

**GESTIÓN DE LA CONFIABILIDAD
Y OPTIMIZACIÓN DEL CONSUMO
ENERGÉTICO EN SISTEMAS DE
AIRE ACONDICIONADO EN ZONAS
RESIDENCIALES**

**MANAGEMENT OF THE
RELIABILITY AND OPTIMIZATION
OF ENERGY CONSUMPTION IN
AIR CONDITIONING SYSTEMS IN
RESIDENTIAL ZONES**

**GESTÃO DA CONFIABILIDADE E
OTIMIZAÇÃO DA CONSUMO DE
ENERGIA EM SISTEMAS AÉREOS
CONDICIONANDO EM ZONAS
RESIDENCIAIS**

Félix Ortiz Garzón

Ingeniero Mecánico, Facultad de Ingenierías y
Arquitectura, Programa de Ingeniería Mecánica,
Universidad de Pamplona
felix.ortiz@unipamplona.edu.co

Luz Hernández Gegén

PhD. En ingeniería Mecánica, Facultad de
Ingenierías y Arquitectura, Programa de Ingeniería
Mecánica, grupo GIMUP,
Universidad de Pamplona
lukahege@unipamplona.edu.co

José Ramírez Quintero

Magíster en Mantenimiento Industrial, facultad de
Ingenierías y Arquitectura, Programa de Ingeniería
Mecánica, grupo GIMUP,
Universidad de Pamplona
jose.ramirez@unipamplona.edu.co

Fecha de recepción: 21 de agosto 2018

Fecha aprobación: 05 de octubre 2018

Resumen

El propósito de esta memoria de investigación, es que se fomente la toma de conciencia ante el uso y mantenimiento del equipo aire acondicionado en espacios residenciales, lo cual impacta considerablemente en aspectos personales y ambientales, razón que justifica la relación confiabilidad y consumo ante la eficacia y efectividad. Metodológicamente, se trata de una investigación bajo el paradigma positivista, enfoque de investigación cuantitativo. Se utilizó la técnica de la encuesta, a través del cuestionario como instrumento, de igual manera la observación con la finalidad de expresar los grados de intensidad para jerarquizar características del proceso. Producto de la indagatoria, se destaca como resultados que, en zonas residenciales de Cúcuta, el uso y mantenimiento del equipo aire acondicionado no cumple con estándares básicos, ello deriva un consumo superior de energía, afecciones a la salud de los usuarios, así como contaminación en espacios, lo cual se traduce en costos económicos y ambientales.

Palabras Clave: consumo energético, equipo de aire acondicionado, gestión de mantenimiento.

Summary

The purpose of this research report is to promote awareness of the use and maintenance of air conditioning equipment in residential spaces, which has a considerable impact on personal and environmental aspects, which justifies the relationship between reliability and consumption in the face of efficiency and effectiveness. Methodologically, it is an investigation under the positivist paradigm, quantitative research approach. The survey technique was used, through the questionnaire, as an instrument, in the same way the observation with the purpose of expressing the degrees of intensity to prioritize characteristics of the process. Product of the investigation, stands out as results that, in residential areas of Cúcuta, the use and maintenance of the air conditioning equipment does not comply with basic standards, this derives a higher consumption of energy, affections to the health of the users, as well as contamination in spaces, which translates into economic and environmental costs.

Key Words: Energy Consumption, Air Conditioning Equipment, Maintenance Management.

Resumo

O objetivo deste relatório de pesquisa é promover a conscientização do uso e manutenção de equipamentos de ar condicionado em espaços residenciais, o que tem um impacto considerável nos aspectos pessoais e ambientais, o que justifica a relação entre confiabilidade e consumo em face da eficiência e eficácia. Metodologicamente, é uma investigação sob o paradigma positivista, abordagem de pesquisa quantitativa. A técnica de pesquisa utilizada, foi por meio do questionário como instrumento, da mesma forma que a observação com o objetivo de expressar os graus de intensidade para priorizar as características do processo. Produto do inquérito, destaca-se como resultados que em áreas residenciais de Cucuta, a utilização e manutenção de

equipamentos de ar condicionado não atende aos padrões básicos, isso deriva uma condição de maior consumo de energia para a saúde dos usuários e da poluição em espaços, o que se traduz em custos econômicos e ambientais.

Palavras-chave: consumo de energia, equipamentos de ar condicionado, gerenciamento de manutenção.

I. INTRODUCCIÓN

La relación entre personas, máquinas y ambiente, interesa a la presente investigación, lo cual infiere especial atención, pues se trata de cómo se gesta la confiabilidad del usuario frente al uso de un equipo considerado cotidiano en hogares y espacios laborales por incidencia de la temperatura ambiental. Se trata del aire acondicionado, artefacto eléctrico que desde 1902 por inventiva y necesidad, abrió la posibilidad real que a través de una máquina específica, se pudiera controlar la humedad a través de tubos enfriados, dando lugar al primer módulo de climatización de la historia y que luego de un centenario, la modernidad y adelantos tecnológicos le sitúan como uno de los artefactos de mayor relación con las personas por el confort que genera, creando un ambiente con temperatura agradable que posibilita las diferentes tareas y acciones realizadas por las personas. Pero este estado de relación máquina-usuario, requiere de una gestión de confiabilidad para que los espacios acondicionados a temperatura, sean óptimos, adecuados y de bienestar para los usuarios; y no se conviertan en equipos consumidores de energía excesiva y unidades contaminantes por efectos de poco o ningún mantenimiento, lo que convierte un estado ideal en un problema con serias consecuencias, incluyendo las ambientales.

II. LA COTIDIANIDAD FRENTE AL USO Y MANTENIMIENTO DEL AIRE ACONDICIONADO

El hombre ante la modernidad y lo que supone la inventiva como cimientos para crear condiciones adecuadas en pro de las personas, generan constantes ideas que en el transcurrir del tiempo se convierten en hechos que se sitúan como relaciones directas entre la vida de los sujetos y su cotidianidad. En este transitar, el aire acondicionado se ha convertido en unos de los aparatos eléctricos de mayor uso en zonas residenciales y espacios laborales, para (Miranda y Domenech, 2015), “el aire acondicionado es aquel electrodoméstico que procesa el aire ambiente, enfriándolo, limpiándolo y controlando de manera simultánea la humedad del mismo al momento de salir” (p.13). Es el proceso de tratar el aire, de tal forma, que se controle al mismo tiempo su temperatura, humedad, limpieza y distribución para crear confort en un recinto, de allí la relación máquina-sujeto, la cual implica equipo y uso adecuado para el bienestar del usuario.

En tal sentido, gestar la confiabilidad en aires acondicionados hace referencia a la capacidad de que estos equipos realicen su trabajo, en un tiempo requerido sin que se perturben las condiciones a la que estuviera programada. La confiabilidad según (Mora 2009) “se

define como la probabilidad de que un equipo desempeñe satisfactoriamente las funciones para las cuales se diseña durante un periodo de tiempo específico y bajo condiciones normales de operación, ambientales y del entorno” (p.95). La confiabilidad de un equipo o de sus componentes se analiza con base en la tasa de fallas. La cual varía a lo largo de la vida útil del equipo y se relaciona directamente con la condición del mismo en función de su edad, en dicho proceso dominan tres momentos importantes (Arranque, operación normal y desgaste). Para este compromiso de confiabilidad, el mantenimiento del artefacto es determinante, realizarlo de manera inadecuada o no hacerlo, destaca las fallas más comunes del equipo y las consecuencias subsiguientes tanto para las personas como el ambiente, como acción contaminante reiterativa.

En tal caso, la mantenibilidad del equipo aire acondicionado debe ser periódica, debidamente realizada y con conocimientos básicos en cuanto al uso y mantenimiento, pues de lo contrario no solo afecta la confiabilidad, sino que incrementa el consumo de energía y por ende la economía del poseedor. La falta de mantenimiento hace que la corriente eléctrica se incremente directamente proporcional con la energía, debido a que el aparato trabajará más para cumplir con la temperatura a la que está programado. De igual forma afecta la confiabilidad del confort del recinto, pues las garantías son mínimas al no tener el control del equipo. Lo anterior deriva, que por el simple hecho de encender el equipo y medianamente cumplir la función, no se tiene un artefacto en buen estado, todo lo contrario, está acción genera un espacio contaminando y un desgaste mayor en la unidad. El argumento deja clara la necesidad urgente de toma de conciencia ante el uso y mantenimiento de

todo artefacto eléctrico, ello pudiera ser el punto de partida de una economía racional y de un disfrute del equipo en favor de un ambiente sano.

El mantenimiento en esencia para (Duffuaa y Dixón, 2002) “debe ser preventivo y programado, controlado por el tiempo de uso, y respaldado por el histórico de reparaciones y comportamiento del equipo, lo cual reduce la posibilidad de ocurrencia de fallas” (p.14). Estas acciones impactan en la confiabilidad del equipo, por tanto, las mediciones constantes, la observación del proceso, el reemplazo de piezas de manera adecuada, así como la intervención de una persona con conocimientos, hace que el periodo de vida del equipo aumente, al igual que su rendimiento y cumplimiento de los fines básicos del aire acondicionado.

La incidencia de estas variantes hace que existan equipos que lejos de un ambiente agradable y limpio, se conviertan en serios focos de contaminación y de efectos adversos para la salud (Castellón, 2017), en aire acondicionado sucio genera en su ciclo, hongos y bacterias que son inhaladas por los usuarios, ello hace que disminuyan las barreras defensivas del epitelio bronquial haciéndole más vulnerable a las infecciones tanto bacterianas como virales. También la inhalación directa de aire frío y sucio en personas susceptibles puede desencadenar rinitis intensa y una crisis de broncoespasmo en personas asmáticas, aspecto que amerita una medición del nivel de contaminación del aire (Lancheros-Cuesta, D., Galvis, B. y Pachón, J., 2017). Otro factor es el ruido provocado por los aparatos, las piezas internas sufren desgaste, alteraciones que producen sonidos que contaminan el ambiente y se convierten en barreras que no son

propias de un equipo cuyo propósito es generar bienestar.

Con base en lo expresado la presente investigación tiene como objetivo evaluar la gestión de confiabilidad y optimización del consumo energético en un sistema de aires acondicionados en zonas residenciales y laborales en San José de Cúcuta, Departamento Norte de Santander. Con la finalidad de conocer el comportamiento del usuario frente al uso y mantenimiento del equipo, así como impulsar la toma de conciencia de los sujetos ante la acción, lo cual se traduce en afecciones para las personas e impacto negativo para el ambiente.

III. UN MÉTODO PARA ACERCARSE A LA REALIDAD

En la investigación científica, la actividad de conocer de acuerdo con (Méndez, 2006) “es un proceso intelectual por el cual se establece una relación entre quien conoce y el objeto conocido” (p.3). En tal sentido, el conocimiento que el individuo tiene de la realidad depende de su interés personal; así, el grado de conocimiento adquirido difiere del alcanzado por otras personas sobre el mismo objeto. El conocimiento es un modelo de mundo que deriva de la realidad, y acercarse a ella implica que el investigador se apoye de un método apropiado, para inducir un proceso que permita un aporte sustantivo relevante que interesa a los colectivos implícitos en dicho fenómeno.

Para tal fin, la investigación científica cobra valor preponderante, como proceso formal, sistemático e intensivo de llevar a cabo el método científico. Para ello una indagatoria detallada, cuidadosa, fundamentada y crítica de los hechos presentes en la realidad, modelan una manera particular de ver los hechos

y acontecimientos, con la finalidad de describir dicha situación y desde la reflexión de las acciones, hacer aportes trascendentales para el conocimiento y la ciencia. Siendo así, es a través del proceso de investigación que se pueden demostrar, analizar, interpretar y emitir juicios cercanos a hechos que circundan en una realidad llena de matices y posiciones varias de acuerdo con las experiencias, percepciones, concepciones y la cosmovisión de quien realiza la investigación y de quienes interviene en dichos propósitos investigativos.

Por tanto, en pro de acercarse a un hecho comprobable, desde el estudio que se presenta, se realizó una investigación en atención al paradigma positivista, para (Stracuzzi y Pestana, 2007), “dicho fundamento paradigmático percibe la uniformidad de los fenómenos, aplica la concepción hipotética- deductiva, destaca el dato y busca la verificación empírica de los hechos y sus causas” (p.40). Estos cimientos de investigación se enmarcan en el enfoque de investigación cuantitativo (Tamayo 2000), donde el investigador recoge datos cuantificables, verificables a través de técnicas e instrumentos propios del método inducido. Bajo este enfoque de investigación, la medición del fenómeno permite la posibilidad de generalizar los resultados y deriva la comparación entre estudios similares.

Para este recorrido metodológico, se realizó una encuesta, mediante la aplicación de un cuestionario tipo escala métrica y de intervalos, con la finalidad de conocer las frecuencias y valores ante las aplicaciones realizadas. Asimismo, desde la observación se realizó toma de notas de aspectos que interesan a la investigación con la finalidad de contrastar con los datos ofrecidos por los usuarios.

En la acción de campo, la muestra por conglomerados definida por (Stracuzzi y Pestana, 2007) “como aquella que agrupa físicamente las unidades de análisis cuando se encuentran dispersas en grandes áreas de terreno” (p.123), se seleccionaron espacios geográficos residenciales de Cúcuta donde las personas tienen aires acondicionados de uso diario, a su vez de destacan segmentos denominados subáreas, siendo estos espacios residenciales casas y/o apartamentos para una muestra total de 75 espacios residenciales tomados al azar, donde se aplicó el cuestionario a los usuarios y se realizaron observaciones, luego se seleccionaron 2 espacios con distinto tipo y marca de aire acondicionado, con la finalidad de observar el comportamiento del equipo antes y después de la fase de mantenimiento intencional para efectos de la investigación.

En consecuencia, se recopilaron datos de evaporadoras y condensadoras de aires acondicionados residenciales, para tomar lecturas de consumo en amperios. La mayoría de estos equipos son evaporadoras que trabajan con sistema de agua helada. Se clasificaron de acuerdo al costo y calidad como aparece en la tercera columna de la (tabla 1); por ejemplo, se da el valor de cuatro (4) al equipo de mejor calidad y por ende de mayor precio en el mercado; y uno (1) al equipo más económico en el mercado. Estas escalas de valoración son dadas por el investigador.

A cada equipo seleccionado en este estudio, se le realizó un mantenimiento general que consistió en limpieza de equipo en general (filtros, ventiladores, bastidor) y ajustes de la parte eléctrica y mecánica, previo y después, se realizaron las lecturas de consumo del amperaje (amperios), caída de tensión (voltios). En la primera columna están los ítems que muestra la cantidad de equipos a los que se tomaron los datos, la segunda columna muestra la fecha en que se hizo el mantenimiento y se tomó la lectura. La cuarta columna permite ver el equipo y el sistema de trabajo ya sea agua helada o expansión directa. La quinta columna muestra la capacidad respectivamente. En la sexta columna aparece la caída de tensión con unidad en voltios. En las siguientes dos columnas subdivididas se evidencian los consumos en amperios del antes y después del mantenimiento en cada línea y a su vez se promedia, tal cual se expresa a continuación:

La referencia en el texto a una determinada partición de segundo orden (secciones), o de tercero (apartados) o cuarto orden (subapartados) debe contener, en orden, las letras o números de todas las particiones de orden superior en la que esté integrada y la letra o número distintivo de la misma. La referencia a una partición de quinto orden debe contener las letras y números de todas las particiones de orden superior en la que esté integrada y su encabezamiento completo.

Tabla 1: Registro de datos.

Item	Fecha	Valor relativo equipo	Equipo	Capacidad (Btu/h)	Voltaje (L1-L2) Voltios.	Valores del consumo durante el mantenimiento (Unidad Amperios).					
						Consumo antes del mantenimiento.			Consumo después del mantenimiento.		
						L1	L2	Promed. input.	L1	L2	Promed. output.
1	21/04/2016	4	Split expansión directa (condensadora)	12000	210	5,17	2,6	3,87	4,97	3,1	4,035
2	21/04/2016	4	Split expansión directa (condensadora)	36000	209	11,6	10	10,9	10,7	11	10,85
3	21/04/2016	4	Split expansión directa (condensadora)	36000	210	9,9	10	10,05	10	10	10
4	21/04/2016	4	Split expansión directa (condensadora)	12000	209	3,91	3,8	3,845	3,38	3,5	3,44
5	22/04/2016	4	Split expansión directa (condensadora)	24000	209	0,57	0,2	0,385	0,45	0,3	0,375
6	22/04/2016	4	Split expansión directa (condensadora)	18000	211	0,44	0,2	0,295	0,39	0,2	0,295
7	22/04/2016	4	Split expansión directa (condensadora)	36000	207	0,67	0,5	0,605	0,55	0,5	0,525
8	22/04/2016	4	Split expansión directa (condensadora)	24000	207	0,42	0,5	0,455	0,36	0,4	0,38
9	22/04/2016	4	Split expansión directa (condensadora)	12000	209	3,92	4	3,965	3,5	3,9	3,7
10	22/04/2016	4	Split expansión directa (evaporadora)	24000	209	0,71	0,3	0,51	0,6	0,3	0,45
11	22/04/2016	4	Split expansión directa (evaporadora)	12000	208	0,62	0,4	0,515	0,37	0,2	0,285
12	22/04/2016	4	Split expansión directa (evaporadora)	18000	207	0,25	0,4	0,305	0,39	0,5	0,445
13	24/04/2016	4	Split expansión directa (evaporadora)	12000	210	4,65	3,2	3,925	3,81	3,6	3,705
14	24/04/2016	4	Split expansión directa (evaporadora)	36000	208	0,76	0,6	0,655	0,59	0,8	0,695
15	24/04/2016	4	Split expansión directa (evaporadora)	24000	214	0,36	0,5	0,405	0,78	0,9	0,84
16	24/04/2016	4	Split expansión directa (evaporadora)	12000	209	4,09	3,3	3,695	3,97	3,5	3,735
17	21/05/2016	3	split sist. Agua helada (evaporadora)	18000	217	0,1	0,3	0,18	0,1	0,3	0,2
18	21/05/2016	3	split sist. Agua helada (evaporadora)	9000	217	1,12	0,2	0,645	0,39	0,7	0,545
19	21/05/2016	3	split sist. Agua helada (evaporadora)	9000	222	0,42	0,1	0,275	0,52	0,8	0,66
20	21/05/2016	3	split sist. Agua helada (evaporadora)	9000	224	0,52	1,3	0,905	0,65	1,6	1,125
21	21/05/2016	3	split sist. Agua helada (evaporadora)	9000	214	0,71	0,3	0,505	0,63	0,3	0,465
22	21/05/2016	3	split sist. Agua helada (evaporadora)	9000	219	0,23	0,3	0,27	0,38	0,6	0,49
23	21/05/2016	3	split sist. Agua helada (evaporadora)	9000	220	0,38	0,3	0,32	1,16	0,6	0,88
24	21/05/2016	3	split sist. Agua helada (evaporadora)	9000	211	0,74	0,5	0,64	1,09	0,9	0,995
25	23/05/2016	3	split sist. Agua helada (evaporadora)	9000	217	0,22	0,7	0,44	0,54	0,9	0,72
26	23/05/2016	3	split sist. Agua helada (evaporadora)	9000	215	0,39	1,1	0,755	1,32	0,4	0,86
27	23/05/2016	3	split sist. Agua helada (evaporadora)	9000	196	0,76	0,2	0,485	0,16	0,6	0,38

28	23/05/2016	3	split sist. Agua helada (evaporadora)	9000	199	0,21	0,4	0,29	0,83	0,9	0,865
29	23/05/2016	3	split sist. Agua helada (evaporadora)	18000	212	0,19	0,1	0,165	0,67	0,35	0,51
30	23/05/2016	3	split sist. Agua helada (evaporadora)	18000	211	0,17	0,1	0,135	0,3	0,2	0,25
31	23/05/2016	3	split sist. Agua helada (evaporadora)	18000	216	0,25	0,2	0,215	0,32	3	1,66
33	23/05/2016	1	split sist. Agua helada (evaporadora)	18000	215	0,13	0,7	0,41	0,27	0,5	0,385
34	25/05/2016	1	split sist. Agua helada (evaporadora)	36000	216	0,63	0,9	0,745	0,92	0,9	0,91
35	25/05/2016	1	split sist. Agua helada (evaporadora)	36000	216	0,31	0,6	0,47	0,78	0,8	0,79
36	25/05/2016	1	split sist. Agua helada (evaporadora)	36000	211	0,75	0,7	0,725	0,72	0,7	0,71
37	25/05/2016	1	split sist. Agua helada (evaporadora)	36000	222	0,82	0,7	0,735	0,45	0,5	0,475
38	25/05/2016	1	split sist. Agua helada (evaporadora)	36000	226	0,82	0,8	0,805	0,66	0,9	0,78

Esta recolección de información desde la observación de equipos sometidos a fases de mantenimiento derivó lo siguiente: las condensadoras cumplen con la hipótesis propuesta para el después del mantenimiento mientras que es el caso contrario para las evaporadoras, dado el incremento en el amperaje promedio.

Estos resultados ponen en controversia la perspectiva de mantenimiento preventivo en los equipos de aire acondicionado de cierta forma, aunque muy mínima, ya que el evaporador tiene un consumo relativamente bajo en relación con la condensadora.

Se tomaron lecturas de la corriente eléctrica en tres condiciones: obstruido, parcialmente obstruido y sin obstrucción. Y además en velocidad alta, media y baja. Esto dio como resultado que cuando está obstruido, el amperaje es menor, mientras que el amperaje es mayor cuando no hay obstrucción y es equivalente a cualquier velocidad ya sea baja, media o alta.

Con estos resultados podemos deducir que después de realizar mantenimiento a un aire

acondicionado los amperajes en el ventilador aumentan, mientras que el de los compresores disminuye. Es posible que este aumento de amperaje en el ventilador cuando está sin obstrucción, se deba a que las hélices del ventilador transmiten energía al aire para darle impulso, entretanto que al estar obstruido la hélice trabajará en vacío, por tanto, solo mostrará el amperaje que consume el motor.

Caso contrario ocurre con el compresor, pues al estar obstruidos los serpentines con suciedad, forma una capa aislante afectando la transferencia de calor del recinto hacia el gas refrigerante, disminuyendo así, la ganancia de energía térmica, prolongando el trabajo de la condensadora al durar más tiempo encendida para lograr la temperatura programada en el recinto. De cualquier modo, el consumo de amperaje de un compresor siempre va hacer más alto que el de los demás componentes eléctricos del sistema de aire acondicionado.

Desde lo realizado, a través del método de investigación se tomaron datos relevantes desde los cuestionarios a usuarios y la observación a equipos de aire acondicionado en fase de mantenimiento. Ello sugiere una cantidad

de datos y descripciones que al ser sistematizadas derivan en aspectos concluyentes que se expresan a continuación.

IV. CONCLUSIONES

El mantenimiento del aire acondicionado en espacios residenciales (casas y apartamentos) es escaso, se sitúa en categoría de mínimo debido a los costos que implica el mantenimiento periódico. No existe una cultura de prevención solo se busca un técnico especializado cuando el equipo no funciona, es decir, opera un mantenimiento correctivo; lo cual se traduce en costos mayores para los usuarios.

El funcionamiento de los equipos se va alterando producto del escaso mantenimiento preventivo, ello hace que el consumo de energía eléctrica sea mayor, lo cual se convierte en un fuerte impacto para la economía familiar.

El usuario del aire acondicionado residencial tiene conciencia de los problemas de salud que se derivan de equipos sin mantenimiento, pero hace caso omiso a recomendaciones vinculantes, todo a causa de costos, disposición de tiempo, olvido y en algunos casos desconocimiento ante el valor del mantenimiento como prevención, lo cual evidentemente afecta la salud del usuario.

Las personas no tienen conciencia del impacto ambiental que produce el uso del equipo y más aún en condiciones extremas por escaso mantenimiento. Ello tiene implicaciones en el consumo global de energía de la zona, además, las unidades por descuido derivan sonidos, que afectan la audición y contaminan sónicamente el espacio donde se encuentra. En magnitud mayor, centenares, miles y millones de aires acondicionados funcionando en condiciones desfavorables por su mantenimiento, se convierten en un costo energético

importante para el planeta, que cada día sufre los ataques a causa del hombre y su impacto en el ambiente.

La confiabilidad y optimización del equipo aire acondicionado se ve afectado, en tal sentido, no existe una confiabilidad en cuanto al desenvolvimiento del artefacto eléctrico en condiciones favorables. El uso no es confiable, al contrario, está conviviendo con una máquina que día tras día genera daños y consecuencias tanto personales como ambientales.

A manera de reflexión, es necesario una toma de conciencia del usuario ante el uso y mantenimiento del equipo aire acondicionado, ello infiere una planificación de mantenimiento, para la construcción de un histórico del equipo que le permita a cualquier técnico tener una visión en tiempo y uso del artefacto.

De igual manera, tener claro que, aunque encienda, apague y medianamente funcione el equipo, ello no implica la efectividad y confiabilidad, pues puede estar ante un equipo que fácilmente se convierte en un consumidor excesivo de energía, un agente contaminante y peor aún un foco de constantes enfermedades respiratorias y bronquiales que lejos de ser un equipo para el bienestar de las personas, se convierte en una máquina para el consumo y una barrera para la salud.

V. REFERENCIAS

- Miranda, A. & Domenech M, A. (2015). El ABC del aire acondicionado. Ediciones Marcombo.
- Mora, L. (2009). Equipamiento, operatividad y confiabilidad. Ediciones Omega. Colombia.
- Duffuaa, R. & Dixón, M. (2002). Sistemas de mantenimiento, planeación y control. Limusa: México



Castellón, R. (2017). Afecciones físicas y ambientales a causa de electrodomésticos. Publicaciones ambiente y desarrollo. Buenos aires: Argentina.

Lancheros-Cuesta, D., Galvis, B. & Pachón, J. (2017). Dispositivo electrónico portable para la medición de la contaminación del aire. *Ingenio Magno*, 8(1). 8-18.

Méndez, C. (2006). Metodología. Diseño y desarrollo del proceso de investigación. 3ra Edición. Mc Graw Hill. Colombia.

Tamayo, M. (2000). El proceso de la investigación científica. Limusa. México.

Stracuzzi, S. & Pestana, F. (2007). Metodología de la investigación cuantitativa. FEDUPEL. Caracas: Venezuela.