.

Tabla 21. Propuestas departamento del Atlántico

Oferentes	9000Btu/h	12000btu/h	24000Btu/h	36000Btu/h	60000Btu/h
OPS SAS	\$	\$	\$	\$	\$
	110.000	110.000	160.000	160.000	190.000
Business Center Wal S.A.S.	\$	\$	\$	\$	\$
	50.000	50.000	50.000	65.000	75.000

*(Elaboración propia)*

Promedio 9000Btu/h	Promedio 12000Btu/h	Promedio 18000Btu/h	Promedio 24000Btu/h	Promedio 36000Btu/h	Promedio 60000Btu/h
\$ 80.000	\$ 80.000	No hay data	\$ 105.000	\$ 112.500	\$ 132.500

 Institución Universitaria	<b>INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

#### 4.4.4 Análisis de datos en el departamento de Bolívar

En la siguiente tabla se identificaron las ofertas presentadas por oferentes del departamento de Bolívar.

Tabla 22. Oferentes del departamento de Bolívar

Oferentes	9000Btu/h	12000btu/h	18000btu/h	24000Btu/h	36000Btu/h	60000Btu/h
SOLUCIONES DE INGENIERÍA INTEGRAL	\$ 70.000,00	\$ 70.000,00	\$ 75.000,00	\$ 80.000,00	\$ 75.000,00	\$ 140.000,00

(Fuente: Elaboración propia)

#### 4.4.5 Análisis de datos en el departamento de Antioquia

En la siguiente tabla se identificaron las ofertas presentadas por oferentes del departamento de Antioquia.

Tabla 23. Oferentes del departamento de Antioquia

Oferentes	9000Btu/h	12000btu/h	18000btu/h	24000Btu/h	36000Btu/h	60000Btu/h
AMERICAN INSAP INGENIERÍA Y SERVICIOS SAS	\$ 90.756	\$ 90.756	\$ 90.756	\$ 90.756	\$ 90.756	\$ 163.866
ANTIOQUIA BOX SAS	\$ 90.000	\$ 90.000	\$ 90.000	\$ 90.000	\$ 115.000	\$ 130.000
TECNICOS YA SAS	\$ 24.990	\$ 24.990	\$ 24.990	\$ 24.990	\$ 24.990	\$ 24.990
LUIS ALBERTO RAMIREZ PARRA	-	-	\$ 165.000	-	-	-
C&M SERVICIOS E INGENIERÍA SAS	-	-	\$ 120.000	-	-	-
AIRECOL SAS	-	-	\$ 162.000	-	-	-

(Fuente: Elaboración propia)

 Institución Universitaria	<b>INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

Promedio 9000Btu/h	Promedio 12000Btu/h	Promedio 18000Btu/h	Promedio 24000Btu/h	Promedio 36000Btu/h	Promedio 60000Btu/h
<b>\$ 95.968</b>	<b>\$ 68.582</b>	<b>\$ 116.984</b>	<b>\$ 120.774</b>	<b>\$ 76.915</b>	<b>\$ 106.285</b>

#### 4.4.6 Análisis de datos en el departamento del Valle del Cauca

En la siguiente tabla se identificaron las ofertas presentadas por oferentes del departamento del Valle del Cauca.

Tabla 24. Propuestas del departamento del Valle del Cauca

Oferentes	24000Btu/h
IMATIC INGENIEROS RUIZ	\$ 196.966
GRUPOTINK	\$ 80.000
POWER TECH COMPANY SAS	\$ 35.294
PCO SAS	\$ 180.000
TECNICAL ADJUSTMENTS JA SS	\$ 127.064

(Fuente: Elaboración propia)

Promedio 9000Btu/h	Promedio 12000Btu/h	Promedio 18000Btu/h	Promedio 24000Btu/h	Promedio 36000Btu/h	Promedio 60000Btu/h
No hay datc	No hay datc	No hay datc	\$ 123.865	No hay datc	No hay datos

#### 4.4.7 Análisis de datos en el departamento de Caldas

En la siguiente tabla se identificaron las ofertas presentadas por oferentes del departamento de Caldas.

Tabla 25. Propuestas del departamento de Caldas

Oferentes	9000Btu/h	12000btu/h	18000btu/h	24000Btu/h	36000Btu/h	60000Btu/h
IDULTEC SOLUCIONES INTEGRALES	90000	110000	90000	90000	90000	150000

(Fuente: Elaboración propia)

	<b>INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

#### 4.4.8 Análisis de datos en Bogotá D.C.

En la siguiente tabla se identificaron las ofertas presentadas por oferentes del departamento de Bogotá D.C.

Tabla 26. Propuestas de Bogotá D.C.

Oferentes	9000Btu/h	12000btu/h	24000Btu/h	36000Btu/h	60000Btu/h
TERMEC LTDA	\$93.713	\$99.960	\$108.707	\$118.703	\$156.188

*(Fuente: Elaboración propia)*

#### 4.4.9 Análisis de datos en el departamento del Huila

En la siguiente tabla se identificaron las ofertas presentadas por oferentes del departamento de Huila.

Tabla 27. Propuestas del departamento del Huila

Oferentes	24000Btu/h
MAZU SERVICIOS INTEGRALES	\$ 123.000,00

*(Elaboración propia)*

#### 4.4.10 Mapa de calor por costo de mantenimiento

En figura 17, con mapa de color se pudo escalar de mayor a menor el costo del mantenimiento por departamento como se muestra en la siguiente ilustración.

 Institución Universitaria	<b>INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020



Figura 17 Mapa de calor jerárquico por costo de mantenimiento (Fuente: Elaboración propia).

De acuerdo con el estudio realizado, se puede establecer el siguiente escalafón según el mapa de calor de costo de mantenimiento por región.

Primer escalafón:

- 1- Valle del cauca, costo de mantenimiento \$123.864 COP
- 2- Huila, costo de mantenimiento \$123.000 COP
- 3- Antioquia, costo de mantenimiento \$120.774 COP

Segundo escalafón:

- 4- Bogotá D.C., costo de mantenimiento \$108.707 COP
- 5- Atlántico, costo de mantenimiento \$105.000 COP

 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

Tercer escalafón:

- 6- Bolívar, costo de mantenimiento \$80.000
- 7- Magdalena, costo de mantenimiento \$85.000
- 8- Caldas, costo de mantenimiento \$90.000

#### **4.5 Elaboración de presupuesto**

En esta sección se estableció una metodología de mantenimiento basados en la información recolectada en el apartado anterior, donde se pudieron determinar los costos mínimos de herramientas, mano de obra, insumos, componentes, caracterización de los componentes de los aires acondicionados por compresión de vapor tipo pared y repuestos. Para establecer una oferta económica para el mantenimiento de aires acondicionados.

##### **4.5.1 Ficha técnica del equipo.**

En la imagen 13, se encuentran las especificaciones técnicas de los equipos estudiados.

## ESPECIFICACIONES

### MARCA

MODELO		3/4 TON-115	3/4 TON-220	1 TONS	1 TONS	1 1/2 TONS	2 TONS	3 TONS.	
SUMINISTRO ELÉCTRICO	V-Ph-Hz	115 - 1 - 60	230 - 1 - 60	115 - 1 - 60	230 - 1 - 60	230- 1 - 60	230- 1 - 60	230V - 1 - 60	
CAPACIDAD DE ENFRIAMIENTO	Btu/h	9,000	9,000	12,000	12,000	18,000	24,000	36000	
POTENCIA CONSUMIDA	W	860	825	950	1 000	1 600	2 000	3360	
CONSUMO DE CORRIENTE	A	7,3	3,7	8,5	4,5	7,7	9,6	15	
RELACIÓN DE EFICIENCIA ENERGÉTICA		Mayor a 3,0							2.94
TIPO DE REFRIGERANTE		R410A							
COMPRESOR TIPO		Piston Rotativo							
FLUJO DE AIRE	m3/h	455	500	550	550	800	975	1472/1268/1018	
NIVEL DE RUIDO INTERIOR	dB	26	27	28	28	29,5	35	52,5	
DIÁMETROS DE TUBERÍA	pulgadas	1/4"-3/8"	1/4"-3/8"	1/4"-1/2"	1/4"-1/2"	1/4"-1/2"	3/8"-5/8"	3/8" - 3/4"	
<b>DIMENSIONES UNIDAD INTERIOR (WXHxD)</b>									
SIN EMPAQUE	mm	715x285x194	715x285x194	805x285x194	805x285x194	957x302x213	1040x327x220	1259x362x282	
CON EMPAQUE	mm	780x360x270	780x360x270	870x360x270	870x360x270	1035x380x295	1120X405X310	1340x380x450	
PESO	Kg	7.8 / 9.9	7.8 / 9.9	8.5 / 11	8.5 / 11	12 / 15	13 / 17	22.1 / 28	
<b>DIMENSIONES UNIDAD EXTERIOR (WXHxD)</b>									
SIN EMPAQUE	mm	770x555x300	770x550x275	770x555x300	770x555x300	770x555x300	845x702x363	946x810x410	
CON EMPAQUE	mm	900x585x345	815x615x325	900x585x335	900x585x335	900x585x348	965x755x395	1090x875x500	
PESO	Kg	25 / 27	23 / 25	29 / 32	29 / 32	37 / 38	58 / 65	68.8/72.5	

Imagen 13 Ficha técnica de aires acondicionado por compresión de vapor (Fuente: Aportado por la empresa Thermomecanica)

Diagrama explosivo de aire acondicionado tipo pared



Diagrama Explosivo

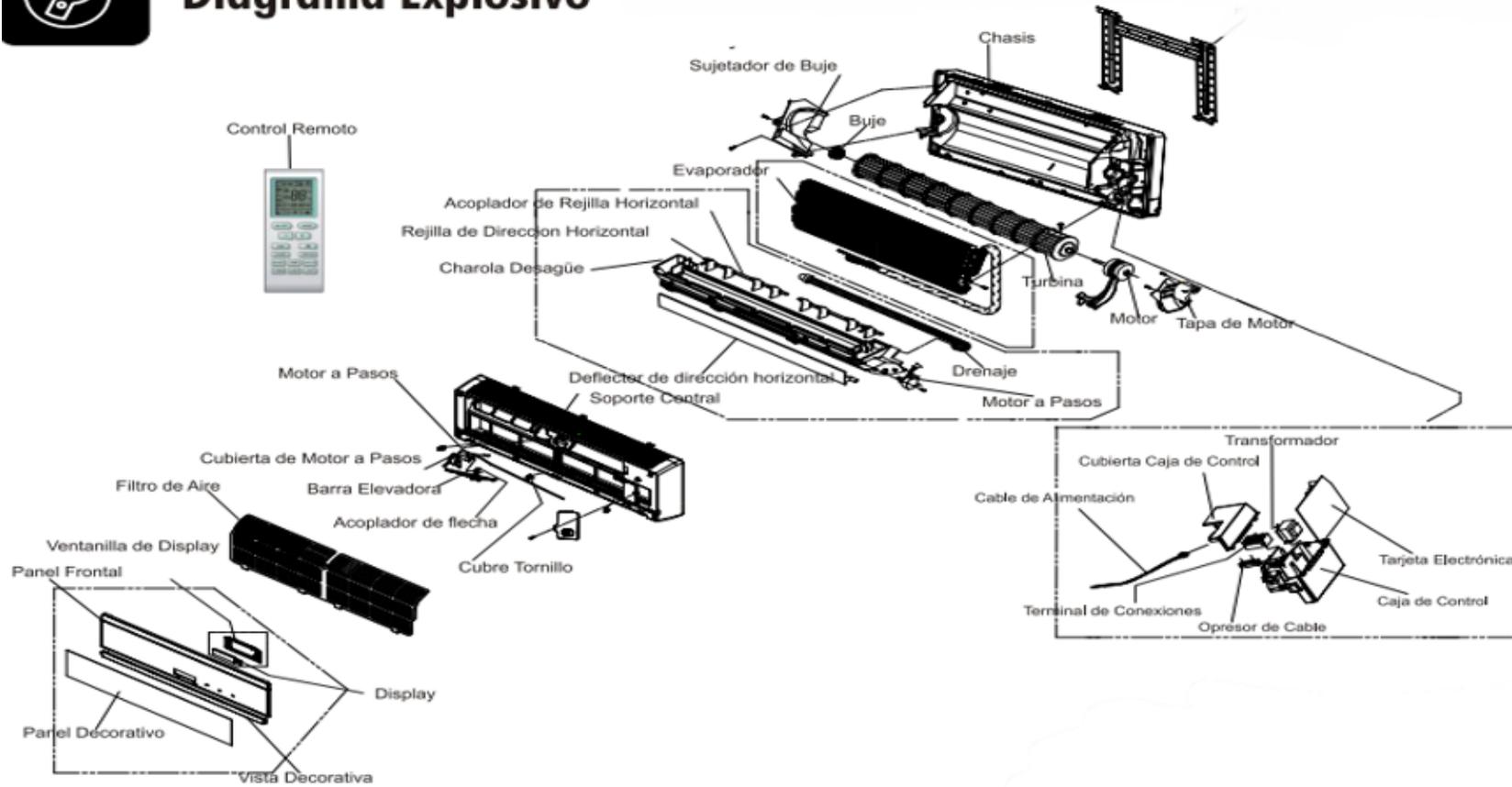


Figura 18 Diagrama explosivo, componentes de aires acondicionados de 18.000Btu/h hasta 24.000Btu/h de la marca Mirage (AIRES MIRAGE, 2021)

 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

#### 4.5.2 Caracterización de los componentes de un aire acondicionado por compresión de vapor.

En la tabla 27 se discriminaron los componentes de aires acondicionados por compresión de vapor con su respectivo valor de repuesto en el año 2022.

Tabla 27. Caracterización de los componentes de un aire acondicionado por compresión de vapor



Institución Universitaria

INFORME FINAL TRABAJO  
DE GRADO

Código	FDE 089
Versión	04
Fecha	24-02-2020

9000 Btu/h		12000 Btu/h		18000 Btu/h		24000 Btu/h	
Repuesto	Costo	Repuesto	Costo	Repuesto	Costo	Repuesto	Costo
Capacitor 45mdf	\$ 12.000,00						
Contactador 20A	\$ 24.000,00						
Fan Relay para aire central a 24 V	\$ 30.000,00	Fan Relay para aire central a 24 V	\$ 30.000,00	Fan Relay para aire central a 24 V	\$ 30.000,00	Fan Relay para aire central a 24 V	\$ 30.000,00
Suministro e instalación de compresor	\$ 746.438,00	Suministro e instalación de compresor	\$ 746.438,00	Suministro e instalación de compresor	\$ 836.215,00	Suministro e instalación de compresor	\$ 925.991,00
Ducto de condensado	\$ 9.000,00						
Kit de arranque	\$ 134.000,00	Kit de arranque	\$ 139.000,00	Kit de arranque	\$ 139.000,00	Kit de arranque	\$ 139.000,00
Presostato	\$ 83.000,00						
Tubería de cobre 3/8 x 1m	\$ 9.306,00	Tubería de cobre 1/4 x 1m	\$ 9.000,00	Tubería de cobre 1/4 x 1m	\$ 9.000,00	Tubería de cobre 3/8 x 1m	\$ 9.306,00
Tubería de cobre 1/4 x 1m	\$ 9.000,00	Tubería de cobre 1/2 x 1m	\$ 9.220,00	Tubería de cobre 1/2 x 1m	\$ 9.220,00	Tubería de cobre 5/8 x 1m	\$ 9.350,00
Rubatex 3/8	\$ 15.500,00	Rubatex 1/4	\$ 12.500,00	Rubatex 1/4	\$ 12.500,00	Rubatex 3/8	\$ 15.500,00
Rubatex 1/4	\$ 12.500,00	Rubatex 1/2	\$ 14.000,00	Rubatex 1/2	\$ 14.000,00	Rubatex 5/8	\$ 16.000,00
Tuerca de 1/4	\$ 7.100,00	Tuerca de 1/4	\$ 7.100,00	Tuerca de 1/4	\$ 7.100,00	Tuerca de 3/8	\$ 6.304,00
Tuerca de 3/8	\$ 6.304,00	Tuerca de 1/2	\$ 7.043,00	Tuerca de 1/2	\$ 7.043,00	Tuerca de 5/8	\$ 7.100,00



Institución Universitaria

INFORME FINAL TRABAJO  
DE GRADO

Código	FDE 089
Versión	04
Fecha	24-02-2020

Blower	\$ 28.000,00						
Sensor de temperatura	\$ 12.500,00						
Rollo de cinta aislante negro	\$ 4.000,00	Rollo de cinta aislante negro	\$ 4.000,00	Rollo de cinta aislante negro	\$ 4.000,00	Rollo de cinta aislante negro	\$ 4.000,00
Rollos de cinta vinilo	\$ 5.000,00						
Tarjeta electronica	\$ 50.000,00						
Desincrustante por galón	\$ 75.000,00						
Gas MAP por libra	\$ 38.000,00						
Gas refrigerante R410A por kg	\$ 67.000,00	Gas refrigerante R410A por kg	\$ 67.000,00	Gas refrigerante R410A por kg	\$ 67.000,00	Gas refrigerante R410A por kg	\$ 67.000,00
Soldadura Harrison por unidad	\$ 20.000,00						

(Fuente: Elaboración propia).

 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

#### 4.5.3 Herramientas mínimas para el mantenimiento de un aire

Tabla 28. Herramientas mínimas para el mantenimiento de un aire acondicionado tipo pared

Herramienta	Uso	Costo	Foto
Expandidor de puente y prensa	Se usa para abocardar la tubería y expandir	\$ 50.000,00	
Corta tubos	Para hacer corte transversal en la tubería de cobre	\$ 40.000,00	
Boquilla de soldar	Funcional para hacer soldadura en tubería de cobre	\$ 77.900,00	
Pinza amperimétrica	Toma de amperaje, voltajes y verificación de continuidad	\$ 235.000,00	



	<b>INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

#### **4.5.4 Implementación de metodología de mantenimiento**

Una vez analizados todos los datos obtenidos de los procesos de contratación de este caso de estudio y la caracterización de las diferentes capacidades de aires acondicionados tipo pared. Se puede establecer que el mantenimiento para desarrollar es el preventivo basado en el tiempo, con intervenciones cada 3 meses para todas las capacidades de aires acondicionados por compresión de vapor tipo pared.

##### **4.5.4.1 Pasos para la intervención de los equipos.**

- 1- Revisión de temperaturas de condensación y evaporación.
- 2- Revisión y limpieza de contactores.
- 3- Revisión y ajuste de las correas de ventilación.
- 4- Revisión y limpieza de la bandeja de drenaje.
- 5- Revisión y limpieza de rodamientos.
- 6- Revisión de presiones.
- 7- Lavado de la unidad evaporadora y condensadora.
- 8- Revisión y limpieza de rejillas.
- 9- Revisión de los componentes eléctricos.
- 10- Reposición de repuestos en caso de ser necesario.
- 11- Carga de refrigerante cuando sea necesario.

	<b>INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

Una vez establecidos los pasos de intervención, se buscó una orden de mantenimiento.

## ORDEN DE MANTENIMIENTO

Tabla 29. Orden de mantenimiento

---

Antioquia Box S.A.S  
 NIT: 901.239.011-7  
 Calle 77 Sur # 57B 111  
 La estrella - Antioquía  
 Tel: 3122487631  
 Correo: comercial@gmail.com  
 Web: www.antioquiabox.com

### FICHA DE SERVICIO MANTENIMIENTO AIRE ACONDICIONADO O EQUIPO DE REFRIGERACIÓN

**Mantenimiento Nro**

CLIENTE:  
 UBICACIÓN EQUIPO:  
 IDENTIFICACIÓN UNIDADES:  
 CODIGO:

FECHA:

Nro Máquina:



**INFORME FINAL TRABAJO  
DE GRADO**

Código	FDE 089
Versión	04
Fecha	24-02-2020

**UNIDAD MANEJADORA**

- Limpieza de filtros de aire
- Limpieza de serpentines
- Limpiar bandejas
- Limpiar drenajes
- Engrasar chumaceras
- Aceitar bujes de motores
- Verifique ajuste de prisioneros
- Revisión de circuito eléctrico
- Desarmado y limpieza de motor
- Revisión de capilares y TxV

**TORRE DE ENFRIAMIENTO**

- Limpieza de eliminadores
- Limpieza de tanques
- Limpieza de aspersores
- Revisión de rodamientos
- Lubricación de chumaceras

**OTROS**

- Revisar Oper. Termostato
- Revisar controles Lp y hp
- Revisar reles térmicos
- Limpieza de difusores
- Chequeo de aislamiento
- Chequeo de ductos

**REGISTRO DE  
OPERACIÓN**

Compresor 1	Vol
	Amp
Compresor 2	Vol
	Amp
Motores U.C.	Vol
	Amp

**CONDENSADOR ENFRIAMIENTO X AGUA**

- Chequeo válvula economizadora
- Desincrustar
- Pintar con anticorrosivo

**PRESENTACIÓN  
EXTERIOR**

- Eliminar focos de oxido
- Pintar unidad condensadora
- Pintar unidad manejadora

Motores U.E.	Vol
	Amp

Técnico:

Auxiliar:

Presión succión PSI  
Presión descarga PSI  
Temp. Aire exterior  
Temp. Aire cuello U.E.  
Temp. Área

**ANTIOQUIA BOX S.A.S**

**RECIBIDO POR FIRMA Y SELLO**

*(Fuente: Elaboración propia).*

Y se complementa con una orden de garantías, para los casos que pueda pasar.

## **ORDEN DE GARANTIA**

Tabla 30 Orden de atención de garantías

Antioquia Box S.A.S  
NIT: 901.239.011-7  
Calle 77 Sur # 57B 111



INFORME FINAL TRABAJO  
DE GRADO

Código	FDE 089
Versión	04
Fecha	24-02-2020

La estrella - Antioquía  
Tel: 3122487631  
Correo: comercial@gmail.com  
Web: www.antioquiabox.com

**ATENCIÓN DE GARANTÍAS**

Fecha  
Hora de llegada:  
Hora de salida:

Cliente:  
Nit, C.C.:

Sección:  
Equipo  
Nro:  
TR:

Codigo de causa  
Nro Atención  
Nro Garantía

**NOVEDAD REPORTADA**  
**EVENTO REPORTADO:**

**CAUSAS:**

**ACCIONES PARA SEGUIR**  
DESCRIPCIÓN:



INFORME FINAL TRABAJO  
DE GRADO

Código	FDE 089
Versión	04
Fecha	24-02-2020

---

ITEM	MATERIAL	UNIDAD	CANTIDAD	MARCA	REFERENCIA	OBSERVACIONES
<b>PARÁMETROS DE OPERACIÓN</b>						
TEMP. SUMINISTRO		TEMP. EXTERNA		PRESIÓN ALTA		TEMP FLUIDO
TEMP. RETORNO		PRESIÓN BAJA		TEMP SUCCIÓN		CORRIENTE COMPRESOR
<b>RECIBIDO POR FIRMA Y SELLO</b>						

---

*Fuente: Elaboración propia).*

	<b>INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

#### 4.5.4.2 Personal mínimo requerido

Según los datos obtenidos, se identifica que el personal mínimo requerido para realizar la metodología del mantenimiento es el siguiente:

**Jefe de mantenimiento:** Ingeniero electromecánico, electricista, mecánico o afines con cuatro (4) años de experiencia en aires acondicionados. Sueldo \$3.500.000.

#### Funciones

- Planeación estratégica.
- Generación del cronograma del mantenimiento periódico según lo solicite la entidad estatal.
- Gestionar el ingreso del personal técnico a las sedes donde se deba intervenir los equipos.
- Suministrar insumos, herramientas y coordinar transporte.
- Programar el personal técnico adecuado
- Realizar informe final según la OT.
- Entrega física y digital de las OT.
- Seguimiento al cliente

**Técnico:** Técnico laboral por competencias en mecánico de aire acondicionado y refrigeración, mantenimiento de equipos de refrigeración, ventilación y climatización, con curso de altura vigente y certificado de manejo ambiental de sustancias refrigerantes. Sueldo \$1.500.000.

#### Funciones

- Ejecutar todas las actividades en el numeral 4.4.2.1.
- Cumplir con las actividades establecidas en las rutas de mantenimiento.
- Ejecutar con criterio y método técnico las actividades de mantenimiento.
- Registrar y transmitir la información de los equipos de manera oportuna en la OT.
- Llevar a cabo el desarrollo de actividades de mantenimiento según recomendaciones técnicas.

 Institución Universitaria	<b>INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

- Trabajar bajo los lineamientos de las políticas de SGSST.
- Manejo de herramientas de abocardado, bomba de vacío, multímetro, manómetros, dobla tubos, pulidora, oxicorte de pipeta pequeña (MAG), hidrolavadora y las demás herramientas de mano necesarias para el cumplimiento de las actividades de mantenimiento.

#### **4.5.5 Costos de mantenimiento**

Una vez desarrollada la metodología, la caracterización de los componentes de los equipos de aire acondicionado por compresión de vapor de refrigerante. Se procedió a evaluar todos los costos en los que debe incurrir una MiPymes para la intervención de los equipos.

Se midió el tiempo del técnico en las siguientes actividades: Desmante, desarme, revisión de parámetros, limpieza de componentes y equipos, registro de actividades en la OT, tiempo de ingreso a la entidad y se calculó un estimado de una hora con treinta minutos para el desarrollo de la actividad completa.

Se midió el tiempo del ingeniero en las siguientes actividades: Planeación, generación de cronograma, autorización de ingreso, solicitud de insumos y herramientas, programación del técnico, elaboración y entrega de la OT de forma digital, y se calculó un tiempo estimado de dos horas.

	<b>INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

En la tabla 31, se estableció el valor hora del ingeniero y del técnico que hacen parte del proceso de mantenimiento.

Tabla 31 Valor hora para el mantenimiento

	\$ 1.160.000	\$ 15.080.000	\$140.606		
	<b>Sena</b>	<b>&lt; 10 Salarios Mínimos</b>	<b>&gt;10 SMLV</b>	<b>Integral</b>	<b>Temporal</b>
CESANTIAS	0	8,33%	8,33%	0,0%	8,3%
INTERESES SOBRE CESANTIAS	0	1,0%	1,0%	0,0%	1,0%
PRIMA DE SERVICIOS	0	8,33%	8,33%	0,0%	8,3%
APORTES SENA	0	0	2%	1,4%	0
APORTES ICBF	0	0	3%	2,1%	0
APORTES CAJAS DE COMPENSACION FAMILIAR	0	4%	4%	2,8%	4%
APORTES A EPS	12,50%	0	8,5%	6,0%	0
APORTES FONDO DE PENSION	0,00%	12,0%	12,0%	8,4%	12,0%
ADMINISTRACIÓN	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	6,0%
		<b>Técnico</b>	<b>Ingeniero</b>		
Salario básico		\$ 1.500.000	\$ 3.500.000		
Costo Laboral		\$ 504.900	\$ 1.178.100		
Aux Transporte		\$ 140.606	\$ -		
Total, mes		\$ 2.145.506	\$ 4.678.100		
Valor hora		\$ 8.940	\$ 19.492		

(Fuente: Elaboración propia)



INFORME FINAL TRABAJO  
DE GRADO

Código	FDE 089
Versión	04
Fecha	24-02-2020

En las tablas 32 y 33, se estableció el precio final al cliente por la intervención de un equipo de aire acondicionado por compresión de vapor de capacidades desde 9000 btu/h hasta 60000 btu/h.

Tabla 32. Costo final por 1 ingeniero

CLIENTE		ANTIOQUIA BOX SAS	
Valor hora			
SALARIO	\$		
INGENIERO	3.500.000,00	\$	19.492,00
SALARIO TECNICO	\$		
	1.500.000,00	\$	8.940,00

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	VALOR MENSUAL
INGENIERO	1	\$3.500.000
TECNICO	0	\$
TOTAL, HORAS DEL SERVICIO		2
VALOR DEL SERVICIO		\$38.984
HORAS EXTRAS O RECARGOS		\$
PASAJES		\$
GASTOS DE TRANSPORTE DE HERRAMIENTAS		\$
VIATICOS		\$
INSUMOS		\$
TOTAL, COSTOS		\$38.984,00
AIU	30%	\$16.707,43

**TOTAL**

\$55.691,43

(Fuente: Elaboración propia)

Tabla 33. Costo final por un técnico

CLIENTE	ANTIOQUIA BOX SAS		
	Valor hora		
SALARIO INGENIERO	\$3.500.000	\$	19.492,00
SALARIO TECNICO	\$1.500.000	\$	8.940,00

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	VALOR MENSUAL
INGENIERO	0	\$
TECNICO	1	\$ 1.500.000
TOTAL, HORAS DEL SERVICIO		1,5
VALOR DEL SERVICIO		\$13.410
HORAS EXTRAS O RECARGOS		\$
PASAJES		\$ 3.846
GASTOS DE TRANSPORTE DE HERRAMIENTAS		\$
VIATICOS		\$
INSUMOS		\$
TOTAL, COSTOS		10.000,00
		\$27.256



INFORME FINAL TRABAJO  
DE GRADO

Código	FDE 089
Versión	04
Fecha	24-02-2020

AIU

30%

\$11.681

**TOTAL**

\$  
38.937,14

*(Fuente: Elaboración propia)*

 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

El valor de pasajes se fijó teniendo en cuenta un auxilio de transporte de \$100.000 mensual, y reemplazando en la ecuación 11 de los días laborales da \$3.846 por día.

$$AuxT = \frac{\$100.000}{26 \text{ días}} = \$3.846 \text{ (Ecuación 11)}$$

El valor de insumos se fijó por el consumo de desincrustante, paños y otros consumibles.

Se sumaron los valores de la tabla 33 y 32, y el resultado final es el valor aceptable para que las MiPymes puedan ofertar en el mercado.

Precio final cliente= \$38.937 + \$55.691 = \$94.628 y se aproxima al valor de mil por arriba

Precio final cliente= \$95.000

	<b>INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

#### 4.6 Símil precio final cliente vs estudio oferentes SECOP II

Se finalizó comparando el precio final cliente con los resultados obtenidos del estudio realizado en la plataforma SECOP II. Y se estableció como punto de comparación la información de la tabla 34.

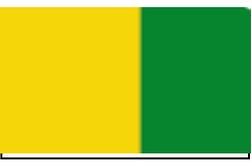
Tabla 4. Escala para precios competitivos

<b>Escala de aceptación</b>	<b>Descripción</b>	<b>Diferencia %</b>
Precio competitivo	Diferencia porcentual igual o inferior al 5%	$\leq 5\%$
Precio medianamente competitivo	Diferencia porcentual entre el 6% y el 10% incluyéndolos	$\geq 6\% \text{ y } \leq 10\%$ $> 10\%$
Precio no competitivo	Diferencia porcentual mayor al 10%	
Sin información	No se obtuvieron datos para realizar el análisis	

*(Fuente: Elaboración propia)*

#### 4.6.1 Símil equipos de 9000Btu/h

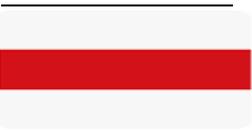
Tabla 35. símil equipos de 9000Btu/h

Símil Atlántico			Símil Magdalena			Símil Bolívar		
Equipo	9000Btu/h	%Variación	Equipo	9000Btu/h	%Variación	Equipo	9000Btu/h	%Variación
								
<b>Promedios oferentes</b>	\$80.000	<b>19%</b>	<b>Promedios oferentes</b>	\$75.000	<b>27%</b>	<b>Promedios oferentes</b>	\$70.000	<b>36%</b>
<b>Precio final cliente</b>	\$95.000		<b>Precio final cliente</b>	\$95.000		<b>Precio final cliente</b>	\$95.000	
Símil Antioquia			Símil Caldas			Símil Bogotá D.C		
Equipo	9000Btu/h	%Variación	Equipo	9000Btu/h	%Variación	Equipo	9000Btu/h	%Variación
								
<b>Promedios oferentes</b>	\$96.000	<b>-1%</b>	<b>Promedios oferentes</b>	\$90.000	<b>6%</b>	<b>Promedios oferentes</b>	\$94.000	<b>1%</b>
<b>Precio final cliente</b>	\$95.000		<b>Precio final cliente</b>	\$95.000		<b>Precio final cliente</b>	\$95.000	
Símil General			Símil General					
								
			<b>Promedios oferentes</b>	\$90.000	<b>6%</b>			
			<b>Precio final cliente</b>	\$95.000				

(Fuente: Elaboración propia)

#### 4.6.2 Símil equipos de 12000Btu/h

Tabla 36. Símil equipos de 12000Btu/h

Símil Atlántico			Símil Magdalena			Símil Bolívar		
Equipo	12000Btu/h	%Variación	Equipo	12000Btu/h	%Variación	Equipo	12000Btu/h	%Variación
								
<b>Promedios oferentes</b>	\$80.000	<b>19%</b>	<b>Promedios oferentes</b>	\$75.000	<b>27%</b>	<b>Promedios oferentes</b>	\$70.000	<b>36%</b>
<b>Precio final cliente</b>	\$95.000		<b>Precio final cliente</b>	\$95.000		<b>Precio final cliente</b>	\$95.000	
Símil Antioquia			Símil Caldas			Símil Bogotá D.C		
Equipo	12000Btu/h	%Variación	Equipo	12000Btu/h	%Variación	Equipo	12000Btu/h	%Variación
								
<b>Promedios oferentes</b>	\$96.000	<b>40%</b>	<b>Promedios oferentes</b>	Sin información		<b>Promedios oferentes</b>	\$99.960	<b>-5%</b>
<b>Precio final cliente</b>	\$68.000		<b>Precio final cliente</b>	\$95.000		<b>Precio final cliente</b>	\$95.000	
Símil General			Símil General			Símil General		
Equipo	12000Btu/h	%Variación	Equipo	12000Btu/h	%Variación	Equipo	12000Btu/h	%Variación
								
<b>Promedios oferentes</b>	\$79.571	<b>19%</b>	<b>Promedios oferentes</b>	\$79.571	<b>19%</b>	<b>Promedios oferentes</b>	\$79.571	<b>19%</b>
<b>Precio final cliente</b>	\$95.000		<b>Precio final cliente</b>	\$95.000		<b>Precio final cliente</b>	\$95.000	

(Fuente: Elaboración propia)

#### 4.6.3 Símil equipos de 18000Btu/h

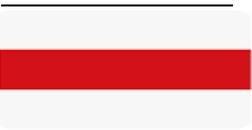
Tabla 7. Símil equipo 18000 Btu/h

Símil Atlántico			Símil Magdalena			Símil Bolívar		
Equipo	18000Btu/h	%Variación	Equipo	18000Btu/h	%Variación	Equipo	18000Btu/h	%Variación
								
<b>Promedios oferentes</b>	Sin información		<b>Promedios oferentes</b>	Sin información		<b>Promedios oferentes</b>	\$75.000	<b>27%</b>
<b>Precio final cliente</b>	\$95.000		<b>Precio final cliente</b>	\$95.000		<b>Precio final cliente</b>	\$95.000	
Símil Antioquia			Símil Caldas			Símil Bogotá D.C		
Equipo	18000Btu/h	%Variación	Equipo	18000Btu/h	%Variación	Equipo	18000Btu/h	%Variación
								
<b>Promedios oferentes</b>	\$117.000	<b>-19%</b>	<b>Promedios oferentes</b>	\$90.000	<b>6%</b>	<b>Promedios oferentes</b>	Sin información	
<b>Precio final cliente</b>	\$68.000		<b>Precio final cliente</b>	\$95.000		<b>Precio final cliente</b>	\$95.000	
Símil General			Símil General			Símil General		
Equipo	18000Btu/h	%Variación	Equipo	18000Btu/h	%Variación	Equipo	18000Btu/h	%Variación
								
<b>Promedios oferentes</b>	\$121.224	<b>-22%</b>	<b>Promedios oferentes</b>	\$121.224	<b>-22%</b>	<b>Promedios oferentes</b>	\$121.224	<b>-22%</b>
<b>Precio final cliente</b>	\$95.000		<b>Precio final cliente</b>	\$95.000		<b>Precio final cliente</b>	\$95.000	

(Fuente: Elaboración propia).

#### 4.6.4 Símil equipos de 24000Btu/h

Tabla 38. Símil equipos de 24000Btu/h

Símil Atlántico			Símil Magdalena			Símil Bolívar		
Equipo	24000Btu/h	%Variación	Equipo	24000Btu/h	%Variación	Equipo	24000Btu/h	%Variación
								
<b>Promedios oferentes</b>	\$105.000	<b>-10%</b>	<b>Promedios oferentes</b>	\$85.000	<b>12%</b>	<b>Promedios oferentes</b>	\$80.000	<b>19%</b>
<b>Precio final cliente</b>	\$95.000		<b>Precio final cliente</b>	\$95.000		<b>Precio final cliente</b>	\$95.000	
Símil Antioquia			Símil Caldas			Símil Bogotá D.C		
Equipo	24000Btu/h	%Variación	Equipo	24000Btu/h	%Variación	Equipo	24000Btu/h	%Variación
								
<b>Promedios oferentes</b>	\$120.000	<b>-21%</b>	<b>Promedios oferentes</b>	\$94.000	<b>1%</b>	<b>Promedios oferentes</b>	\$108.707	<b>13%</b>
<b>Precio final cliente</b>	\$68.000		<b>Precio final cliente</b>	\$95.000		<b>Precio final cliente</b>	\$95.000	
Símil General			Símil General			Símil General		
Equipo	24000Btu/h	%Variación	Equipo	24000Btu/h	%Variación	Equipo	24000Btu/h	%Variación
								
<b>Promedios oferentes</b>	\$127.190	<b>-25%</b>	<b>Promedios oferentes</b>	\$127.190	<b>-25%</b>	<b>Promedios oferentes</b>	\$127.190	<b>-25%</b>
<b>Precio final cliente</b>	\$95.000		<b>Precio final cliente</b>	\$95.000		<b>Precio final cliente</b>	\$95.000	

(Elaboración propia)

#### 4.6.5 Símil equipos de 36000Btu/h

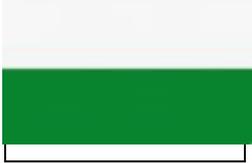
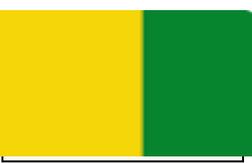
Tabla 39. Símil equipos de 36000

Símil Atlántico			Símil Magdalena			Símil Bolívar		
Equipo	36000Btu/h	%Variación	Equipo	36000Btu/h	%Variación	Equipo	36000Btu/h	%Variación
								
<b>Promedios oferentes</b>	\$112.500	<b>-16%</b>	<b>Promedios oferentes</b>	\$90.000	<b>6%</b>	<b>Promedios oferentes</b>	\$75.000	<b>27%</b>
<b>Precio final cliente</b>	\$95.000		<b>Precio final cliente</b>	\$95.000		<b>Precio final cliente</b>	\$95.000	
Símil Antioquia			Símil Caldas			Símil Bogotá D.C		
Equipo	36000Btu/h	%Variación	Equipo	36000Btu/h	%Variación	Equipo	36000Btu/h	%Variación
								
<b>Promedios oferentes</b>	\$76.915	<b>24%</b>	<b>Promedios oferentes</b>	\$90.000	<b>6%</b>	<b>Promedios oferentes</b>	\$118.703	<b>-20%</b>
<b>Precio final cliente</b>	\$68.000		<b>Precio final cliente</b>	\$95.000		<b>Precio final cliente</b>	\$95.000	
Símil General			Símil General			Símil General		
Equipo	36000Btu/h	%Variación	Equipo	36000Btu/h	%Variación	Equipo	36000Btu/h	%Variación
								
<b>Promedios oferentes</b>	\$127.190	<b>-25%</b>	<b>Promedios oferentes</b>	\$127.190	<b>-25%</b>	<b>Promedios oferentes</b>	\$127.190	<b>-25%</b>
<b>Precio final cliente</b>	\$95.000		<b>Precio final cliente</b>	\$95.000		<b>Precio final cliente</b>	\$95.000	

(Elaboración fuente propia)

#### 4.6.6 Símil equipos de 60000Btu/h

Tabla 40. Símil equipos de 60000Btu/h

Símil Atlántico			Símil Magdalena			Símil Bolívar		
Equipo	60000Btu/h	%Variación	Equipo	60000Btu/h	%Variación	Equipo	60000Btu/h	%Variación
								
<b>Promedios oferentes</b>	\$132.000	<b>-28%</b>	<b>Promedios oferentes</b>	\$130.000	<b>-27%</b>	<b>Promedios oferentes</b>	\$140.000	<b>-32%</b>
<b>Precio final cliente</b>	\$95.000		<b>Precio final cliente</b>	\$95.000		<b>Precio final cliente</b>	\$95.000	
Símil Antioquia			Símil Caldas			Símil Bogotá D.C		
Equipo	60000Btu/h	%Variación	Equipo	60000Btu/h	%Variación	Equipo	60000Btu/h	%Variación
								
<b>Promedios oferentes</b>	\$106.285	<b>-11%</b>	<b>Promedios oferentes</b>	\$150.000	<b>-37%</b>	<b>Promedios oferentes</b>	\$156.200	<b>-39%</b>
<b>Precio final cliente</b>	\$95.000		<b>Precio final cliente</b>	\$95.000		<b>Precio final cliente</b>	\$95.000	
Símil General			Símil General			Símil General		
Equipo	60000Btu/h	%Variación	Equipo	60000Btu/h	%Variación	Equipo	60000Btu/h	%Variación
								
<b>Promedios oferentes</b>	\$129.004	<b>-26%</b>	<b>Promedios oferentes</b>	\$129.004	<b>-26%</b>	<b>Promedios oferentes</b>	\$129.004	<b>-26%</b>
<b>Precio final cliente</b>	\$95.000		<b>Precio final cliente</b>	\$95.000		<b>Precio final cliente</b>	\$95.000	

(Fuente: Elaboración propia)

	<b>INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

## 5 CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES Y TRABAJO FUTURO

---

### 5.1 Conclusiones

- El objetivo de este trabajo fue la de obtener la máxima información posible de la plataforma SECOP II para realizar un estudio de costos de mantenimiento de aires acondicionados por compresión de vapor. De la información recopilada se concluye que el mantenimiento de aires acondicionados tiene variaciones según el departamento, dejando los departamentos de Antioquia, Huila y Valle del Cauca como los más costosos en la ejecución de esta actividad y los departamentos Bolívar, Magdalena y Caldas como los más económicos. Con una diferencia porcentual del 35% entre el valor más económico perteneciente al departamento del Bolívar y el valor más costoso perteneciente al departamento del Valle del Cauca. Con el análisis de precio por metodología de mantenimiento se pudo concluir que, a mayor capacidad del equipo, más competitivo es el precio.
- Luego de analizar los modelos de mantenimiento establecidos en los procesos de contratación del presente estudio, se concluye que se puede realizar un solo plan de mantenimiento para los equipos de diferentes capacidades tipo pared.
- Se obtuvo una muestra de 21 oferentes en 9 diferentes departamentos, distribuidos de la siguiente manera; Antioquia: 7 oferentes, Magdalena 2 oferentes, Atlántico 2 oferentes, Bolívar 1 oferente, Santander 1 oferente, Caldas 1 oferente, Bogota D.C. 1 oferente, Huila 1 oferente, Valle del Cauca 5 oferentes. Que sirvió para determinar los precios de insumos, repuestos, mano de obra y establecer un promedio de precio de mantenimiento a nivel nacional y en cada uno de los departamentos.
- En conclusión, al caracterizar mediante la ficha técnica un equipo de 12.000 Btu/h, se han identificado los componentes que conforman el equipo. Mediante este proceso, se ha obtenido una descripción detallada de sus componentes, lo que proporciona una comprensión de su funcionamiento. Esta caracterización permite evaluar los valores de cada uno de sus componentes. En resumen, la caracterización ha sido una herramienta fundamental para analizar los componentes del equipo,

 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

facilitando el proceso de estudio de costos del mantenimiento de aires acondicionados por compresión de vapor.

- Con la implementación de la metodología de mantenimiento preventivo basado en el tiempo y la información del precio de los componentes del equipo, se pudo concluir que las rutinas de mantenimiento son iguales para los equipos de aire acondicionado por compresión de vapor y así poder definir un precio de \$95.000 para intervenir un equipo de capacidad desde 9000 Btu/h hasta 60000Btu/h.

## 5.2 Recomendaciones

- En el transcurso del trabajo se evidencio que algunos oferentes presentaron propuestas por un precio que es artificialmente bajo y esto pudo afectar el valor promedio de algunos equipos.
- Aunque se tuvo una muestra de 21 oferentes, vale aclarar que algunos de ellos no montaron la información completa en los procesos.

## 5.3 Trabajo futuro

- Se sugiere crear un sistema de digitalización desde la plataforma LookerStudio de los registros que facilite el manejo de los datos y su posterior análisis.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

## REFERENCIAS

---

- AIRES MIRAGE. (2021). *Manual de usuario e instalación*.
- Ashton, T. S. (1950). *"La Revolución Industrial"*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Cajamarca, D. A. (2021). *PRODUCCIÓN Y OPERACIONES INDUSTRIALES*. QUITO.
- Cavaría, R. (2000). *Centro de Investigación y Asistencia Técnica*. Barcelora.
- Cengel. (2012). *Termodinámica*.
- Cheong Peng Au-Yong, N. F. (2022). Mantenimiento de edificios de oficinas verdes mediante la adopción del concepto de mantenimiento productivo total (TPM). *Journal of Cleaner Production* 352 , 8.
- Colombia compra eficiente. (2019). *Circular externa única*. Bogotá.
- Fragoso-Puga. (2003). *Aplicación del Mantenimiento Preventivo en Planta de Fundición a Presión de Zamak*. Ingeniería Mecánica Eléctrica .
- Gómez, F. A. (2018). *DISEÑO DE UN SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO DE BAJO COSTO DE OPERACIÓN PARA LAS OFICINAS ADMINISTRATIVAS DEL CUARTO PISO DEL EDIFICIO DE INGENIERÍA USAT*. CHICLAYO.
- Grimaldi-Simonds. (1985). *"La Seguridad Industrial Su Administración"*. México: Alfaomega.
- Lopez, C., Jimenez, D., & Guzman Alvarez. (2011). *Manual Básico de sistemas de aire acondicionado y extracción mecánica de uso común en arquitectura*. Cuscatlan.
- Najera-Prieto. (2004). *Seguimiento y Control del Mantenimiento en Aeropuertos, Ingeniería Industrial*. UNAM.
- Pérez-Camacho. (2003). *Mantenimiento Productivo Total MPT, Teoría y Aplicación, Ingeniería Mecánica*. UNAM.
- Perfetti del Corral, M., & Santos Calderon, J. M. (2013). *Decreto 1510 de 2013*. Bogotá: Diario oficial 48854.
- Quadri, N. (2001). *Sistemas de Aire Acondicionado*. Buenos Aires: ALSINA.
- Tirado Navarro, J. A., & Palta Cerón, M. R. (2022). *Manual modalidad de selección de mínima cuantía*. Bogotá.
- Vásquez, A. N. (2009). *Implementación de un programa de mantenimiento predictivo, preventivo y correctivo para un hospital*. México.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

Vásquez, A. N. (2009). *Implementación de un programa de mantenimiento predictivo, preventivo y correctivo para un hospital*. México.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

FIRMA ESTUDIANTES	<i>Wilderson Rojas Y</i> <hr/> <hr/> <hr/>
FIRMA ASESORES	<i>Adrian F. Martinez</i> <hr/> <hr/>
FECHA ENTREGA: <u>16-jun-2023</u>	