

MODELO GERENCIAL DE MANTENIMIENTO PARA LOS EQUIPOS DE
VENTILACION Y AIRE ACONDICIONADO UBICADOS EN LAS AREAS
BLANCAS DE ENTIDADES DE LA SALUD DE CUARTO NIVEL EN LA CIUDAD
DE BOGOTA

FABIO ANDRES PINEDA LEE

LUIS MIGUEL DEL CARMEN SOCARRAS ORTIZ

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISICOMECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO
BUCARAMANGA

2018

MODELO GERENCIAL DE MANTENIMIENTO PARA LOS EQUIPOS DE
VENTILACION Y AIRE ACONDICIONADO UBICADOS EN LAS AREAS
BLANCAS DE ENTIDADES DE LA SALUD DE CUARTO NIVEL EN LA CIUDAD
DE BOGOTA

FABIO ANDRES PINEDA LEE

LUIS MIGUEL DEL CARMEN SOCARRAS ORTIZ

TRABAJO DE GRADO PARA OPTAR EL TÍTULO DE ESPECIALISTA EN
GERENCIA DE MANTENIMIENTO

DIRECTOR

HAROLD ANDRES PEÑA PRIETO

INGENIERO MECANICO ESPECIALISTA EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISICOMECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
BUCARAMANGA

2018

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	16
1. GENERALIDADES DEL PROYECTO.....	17
1.1 MARCO CONTEXTUAL.....	17
1.1.1..... Aire acondicionado y ventilación mecánica en entidades de salud en Colombia.....	17
1.1.2 Sistemas de ventilación mecánica y aire acondicionado en Bogotá.....	19
1.1.3 Clasificación de áreas blancas en Bogotá.	22
1.1.4 Normatividad colombiana para la ventilación en el sector salud.....	22
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	24
1.3 OBJETIVO GENERAL	25
1.4 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	25
1.5 JUSTIFICACIÓN.....	26
2 MARCO TEÓRICO	28
2.1 EVOLUCIÓN DEL MANTENIMIENTO.....	28
2.1.1 Tipos de mantenimiento.....	32
2.1.2 Sistemas de información.	38
2.1.2.1 Identificación de equipos.	40
2.1.2.2 Ficha técnica y manual de mantenimiento.	41
2.1.2.3 Análisis de criticidad de equipos en la entidad de salud.	42
2.1.2.4 Orden de servicio.....	43
2.1.2.5 Formatos de hoja de vida de equipos. Entre sus objetivos figuran:	44
2.1.2.6 Inventarios de repuestos.	46
2.1.3 Indicadores de mantenimiento.....	47
2.2 TIPOS DE EQUIPOS DE VENTILACIÓN Y AIRE ACONDICIONADO.....	49

2.2.1 Ventilación General en Hospitales.	49
2.2.2 Sistemas de Ventilación Mecánica.	49
2.2.3 Sistemas de Aire Acondicionado con Unidades Manejadoras de Aire.....	50
2.2.4 Mantenimiento de equipos de ventilación y aire acondicionado.	52
2.2.5 Tipos de rutinas de mantenimiento..	53
2.2.6 Pruebas a equipos de ventilación y aire acondicionado.	54
2.3 ÁREAS BLANCAS	54
2.3.1 Clasificación de áreas blancas.	54
2.4 NORMATIVIDAD VIGENTE	55
2.4.1 Norma NTC 5183 ventilación para una calidad aceptable del aire en espacios interiores..	55
2.4.2 Norma ISO 14644: Salas limpias y entornos controlados asociados.....	59
3 MODELO GERENCIAL DE MANTENIMIENTO PROPUESTO.....	63
3.1 ORGANIZACIÓN DE INSTRUMENTOS PARA EL MANTENIMIENTO.....	63
3.1.1 Sistemas de información para el mantenimiento.	64
3.1.1.1 Identificación de equipos.	64
3.1.1.2 Fichas técnicas y manual de mantenimiento.	66
3.1.1.3 Análisis de criticidad de equipos en la entidad de salud.	91
3.1.1.4 Orden de servicio.....	97
3.1.1.5 Formatos de hojas de vidas de equipos.....	98
3.1.1.6 Inventarios de repuestos.....	99
3.2 SELECCIÓN DE EQUIPOS DE VENTILACIÓN Y AIRE ACONDICIONADO PARA SUS PROCEDIMIENTOS DE INTERVENCIÓN	103
3.2.1 Selección de equipos a intervenir según su criticidad.....	103
3.2.2 Selección de tareas, recomendaciones de seguridad, procedimiento de arranque de equipo y recolección de nuevos datos.....	103
3.3 ENFOQUE HACIA LA ORGANIZACIÓN TÁCTICA DEL MANTENIMIENTO	110
3.4 FORMULACIÓN DE INDICADORES PARA EL ANÁLISIS DE RESULTADOS	111

3.5 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL Y GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO ..	112
4 CONCLUSIONES	115
BIBLIOGRAFÍA.....	116
ANEXOS.....	118

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Clases de partículas contenidas en el aire para salas limpias y zonas anexas	55
Tabla 2. Actividades y frecuencia mínima del mantenimiento	58
Tabla 3. Codificación de sistemas y equipos	65
Tabla 4. Codificación de repuestos	65
Tabla 5. Características técnicas	85
Tabla 6. Características unidad de ventilación	89
Tabla 7. Matriz de criticidad según modelo CTR	95
Tabla 8. Formato Orden de Trabajo	97
Tabla 9. Formato de Hoja de Vida de Equipo	98
Tabla 10. Listado de repuestos	99
Tabla 11 Formato cronograma de mantenimiento	104
Tabla 12. Formato comprobante pruebas y operación	106
Tabla 13. Formato de arranque y recolección de datos	109

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Seguimiento realizado por la Red de Monitoreo de Calidad del Aire de Bogotá de la Secretaría Distrital de Ambiente	19
Figura 2. Distribución ideal de los recursos humanos.	32
Figura 3. Mantenimiento preventivo basado en condiciones y confiabilidad	33
Figura 4. Frecuencia de falla vs Tiempo	35
Figura 5. Rendimiento funcional vs Tiempo	36
Figura 6. Codificación	40
Figura 7. Ventilador centrifugo	50
Figura 8. Estructura unidad manejadora	50
Figura 9. Unidad Manejadora de Aire	51
Figura 10. Ecuación valor máximo de la concentración de partículas	59
Figura 11. Distribución sala de cirugía	61
Figura 12. Climatización de las áreas blancas	63
Figura 13. Nomenclatura de la codificación de equipos.	65
Figura 14. Nomenclatura de la codificación de repuestos	66
Figura 15. Unidad manejadora de aire	66
Figura 16. Esquema general de funcionamiento	67
Figura 17. Perfiles y esquineros unidad	68
Figura 18. Panel estructura unidad manejadora	69
Figura 19. Bandeja de condensado	70
Figura 20. Cubiertas de equipos	70
Figura 21. Ventilador centrifugo	71
Figura 22. Ventilador tipo airfoil y plenum fan	72
Figura 23. Seccion de transmision ventilador	73
Figura 24. Soportes seccion unidad ventilador	73
Figura 25. Serpentin unidad manejadora	74
Figura 26. Filtros para unidad manejadora	75

Figura 27. Manometro de presion diferencial	76
Figura 28. Seccion caja de mezcla.	76
Figura 29. Alabes unidad manejadora	77
Figura 30. Humidificador	78
Figura 31. Resistencias electricas	79
Figura 32. Controlador o programador	80
Figura 33. Software con controlador	80
Figura 34. Compresor scroll	81
Figura 35. Motores ventilador condensador	82
Figura 36. Serpentin condensador	82
Figura 37. Ventilador axial	83
Figura 38. Gabinete estructura	84
Figura 39. Unidad de ventilación	85
Figura 40. Blower ventilador	86
Figura 41. Transmisión correa-polea	87
Figura 42. Motor unidad	87
Figura 43. Filtros	88
Figura 44. Gabinete o estructura	89
Figura 45. Ecuación criticidad total x Riesgo	91
Figura 46. Ecuación consecuencia de los eventos de fallos	91
Figura 47. Ecuación de criticidad total x riesgos	92
Figura 48. Matriz de criticidad	94
Figura 49. Componentes de una manejadora	95
Figura 50. Contador de partículas en aire remoto serie MET ONE 6000P	108
Figura 51. Organigrama propuesto para una entidad de salud	114

LISTA DE ANEXOS

ANEXO A Requerimientos por tipo de área

118

GLOSARIO

Aire acondicionado: Sistema de refrigeración de aire, que permite controlar temperatura y humedad en un área determinada.

Área Blanca: También es llamada área limpia o cuarto limpio, está diseñada para obtener bajos niveles de contaminación y parámetros controlados (Partículas en el aire, temperatura, humedad, flujo de aire, presión e iluminación)

Criticidad: Índice para definir la severidad o influencia de un equipo en un proceso productivo.

Entidades de IV Nivel: Corresponde a aquellos hospitales y clínicas, cuyo nivel de complejidad corresponde a imágenes diagnósticas, Oncología, Neurocirugía, Quimioterapia etc.

Indicador: Punto de referencia que indica información cualitativa o cuantitativa conformada por uno o varios datos, generalmente permiten evaluar una condición o proceso de un sistema.

Mantenimiento: Conjunto de operaciones o actividades necesarias para que los equipos o activos puedan seguir funcionando adecuadamente.

Orden de servicio: Documento o formato por medio del cual se define la actividad o servicio de mantenimiento a realizar a un equipo dentro de una organización.

Sistema de información: Conjunto de datos que interaccionan entre sí con el propósito de alcanzar un objetivo determinado.

Ventilación: Técnica que permite sustituir el aire ambiente interior de un recinto considerado inconveniente por su falta de pureza, temperatura y humedad, por otro exterior de mejores características.

RESUMEN

TITULO: MODELO GERENCIAL DE MANTENIMIENTO PARA LOS EQUIPOS DE VENTILACION Y AIRE ACONDICIONADO UBICADOS EN LAS AREAS BLANCAS DE ENTIDADES DE LA SALUD DE CUARTO NIVEL EN LA CIUDAD DE BOGOTA*

AUTORES: FABIO ANDRES PINEDA LEE, LUIS MIGUEL SOCARRAS ORTIZ**

PALABRAS CLAVES: AIRE ACONDICIONADO, HOSPITAL, ÁREA BLANCA, VENTILACIÓN MECÁNICA FILTRACIÓN.

DESCRIPCIÓN:

Esta monografía presenta un modelo gerencial de mantenimiento para los equipos de ventilación y aire acondicionado ubicados en las áreas blancas de entidades de la salud de cuarto nivel en la ciudad de Bogotá, el cual tiene como objetivo contribuir al cumplimiento de la normativa establecida para las áreas blancas y entidades de la salud en Colombia.

Este desarrollo esta soportado por la información técnica de los equipos, el conocimiento y experiencia del personal que opera y mantiene a los mismos. Durante el desarrollo se establece una metodología de análisis de criticidad y se plantean estrategias de mejoramiento continuo, debido que en la actualidad las entidades de salud no cuentan con una metodología o planes de intervención de equipos, enfocados a los sistemas de aire acondicionado y ventilación mecánica.

Por lo anterior, uno de los pilares fundamentales del modelo gerencial es la organización de instrumentos para el mantenimiento (recolección de datos, la identificación de equipos, obtención de fichas técnicas y manuales de mantenimiento, el análisis de criticidad, y la aplicación de formatos de control), esto como requerimiento ante entidades que vigilan y dan validación de los servicios que prestan estos equipos en las entidades de salud.

El modelo gerencial finaliza en la obtención de indicadores de gestión para el mejoramiento continuo de la organización y disponibilidad de los equipos (estructura organizacional)

* Monografía de Grado

** Facultad de ingenierías Físico – Mecánicas. Especialización en Gerencia de Mantenimiento.
Director: Harold Andrés Peña Ingeniero Mecánico Especialista en Gerencia de Mantenimiento

ABSTRACT

TITLE: MANAGEMENT MODEL OF MAINTENANCE FOR THE VENTILATION AND AIR CONDITIONING EQUIPMENT LOCATED IN THE WHITE AREAS OF HEALTH ENTITIES OF THE FOURTH LEVEL IN THE CITY OF BOGOTÁ*

AUTHORS: FABIO ANDRES PINEDA LEE, LUIS MIGUEL SOCARRAS ORTIZ**

KEYWORDS: AIR CONDITIONING, HOSPITAL, WHITE AREA, MECHANICAL VENTILATION FILTRATION.

DESCRIPTION:

This monograph presents a maintenance management model for ventilation and air conditioning equipment located in the white areas of fourth level health entities in the city of Bogotá, which aims to contribute to compliance with the regulations established for the areas whites and health entities in Colombia.

This development is supported by the technical information of the teams, the knowledge and experience of the personnel that operates and maintains them. During the development, a criticality analysis methodology is established and continuous improvement strategies are proposed, due to the fact that health entities do not currently have a methodology or equipment intervention plans, focused on air conditioning and mechanical ventilation systems. .

Therefore, one of the fundamental pillars of the management model is the organization of instruments for maintenance (data collection, identification of equipment, obtaining technical data sheets and maintenance manuals, criticality analysis, and the application of control), this as a requirement before entities that monitor and validate the services provided by these teams in health entities.

The managerial model ends in obtaining management indicators for the continuous improvement of the organization and availability of the teams (organizational structure)

* Monograph

** Faculty of Engineering Physics - Mechanics. Specialization in Maintenance Management. Director: Harold Andrés Peña Mechanical Engineer Specialist in Maintenance Management

INTRODUCCIÓN

Dada la importancia que cobra el tema de la contaminación del aire en áreas blancas de las entidades de la salud y los riesgos a los que son sometidos los pacientes en una intervención quirúrgica, resaltan la relevancia de una política de mantenimiento, sobre los equipos de ventilación y aire acondicionado en dichas áreas.

En la actualidad, en las entidades o establecimientos de salud estos equipos presentan fallas recurrentes en su operación, incumpliendo con la calidad de aire requerida en áreas blancas de acuerdo a la normatividad NTC 5183 y la ISO 14644, permitiendo el paso de agentes Contaminantes, microorganismos, polvo, entre otros.

Las fuentes que contribuyen a dichas anomalías se originan por la antigüedad de los equipos, mantenimiento inadecuado, actividades no programadas y ausencia de un plan de mantenimiento; afectando directamente la prestación de servicio y el aumento de costos al aplicar intervenciones correctivas no planeadas, provocando finalmente su falla.

Este documento expondrá un modelo gerencial de mantenimiento que contribuya al cumplimiento de la normatividad vigente sobre la calidad de aire. La aplicación de este modelo establece una metodología que contribuye a generar la máxima disponibilidad de los equipos en áreas blancas y la reducción de costos de mantenimiento a entidades de salud de cuarto nivel en la ciudad de Bogotá, donde se requieren altos niveles de asepsia en el tratamiento del aire.

1. GENERALIDADES DEL PROYECTO

1.1 MARCO CONTEXTUAL

1.1.1 Aire acondicionado y ventilación mecánica en entidades de salud en Colombia. Los sistemas de aire acondicionado y ventilación mecánica son mecanismos utilizados para el control de temperatura, humedad, partículas en el aire y presiones en áreas determinadas (áreas blancas, edificios, clínicas, etc.), permitiendo establecer las condiciones óptimas de la calidad del aire durante su operación y funcionamiento.

La calidad del aire es importante para la salud y el confort de todos los usuarios de los edificios y establecimientos, pero en los hospitales o clínicas son construcciones especiales, ya que albergan personas con problemas de salud y en diferentes estados de inmunosupresión, por lo que una mala calidad del aire puede afectar negativamente a los pacientes y funcionarios.

Las construcciones e instalaciones deben contar con un sistema que permita filtrar, purificar y renovar el aire en los sitios de gran concentración de personas para evitar el llamado síndrome del edificio enfermo. Este síndrome fundamentalmente se atribuye a la contaminación del aire que circula al interior de una construcción y aparece principalmente, aunque no en forma exclusiva, en edificaciones herméticas que cuentan con sistemas centralizados de ventilación y sistemas de ventanas que no se abren; “por ejemplo en un bloque de oficinas, el aire recircula constantemente a través de conductos cargándose de partículas perjudiciales para la salud y bienestar de sus habitantes”¹.

¹ ACAIRE. Revista Acaire edición 66. Seminario internacional climatización en hospitales, quirófanos y área en ambiente controlado. Bogotá. 2017. p 25. ISSN:0121-0882

Asimismo, los hospitales tienen muchas salas con necesidades y características especiales respecto a la calidad ambiental, por ejemplo, quirófanos, UCI, esterilización y salas de farmacia, entre otros, en los que la seguridad del paciente está supeditada a la buena o mala calidad del aire, de ahí la importancia de entender estos conceptos y cuidar el diseño y mantenimiento de las instalaciones en los hospitales².

Hay tres principios básicos, la filtración del aire para garantizar el nivel de bioseguridad esperado en cada sala, el diferencial de presión, para hacer circular el aire siempre de las zonas más limpias a las menos limpias y los parámetros de confort, como la temperatura, humedad relativa y velocidad de salida del aire desde el difusor³.

La contaminación en los hospitales, tiene una connotación más perjudicial, por las personas que acuden al mismo, que en cualquier otro edificio. Cualquier tipo de contaminante puede minimizarse de forma colectiva o individual. Los sistemas de ventilación son una protección colectiva para la dilución de los contaminantes que nos afectan a través del aire. Se debe tener en cuenta el espacio y la operación del mismo según el tipo de ventilación para controlar la contaminación del aire⁴.

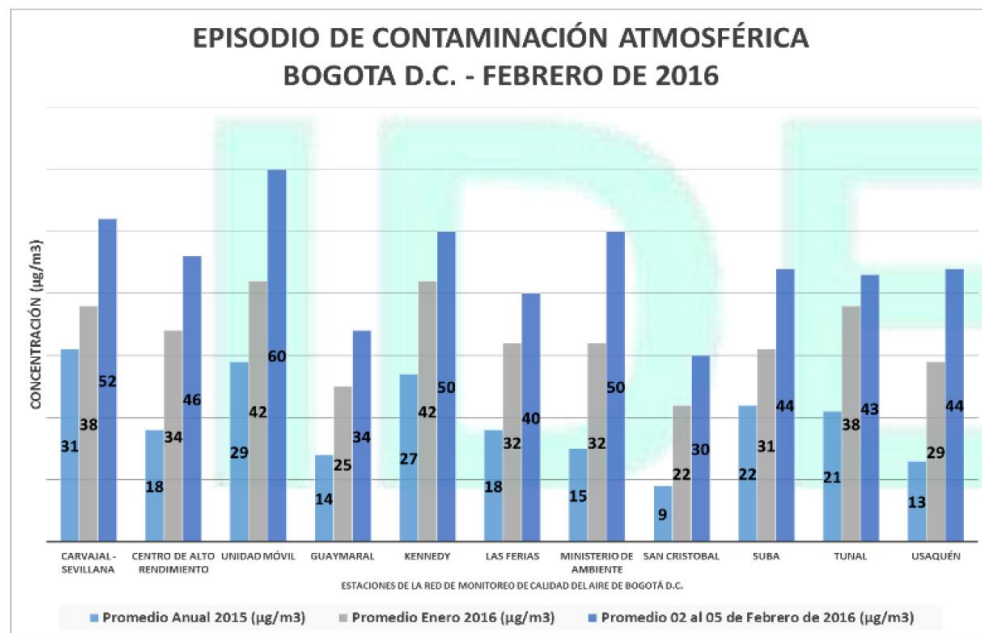
² ACAIRE. Revista Acaire edición 66. Seminario internacional climatización en hospitales, quirófanos y área en ambiente controlado. Bogotá. 2017. p 25. ISSN:0121-0882

³ *Ibíd.*, p.25.

⁴ *Ibíd.*, p.26.

1.1.2 Sistemas de ventilación mecánica y aire acondicionado en Bogotá. El monitoreo de calidad del aire en Bogotá inició a mediados de la década de los 60, a través del proyecto PANAIRES, liderado por la Organización Panamericana de la Salud (OPS), entidad que recopiló datos de diferentes contaminantes entre 1967 y 1974. Durante la década de los 80, la Secretaría Distrital de Salud estableció el Sistema de Información sobre Calidad del Aire – SICA, con el fin determinar la contaminación del aire y su relación con casos de enfermedades respiratorias⁵.

Figura 1. Seguimiento realizado por la Red de Monitoreo de Calidad del Aire de Bogotá de la Secretaría Distrital de Ambiente



Fuente: IDEAM, Tercer boletín sobre contaminación atmosférica, Bogotá, D. C., 2017

⁵ IDEAM, Tercer boletín sobre contaminación atmosférica, Bogotá, D. C., 2017. Publicación aprobada por el Comité de Comunicaciones y Publicaciones del IDEAM. Julio de 2017. Bogotá D.C., Colombia. Distribución Gratuita

En establecimientos hospitalarios y similares se pueden utilizar diferentes tipos de sistemas de aire acondicionado y ventilación mecánica como sistemas de expansión directa o agua fría. Sistemas de enfriamiento evaporativo son aceptables en zonas con clima favorable para esta aplicación, siempre y cuando se tomen las previsiones necesarias para que el agua usada en el enfriamiento evaporativo sea agua potable libre de contaminantes y el diseño del equipo sea tal que evite que el agua se quede estancada en el equipo por largos periodos pudiendo generar contaminación⁶.

Uno de los principales elementos en los sistemas de aire acondicionado para instituciones prestadoras de servicios de salud son las unidades que manejan el aire, conocidas como unidades manejadoras, estas deben ser del tipo doble pared evitando el contacto de fibras de aislamiento con la corriente de aire.

No está permitido el uso de equipos comerciales ya sean del tipo con consolas decorativas o unidades con serpentines de enfriamiento, al interior de áreas críticas tales como salas de cirugía, salas de recuperación, unidades de cuidado intensivo, (UCI) adultos y neonatal, salas de neonatos, laboratorios, cuartos de aislados, cuartos de protegidos, áreas de diálisis, área de oncología y otras donde estén pacientes con condiciones especiales que los hacen vulnerables y donde la calidad de aire es vital. Estos equipos tienen en su interior un serpentín de enfriamiento con bandeja de condensado, que crea un lugar propicio para el crecimiento de hongos y bacterias. Igualmente tener estos equipos al interior de estas áreas genera la necesidad de mantenimiento y paso de personal técnico, generando una servidumbre innecesaria que aumenta el riesgo de contaminación para pacientes y para el mismo personal técnico⁷.

⁶ ACAIRE. Guía de acondicionamiento de aire para establecimientos hospitalarios similares. Bogotá. 2013. segunda versión. p 6.

⁷ *Ibíd.*, p.7.

Es factible el uso de sistemas de volumen variable de aire conocidos como VAV, los cuales modulan la cantidad de aire en cada zona, de acuerdo a la temperatura interior. Su uso deberá estar acompañado, de un sistema de control que garantice que no se inviertan los sentidos de flujo y las presiones entre áreas. Se aclara que el uso de estos sistemas VAV, no es permitido en cuartos de aislados, cuartos de protegidos o salas de cirugías pues la disminución de los caudales baja el número de cambios por hora y por ende la calidad de aire se deteriora⁸.

En las unidades manejadoras, tanto en equipos como en ductos se debe evitar el uso de materiales que se oxiden o generen partículas de polvo. No se permite el uso de manejadoras que usen aislamiento térmico interior expuesto al paso del aire, ya que esto permite acumulación de suciedad y el arrastre de partículas del aislamiento las cuales terminan en las áreas acondicionadas. La presencia de partículas en el aire sirve de medio de transporte a virus y bacterias que requieren de un medio físico para trasladarse entre los espacios. De igual forma, el tener un adecuado nivel de filtración y de cambios por hora, impide la propagación de la mayoría de virus y bacterias que causan las enfermedades que se transmiten por vía aérea⁹.

Las unidades manejadoras deben estar pintadas de colores claros al interior. No son aceptables manejadoras con acabado natural en lámina galvanizada en su pared interior, deben tener además una capa de primer y pintura anticorrosiva antes de la capa final. Cualquier tipo de pintura o acabado interior debe ser tal que garantice que no hay desprendimiento de partículas.

⁸ ACAIRE. Guía de acondicionamiento de aire para establecimientos hospitalarios similares. Bogotá. 2013. segunda versión. p 7.

⁹ *Ibíd.*, p.7

Las unidades manejadoras deben tener como mínimo sección ventiladora, sección de pre filtro y filtro, sección de serpentín de enfriamiento y/o serpentín de calefacción, en caso de una segunda etapa de filtrado esta siempre estará aguas arriba del ventilador, a menos que se aplique filtración HEPA como tercera etapa esta debe ser la última sección aguas arriba de la sección del ventilador¹⁰.

1.1.3 Clasificación de áreas blancas en Bogotá. La ISO 14644 es una de las normas más importantes en el entorno farmacéutico, y es la única norma técnica a la que se hace una referencia directa en la reglamentación oficial especifica la clasificación de la limpieza del aire en términos de concentración de partículas suspendidas en el aire en salas limpias y zonas limpias; y dispositivos separadores como se define en ISO 14644-7¹¹.

1.1.4 Normatividad colombiana para la ventilación en el sector salud.
NORMA-NTC 5183 AA VENTILACIÓN PARA UNA CALIDAD ACEPTABLE
DEL AIRE EN ESPACIOS INTERIORES.

El propósito de esta norma es especificar las tasas máximas de ventilación y calidad del aire interior, aceptable para los ocupantes humanos, al tiempo que pretende minimizar la posibilidad de efectos adversos para la salud¹².

La norma rige para todos los espacios interiores o cerrados que la gente puede ocupar, excepto cuando otras normas y requisitos vigentes requieran mayor cantidad de ventilación que esta norma. La liberación de humedad en cocinas y

¹⁰ *Ibíd.*, p.7

¹¹ ISO 14644-1 Versión 2015 Cleanrooms and Associated Controlled Environments second edition 2015 -12-15

¹² ICONTEC. NTC 5183.Ventilación para una calidad aceptable del aire en espacios interiores. Colombia. 2013. p. 6

baños residenciales, en gabinetes y piscinas está incluida en el ámbito de esta norma¹³.

Esta norma considera los contaminantes químicos, físicos y biológicos que pueden afectar la calidad del aire. Los requisitos de confort térmico no están incluidos en esta norma¹⁴.

Es posible que no se pueda alcanzar una calidad de aire aceptable en todos los edificios que cumplan los requisitos de esta norma, por una o varias de las siguientes razones:

- la diversidad de fuentes y contaminantes del aire interior.
- la gran cantidad de factores capaces de afectar la percepción y aceptación de que los ocupantes tienen de la calidad del aire, por ejemplo: la temperatura del aire, la humedad, el ruido, la iluminación y la tensión psicológica;
- la variedad de susceptibilidades de la población.

¹³ *Ibíd.*, P.7

¹⁴ *Ibíd.*, p.7

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Dentro de las empresas que prestan servicios de salud en la ciudad de Bogotá D.C se encuentran las clínicas, hospitales, centros de salud y centrales de urgencia. Cuyo objetivo es asegurar la calidad de la salud humana. Por tal motivo dichas entidades cuentan con la infraestructura y dotación adecuada para la prestación de sus servicios.

Actualmente la mayoría de estas entidades cuentan con redes de equipos de aire acondicionado instalados en sus diferentes sedes asistenciales y administrativas. Dichas áreas deben cumplir con una serie de requisitos especiales inherentes de acuerdo al grado de susceptibilidad del paciente, donde la más críticas son las áreas blancas (salas de cirugía, quirófanos,). Lo cual hace necesaria la implementación de un modelo de mantenimiento riguroso que garantice la calidad, confiabilidad y disponibilidad de dichos equipos.

Actualmente en las entidades de salud de cuarto nivel de la ciudad de Bogotá, los procesos de mantenimiento en los equipos de ventilación y aire acondicionado en áreas blancas, presentan fallas recurrentes en su operación. Esto conlleva a la producción de agentes contaminantes externos, microorganismos, polvo, entre otros, que afectan de manera directa sus estándares de calidad de aire requeridos, proceso que genera un aumento de costos, contratiempos e incumplimiento de los requisitos de la normatividad.

¿Cuál sería el Modelo gerencial de mantenimiento para los equipos de ventilación y aire acondicionado ubicados en las áreas blancas de entidades de salud de cuarto nivel en la ciudad de Bogotá?

1.3 OBJETIVO GENERAL

Establecer un Modelo gerencial de mantenimiento para los equipos de ventilación y aire acondicionado ubicados en las áreas blancas de entidades de salud de cuarto nivel en la ciudad de Bogotá.

1.4 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Clasificar cada uno de los sistemas que intervienen en el proceso de ventilación y aire acondicionado en áreas blancas.
- Contribuir al cumplimiento de la normatividad NTC 5183 y la ISO 14644 enfocado en la calidad de los equipos de ventilación.
- Establecer la mejor estrategia de mantenimiento para la intervención de equipos de ventilación instalados en las entidades de salud.
- Crear el plan estratégico para el departamento de mantenimiento.
- Proponer indicadores de gestión que permitan medir de la mejor manera la gestión de mantenimiento
- Diseñar y estructurar el organigrama de mantenimiento y plan de inventarios

1.5 JUSTIFICACIÓN

Dentro de las entidades de salud de IV nivel en la ciudad de Bogotá, específicamente las áreas de cirugía (áreas blancas), las condiciones de control ambiental e higiene, requieren un elevado grado de esterilización para limitar la presencia de bacterias, microorganismos, partículas, virus y gases inflamables, que llegan afectar una intervención quirúrgica.

La presencia del equipo de aire acondicionado es indispensable, ya que controla la temperatura, humedad y la presión del flujo de aire, contribuyendo a la disminución de olores, sustancias químicas peligrosas y contaminaciones. La falla de este activo, conlleva a generar un aumento de los costos de mantenimiento, contratiempos, infracción de los requisitos de la normatividad vigente y la salud del paciente.

En la actualidad las entidades de salud dentro de sus procesos administrativos y de planeación no tienen en cuenta los costos e implementación del mantenimiento preventivo, por ello durante el desarrollo y uso de las instalaciones se presentan fallas recurrentes en equipos de aire acondicionado y ventilación mecánica ocasionando la producción de agentes contaminantes en áreas blancas debido a la baja calidad del aire. Como consecuencia de ello surgen los mantenimientos correctivos con altos costos y la necesidad de desarrollar acciones de prevención o predicción de fallas que garanticen la alta disponibilidad de los equipos.

Con el desarrollo del Modelo gerencial para la gestión administrativa del mantenimiento de los equipos de aire acondicionado aplicado a las áreas blancas de entidades de la salud de IV nivel en Bogotá. Se pretende establecer un control técnico y administrativo, que garantice la calidad, disponibilidad y mantenibilidad de dichos activos, para dar cumplimiento a los requisitos establecidos por las normas

NTC 5183 y la ISO 14644, las cuales establecen los parámetros de tasas mínimas de ventilación y calidad del aire interior.

La aplicación de este modelo establece una metodología que contribuye a generar la máxima disponibilidad de los equipos en áreas blancas y la reducción de costos de mantenimiento, donde se requieren altos niveles de asepsia en el tratamiento del aire.

2 MARCO TEÓRICO

2.1 EVOLUCIÓN DEL MANTENIMIENTO

La principal función del mantenimiento es sostener la funcionalidad de los equipos y el buen estado de las maquinas a través del tiempo. Bajo esta premisa se puede entender la evolución del área del mantenimiento al atravesar las distintas épocas, acorde con las necesidades de sus clientes, que son todas aquellas dependencias o empresas de procesos o servicios, que generan bienes reales o intangibles mediante la utilización de estos activos para producirlos.

La historia del mantenimiento, como parte estructural de las empresas data desde el momento mismo de la aparición de las máquinas para la producción de bienes y servicios, inclusive desde cuando el hombre forma parte de la energía de dichos equipos. Se reconoce la aparición de los primeros sistemas organizacionales de mantenimiento para sostener las maquinas desde los principios del siglo XX, en los estados unidos, donde todas las soluciones a fallas y paradas imprevistas de equipo se solucionan vía de mantenimiento correctivo. El proceso de mantenimiento como área de estudio, permite distinguir varias generaciones evolutivas, en relación con los diferentes objetivos que se observan en las áreas productivas o de manufactura a través del tiempo. El análisis se lleva a cabo en cada una de las etapas, que muestran las empresas en función de las metas de producción para ese momento. La clasificación generacional relaciona las áreas de mantenimiento y producción en términos de evolución. El mantenimiento es el sustantivo correspondiente al verbo mantener. La función concreta de mantenimiento es sostener la funcionalidad y el cuerpo de un objeto o aparato productivo para que cumpla su función de producir bienes o servicios¹⁵.

Estos aparatos no son más que objetos que genera la ingeniería en sus diferentes versiones. En cada rama de la ingeniería cambian objetos que se han de cuidar

¹⁵ MORA, ALBERTO, MANTENIMIENTO planeación, ejecución y control. México. 2009. p.3.

para que funcionen correctamente, pero la función de mantener prima sobre la ingeniería en la general, lo cual permite afirmar que el objeto que mejor reúne la función de producir otros bienes o servicios son la maquinas. Para tal efecto, se hace una revisión histórica sucinta y concreta de la ingeniería mecánica, para describir los hechos antiguos y recientes, que inciden hoy en el mantenimiento¹⁶.

El mantenimiento y la reparación son partes esenciales del objeto de estudio de la especialización, entendiéndose la función del mantenimiento dependiente del ciclo de vida de las maquinas en sus tres etapas: el mantenimiento, reparación o sustitución; y la función de reparación como una especie de mantenimiento especial en un estado de uso (o abuso) más avanzado del equipo; es decir, con una mantenibilidad más reducida¹⁷.

Por lo anterior, se puede decir que una de las premisas esenciales en un sistema de ventilación controlada son los equipos de aire acondicionado y ventilación mecánica implementados en las áreas blancas de las entidades de salud y la forma como el mantenimiento es un pilar fundamental para la operación, disponibilidad y funcionalidad de los equipos.

En 1902 Willis Carrier sentó las bases del moderno aire acondicionado y desarrollo el concepto de climatización. Durante aquellos años, el objetivo principal de Carrier era mejorar el desarrollo del proceso industrial a través de continuos cambios tecnológicos que permitieran el control de la temperatura y la humedad¹⁸.

Más tarde, en 1922, Carrier lleva a cabo uno de los logros de mayor impacto en la historia de la industria “La enfriadora centrífuga”. Este nuevo sistema de aire

¹⁶ MORA, Alberto, Mantenimiento Planeación, Ejecución y Control. México. 2009. p.4.

¹⁷ *Ibíd.*, p.5

¹⁸ CARRIER. Historia del aire acondicionado “1902 – 2002”. - 100 Años de Innovación. [En línea]. (Recuperado en 10 septiembre 2018.) Disponible en <http://www.carrier.es/news/history.html>

acondicionado hizo su debut en 1924 en los grandes almacenes J.L. Hudson de Detroit, Michigan, en los cuales se instalaron tres enfriadoras centrifugas para enfriar el sótano y posteriormente el resto de la tienda. Tal fue el éxito, que inmediatamente se instalaron este tipo de máquinas en hospitales, oficinas, aeropuertos, fábricas, hoteles y grandes almacenes. El aire acondicionado ha hecho posible el crecimiento y desarrollo de las áreas tropicales, proporcionando los medios para más y mejores vidas productivas. Decenas de ciudades desérticas, desde el Ecuador hasta Arabia Saudita no existirían aún hoy, sin la capacidad del hombre para controlar su medio ambiente¹⁹.

El aire acondicionado juega un papel importante en la medicina moderna, desde sus aplicaciones en cuidados de bebés y las salas de cirugía hasta sus usos en laboratorios de investigación

Los sistemas de aire acondicionado en Instituciones Prestadoras de Servicios de Salud son la primera barrera de defensa contra la propagación de enfermedades de transmisión aérea, pues minimizan la contaminación cruzada entre las áreas y entre los mismos ocupantes del edificio.

Un hospital debe contar con condiciones interiores adecuadas que generen bienestar para pacientes, visitantes y trabajadores, los sistemas de aire acondicionado en centros de salud no solo son para generar condiciones de temperatura, es imprescindible que estos ayuden a mantener también la humedad, la calidad del aire y los niveles de ruido.

Esta norma aplica a todos los establecimientos hospitalarios y similares independiente del nivel de complejidad, la norma está considerada en el tipo de áreas y los procedimientos independiente del tipo de nivel de Institución de salud²⁰.

¹⁹ CARRIER. Historia del aire acondicionado “1902 – 2002”. - 100 Años de Innovación. [En línea]. (Recuperado en 10 septiembre 2018.) Disponible en <http://www.carrier.es/news/history.html>

²⁰ ACAIRE. Guía de acondicionamiento de aire para establecimientos hospitalarios similares. Bogotá. 2013. segunda versión. p 2.

Los sistemas de aire acondicionado y ventilación en Instituciones Prestadoras de Servicios de Salud deben tener en cuenta²¹.

Los sentidos de flujo del aire entre áreas

El aire debe fluir desde áreas menos contaminadas hacia áreas más contaminadas. Se requiere de una adecuada arquitectura que prevea el uso de esclusas que sirvan de barrera para este propósito, por lo que es una responsabilidad conjunta de la arquitectura y el sistema de aire²².

Condiciones interiores de temperatura y humedad

Las temperaturas en los diferentes ambientes de Instituciones Prestadoras de Servicios de Salud deben estar en un rango de 18 C a 26 C.

Solo algunos casos especiales podrán estar fuera de estos rangos, estos pueden ser cirugías de corazón abierto donde el especialista puede requerir hasta de 15 a 18 C. En quirófanos se debe diseñar un sistema que permita ajustar las condiciones en un rango amplio desde 18 a 26 C, generalmente, y controlar a la vez la humedad entre 40% y 60%²³.

Nota: La humedad es una variable importante dado que los estudios han mostrado que la mayor cantidad de micro organismos es menos viable y por lo tanto menos infecciosa, cuando está en un rango de humedad de 40% al 70%.

En el ANEXO A se muestran los distintos tipos de áreas de un hospital y sus requerimientos. Esta tabla está tomada en su mayoría de la norma 170-2008, de ASHRAE sobre ventilación para Instituciones Prestadoras de Servicios de Salud²⁴.

²¹ ACAIRE. Guía de acondicionamiento de aire para establecimientos hospitalarios similares. Bogotá. 2013. segunda versión. p 4.

²² *Ibíd.*, p.4

²³ *Ibíd.*, p.4

²⁴ *Ibíd.*, p.5

Por lo anterior, los sistemas de manejo y distribución de aire, son requeridos para proveer a las instalaciones para el cuidado de la salud no solo de un ambiente confortable sino también con ventilación para diluir y remover contaminantes, para proporcionar aire acondicionado y asistir en el control de transmisión aérea de infecciones. Para satisfacer estos requisitos, sistemas de manejo y distribución de aire serán diseñados de acuerdo a los requerimientos de la norma ASHRAE 170 2008²⁵. Por tal motivo, la aplicación del mantenimiento a estos sistemas, es fundamental para mantener la operación óptima de los equipos de aire acondicionado y ventilación y así garantizar los controles de asepsia y agentes contaminantes en el aire.

2.1.1 Tipos de mantenimiento. Mantenimiento preventivo: El mantenimiento preventivo es considerado una actividad “planeada”, es así que para lograr que una instalación funcione correctamente la distribución de los recursos humanos debería ser de la manera expuesta en la siguiente figura 2²⁶:

Figura 2. Distribución ideal de los recursos humanos.



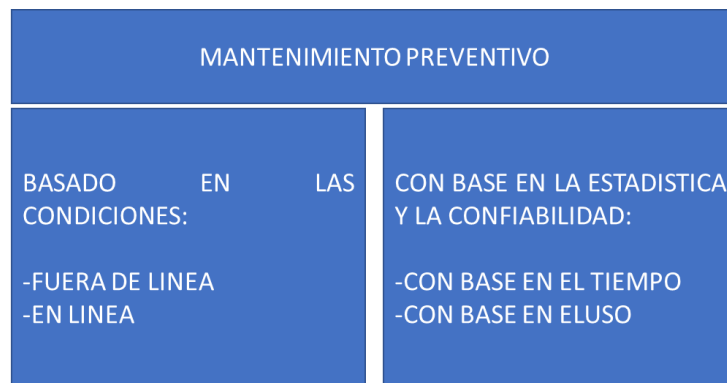
Fuente: Borrás, Carlos. Mantenimiento Preventivo. Bucaramanga. Junio 2013.p.4

²⁵ ASHRAE.170-2008.Ventilacion de instalaciones de centros de salud, estados unidos.2008. p.5.ISSN 1041-2336

²⁶ BORRAS, Carlos. Mantenimiento Preventivo. Bucaramanga. Junio 2013.p.4

Para asegurar la disponibilidad y confiabilidad de un equipo se trabaja sobre el mantenimiento preventivo, donde se define disponibilidad, como la probabilidad de que un equipo sea capaz de funcionar siempre que sea requerido, mientras tanto la confiabilidad está definida por la probabilidad del equipo funcione en momento t. Si aumentamos al máximo estos dos factores, teniendo en cuenta un mantenimiento planeado, estaremos cumpliendo el objetivo del mantenimiento preventivo. En el mantenimiento preventivo, se puede retroalimentar el diseño de los equipos para mejorar la facilidad del mantenimiento, de allí que se conoce como mantenibilidad la probabilidad del equipo en ser reparado/mantenido durante un tiempo determinado²⁷. El mantenimiento preventivo se puede basar en las condiciones o en estadísticas y confiabilidad de cada uno de los equipos como se muestra en la figura

Figura 3. Mantenimiento preventivo basado en condiciones y confiabilidad



Fuente: Borrás, Carlos. Mantenimiento Preventivo. Bucaramanga. Junio 2013.p.4

Con el fin de evitar las causas conocidas como fallas potenciales en lo equipos o instalaciones, fue creado el mantenimiento preventivo ejecutando tareas planeadas, las cuales pueden ser clasificadas si están relacionadas respecto al tiempo, el uso

²⁷ BORRAS, Carlos. Mantenimiento Preventivo. Bucaramanga. Junio 2013.p.4

o la condición del equipo. Las razones por las que se prefiere el mantenimiento preventivo frente a otros tipos de mantenimiento se describen a continuación²⁸:

- Reducción de las fallas prematuras por medio de limpiezas periódicas, ajustes y lubricación adecuada.
- En caso de que la falla no pueda mitigarse, las revisiones periódicas y las mediciones que se realicen pueden ayudar a reducir el impacto de la falla en el equipo o en la instalación en general.
- Se puede controlar la degradación gradual de una función o un parámetro.
- Tal vez el indicador más importante de una organización se ve mejorado cuando se implementa el mantenimiento preventivo, ya que los costos pueden ser no solo controlados sino disminuidos, por ejemplo, los costos directos en materiales y repuestos (Ya que el mantenimiento de emergencia es más costoso); así como los indirectos en las paradas de producción y lucro cesante, sin dejar de un lado que la calidad de la reparación se ve afectada negativamente en el mantenimiento correctivo.

Cuando se quiere determinar el tipo de tareas necesarias para mitigar una falla de un equipo es necesario entender el mecanismo de la falla real, es así que, si el mecanismo de falla dominante es basado en el tiempo, la edad o el uso, el mantenimiento preventivo debe basarse en el tiempo, esas tareas son justificables siempre y cuando el reemplazo de un componente permita que el equipo pueda realizar las funciones para las que fue creado. Si por otra parte la falla no depende del tiempo, la edad o el uso, las tareas estarán basadas respecto a las condiciones, las cuales se centran en la medición de parámetros los cuales nos ayudan a determinar si existe deterioro o bajo rendimiento funcional del equipo, estas mediciones pueden estar relacionadas directamente con la operación, como lo sería la temperatura manejada durante un ciclo o las vibraciones que presente un equipo,

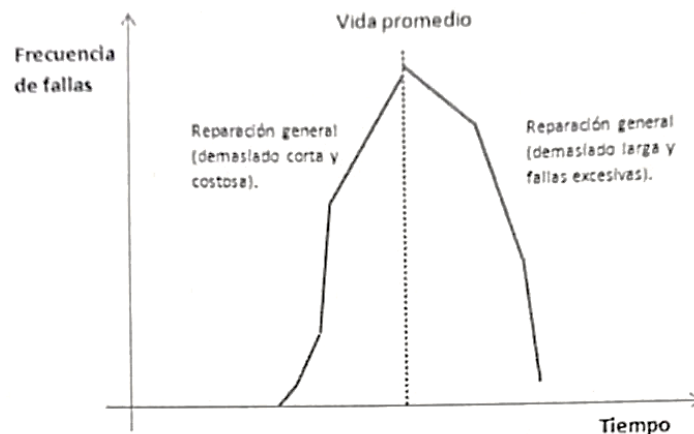
²⁸ BORRAS, Carlos. Mantenimiento Preventivo. Bucaramanga. Junio 2013.p.5

existen otros tipos de mediciones que pueden llevar a determinar una condición de un equipo como los son: corriente requerida, contaminante en el aceite de lubricación, nivel de ruido, incluso puede ser determinado por agentes externos como la calidad de la producción, tolerancias admitidas o patrones de desgaste²⁹.

La probabilidad de falla en equipos mecánicos aumenta considerablemente cuando se habla de la falla que ocurre al inicio de la apuesta en marcha del equipo o también llamada mortandad infantil, se refiere a la falla ocurrida en el primer periodo de funcionamiento o la que sucede luego de una reparación; este tipo de falla son atribuidas principalmente a errores de diseño manufactura, instalación o procedimientos iniciales de operación inadecuados³⁰.

La forma de identificar si el mantenimiento preventivo debe realizarse respecto al tiempo o las condiciones, serán analizadas en las siguientes figuras:

Figura 4. Frecuencia de falla vs Tiempo

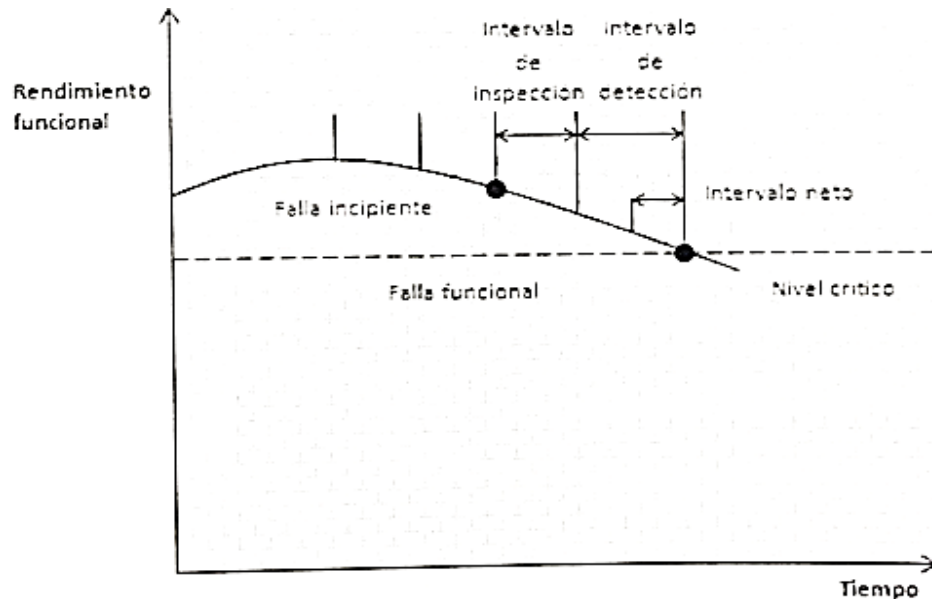


Fuente: Borrás, Carlos. Mantenimiento Preventivo. Bucaramanga. Junio 2013.p.6

²⁹ BORRAS, Carlos. Mantenimiento Preventivo. Bucaramanga. Junio 2013.p.6

³⁰ Ibíd., p.6.

Figura 5. Rendimiento funcional vs Tiempo



Fuente: Borrás, Carlos. Mantenimiento Preventivo. Bucaramanga. Junio 2013.p.6

Debido a que los equipos algunos de ellos complejos y sus respectivos componentes tienen varias posibles causas de falla es necesario planear una serie de acciones o tareas ya sean basadas en el tiempo o las condiciones y plasmarlas en un programa de mantenimiento preventivo ya sea de periodicidad o por oficio³¹.

Mantenimiento correctivo

Consiste en permitir que un equipo funcione hasta el punto en que no pueda desempeñar normalmente su función. Se somete a reparación hasta corregir el defecto y se desatiende hasta que vuelva a tener una falla y así sucesivamente. Este tipo de mantenimiento es el más común y conocido por los encargados, jefes e ingenieros de mantenimiento. Por lo general obliga a un riguroso conocimiento del

³¹ BORRAS, Carlos. Mantenimiento Preventivo. Bucaramanga. Junio 2013.p.6

equipo y las partes susceptibles a la falla y un diagnóstico acertado y rápido de las causas³².

El simple mantenimiento correctivo, tiene algunas justificaciones, por ejemplo:

- Si el equipo no se haya en una línea o punto crítico del proceso y no ocasiona serios trastornos a la producción o el mantenimiento.
- El equipo se encuentra en estado de obsolescencia o desuso.
- Equipo tiene gemelo.
- Es fácilmente costeable un nuevo equipo

Sin embargo, estas justificaciones deben revisarse periódicamente hasta comprobarse que efectivamente el paro de imprevisto de este equipo no ocasiona trastornos graves a la producción³³.

¿Porque se permite que equipos cuya inversión es importante, funcionen con solo mantenimiento correctivo? La aptitud de permitir que instalaciones y equipos continúen funcionando sin prestarles demasiada atención, puede tener su origen en algunos de los siguientes aspectos:

- Indiferencia o rechazo ante los beneficios que pueden obtenerse utilizando adecuadas técnicas de planeación y programación
- Falta de una buena justificación económica, que muestre las ventajas de las técnicas de programación que pueden ser utilizadas en la planta respectiva.
- Demanda excesiva, temporal o permanente, de producción, lo cual impide dedicar tiempo y recursos al mantenimiento.
- Demasiada carga laboral en mantenimiento

Sin embargo, el mantenimiento correctivo no es puramente esperar que un equipo tenga una falla para proceder a repararlo, él tiene una connotación mucho más

³² BORRAS, Carlos. Principios de Mantenimiento. Marzo. 2013. p.58.

³³ *Ibíd.*, p.59.

importante en el proceso operativo del sistema de mantenimiento, es más el mantenimiento cualquiera sea el tipo de gestión siempre termina en el mantenimiento correctivo. En síntesis, puede decirse que el mantenimiento correctivo puede ser:

- Planificado – visualizado por inspección. También se denomina proactivo.
- No planificado- es la solución por emergencia.

El mantenimiento correctivo no planificado, es seguramente el tipo de gestión más costoso y que más problemas ocasiona, ya que:

- Requiere más personal para las actividades de mantenimiento
- Paros continuos y consuetudinarios amenazan la producción
- Lucro cesante es siempre mayor
- Ocasiona malestar en el personal y es fuente de conflictos humanos
- Los equipos pueden sufrir daños irreparables
- Es difícil hablar de calidad en la gestión de mantenimiento³⁴

2.1.2 Sistemas de información. Una excelente gestión del mantenimiento solo puede ser posible con un excelente sistema de información que lo apoye. Porque además de asegurar el dato preciso en el instante oportuno, es fuente para el análisis estadístico y obtención de los indicadores de gestión y costos del sistema del mantenimiento imperante; facilita la presentación de informes y contribuye al control continuo de las posibles desviaciones de los objetivos trazados en las políticas gerenciales de mantenimiento³⁵.

³⁴ BORRAS, Carlos. Principios de Mantenimiento.Marzo.2013. p.59.

³⁵ BORRAS, Carlos. Principios de Mantenimiento.Marzo.2013. p.103.

El objetivo fundamental de los sistemas de información para el mantenimiento es presentar continuamente la base de datos esencial para la correcta y oportuna planificación del mantenimiento y la evaluación de sugerencias. Como todos los sistemas de organización e información, es necesario establecer el nivel al cual se piensa manejar la información. Por ejemplo, a la gerencia seguramente no le interesa saber cuáles son las ordenes de trabajo para hoy, pero sí cuánto se ha invertido en mantenimiento en lo que va corrido del año y cuál es el equipo que más ha participado en ello; para el ingeniero de mantenimiento tal vez lo más importante sea, realizar diagnósticos certeros sobre el estado de un equipo³⁶.

Toda empresa por pequeña que sea tiene un mínimo de información sobre los equipos, son los manuales y catálogos de operación y servicio suministrados por los proveedores o vendedores. Con ellos se puede iniciar un sistema de información. Un buen inicio para un sistema de información, es la dotación de una pequeña biblioteca. En ella se abren compartimientos, por equipos, secciones líneas de producción o cualquier otro sistema, según el tipo de planta. Una regla de oro del mantenimiento es la minimización del papeleo, por ello, los papeles del sistema de información deben ser estrictamente los necesarios para una correcta operación del sistema, en función de la dimensión de la empresa³⁷.

³⁶ *Ibíd.*, p.104.

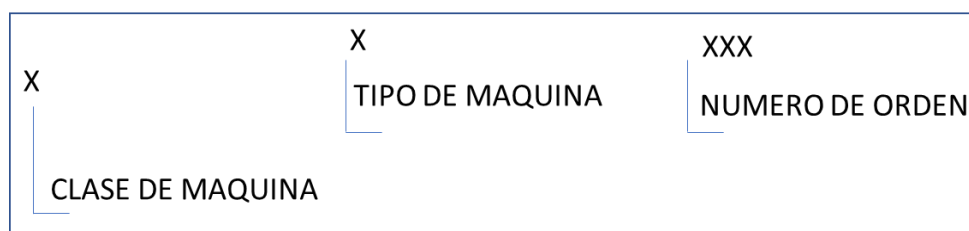
³⁷ *Ibíd.*, 104.

2.1.2.1 Identificación de equipos. Establecer un código para las máquinas y equipos aun para las herramientas y repuestos, es una necesidad de la organización del mantenimiento. También cobra vigencia la codificación de las actividades básica de mantenimiento. No se pretende tomar partido por ningún tipo ni por ningún sistema de codificación en particular, más bien se sugiere utilizar aquel que satisfaga las condiciones y características de la organización, que permiten identificar nemotécnicamente el equipo, su localización y función; que sea lo más corto posible, pero uniforme en su aplicación y que su implementación no resulte excesivamente costosa³⁸.

Puede estar constituido de un sistema alfanumérico o solo alfabético o solo numérico. Existen algunos métodos de nomenclatura internacional como el mostrado en la figura 6. Donde se utilizan los códigos mostrados en las tablas.

En ciertos casos, un mismo tipo de maquina puede existir en varios ejemplares, en el interior de un mismo tipo de máquina. En estas condiciones la individualización del equipo no es suficiente para individualizar la máquina. Por ejemplo, la caldera como equipo tiene dos ventiladores de tiro forzado idénticos, entonces, ellos deben diferenciarse, por ejemplo, con la sigla I = IZQ. y D = DER³⁹.

Figura 6. Codificación



Fuente: Borrás, Carlos. Principios de Mantenimiento. Bucaramanga. Marzo 2013.p.109

³⁸ BORRAS, Carlos. Principios de Mantenimiento.Marzo.2013. p.108.

³⁹ Ibíd., p.109.

Así mismo, se recomienda evitar la descomposición excesiva del equipo so pena de obscurecer el sistema y hacer difícil la identificación del equipo y tal vez multiplicar necesariamente las ordenes de trabajo⁴⁰.

2.1.2.2 Ficha técnica y manual de mantenimiento. Es el documento que identifica, ubica y describe completamente un equipo y se registra en una tarjeta denominada tarjeta maestra. La idea es que este registro contenga toda la información técnica del equipo que sea útil para las actividades del mantenimiento. Básicamente debe contener⁴¹.

- Numero de inventario o código contable, código del equipo y código de la biblioteca
- Identificación de la sección de la planta donde se halla (ubicación)
- Centro de costo al cual se cargan sus intervenciones
- Nombre de la maquina o el equipo
- Nombre del fabricante y marca del fabricante
- Modelo, tipo y número de serie del fabricante
- Proveedor
- Fecha de recepción y prueba realizadas
- Fecha de instalación
- Otros datos del registro de equipos (datos técnicos del equipo, capacidades de producción y datos dimensionales).
- Servicios requeridos
- Requerimientos especiales
- Especificación de motores, controles eléctricos y electrónicos
- Especificaciones de reductores y variadores de velocidad
- Equipo auxiliar, accesorios y herramientas

⁴⁰ *Ibíd.*, p.111.

⁴¹ BORRAS, Carlos. Principios de Mantenimiento.Marzo.2013. p.112.

- Otros, empaquetaduras, cojinetes o balineras

Además de los anteriores datos, un registro de equipo puede contener también:

- Listado de repuestos críticos, con sus respectivas especificaciones técnicas y códigos de mantenimiento y del fabricante, con sus sugerencias acerca del nivel de almacenamiento.
- Especificaciones de los lubricantes recomendados y sus características técnicas, estos datos servirán más adelante para el diseño y mejoramiento del programa de lubricación

2.1.2.3 Análisis de criticidad de equipos en la entidad de salud. Se denomina criticidad a la media ponderada o al indicador de muestra cual es la magnitud del problema que provoca una falla. Esta media incluye aspectos como, el efecto que provocaría la falla en el equipo dentro del proceso al cual este pertenece, la velocidad de reparación de la falla y la frecuencia de ocurrencia de dicho fallo. Para analizar los modos de falla (causa – efectos), se cuenta con un sin número de métodos tanto cualitativos como cuantitativos, entre los cuales se podrían mencionar los expuestos en el siguiente párrafo⁴²:

Método de análisis de los modos de falla, efecto y su criticidad (FMECA)

Se aplica siempre y cuando se conozcan las fallas funcionales, todos los modos de falla que pueda tener un equipo y las causas que las producen. En este proceso se analiza los modos de falla y sus efectos, pero no se investiga la falla en sí; además determina la criticidad de un componente basándose en la criticidad de los modos de falla que pueda presentar este⁴³.

⁴² BORRAS, Carlos. Mantenimiento Preventivo. Junio. 2013. p.19.

⁴³ *Ibíd.*, p.21.

Método de análisis causa raíz (RCA)

La causa raíz es el origen del cual procede el efecto de falla visible. Un sistema o equipo puede tener diversos modos de falla per cada modo de falla tiene una única causa raíz. RCA es una metodología científica, compleja, lógica y sistemática para hallar la cauda raíz de una falla mediante la verificación de las causas probables de falla y su corrección y/o mitigación. Esta metodología le otorga gran importancia a la implementación de la solución más óptima, proporcionando las herramientas para su evaluación y selección⁴⁴.

2.1.2.4 Orden de servicio. Un sistema de mantenimiento puede funcionar eficazmente con solo la orden de trabajo, bien estructurada. En el mantenimiento intuitivo la orden de trabajo es tacita. Se da porque hay que reparar el equipo que sufrió una avería. En el mantenimiento científico la orden de trabajo debe ser por escrito. Las órdenes de trabajo se generan básicamente por dos maneras⁴⁵:

- Por una solicitud de servicio
- Por la emisión según programa de mantenimiento

La solicitud de servicio se diseña teniendo en cuenta:

- Según el tipo de orden:
 - Normal o de una sola actividad básica
 - Compuesta o de varias actividades
 - Trabajos de corta duración o de ronda
 - Orden de trabajo permanente
- Según prioridades:
 - Normales

⁴⁴ BORRAS, Carlos. Mantenimiento Preventivo. Junio.2013. p.23.

⁴⁵ BORRAS, Carlos. Principios de Mantenimiento. Marzo.2013. p.120.

- Urgentes
- Según el emisor o ruta:
 - Solicitud de servicio
 - Orden de trabajo

Una orden de trabajo producto de una solicitud de servicios debe contener las siguientes secciones.

- Emisor
 - Descripción del documento “solicitud de servicios”, un número consecutivo y la fecha de la emisión.
 - La dirección del receptor, usualmente una dependencia de mantenimiento con la fecha.
 - Dirección e identificación del emisor o solicitante con su código respectivo.
 - Descripción del equipo, ubicación y código de mantenimiento.
 - Descripción detallada del servicio solicitado. Indicando la prioridad si el trabajo es un servicio o con parada de equipo y firma responsable del solicitante.
- Del ingeniero de mantenimiento
 - Notas y observaciones sobre el trabajo.
 - Firma aprobatoria.
- Del programador
 - Secuencia de los trabajos
 - Descripción de las actividades
- Del ejecutor
 - Descripción de trabajos realizados
 - Mano de obra, materiales y repuestos empleados

2.1.2.5 Formatos de hoja de vida de equipos. Entre sus objetivos figuran:

- Recopilación histórica de los trabajos de mantenimiento realizados a los equipos
- Servir de puente entre la acción del mantenimiento y el diagnóstico o análisis de falla

Para que este documento tenga éxito en la gestión del mantenimiento es necesario una permanente y constante actualización y utilización, de lo contrario se vuelve letra muerta. La política fundamental del registro en la hoja de vida es: registrar solamente lo prioritario, pues de lo contrario se llenan registros con información inservible⁴⁶:

- Código del equipo
- Ubicación (planta o sistemas)
- Fecha del trabajo
- Descripción del trabajo
- Componente intervenido
- Área del mantenimiento que ejecutó (mecánica, eléctrica o instrumentación)
- Observaciones
- Nombre
- Centro de costos
- Numero orden de trabajo
- Tipo de mantenimiento (preventivo, correctivo o predictivo)
- Costos

⁴⁶ BORRAS, Carlos. Principios de Mantenimiento. Marzo. 2013. p.115.

2.1.2.6 Inventarios de repuestos. La correcta destinación y las determinaciones acertadas, relacionadas directamente con la obtención, el control y la salida de activos, son evidencia de la buena gestión realizada en la compañía. En cualquier división se hace visible que este tipo de gestión es primordial para la administración de recursos circulantes en pro del incremento de las actividades en todas las secciones. Los inventarios son almacenamientos de materias primas, repuestos, insumos, productos en procesos o bienes terminados que aparecen a lo largo de la cadena productiva o del proceso logístico de la empresa. En general el costo de mantener los inventarios puede alcanzar cifras significativas cercanas hasta el 40% de su valor y representa casi un 15% de la venta total anual de las empresas. De allí la gran importancia de presentar, al menos los criterios básicos y las estrategias fundamentales de manejo de inventarios, insumos, materias primas, repuestos, productos terminados o en proceso⁴⁷.

La existencia de inventarios, se justifica en dos hechos posibles:

- La velocidad de demanda es más alta que la producción o aprovisionamiento.
- El tiempo de transporte y/o la distancia entre el punto de fabricación o comercialización de productos y el punto donde se consumen o donde se requieren para ser usados, son muy grandes.

Entre los distintos beneficios que pueden presentar la existencia de almacenes para el manejo de inventarios, están:

- Cercanía de los productos con el demandante
- Prontitud y oportunidad de las necesidades, deseos y requerimientos de los clientes que permiten elevar fácilmente el nivel de servicio al cliente interno (o externo)

⁴⁷ MORA. Alberto. Pronósticos de Demanda e Inventarios Métodos Futurísticos. Medellín. Junio-2014.

- La variabilidad en los procesos de producción, almacenamiento y transporte se puede atenuar con la existencia de inventarios
- Servir de amortiguador entre los desfases de producción y de demanda

2.1.3 Indicadores de mantenimiento. El mantenimiento antes que todo debe ser eficaz y su trabajo desarrollado con la máxima calidad. En teoría esto suena muy bien, pero la práctica está llena de escollos, que determinan una diferencia entre lo esperado y lo obtenido. La evaluación de un sistema, consiste precisamente en determinar la ecuación de esa diferencia. Sin embargo, no siempre puede ser conveniente y fácil determinar la eficiencia del mantenimiento y se prefiere caracterizarlo mediante algunos indicadores que podemos llamar de gestión, por cuanto su valor, en un instante tal, determina la calidad, la eficiencia y la operatividad de la organización. La disponibilidad de un equipo es el tiempo total durante el cual el equipo está operando satisfactoriamente, más el tiempo que estando en receso, puede trabajar sin contratiempos durante un periodo. El objetivo más importante del mantenimiento científico es lograr la máxima disponibilidad de todos los equipos. La disponibilidad se define en términos matemáticos, mediante el índice de disponibilidad, como la probabilidad de que un equipo o sistema sea operable satisfactoriamente a lo largo de un periodo de tiempo dado⁴⁸.

La mantenibilidad es la probabilidad de que un equipo pueda ser puesto en condiciones operacionales en un periodo de tiempo dado, cuando el mantenimiento es efectuado de acuerdo con los procedimientos preestablecidos. Significa también la probabilidad de que un equipo que ha fallado, pueda ser reparado en un periodo de tiempo dado, este tiempo no es otro que el tiempo de promedio para reparar (TPPR). El tiempo requerido para poner el equipo nuevamente en condiciones de

⁴⁸ BORRAS, Carlos. Principios de Mantenimiento. Marzo. 2013. p.125.

operación después de la falla, depende de numerosos factores, pero basta mencionar los siguientes⁴⁹:

- De las características de diseño del equipo, su modularidad, estandarización y facilidad de acceso a las partes propensas a falla entre otros.
- De la organización y eficiencia de las dependencias de mantenimiento.
- De la destreza de los técnicos de mantenimiento, encargados de realizar directamente la intervención en el equipo
- Del equipo humano de mantenimiento disponible.
- De la disponibilidad de repuestos y materiales para adelantar la intervención en el equipo con dificultades.
- De las políticas de mantenimiento, en la empresa.
- De la disponibilidad de transporte para el manejo de materiales y partes requeridas.
- De los procedimientos de diagnóstico o caza fallas existentes
- De la calidad y disponibilidad de la información técnica y por supuesto de la eficacia del sistema de información del mantenimiento.
- De la disponibilidad de equipos para la realización de las pruebas requeridas en el diagnóstico de la falla
- Del medio ambiente, que permita al personal trabajar cómodamente.
- Del espacio de trabajo. según la distribución en planta de los equipos se debe proveer espacios suficientes para el montaje y desmontaje de las partes.

⁴⁹ BORRAS, Carlos. Principios de Mantenimiento. Marzo. 2013., p.135.

2.2 TIPOS DE EQUIPOS DE VENTILACIÓN Y AIRE ACONDICIONADO

2.2.1 Ventilación General en Hospitales. En los hospitales la ventilación tiene que cubrir las necesidades clínicas y proporcionar las condiciones higiénicas adecuadas con el fin de proteger a los pacientes y a los profesionales que realizan sus tareas en este ámbito y a su vez, realizar el tratamiento térmico del ambiente. Desde el punto de vista de la prevención de riesgos laborales, la ventilación de los lugares de trabajo es una medida de protección colectiva que permite eliminar o reducir el contenido de agentes contaminantes que puedan estar presentes en el ambiente. En prevención de riesgos laborales la ventilación es una herramienta que permite mantener unas condiciones de trabajo seguras y saludables reduciendo o eliminando los contaminantes ambientales generados en el lugar de trabajo. Si además el aire de ventilación se climatiza permite trabajar en condiciones confortables. En los centros sanitarios la ventilación y el acondicionamiento del aire hay que cumplir con una serie de requisitos especiales, inherentes con las propias funciones y considerando la susceptibilidad de los pacientes. Además del mantenimiento del clima ambiental, uno de los cometidos específicos de la instalación de acondicionamiento de aire es la reducción de la concentración de agentes contaminantes, tales como microorganismos, polvo, gases narcóticos, desinfectantes, sustancias odoríferas u otras sustancias contenidas en el ambiente⁵⁰.

2.2.2 Sistemas de Ventilación Mecánica. Conjunto de ductos y ventiladores que permiten la inyección o extracción de aire a las zonas atendidas por medio de difusores y rejillas para atender los requerimientos de ventilación y filtración de aire requeridos por las normas y las buenas prácticas de ingeniería.

⁵⁰ ROSELL FARRÁS M. Gracia, Ventilación general en hospitales, Hospital sant pau. Barcelona.p.1.

Figura 7. Ventilador centrifugo

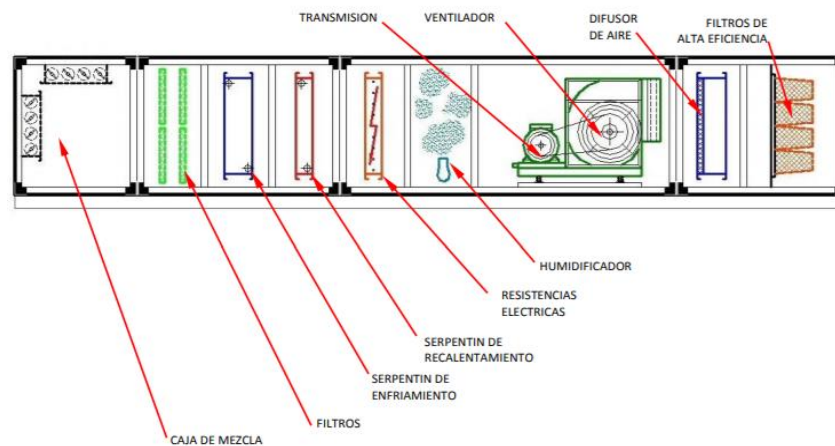


Fuente: AIRFOIL, Ingenieros. Ventilador centrifugo. [En línea]. [Consultado el día 10 de septiembre de 2018]. Disponible en: www.airfoilingenieros.com

2.2.3 Sistemas de Aire Acondicionado con Unidades Manejadoras de Aire.

Sistemas Independientes para el manejo de aire en zonas de requerimientos especiales de filtración de aire, control de temperatura y humedad relativa. El equipo es un gabinete en el cual se encuentran instalados el ventilador, el serpentín de enfriamiento y los filtros de aire, el cual se conecta a una red de ductos de distribución que inyectan aire a las zonas acondicionadas por medio de difusores de suministro.

Figura 8. Estructura unidad manejadora



Fuente: TECAM S.A. Ficha técnica manejadora 3AHB/3ADB/3ADBT. CALI. 2017.

El enfriamiento del aire se logra por medio de un serpentín de agua helada o de expansión directa a través del cual el ventilador hace pasar el flujo de aire. Para enfriar el agua se utiliza un Chiller compacto que distribuye el agua helada a los serpentines de las unidades manejadoras, en el caso de expansión directa se utiliza unidades condensadoras que trabajan con un sistema de basado en el ciclo de refrigeración (intercambiador-compresor-válvula de expansión) donde el fluido es gas refrigerante (R410a, R407, R507).

Figura 9. Unidad Manejadora de Aire



Fuente: TECAM S.A. Ficha técnica manejadora 3AHB/3ADB/3ADBT. CALI. 2017.

2.2.4 Mantenimiento de equipos de ventilación y aire acondicionado. El papel de mantenimiento es incrementar la confiabilidad de los sistemas de producción al realizar actividades, tales como planeación, organización, control y sus funciones van más allá de las reparaciones. Su valor se aprecia en la medida en que estas disminuyan como resultado de un trabajo planificado y sistemático con apoyo y recursos de una política integral de los directivos. La prolongación o la recuperación de las funciones de la maquinaria están directamente relacionadas con el mantenimiento. Sus objetivos son prevenir eventos indeseables y evitarlos, recobrar para el servicio los mecanismos que han fallado y, en general, asegurar la disponibilidad apropiada para la producción.

La función que cumple el mantenimiento es la de procurar el buen estado de los equipos y la adecuada función de producir bienes en las organizaciones, mediante la sistematización de la información como medio eficaz para el buen desempeño de la organización⁵¹.

La aplicación del mantenimiento en las entidades de salud logra mantener a un equipo apto para su funcionamiento (sistematizar) que cuenta con las siguientes características:

- Objetivos y estrategias: toma de decisiones, análisis, causa de falla, rendimiento, normas, entre otras.
- Recursos humanos
- Gestión de materiales
- Producción: disponibilidad de equipos, límites de carga, niveles de seguridad.
- División financiera: relación de costos, cuentas por pagar, carga de gastos.

⁵¹ MORA Alberto. Mantenimiento Planeación, Ejecución y Control. México. Septiembre.2009. p.35

2.2.5 Tipos de rutinas de mantenimiento. Las rutinas de mantenimiento inician con la especificación para cada trabajo, consiste en que un documento donde se describe el procedimiento que se debe llevar para la ejecución de una tarea. Este documento debe indicar el número de identificación de la pieza (equipo), la ubicación, la referencia del programa de mantenimiento, el número de referencia de identificación del trabajo, frecuencia del trabajo, tipo de personal requerido para el desarrollo de la tarea, detalles generales de la tarea a realizar, los componentes que serán reemplazados, herramientas y equipos necesarios (especiales), planos de referencias, manuales y procedimiento de seguridad.

Tipos de rutinas

- **Inspección visual y chequeo general**

Corresponde a la verificación e integridad de los equipos de su estructura y su funcionamiento en general.

- **Limpieza y ajustes internos y externos**

Se realiza la limpieza interna de cada uno de los componentes que interfieren en el funcionamiento del equipo, de igual manera se verifica, retorquee y ajusta los tornillos de cada uno de los soportes del equipo.

- **Toma y registro de parámetros mecánicos**

Una vez realizada la limpieza se toma un registro de los parámetros de funcionamiento del equipo, antes durante y después de su operación.

- **Informe o reporte**

Verificación y análisis de la toma de datos, se generan observaciones según la información obtenida durante el mantenimiento y se plasma un informe o reporte resaltando las desviaciones o detalles específicos encontrados.

2.2.6 Pruebas a equipos de ventilación y aire acondicionado. De acuerdo a los lineamientos del fabricante y manuales de mantenimiento, se realiza las órdenes de trabajo correspondiente a cada equipo, con el objetivo de llevar un registro o documento soporte, que denote los parámetros de operación, paradas programadas, intervenciones y funcionamiento.

Por lo anterior, estas acciones o actividades permiten llevar un control a la operación y la integridad de los equipos de ventilación y aire acondicionado, y de esta manera llevar a cabo la optimización de las estrategias de mantenimiento, algunas de estas acciones o pruebas son:

- Pruebas de voltaje y amperaje de sistemas eléctricos
- Revisión de parámetros de consumo y operación del equipo

Toma de registros y medición de estados (temperatura, vibración y humedad)

2.3 ÁREAS BLANCAS

2.3.1 Clasificación de áreas blancas. De acuerdo a la norma ISO 14644 – 1, de áreas limpias asociadas al control de partículas, las clasifica las áreas blancas según la concentración de partículas suspendidas en el aire en salas limpias. Concretamente la ISO 14644-1 se ocupa de clasificar las Sala limpias en función de la limpieza del aire y establece la siguiente clasificación⁵²:

⁵² ISO 14644-1 Versión 2015 Cleanrooms and Associated Controlled Environments second edition 2015 -12-15

Tabla 1 Clases de partículas contenidas en el aire para salas limpias y zonas anexas

Número de clasificación <i>N</i> de ISO	Valor máximo de la concentración de partículas (partículas por metro cúbico de aire) igual o mayor a los tamaños indicados en el cuadro inferior (los límites de la concentración están calculados de acuerdo con la ecuación (1) en 3.2)					
	0,1 µm	0,2 µm	0,3 µm	0,5 µm	1 µm	5 µm
Clase ISO 1	10	2	–	–	–	–
Clase ISO 2	100	24	10	4	–	–
Clase ISO 3	1 000	237	102	35	8	–
Clase ISO 4	10 000	2 370	1 020	352	83	–
Clase ISO 5	100 000	23 700	10 200	3 520	832	29
Clase ISO 6	1 000 000	237 000	102 000	35 200	8 320	293
Clase ISO 7	–	–	–	352 000	83 200	2 930
Clase ISO 8	–	–	–	3 520 000	832 000	29 300
Clase ISO 9	–	–	–	35 200 000	8 320 000	293 000

NOTA – Inseguridades relacionadas con el proceso de medición requieren que en la información de la concentración no se utilicen más de tres cifras para determinar el nivel de la clasificación.

Fuente: tomada de la ISO 14644-1 Versión 2015 Cleanrooms and Associated Controlled Environments second edition 2015 -12-15

2.4 NORMATIVIDAD VIGENTE

2.4.1 Norma NTC 5183 ventilación para una calidad aceptable del aire en espacios interiores. Esta norma específica procedimientos alternos para obtener calidad aceptable del aire interior⁵³.

Procedimiento para tasa de ventilación

La calidad aceptable del aire se logra proporcionando aire de la calidad y en la cantidad especificada para ventilación del espacio.

Procedimiento para la calidad del aire interior

La calidad aceptable del aire dentro del espacio se logra controlando los contaminantes conocidos y los que se pueden especificar. Siempre que se use el

⁵³ ICONTEC. NTC 5183.Ventilación para una calidad aceptable del aire en espacios interiores. Colombia. 2013. p. 6

procedimiento de tasa de ventilación, la documentación del diseño deberá especificar claramente que se usó el método y que será necesario volver a evaluar el diseño si posteriormente cambia el espacio, o si se introducen contaminantes inusuales o contaminantes específicos en el espacio. Si se conocen tales condiciones al momento de diseñar, es conveniente usar el procedimiento de calidad del aire Interior.

El procedimiento de calidad del aire interior puede dar como resultado una tasa de ventilación menor de la que resultaría con el primer procedimiento, pero la presencia de una fuente especial de contaminación en el espacio puede exigir mayores requisitos de ventilación. El cambio de uso, los contaminantes o las operaciones en el espacio puede exigir una nueva evaluación del diseño e implementación de los cambios necesarios.

Por otro lado, las operaciones de mantenimiento para los sistemas de ventilación tienen unos requisitos según la norma. Los requisitos de esta sección rigen para edificios y sus sistemas de ventilación con sus componentes, construidos o renovados después de la fecha de adopción de esta sección.

Operaciones y mantenimiento

Los sistemas de ventilación deberán funcionar y se deberán mantener como mínimo de acuerdo con las disposiciones de esta norma.

Alteraciones o cambio de uso del edificio

El diseño, operación y mantenimiento de los sistemas de ventilación se reevaluarán cada vez que se presenten cambios de uso u ocupación del edificio, alteraciones importantes, cambios importantes en la densidad de ocupación u otros cambios que afecten las presunciones en las cuales se basó el diseño.

Manual de operaciones y mantenimiento

Se preparará un manual de operaciones y mantenimiento y se mantendrá en el sitio, o en un sitio local accesible durante la vida del sistema de ventilación o de sus componentes. Este manual se actualizará como sea necesario. El manual deberá incluir, como mínimo, los procedimientos de operación y mantenimiento, los planos definitivos, los cronogramas de operación y mantenimiento y cualquier cambio de los mismos, así como los requisitos y las frecuencias de mantenimiento.

Operación del sistema de ventilación

Los sistemas de ventilación mecánica y natural se harán funcionar como indique el manual de operación y mantenimiento.

Tabla 2. Actividades y frecuencia mínima del mantenimiento

Artículo	Actividad	Frecuencia mínima*
Filtros y dispositivos de limpieza de aire	A	De acuerdo al manual O & M
Aire exterior, rejillas y actuadores	B	Cada tres meses o de acuerdo con el manual O & M
Humidificantes	C	Cada tres meses de uso o de acuerdo con el manual O & M
Deshumidificador de serpentín	D	Regularmente cuando es probable que se produzca la deshumidificación pero no menos de una vez por año o como lo especifica el manual de o & M
Recipientes de desagüe y otras superficies adyacentes sujetas a humedecimiento	D	Uno por año durante durante estaciones de invierno o como se especifique en el manual de O & M
Rejillas de ventilación para captación del aire exterior, pantallas para impedir la entrada de pájaros	E	Cada seis meses o como lo especifique en el manual O & M
Sensores usados para control dinámico del aire externo mínimo	F	Cada seis meses o periódicamente de acuerdo con el manual O & M
Sistemas de manejo de aire. Excepto para unidades de menos de 1000 L/s (2000 cfm)	G	Uno cada cinco años
Torres de enfriamiento	H	De acuerdo con el manual O & M o según el tratamiento propuesto para el sistema
Drenajes en el piso, localizados en cámaras de distribución de aire o cuartos que sirvan como tales	I	Periódico de acuerdo con el manual O & M
Accesibilidad a equipos y componentes	J	
Contaminación microbiana visible	K	
Intrusión o acumulación de agua	K	

Fuente: ICONTEC. NTC 5183.Ventilación para una calidad aceptable del aire en espacios interiores. Colombia. 2013. p.29

2.4.2 Norma ISO 14644: Salas limpias y entornos controlados asociados. Las salas limpias y locales anexos permiten controlar la contaminación por partículas transportadas por el aire, hasta un tamaño determinado de partículas, garantizando el cumplimiento de un grado de contaminación máxima. Esta parte de la norma internacional ISO 14644, tiene varios niveles de clasificación para determinar el contenido de partículas en el aire en salas limpias y locales anexos. Así mismo contiene los métodos de ensayo y el procedimiento para determinar los límites de la concentración de partículas⁵⁴.

Esta parte de la norma ISO 14644, no puede utilizarse para la clasificación de grupos de partículas que están por fuera del tamaño especificado 0,1 µm a 5 µm. Concentraciones de partículas ultrafinas (partículas <0,1 µm), y de macro partículas (partículas > 5 µm), pueden cuantificarse mediante la utilización de descriptores U o M.

- La ausencia de partículas obtenidas en el aire, se ha de denominar con un número de clasificación N. el valor máximo de la concentración de partículas C_N para cada tamaño de partículas considerada de D, se determina por la siguiente ecuación:

Figura 10. Ecuación valor máximo de la concentración de partículas

$$C_N = 10^N \times (0,1 / D)^{2,08}$$

Fuente: ISO 14644-1 Versión 2015 Cleanrooms and Associated Controlled Environments second edition 2015 -12-15

Donde.

⁵⁴ ISO 14644-1 Versión 2015 Cleanrooms and Associated Controlled Environments second edition 2015 -12-15

C_n = es el valor máximo de concentración de partículas (en partículas por metro cubico de aire) contenidas en el aire que son iguales y mayores que el tamaño de partículas considerados. C_n está redondeado al próximo número entero, utilizando no más de 3 números validos

N = es el número de clasificación ISO, el cual no puede exceder el número 9. Números de clasificación ISO intermedios pueden ser determinados por 0,1 como menor incremento de N

D = es el tamaño de partícula considerado en micrómetros.

0,1 = es el valor de una constante dada en micrómetros.

Solo las poblaciones de partículas que tienen distribuciones acumulativas basadas en tamaños de partículas de umbral (límite inferior) que varían de 0,1 μm a 5 μm se consideran para fines de clasificación.

El uso de contadores de partículas en el aire dispersos por luz (discretos) (LSAPC) es la base para la determinación de la concentración de partículas en el aire, igual o mayor que los tamaños especificados, en lugares de muestreo designados.

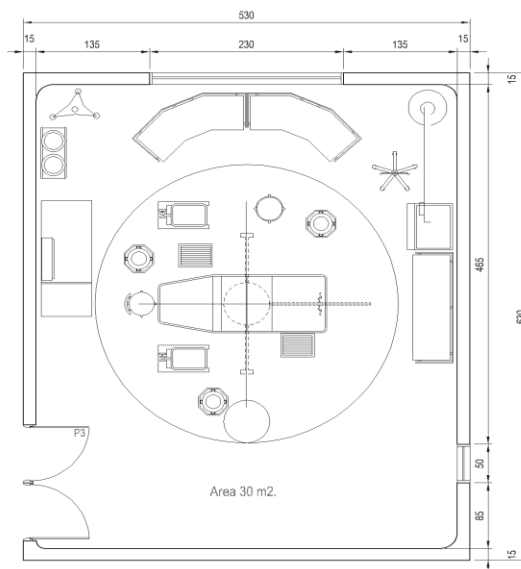
Esta norma es decisiva y debe utilizarse para clasificar las salas limpias que se utilizan en la fabricación de productos farmacéuticos. Contiene las tablas de clasificación de limpieza de las salas y los límites máximos de partículas permitidos, además de instrucciones claras sobre cómo realizar las mediciones de cantidad de partículas en el aire.

Por otro lado, la distribución de aire en ambientes especiales se divide en:

Salas de cirugía

En salas de cirugía la distribución de aire debe ser tal que se tenga un flujo laminar en el área de operaciones con velocidad no mayor a 90 ppm (45 cms/seg), las salas de cirugía deben tener un mínimo de 20 cambios por hora de los cuales mínimo 4 cambios por hora de los 20 serán de aire exterior⁵⁵.

Figura 11. Distribución sala de cirugía



Fuente: SECRETARIA DISTRITAL DE SALUD. Manual guía para el diseño arquitectónico para servicios de cirugía. Bogotá. 2010

Cuartos de aislados

Los cuartos de pacientes aislados deben estar diseñados para un solo paciente, tienen como propósito contener la infección que tiene el paciente, el cuarto mantendrá una presión negativa con respecto a las demás áreas y al exterior durante las 24 horas del día, como mínimo el cuarto debe mantener una presión

⁵⁵ ACAIRE. Guía de acondicionamiento de aire para establecimientos hospitalarios similares. Bogotá. 2013. segunda versión. p.10.

negativa de mínimo 10 Pascales, el cuarto debe tener un diseño con esclusa de entrada y un baño individual que minimice las salidas del paciente.

La esclusa de entrada tendrá únicamente un difusor de suministro con un caudal dimensionado con los mismos cambios por hora del cuarto. Se debe instalar un sensor de presión con rango de 0 a 25 Pa en la entrada del cuarto con display análogo o digital que permita verificar fácilmente que se está cumpliendo la presión negativa requerida entre el cuarto y la esclusa, debe tener una alarma sonora y visual en caso de no cumplirse la presión mínima diferencial. La extracción del baño y de la habitación estará asociada a un mismo ventilador el cual debe estar conectado a la planta de emergencia garantizando su operación las 24 horas, se podrán conectar varios cuartos de aislados al mismo sistema de extracción usando dámetros de gravedad en el ramal de cada cuarto que evite el flujo de aire en sentido contrario⁵⁶.

Cuartos de Protegidos

Los cuartos de pacientes protegidos (pacientes inmune-suprimidos), por lo tanto, deben mantener una presión positiva las 24 horas. El difusor de suministro debe ser del tipo para generación de flujo laminar ubicado encima de la cabecera de la cama del paciente direccionando el aire desde la cabecera hacia afuera de la cama, el aire de este cuarto puede ser retornado pero el aire de suministro debe provenir de una manejadora con filtración HEPA terminal o en su defecto tener difusor de suministro del tipo con filtro HEPA terminal. La rejilla de retorno debe estar ubicada al lado contrario de la cabecera de la cama para generar un flujo que minimice el riesgo de que la respiración de los visitantes llegue al paciente. El uso de tapabocas por parte de visitantes tanto en cuartos de aislados como de protegidos es obligatorio⁵⁷.

⁵⁶ ACAIRE. Guía de acondicionamiento de aire para establecimientos hospitalarios similares. Bogotá. 2013. segunda versión. p.10.

⁵⁷ *Ibíd.*, p.10

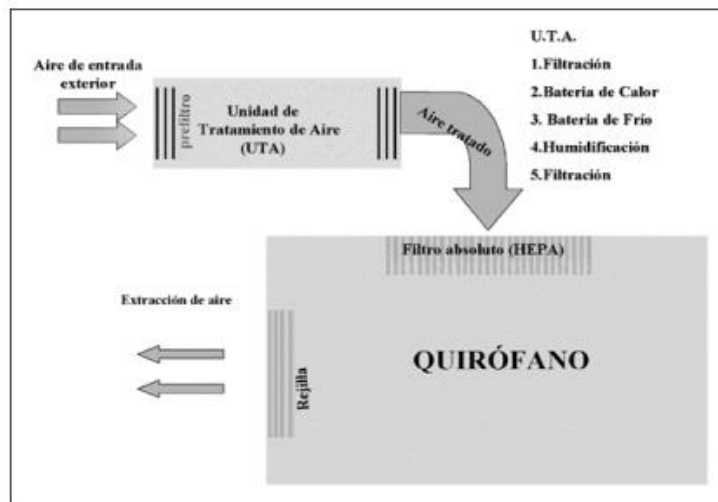
3 MODELO GERENCIAL DE MANTENIMIENTO PROPUESTO

3.1 ORGANIZACIÓN DE INSTRUMENTOS PARA EL MANTENIMIENTO

El cumplimiento de estas actividades y tareas programadas, permiten que los procesos de mantenimiento logren contribuir al cumplimiento de la normatividad colombiana e internacional. Por ende, las entidades de salud pueden implementar el mejoramiento continuo a todos los procesos administrativos y asistenciales.

En esta etapa se consolida toda información y bases de datos que determina el esquema que interviene en las áreas blancas, el tipo de intervención, las herramientas, órdenes de trabajo e insumos necesarios para el modelo gerencial. De igual forma, se clasifican los componentes de los sistemas que están presentes en dichas áreas blancas como se denota en la figura 12.

Figura 12. Climatización de las áreas blancas



Fuente: ROSELL FARRÁS M. Gracia, Ventilación general en hospitales, Hospital sant pau. Barcelona.p.1.

De acuerdo a la anterior figura, se clasifican en:

Sistema de suministro de aire:

- Unidad manejadora de aire (UMA)
- Unidad condensadora de aire

Sistemas de extracción de aire

- Unidad de Ventilación de extracción

Sistema de control

- Tablero de control

3.1.1 Sistemas de información para el mantenimiento. El sistema de información para el departamento de mantenimiento en las entidades de salud de la ciudad de Bogotá, se desarrollará a partir de la información técnica obtenida de los equipos, áreas, ordenes de trabajo, históricos de falla y planeación de mantenimientos correctivo y preventivo recibidos en la organización de instrumentos para el mantenimiento. Por tal motivo el modelo hace necesario una auditoria interna que permita evaluar el estado de los equipos de aire acondicionado y ventilación mecánica.

Auditoría interna

Es el proceso que se lleva a cabo para evaluar y verificar el estado actual de los activos y procesos en la entidad de salud, los cuales se pretenden intervenir con el modelo gerencial. Esta auditoria marcará la fase inicial del proceso de recolección de información de los equipos de aire acondicionado y ventilación mecánica, su funcionamiento e integridad.

3.1.1.1 Identificación de equipos. En esta fase, se identificarán todos los sistemas, equipos, insumos y repuestos que intervienen directamente en los procesos administrativos de las entidades de salud en Bogotá y en el modelo gerencial de mantenimiento propuesto.

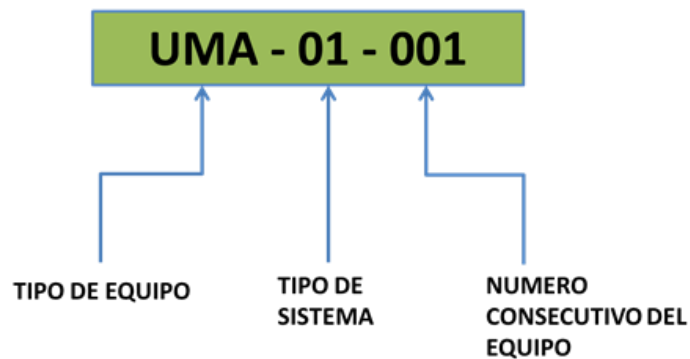
Tabla 3. Codificación de sistemas y equipos

Ítems	Sistemas	Descripción	Código
1	Sistema 1 Inyección de aire	Unidad manejadora	UMA-01
2		Unidad condensadora	UCA-01
3		Unidad de ventilación suministro	UVA-01
4	Sistema 2 Extracción de aire	Unidad de ventilación extracción	UVE-02
5	Sistema 3 Control de datos	Tablero de control	TC-03
6		Tablero de potencia	TP-03

Fuente: Autores del proyecto

Entonces para la codificación de equipos, se manejará la forma propuesta en la figura 13, de la siguiente manera:

Figura 13. Nomenclatura de la codificación de equipos.



Fuente: Autores del proyecto

Tabla 4. Codificación de repuestos

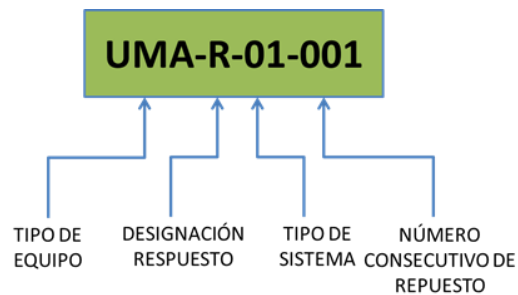
ÍTE MS	SISTEMAS	DESCRIPCIÓN	REPUESTO	CÓDIG O
1	SISTEMA 1 INYECCIÓN DE AIRE	UNIDAD MANEJADORA	CORREA DE TRANSMISIÓN BLOWER - MOTOR	UMA-R-01-004
2		UNIDAD CONDENSADORA	COMPRESOR ROTATIVO 9KBTU R22 208V	UCA-R-01-007
3		UNIDAD DE VENTILACIÓN SUMINISTRO	PREFILTRO EN MARCO LAMINA GALV MEDIO FILTRANTE LAVABLE 24"X24"X2"	UVA-R-01-041
4	SISTEMA 2 EXTRACCIÓN DE AIRE	UNIDAD DE VENTILACIÓN EXTRACCIÓN	PREFILTRO EN MARCO LAMINA GALV MEDIO FILTRANTE LAVABLE 20"X24"X2"	UVE-R-02-035
5		TABLERO DE CONTROL	BREAKER BIPOLAR 2 X 6	TC-R-03-001

ÍTE MS	SISTEMAS	DESCRIPCIÓN	REPUESTO	CÓDIGO
6	SISTEMA 3 CONTROL DE DATOS	TABLERO DE POTENCIA	BREAKER TRIPOLAR 2 X 50	TP-R-03-001

Fuente: Autores del proyecto

Entonces para la codificación de repuestos, se manejará la forma propuesta en la figura 14, de la siguiente manera:

Figura 14. Nomenclatura de la codificación de repuestos



Fuente: Autores del proyecto

3.1.1.2 Fichas técnicas y manual de mantenimiento. Fichas técnicas equipos de aire acondicionado y ventilación

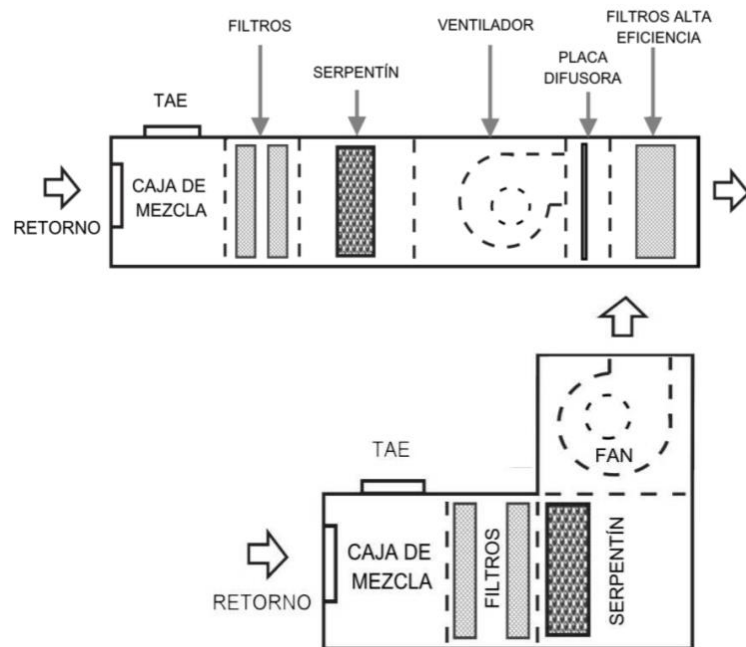
- **Ficha técnica unidad manejadora de aire**

Figura 15. Unidad manejadora de aire



Fuente: TECAM S.A. Ficha técnica manejadora 3AHB/3ADB/3ADBT. CALI. 2017.

Figura 16. Esquema general de funcionamiento



Fuente: TECAM S.A. Ficha técnica manejadora 3AHB/3ADB/3ADBT. CALI. 2017.

Secciones y estructuras

Todas las secciones están fabricadas con lámina de acero galvanizado G-90 en diferentes calibres que van desde el 24 hasta el 12, unidas con tornillería también galvanizada, protegiéndola de la corrosión para darle gran durabilidad⁵⁸.

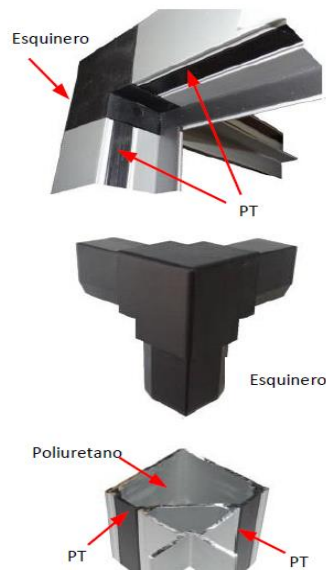
Estructura

La estructura está elaborada con perfiles de aluminio anodizado y esquineros de Nylon en sus uniones. Los perfiles están contruidos con aluminio anodizado y Nylon, este último funciona como Puente Térmico (PT), como se aprecia en la figura; el puente térmico permite aislar la superficie interior de la superficie exterior de la máquina creando una barrera térmica entre el interior y el exterior de la máquina. Los perfiles llevan en su interior aislamiento térmico de poliuretano que junto con el

⁵⁸ TECAM S.A. Ficha tecnica manejadora 3AHB/3ADB/3ADBT. CALI. 2017.

punto térmico de la perfilería y el de los paneles, evitan la producción de condensados al contacto con el aire exterior. Así mismo, la aleta del perfil donde asienta el panel, está separada por una cinta de goma que impide el paso del aire del o hacia el interior de la máquina, evitando la alteración del caudal de aire que procesa la Unidad Manejadora de Aire. La base de la estructura se fabrica con lámina galvanizada, fuertemente sujeta para brindar seguridad en el transporte, su instalación y su operación⁵⁹.

Figura 17. Perfiles y esquineros unidad



Fuente: TECAM S.A. Ficha técnica manejadora 3AHB/3ADB/3ADBT. CALI. 2017.

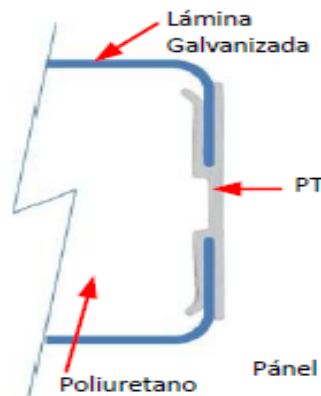
Paneles

Las Unidades Manejadoras 3ADB Y 3ADBT son fabricadas con paneles elaborados en lámina galvanizada calibre 24, formando 2 paredes a lado y lado del aislamiento de poliuretano; el espesor nominal de la 3ADB es de 1", mientras que la 3ADBT se fabrica con espesor nominal de 2". La pared interior está separada de la pared

⁵⁹ TECAM S.A. Ficha técnica manejadora 3AHB/3ADB/3ADBT. CALI. 2017.

exterior mediante una banda de PVC la cual forma un puente térmico (PT) como se aprecia en la figura, este puente térmico permite aislar la pared interior de la pared exterior creando una barrera térmica que impide el flujo de calor por conducción entre el interior y el exterior de la máquina, así mismo, evita la producción de condensados al contacto con el aire exterior. Las manejadoras 3AHB son fabricadas con paneles de pared sencilla, elaborados en lámina galvanizada calibre 20 y aislamiento en espuma de polietileno, opcionalmente con fibra de vidrio y película antierosión según requerimiento del cliente. Opcionalmente, los paneles de cualquiera de las máquinas anteriores, se ofrecen pintados con pintura electrostática horneada color gris o blanco almendra, para darle mayor durabilidad a su superficie⁶⁰.

Figura 18. Panel estructura unidad manejadora



Fuente: TECAM S.A. Ficha técnica manejadora 3AHB/3ADB/3ADBT. CALI. 2017.

Bandeja de condensados

La bandeja de condensados de las Manejadoras doble pared, está fabricada en acero inoxidable; la de las Manejadoras de pared sencilla se fabrica en lámina galvanizada con opción de acero inoxidable, todas con diseño de 100% de drenaje

⁶⁰ TECAM S.A. Ficha tecnica manejadora 3AHB/3ADB/3ADBT. CALI. 2017.

positivo. Al retirar el panel posterior, permite su extracción para labores de mantenimiento.

Figura 19. Bandeja de condensado



Fuente: TECAM S.A. Ficha técnica manejadora 3AHB/3ADB/3ADBT. CALI. 2017.

Cubiertas para uso a la intemperie

Las unidades manejadoras para instalar a la intemperie se ofrecen con cubiertas diseñadas para proteger la máquina de la lluvia y el sol. Estas cubiertas tienen inclinación a lado y lado para evitar la acumulación de agua, además, están recubiertas con pintura electrostática horneada de color gris o blanco almendra, especial para resistir climas y ambientes agresivos⁶¹.

Figura 20. Cubiertas de equipos



Fuente: TECAM S.A. Ficha técnica manejadora 3AHB/3ADB/3ADBT. CALI. 2017.

⁶¹ TECAM S.A. Ficha tecnica manejadora 3AHB/3ADB/3ADBT. CALI. 2017.

Ventilacion

La sección ventiladora de las unidades manejadoras estándar está equipada con el ventilador, la transmisión de acople por bandas y el motor. Todo este sistema está soportado con resortes cuidadosamente diseñados para brindar una operación silenciosa, libre de vibraciones y ruidos molestos. Opcionalmente se ofrece con Plenum Fan, motor de acople directo y variador de velocidad, de acuerdo con los requerimientos del cliente⁶².

Figura 21. Ventilador centrífugo



Fuente: TECAM S.A. Ficha técnica manejadora 3AHB/3ADB/3ADBT. CALI. 2017.

Ventilador

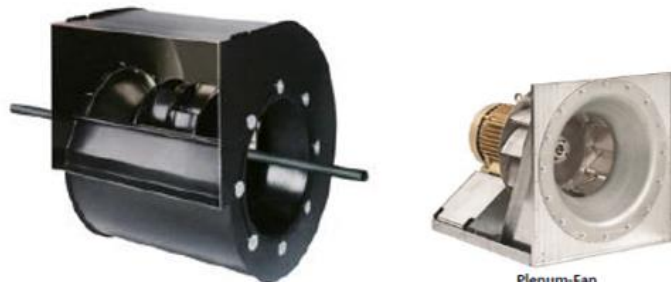
Las Unidades Manejadoras estándar están equipadas con ventiladores centrífugos Forward-curved Clase 1 fabricados por LAU bajo estándares AMCA, (hasta el modelo 57). Opcionalmente se ofrecen para todos los modelos, ventiladores centrífugos Forward-curved Clase 2 fabricados por LAU o Airfoil fabricados por Chicago Blower.

Otra opción son los ventiladores Plenum-Fan, los cuales vienen ensamblados por el fabricante junto con el motor de acople directo y la tobera para el ingreso del aire, este conjunto controla el caudal de aire al aumentar o disminuir la velocidad de

⁶² TECAM S.A. Ficha tecnica manejadora 3AHB/3ADB/3ADBT. CALI. 2017.

rotación del motor, mediante un variador de frecuencia. La selección de la mejor opción de ventiladores depende del caudal de aire y la presión estática requerida, su instalación puede ser Blow-thru o Draw-thru. La descarga del aire en las máquinas verticales de transmisión por bandas puede ser: THR, UBR, UBF, THF y BHF; la descarga en las máquinas horizontales de transmisión por bandas puede ser: UBR, UBF, THF, BHF y DBF. La descarga en máquinas con ventiladores Plenum-Fan puede ser por la parte superior, inferior, frontal o lateral de la sección ventiladora⁶³.

Figura 22. Ventilador tipo airfoil y plenum fan



Fuente: TECAM S.A. Ficha técnica manejadora 3AHB/3ADB/3ADBT. CALI. 2017.

Transmision

En las máquinas de acople por bandas entre el eje del ventilador y el motor, la transmisión es balanceada estática y dinámicamente. Se utilizan poleas importadas y son balanceadas por su fabricante, por lo que se garantiza una transmisión serena. Movimiento generado por Motores de excelente calidad, totalmente cerrados, opcionalmente se suministran con motores de alto factor de servicio y diferentes polaridades y voltajes. Los rodamientos de trabajo pesado y larga vida, brindan un giro silencioso.

⁶³ TECAM S.A. Ficha tecnica manejadora 3AHB/3ADB/3ADBT. CALI. 2017.

Figura 23. Seccion de transmision ventilador



Fuente: TECAM S.A. Ficha técnica manejadora 3AHB/3ADB/3ADBT. CALI. 2017.

Resortes

Resortes diseñados para soportar con facilidad la carga de todos sus componentes y la reacción al desplazamiento del aire, impiden el paso de la vibración generada por la turbulencia del aire al pasar por el ventilador⁶⁴.

Figura 24. Soportes seccion unidad ventilador



Fuente: TECAM S.A. Ficha técnica manejadora 3AHB/3ADB/3ADBT. CALI. 2017.

⁶⁴ TECAM S.A. Ficha tecnica manejadora 3AHB/3ADB/3ADBT. CALI. 2017.

Serpentines

Los serpentines de expansión directa para R-410A son en tubería de 3/8" y tubería de 1/2", lo mismo que los serpentines de agua helada son en tubería de 1/2", se ofrecen certificados bajo el Standard 410 de "The AHRI Forced-Circulation Air-Cooling and Air-Heating Coils Certification Program", la selección y cálculo del desempeño del serpentín se hace mediante el software TECAM-COIL certificado por AHRI. También se pueden instalar serpentines de expansión directa con otros refrigerantes, Agua Caliente y Condensadores. Los serpentines son fabricados con aletas de aluminio y tubería de cobre, entre 8 y 16 aletas por pulgada, desde 1 fila hasta 8 filas; opcionalmente se pueden fabricar serpentines con diferentes características. Cada modelo de manejadora tiene la opción de usar serpentines de cara grande y cara pequeña⁶⁵.

Figura 25. Serpentin unidad manejadora



Fuente: TECAM S.A. Ficha técnica manejadora 3AHB/3ADB/3ADBT. CALI. 2017.

Secciones de filtros

La sección de filtros está ubicada antes de la sección del serpentín de enfriamiento, aunque dependiendo de la aplicación puede estar ubicada al final, después de la

⁶⁵ TECAM S.A. Ficha tecnica manejadora 3AHB/3ADB/3ADBT. CALI. 2017.

sección ventiladora y la cámara difusora. El acceso a los filtros se hace por una puerta lateral⁶⁶.

Filtros

Las secciones de filtros están disponibles para soportar cualquier tipo de filtro, tales como: filtros planos, filtros de bolsa, filtros de cartucho, filtros absolutos H.E.P.A., etc. Estas cámaras de filtros, están fabricadas con empaques y sellamientos especiales que impiden la infiltración de aire exterior a su interior, además de la formación de By-pass en su interior para obligar de esta forma al paso del aire solamente por los filtros. Medios filtrantes certificados.

Figura 26. Filtros para unidad manejadora



Fuente: TECAM S.A. Ficha técnica manejadora 3AHB/3ADB/3ADBT. CALI. 2017.

Medidor de diferencial de presión

Opcionalmente las Unidades Manejadoras de Aire se ofrecen con dispositivos de control o medición instalados en fábrica, entre ellos los medidores de diferencial de presión de aire, los cuales permiten conocer caídas o pérdidas de presión en algunas secciones⁶⁷.

⁶⁶ TECAM S.A. Ficha técnica manejadora 3AHB/3ADB/3ADBT. CALI. 2017.

⁶⁷ TECAM S.A. Ficha técnica manejadora 3AHB/3ADB/3ADBT. CALI. 2017.

Figura 27. Manómetro de presión diferencial



Fuente: TECAM S.A. Ficha técnica manejadora 3AHB/3ADB/3ADBT. CALI. 2017.

Caja de mezcla

La sección MXB o caja de mezcla, comúnmente se usan para combinar el aire exterior con el aire que recircula y retorna del espacio ocupado o acondicionado. Con la ayuda de sensores (CO₂, humedad, otros), controles y actuadores apropiados, se puede combinar el aire de manera eficiente para entregarlo al recinto a las condiciones de mezcla requeridas.

Figura 28. Sección caja de mezcla.



Fuente: TECAM S.A. Ficha técnica manejadora 3AHB/3ADB/3ADBT. CALI. 2017.

Compuertas regulables

Las cajas de mezcla MXB están equipadas con 2 juegos de compuertas regulables, una para regular la entrada de aire exterior y otra para regular la entrada del aire de

retorno. Estas compuertas están unidas por un mecanismo que hacen abrir una compuerta mientras la otra se va cerrando⁶⁸.

Alabes

Los álabes de las compuertas regulables están fabricados con perfilería de aluminio y sellamientos estratégicamente ubicados, para garantizar una mezcla de aire muy precisa. Su diseño aerodinámico permite un flujo de aire mejor controlado en situaciones muy exigentes.

Figura 29. Alabes unidad manejadora



Fuente: TECAM S.A. Ficha técnica manejadora 3AHB/3ADB/3ADBT. CALI. 2017.

Control de humedad

La humedad puede ser controlada de manera muy precisa cuando hace uso del controlador, quien con la ayuda del sensor de humedad y el software especialmente diseñado para este propósito, hace actuar los dispositivos de enfriamiento, el humidificador y los dispositivos de recalentamiento, que pueden ser resistencias eléctricas o serpentines de agua caliente.

⁶⁸ TECAM S.A. Ficha tecnica manejadora 3AHB/3ADB/3ADBT. CALI. 2017.

Humidificador

La humedad relativa del aire del recinto acondicionado, es leída dentro de la máquina en el retorno del aire, por el sensor de humedad y controlada por el procesador pCO de Carel, permitiendo respuestas rápidas a los requerimientos de humedad del aire. El humidificador está equipado con válvulas solenoides que permiten el paso del agua al tanque y la salida al drenaje, manteniendo automáticamente un nivel adecuado para el óptimo funcionamiento de los electrodos sumergidos. Además, por medio de un sensor de conductividad del agua, permite informarnos sobre el estado de la misma. La comunicación entre el humidificador y el controlador se hace de manera analógica, lo cual permite una producción de vapor muy precisa, logrando satisfacer los niveles requeridos de humedad.

Figura 30. Humidificador



Fuente: TECAM S.A. Ficha técnica manejadora 3AHB/3ADB/3ADBT. CALI. 2017.

Resistencias electricas

Las resistencias de acero inoxidable tipo aleta son activadas y desactivadas por etapas, obedeciendo a estrategias de des-humidificación y humidificación por el

procesador, para conseguir que el recalentamiento del aire sea preciso, evitando de esta manera, excesos en el consumo de energía eléctrica⁶⁹.

Figura 31. Resistencias electricas



Fuente: TECAM S.A. Ficha técnica manejadora 3AHB/3ADB/3ADBT. CALI. 2017.

Controles y monitoreo remoto

Una de las grandes ventajas con que cuentan las Unidades Manejadoras de Aire 3AHB, 3ADB y 3ADBT, es la opción de poder operar todos sus actuadores por medio de un controlador configurado con programas desarrollados especialmente para aplicaciones de HVAC y a su vez monitoreados de forma remota por el software PlantWatchPRO de Carel.

Controlador

El controlador pCO de Carel, opera con el programa de aplicación estándar para Unidades Manejadoras de Aire, desarrollado por Carel, con capacidad de gestionar el enfriamiento, la calefacción, la humedad, la ventilación y la calidad del aire, entre otros. Permite la adición de módulos de expansión para incrementar el número de entradas y salidas digitales y análogas, requeridas en los diseños especiales.

⁶⁹ TECAM S.A. Ficha tecnica manejadora 3AHB/3ADB/3ADBT. CALI. 2017.

Figura 32. Controlador o programador



Fuente: TECAM S.A. Ficha técnica manejadora 3AHB/3ADB/3ADBT. CALI. 2017.

Software para monitoreo

El controlador puede ser monitoreado remotamente desde una central donde se encuentra instalado el software PlantWatchPRO de Carel, el cual permite monitorear hasta 100 puntos. El PlantWatchPRO es el sistema de supervisión y teleasistencia CAREL basado en un servidor web que permite el acceso fácil a la información, gestionar alarmas, puesta en marcha, monitorización, gestión de ahorro energético, creación de gráficos y flexibilidad en su operación.

Figura 33. Software con controlador



Fuente: TECAM S.A. Ficha técnica manejadora 3AHB/3ADB/3ADBT. CALI. 2017.

Ficha técnica unidad condensadora

- **Unidad condensadora expansión directa**

Compresores

Fabricados por empresas reconocidas mundialmente, que respaldan la calidad y eficiencia del producto. En todos los equipos se usan compresores scroll trifásicos. Los modelos de 3TR, 4TR y 5TR están equipados con un compresor, para configuraciones diferentes es necesario consultar con la fábrica. Las condensadoras remoto no incluyen el compresor⁷⁰.

Figura 34. Compresor scroll



Fuente: TECAM S.A. Ficha técnica Condensadoras 1UEB3_03005_7N010C_C02. CALI. 2017.

Motores

Seleccionados para manejar grandes volúmenes de aire de condensación y bajo consumo de energía. Su diseño a prueba de goteo o totalmente cerrados, impide la entrada del polvo y la humedad. Son fabricados por proveedores de reconocida calidad.

⁷⁰ TECAM S.A. Ficha tecnica Condensadoras 1UEB3_03005_7N010C_C02. CALI. 2017.

Figura 35. Motores ventilador condensador

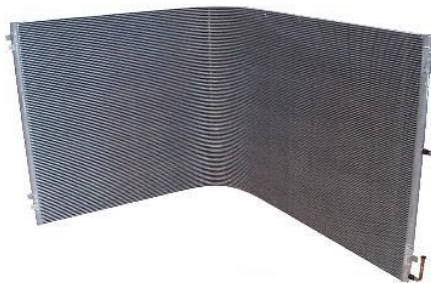


Fuente: TECAM S.A. Ficha técnica Condensadoras 1UEB3_03005_7N010C_C02. CALI. 2017.

Serpentín condensador

Su diseño curvo con gran área en la cara, aleta ondulada en aluminio, tubería de cobre flexible sin costura, la expansión del tubo que garantizan el óptimo ajuste entre tubo y aleta, logran una excelente transferencia de calor⁷¹.

Figura 36. Serpentin condensador



Fuente: TECAM S.A. Ficha técnica Condensadoras 1UEB3_03005_7N010C_C02. CALI. 2017.

⁷¹ TECAM S.A. Ficha tecnica Condensadoras 1UEB3_03005_7N010C_C02. CALI. 2017.

Ventilador axial

Fabricados y probados en el laboratorio de Ingeniería de LAU Industries, Inc., bajo estándares AMCA. Son balanceados estática y dinámicamente, para garantizar una operación con bajo nivel de ruido. Por su diseño y con la ayuda de un aro enfocador con diseño aerodinámico para la entrada del aire, permite manejar grandes volúmenes de aire de manera eficiente y silenciosa. Su construcción en aluminio los protege de la corrosión y los hace más livianos con menor riesgo a la vibración⁷².

Figura 37. Ventilador axial



Fuente: TECAM S.A. Ficha técnica Condensadoras 1UEB3_03005_7N010C_C02. CALI. 2017.

Gabinete

Construido con lámina de acero galvanizado G-90 en diferentes calibres que van desde el 20 hasta el 14, unidas con tornillería galvanizada con opción de tornillos inoxidables. Recubierto con pintura en polvo, por medio de un proceso electrostático y secado posterior en horno. En su fabricación se utiliza maquinaria con tecnología de punta (CNC) y personal altamente calificado.

⁷² TECAM S.A. Ficha tecnica Condensadoras 1UEB3_03005_7N010C_C02. CALI. 2017.

Figura 38. Gabinete estructura



Fuente: TECAM S.A. Ficha técnica Condensadoras 1UEB3_03005_7N010C_C02. CALI. 2017.

Otros componentes

- Los componentes usados en el sistema eléctrico y el sistema de refrigeración para la operación, control y protección de la condensadora con compresor, son entre otros:
 - Presostato para Alta y baja presión.
 - Válvulas de servicio.
 - Contactor.
 - Transformador.
- Para la instalación en campo se ofrecen de manera opcional:
 - Relés térmicos, Breakers y otras protecciones.
 - Válvula Solenoide.
 - Indicador de líquido.
 - Filtro secador.
- Los componentes suministrados con la Unidad Condensadora Remoto, son entre otros:
 - Válvulas de servicio
 - Contactor.
- Opcionalmente con la Unidad Condensadora remoto se ofrece:
 - Fan speed

Tabla 5. Características técnicas

UNIDAD		1UEBE								
MODELO	036			048			060			
PESO (lbs)	216			247			258			
REFRIGERANTE	R-410A									
CAPACIDAD NOMINAL (TR)	3			4			5			
SERPENTIN	TIPO – CANTIDAD	CURVO – 1								
	AREA (Pie ²)	12.5								
	ALETAS / PULG	15								
	N° DE FILAS	1			2					
	MATERIAL	COBRE – ALUMINIO								
VENTILADOR	TIPO – CANTIDAD	AXIAL – 1								
	DESCARGA	HORIZONTAL								
	CAUDAL NOM. (CFM)	4600								
	DIAM x Ø EJE	24 x 1/2								
MOTOR COND	POTENCIA (HP)	0.6								
	Ph / Hz	1 / 60								
	VELOCIDAD NOM. (RPM)	1100								
	VOLTIOS	220	380	460	220	380	460	220	380	460
	AMPERAJE	4.0	2.4	2.0	4.0	2.4	2.0	4.0	2.4	2.0
COMPRESOR	TIPO – CANTIDAD	SCROLL – 1								
	POTENCIA NOM. HP (kW)	4.0 (3.06)			5.4 (4.06)			6.5 (4.85)		
	VOLTIOS	220	380	460	220	380	460	220	380	460
	VOLTAJE MAXIMO	253	418	506	253	418	506	253	418	506
	VOLTAJE MINIMO	188	342	414	188	342	414	188	342	414
	Ph / Hz	3 / 60								
	AMPERAJE RLA	10.4	5.7	5.8	13.7	8.1	6.2	16	8.5	7.8
	AMPERAJE LRA	73	45	38	83.1	56	41	110	66	52

*Especificaciones sujetas a cambios sin previo aviso.

Fuente: TECAM S.A. Ficha técnica Condensadoras 1UEB3_03005_7N010C_C02. CALI. 2017.

Ficha técnica unidad de ventilación

- **Unidad de ventilación**

Figura 39. Unidad de ventilación



Fuente: TECAM S.A. Ficha técnica Ventilación 4FSM0_75660_5N0000_C02. CALI. 2017.

Ventilador

Equipada con ventiladores centrífugos de aletas inclinadas hacia adelante fabricados por LAU bajo estándares AMCA, que le permiten el manejo del aire a través de ductos o descarga libre al recinto o al medio exterior. Los ventiladores de los modelos 075 a 220 están acoplados directamente al motor, el cual por medio de sus diferentes velocidades le permite suministrar múltiples caudales de aire. Los ventiladores de los modelos 330 a 660 están acoplados al motor por medio de transmisión por bandas, permitiendo un múltiple rango de velocidades y diferentes caudales. El sistema está cuidadosamente diseñado para brindar una operación silenciosa, libre de vibraciones y ruidos molestos⁷³.

Figura 40. Blower ventilador



Fuente: TECAM S.A. Ficha técnica Ventilación 4FSM0_75660_5N0000_C02. CALI. 2017.

Transmisión

Solo en los modelos 330 a 660 se hace con transmisión por bandas entre el eje del ventilador y el motor. La transmisión es balanceada estática y dinámicamente. Poleas importadas balanceadas por su fabricante, garantizan una transmisión serena. Movimiento generado por Motores de excelente calidad, totalmente

⁷³ TECAM S.A. Ficha tecnica Ventilacion 4FSM0_75660_5N0000_C02. CALI. 2017.

cerrados, opcionalmente se suministran con motores de alto factor de servicio. Los rodamientos de trabajo pesado y larga vida, brindan un giro silencioso⁷⁴.

Figura 41. Transmisión correa-polea



Fuente: TECAM S.A. Ficha técnica Ventilación 4FSM0_75660_5N0000_C02. CALI. 2017.

Motor

Los motores de los modelos 075 a 220 se acoplan directamente con el ventilador, manejando múltiples caudales de aire gracias a las diferentes velocidades que ofrece este diseño. Los motores usados para mover el ventilador de los modelos 330 a 660 son a prueba de goteo o totalmente cerrados, fabricados por proveedores de reconocida calidad.

Figura 42. Motor unidad



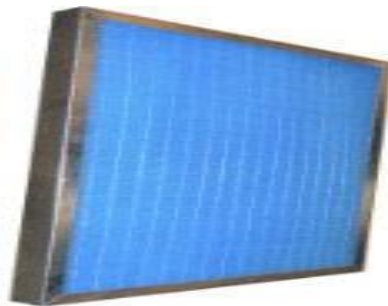
Fuente: TECAM S.A. Ficha técnica Ventilación 4FSM0_75660_5N0000_C02. CALI. 2017.

⁷⁴ TECAM S.A. Ficha tecnica Ventilacion 4FSM0_75660_5N0000_C02. CALI. 2017.

Filtros

Las unidades vienen equipadas con filtros WORKCLEAN lavables de 1" con marco metálico, fibra sintética y malla de soporte, los cuales permiten velocidades hasta de 500 fpm. Se puede tener acceso a los filtros para el servicio por el lado frontal o lateral siempre y cuando se retire el panel apropiado⁷⁵.

Figura 43. Filtros



Fuente: TECAM S.A. Ficha técnica Ventilación 4FSM0_75660_5N0000_C02. CALI. 2017.

Gabinete

Construido con lámina de acero galvanizado G-90 en diferentes calibres que van desde el 20 hasta el 14, unidas con tornillería galvanizada. Recubierto con pintura en polvo, por medio de un proceso electrostático y secado posterior en horno. En su fabricación se utiliza maquinaria con tecnología de punta (CNC) y personal altamente calificado.

⁷⁵ TECAM S.A. Ficha tecnica Ventilacion 4FSM0_75660_5N0000_C02. CALI. 2017.

Figura 44. Gabinete o estructura



Fuente: TECAM S.A. Ficha técnica Ventilación 4FSM0_75660_5N0000_C02. CALI. 2017.

Tabla 6. Características unidad de ventilación

MODELO		4FSM						
TAMAÑO		075	120	160	220	330	440	660
PESO (Kg)		58	60	63	72	82	102	160
TRANSMISION		ACOPLE DIRECTO				POR BANDAS		
VENTILADOR	TIPO / ASPAS	CENTRIFUGO / FORWARD-CURVED						
	CANTIDAD	1						
	DIA. x ANCHO (Nom.)	9 X 4	9 X 9	10 X 8	12 X 9	12 x 12	15 x 15	18 x 18
	CAUDAL NOM. (CFM)	750	1150	1250	2000	3000	4000	6000
MOTOR	POTENCIA (HP)	1/6	1/3	3/4	1.0	1.0	2.0	3.0
	VELOCID. NOM. (RPM)	1075				1750		
	Ph / Hz	1 / 60				3 / 60		
	VOLTIOS	208-230		208-230 / 460		220 / 440		
POLEAS	NUMERO DE CANALES	N.A.				1		
	DIA. CONDUCT. (Pulg)	N.A.				3.9		
	DIA. CONDUCTID. (Pulg)	N.A.				8.2		9.7
FILTRO	CANTIDAD	1				2		3
	TAMAÑO (Pulg.)	21x14	21x17.25	21x20.75	21x24.25	16.5x24	23x24	31x20

Fuente: TECAM S.A. Ficha técnica Ventilación 4FSM0_75660_5N0000_C02. CALI. 2017.

Manuales de mantenimiento

Unidad manejadora

1. Toma de parámetros de voltaje de entrada motor ventilador
2. Toma de parámetros de consumo (amperaje) motor ventilador
3. Verificación de diferencial de presión de prefiltros y filtros
4. Registro y medición de caudal de suministro con anemómetro

5. Registro y medición de temperaturas de retorno y suministro (antes y después de serpentín de enfriamiento/calefacción).
6. Verificación de fugas de aire en la unidad
7. Verificación de integridad de serpentín de enfriamiento/calefacción
8. Verificación de fugas refrigerantes en tuberías de refrigeración serpentín

Unidad condensadora

1. Toma de parámetros de voltaje de entrada motor ventilador
2. Toma de parámetros de consumo (amperaje) motor ventilador
3. Toma de parámetros de consumo (amperaje) compresor y motor ventilador
4. Verificación de protecciones equipos (Presostatos)
5. Verificación de presiones de trabajo del refrigerante en el circuito de refrigeración (línea de alta y línea de baja).
6. Verificación de parámetros de voltaje en conjunto de tarjeta de control (contactor – tarjeta – timer - transformador)
7. Verificación de parámetros en los capacitores (de arranque - marcha)
8. Verificación de fugas en circuito de refrigeración (válvulas de gusanillo, válvulas de corte y uniones / soldaduras).

Unidad de ventilación

1. Toma de parámetros de voltaje de entrada motor ventilador
2. Toma de parámetros de consumo (amperaje) motor ventilador
3. Registro y medición de caudal de suministro con anemómetro
4. Verificación de fugas de aire en la unidad
5. Verificación del estado de la correa de transmisión junto con la alineación de poleas
6. Ajuste y retorqueo de prisioneros, poleas, soportes y tornillería en general

3.1.1.3 Análisis de criticidad de equipos en la entidad de salud. El modelo de criticidad total por riesgo (CTR) presentado a continuación, es un proceso de análisis semicuantitativo, bastante sencillo y práctico, soportado en el concepto del riesgo, entendido como la consecuencia de multiplicar la frecuencia de un fallo por la severidad del mismo. Este método ha sido ampliamente desarrollado por consultoras y empresas internacionales y adaptadas a un número importante de industrias. A continuación, se presenta de forma detallada las expresiones utilizadas para jerarquizar los sistemas a partir del modelo CTR⁷⁶.

Figura 45. Ecuación criticidad total x Riesgo

$$\text{CTR} = \text{FF} \times \text{C}$$

Dónde,

CTR: Criticidad total x Riesgo

FF: Frecuencia de fallos (Rango de fallos en un tiempo determinado (Fallos/año))

C: Consecuencia de los eventos de fallos

Donde se supone además que el valor de las consecuencias (C), se obtiene a partir de la siguiente expresión.

Figura 46. Ecuación consecuencia de los eventos de fallos

$$\text{C} = (\text{IO} \times \text{FO}) + \text{CM} + \text{SHA}$$

Siendo:

IO: Factor de impacto en la producción

FO: Factor de flexibilidad operacional

CM: Factor de costos de mantenimiento

⁷⁶ PARRA, Carlos; CRESPO, Adolfo. Ingeniería de mantenimiento y fiabilidad aplicada en la gestión de activos. España. 2012. ISBN:978-84-95499-67-7

SHA: Factor de impacto en seguridad, higiene y ambiente

La expresión final del modelo de priorización de CTR será la siguiente:

Figura 47. Ecuación de criticidad total x riesgos

$$CTR = FF \times ((IO \times FO) + CM + SHA)$$

Los factores ponderados de cada uno de los criterios a ser evaluados por la expresión del riesgo se presentan a continuación:

- **Factor de frecuencia de falla (FF) (Escala 1 a 4)**

4: Frecuente: mayor de 2 eventos al año

3: Promedio: (1 y 2 eventos al año)

2: Bueno: (entre 0,5 y 1 evento al año)

1: Excelente: (Menos de 0,5 eventos al año)

- **Factores de consecuencia**

- **Impacto operacional (IO) (Escala 1 – 10)**

10: Perdidas de producción superiores al 75%

7: Perdidas de producción entre 50% y 74%

5: Perdidas de producción entre el 25% y 49%

3: Perdidas de producción entre el 10% y el 24%

1: Perdidas de producción Menor al 10%

- **Impacto o flexibilidad operacional (FO) (Escala 1-4)**

4: No se cuenta con unidades de reserva para cubrir la producción, tiempos de reparación y logística muy grandes

2: Se cuenta con unidades de reserva que logran cubrir de forma parcial el impacto de producción, tiempos de reparación y logística intermedios

1: Se cuenta con unidades de reserva en línea, tiempos de reparación y logística pequeños

- **Impacto en costos de mantenimiento (CM) (Escala 1 - 2)**

2: Costos de reparación, materiales y mano de obra superiores a 20 mil dólares

1: Costos de reparación, materiales y mano de obra inferiores a 20 mil dólares.

- **Impacto en seguridad, higiene y ambiente (SHA) (Escala 1 - 8)**

8: Riesgo alto de pérdida de vida, daños graves a la salud del personal y/o incidente ambiental mayor (Catastrófico), que exceden los límites permitidos

6: Riesgo medio de pérdida de vida, daños importantes a la salud y/o incidente ambiental de difícil restauración.

3: Riesgo mínimo de pérdida de vida y afección a la salud (recuperable en el corto plazo) y/o incidente ambiental menor (Controlable), derrames fáciles de contener y fugas repetitivas.

1: No existe ningún riesgo de pérdida de vida, ni afección a la salud ni daños ambientales.

La selección de los factores ponderados se realiza en reuniones de trabajo con la participación de las distintas personas involucradas en el contexto operacional del activo en estudio (operaciones, mantenimiento, procesos, seguridad y ambiente). Posteriormente se seleccionan los sistemas a priorizar y se genera una tormenta de ideas en la que se le asignan a cada equipo los valores correspondientes a cada uno de los factores que integran la expresión de criticidad total por riesgo. Para obtener el nivel de criticidad de cada equipo/sistema, se toman los valores totales de cada uno de los factores principales: la frecuencia y consecuencia de los fallos y

se ubican en la matriz de criticidad 4 x 4. El valor de la frecuencia de fallos se ubica en el eje vertical y el valor de consecuencia en el eje horizontal (Se toma el resultado final de la expresión $(IOxFO)+CM+SHA$). La matriz de criticidad mostrada a continuación, permite jerarquizar los sistemas en tres áreas⁷⁷:

- Área de sistemas No Críticos (NC)
- Área de Sistemas De Media Criticidad (MC)
- Área de sistemas Críticos (C)

Figura 48. Matriz de criticidad

FRECUENCIA	4	MC	MC	C	C	C
	3	MC	MC	MC	C	C
	2	NC	NC	MC	C	C
	1	NC	NC	NC	MC	C
		10	20	30	40	50
		CONSECUENCIA				

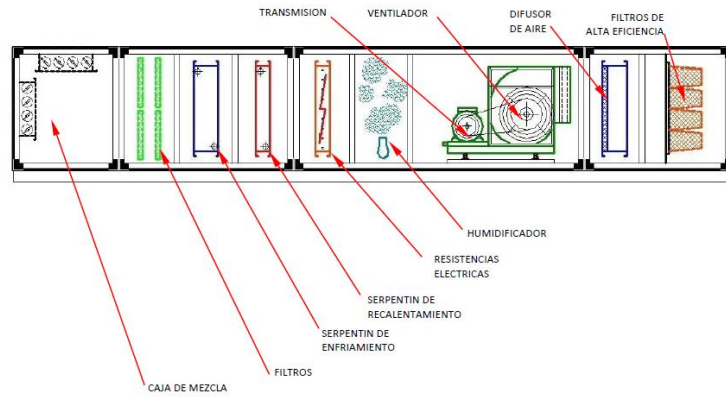
Fuente: PARRA, Carlos; Crespo, Adolfo. Ingeniería de mantenimiento y fiabilidad aplicada en la gestión de activos. España. 2012.ISBN:978-84-95499-67-7

Ejemplo:

Hallar la criticidad total por riesgo de una unidad manejadora de un sistema de aire acondicionado instalado en una entidad de salud en la ciudad de Bogotá.

⁷⁷ PARRA, Carlos; CRESPO, Adolfo. Ingeniería de mantenimiento y fiabilidad aplicada en la gestión de activos. España. 2012.ISBN:978-84-95499-67-7

Figura 49. Componentes de una manejadora



Fuente: TECAM S.A. Ficha técnica manejadora 3AHB/3ADB/3ADBT. CALI. 2017.

De acuerdo a cada uno de los componentes del equipo, se pondera el valor correspondiente según su repuesto y funcionalidad.

Tabla 7. Matriz de criticidad según modelo CTR

Equipos	Listado de partes	Factor de impacto en la producción (IO) (1-10)	Factor de flexibilidad operacional (FO) (1-4)	Factor de costos de mantenimiento (CM) (1-2)	Factor de impacto en seguridad, higiene y ambiente (SHA) (1-8)	Consecuencia (C)	Frecuencia de Falla (FF)	CRITICIDAD TOTAL POR RIESGO (CTR)	Estado de criticidad
Unidad Manejadora	Correa	10	1	1	8	19	3	57	C
	Filtro alta eficiencia	10	1	2	8	20	2	40	C
	Prefiltro	5	1	1	3	9	4	36	C
	Serpentín	3	4	2	3	17	2	34	C
	Ventilador	10	2	2	8	30	1	30	MC
	Motor	10	1	1	8	19	1	19	NC
	Resistencias eléctricas	3	2	1	3	10	1	10	NC
	Humidificador	3	2	1	3	10	1	10	NC
	Difusor de aire	1	2	1	1	4	1	4	NC

Fuente: autores del proyecto

De acuerdo a la evaluación, se concluye que la correa, el sistema de filtración y el serpentín son componentes de alta criticidad y que se hace necesario la aplicación de un mantenimiento preventivo y un stock de repuestos según su frecuencia de falla, como en el caso de la correa y filtros.

Los resultados de la evaluación de los factores anteriores, pueden variar en función de las consideraciones que haga la empresa para cada instalación en particular o circunstancia temporal específica, de manera que se puede obtener diversas variaciones de la función de riesgo y por tanto de la matriz de criticidad⁷⁸.

Criticidad basada en el riesgo

Teniendo en cuenta los procesos de intervención de equipos por criticidad anteriormente mencionados, este modelo gerencial propone una criticidad basada en el riesgo, el cual se enfoca en el alto grado de riesgo al que son expuestos los usuarios y funcionarios en las áreas blancas. Se puede demostrar con la siguiente figura 50.

Figura 50 Ecuación impacto criticidad basada en riesgo

$$\mathbf{CTR = SHA (C \times FF)}$$

⁷⁸ PARRA, Carlos; CRESPO, Adolfo. Ingeniería de mantenimiento y fiabilidad aplicada en la gestión de activos. España. 2012. ISBN:978-84-95499-67-7

3.1.1.4 Orden de servicio.

Tabla 8. Formato Orden de Trabajo

LOGO EMPRESA		ORDEN DE TRABAJO				CONSECUTIVO: 000X
						EDICION: XX/XX/XX
						VERSION: 0
EM PRESA					Fecha:	
NOMBRE				CARGO	No OT:	
TIPO SISTEMA			CODIFICACION EQUIPO:			
PROYECTO:			TIPO TRABAJO:	PREV ENTIVO	CORRECTIVO	
EQUIPO	MODELO			TIPO EQUIPO	CAPACIDAD	
MARCA	SERIE			REFRIGERANTE	VOLTAJE	
ALCAN CE TRABAJOS:						

ACTIVIDAD	COD REPUESTO	UND	CANT	OBSERVACIONES		
1						
2						
3						
4						
5						
6						
REPUESTO/INSUMO	CODIGO	UND	CANT	OBSERVACIONES		
1						
2						
3						
4						
5						
6						
HERRAMIENTA	CODIGO	UND	CANT	OBSERVACIONES		
1						
2						
3						
4						
5						
6						
PERSONAL	CODIGO	CARGO	OBSERVACIONES			
1						
2						
3						
4						
5						
6						
OBSERVACIONES:						

FIRMAS						
_____		_____		_____		
VaBo ELABORADO		VaBo AUTORIZADO		VaBo AREA HSE		
Nombre:		Nombre:		Nombre:		
CC No.		CC No.		CC No.		

Fuente: autores del proyecto

3.1.1.5 Formatos de hojas de vidas de equipos

Tabla 9. Formato de Hoja de Vida de Equipo

LOGO EMPRESA		FORMATO HOJA DE VIDA						CONSECUTIVO: 00XX	
								EDICION: XX/XX/XX	
								VERSION: 0	
EMPRESA								Fecha:	
NOMBRE		CARGO				No Hv:			
AREA/UBICACIÓN		CODIFICACION EQUIPO:				TIPO SISTEMA			
EQUIPO		MODELO	TIPO EQUIPO			CAPACIDAD			
MARCA		SERIE	POTENCIA	Hz:	VOLTAJE				
REFRIGERANTE		PRESIONES ALTA:	BAJA:	FASES	CAUDAL:	CONSUMO NOMINAL			
REFILTRO:		TIPO SERPENTIN:		MOTOR EVAPOR:	TIPO CORREA	ACCESO A EQUIPO:			
FILTRO INTERMEDIO:		DIMENSIONES:		MOTOR COND:	CORREA	<input type="checkbox"/>	ESCALERA	<input type="checkbox"/>	
FILTRO FINAL:		SERPENTIN:		TIPO TRANSMISION:	POLEA:	<input type="checkbox"/>	ANDAMIO	<input type="checkbox"/>	
						<input type="checkbox"/>	PEATONAL	<input type="checkbox"/>	
						<input type="checkbox"/>	CONFINADO	<input type="checkbox"/>	
DESCRIPCION INTERVENCION	No OT	TIPO		TECNICO	FECHA	OBSERVACIONES			
		REVENTIVO	RECTIVO						
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									
13									
14									
15									
16									
17									
18									
19									
20									
OBSERVACIONES:									
FIRMAS									
_____ VoBo ELABORADO Nombre: CC No.				_____ VoBo AUTORIZADO Nombre: CC No.					

Fuente: autores del proyecto

3.1.1.6 Inventarios de repuestos

Tabla 10. Listado de repuestos

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	EQUIPO	SISTEMA	CONSECUTIVO
1	REFRIGERANTE R-410A	LB	UCA-R	01	001
2	REFRIGERANTE R-22	LB	UCA-R	01	002
3	GAS NITROGENO	m3	UCA-R	01	003
4	CILINDRO GAS MAPP	UND	UMA-R	01	001
5	GAS OXIACETILENO	UND	UMA-R	01	002
6	PRO FLUSH 16oz	UND	UCA-R	01	004
7	LIMPIADOR UNIVERSAL DESISCRUSTANTE	GL	UMA-R	01	003
8	BREAKER BIPOLAR 2 X 6	UN	TC-R	03	001
9	BREAKER TRIPOLAR 3 X 50	UN	TP-R	03	001
10	CILINDRO DE RECUPERACION 30LB	UN	UCA-R	01	005
11	CILINDRO DE RECUPERACION 50LB	UN	UCA-R	01	006
12	COMPRESOR ROTATIVO 9KBTU R22 208V	UN	UCA-R	01	007
13	COMPRESOR ROTATIVO 12KBTU R22 208V	UN	UCA-R	01	008
14	COMPRESOR ROTATIVO 18KBTU R22 208V	UN	UCA-R	01	009
15	COMPRESOR ROTATIVO 24KBTU R22 208V	UN	UCA-R	01	010
16	COMPRESOR ROTATIVO 36KBTU R22 208V	UN	UCA-R	01	011
17	COMPRESOR ROTATIVO 9KBTU R410A 208V	UN	UCA-R	01	012
18	COMPRESOR ROTATIVO 12KBTU R410A 208V	UN	UCA-R	01	013
19	COMPRESOR ROTATIVO 24KBTU R410A 208V	UN	UCA-R	01	014
20	COMPRESOR ROTATIVO 36KBTU R410A 208V	UN	UCA-R	01	015
21	COMPRESOR SCROLL 36KBTU 208V PH1 R22	UN	UCA-R	01	016
22	COMPRESOR SCROLL 48KBTU 220V PH1 R22	UN	UCA-R	01	017
23	COMPRESOR SCROLL 60KBTU 220V PH1 R22	UN	UCA-R	01	018
24	COMPRESOR SCROLL 60KBTU 220V PH3 R22	UN	UCA-R	01	019
25	COMPRESOR SCROLL 90KBTU 220V PH3 R22	UN	UCA-R	01	020
26	COMPRESOR SCROLL 120KBTU 220V PH3 R22	UN	UCA-R	01	021
27	COMPRESOR SCROLL 36KBTU 208V PH1 R410A	UN	UCA-R	01	022
28	COMPRESOR SCROLL 48KBTU 208V PH1 R410A	UN	UCA-R	01	023
29	COMPRESOR SCROLL 60KBTU 208V PH1 R410A	UN	UCA-R	01	024
30	COMPRESOR SCROLL 36KBTU 208V PH3 R410A	UN	UCA-R	01	025
31	COMPRESOR SCROLL 48KBTU 208V PH3 R410A	UN	UCA-R	01	026
32	COMPRESOR SCROLL 60KBTU 208V PH3 R410A	UN	UCA-R	01	027
33	CONTACTOR BIPOLAR 40 AM BOBINA DE 220v		UCA-R	01	028
34	CORREA TRANSMISION BLOWER - MOTOR	UN	UMA-R	01	004
35	TUBERIA DE REFRIGERACION 1/4". INCLUYE ACCESORIOS, SOPORTES Y AISLAMIENTO EN RUBATEX	ML	UMA-R	01	005

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	EQUIPO	SISTEMA	CONSECUTIVO
36	TUBERIA DE REFRIGERACION 3/8". INCLUYE ACCESORIOS, SOPORTES Y AISLAMIENTO EN RUBATEX	ML	UMA-R	01	006
37	TUBERIA DE REFRIGERACION 1/2". INCLUYE ACCESORIOS, SOPORTES Y AISLAMIENTO EN RUBATEX	ML	UMA-R	01	007
38	TUBERIA DE REFRIGERACION 5/8". INCLUYE ACCESORIOS, SOPORTES Y AISLAMIENTO EN RUBATEX	ML	UMA-R	01	008
39	TUBERIA DE REFRIGERACION 3/4". INCLUYE ACCESORIOS, SOPORTES Y AISLAMIENTO EN RUBATEX	ML	UMA-R	01	009
40	TUBERIA DE REFRIGERACION 7/8". INCLUYE ACCESORIOS, SOPORTES Y AISLAMIENTO EN RUBATEX	ML	UMA-R	01	010
41	TUBERIA DE REFRIGERACION 1 1/8". INCLUYE ACCESORIOS, SOPORTES Y AISLAMIENTO EN RUBATEX	ML	UMA-R	01	011
42	TUBERIA DE REFRIGERACION 1 3/8". INCLUYE ACCESORIOS, SOPORTES Y AISLAMIENTO EN RUBATEX	ML	UMA-R	01	012
43	TUBERIA DE REFRIGERACION 1 5/8". INCLUYE ACCESORIOS, SOPORTES Y AISLAMIENTO EN RUBATEX	ML	UMA-R	01	013
44	FAN RELAY A 24 VOLT	UN	UCA-R	01	029
45	PROTECTOR BIFASICO DE VOLTAJE 208v	UN	TC-R	03	002
46	PROTECTOR TRIFASICO DE VOLTAJE 208v	UN	TC-R	03	003
47	CAPACITOR 3-5uF 370vac	UN	UCA-R	01	030
48	CAPACITOR 7-30uF 370vac	UN	UCA-R	01	031
49	CAPACITOR 35-55uF 370vac	UN	UCA-R	01	032
50	CAPACITOR 55-80uF 370vac	UN	UCA-R	01	033
51	INDICADOR DE LIQUIDO 3/8" R22/R410A	UN	UCA-R	01	034
52	INDICADOR DE LIQUIDO 5/8" R22/R410A	UN	UCA-R	01	035
53	INDICADOR DE LIQUIDO 7/8" R22/R410A	UN	UCA-R	01	036
54	TRANSFORMADOR 40w 208v-24v	UND	TC-R	03	004
55	TRANSFORMADOR 75w 208v-24v	UND	TC-R	03	005
56	VALVULA DE EXPANSION 5TR R22	UND	UMA-R	01	014
57	VALVULA DE EXPANSION 7.5TR R22	UND	UMA-R	01	015
58	VALVULA DE EXPANSION 5TR R410	UND	UMA-R	01	016
59	VALVULA DE EXPANSION 7.5TR R410	UND	UMA-R	01	017
60	TERMOSTATO DIGITAL NO PROGRAMABLE 1 ETAPA	UND	UCA-R	01	037
61	TERMOSTATO DIGITAL PROGRAMABLE 1 ETAPA	UND	UCA-R	01	038
62	TERMOSTATO DIGITAL PROGRAMABLE 2 ETAPA	UND	UCA-R	01	039
63	GUARDA TERMOSTATO	UND	UCA-R	01	040

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	EQUIPO	SISTEMA	CONSECUTIVO
64	BOMBA DE CONDENSADO MINI	UND	UMA-R	01	018
65	BOMBA DE CONDENSADO MAXI	UND	UMA-R	01	019
66	DUCTO LAMINA GALVANIZADA CL24. INCLUYE SOPORTES Y ACCESORIOS	m2	UMA-R	01	020
67	DUCTO LAMINA GALVANIZADA CL24 AISLADO CON THERMOLON 12mm. INCLUYE SOPORTES Y ACCESORIOS	m2	UMA-R	01	021
68	DUCTO LAMINA GALVANIZADA CL22. INCLUYE SOPORTES Y ACCESORIOS	m2	UMA-R	01	022
69	DUCTO LAMINA GALVANIZADA CL22 AISLADO CON THERMOLON 12mm. INCLUYE SOPORTES Y ACCESORIOS	m2	UMA-R	01	023
70	AISLAMIENTO EN DUCT WRAP. INCLUYE ACCESORIOS Y FIJACIONES	m2	UMA-R	01	024
71	DUCTO EN FIBRA DE VIDRIO DUCTOGLASS GOLD 20mm. INCLUYE SOPORTES Y ACCESORIOS	m2	UMA-R	01	025
72	DUCTO EN POLISOCIANURATO 20mm. INCLUYE SOPORTES Y ACCESORIOS	m2	UMA-R	01	026
73	DUCTOFLEX 6" INCLUYE ACCESORIOS Y FIJACIONES	ml	UMA-R	01	027
74	DUCTOFLEX 8" INCLUYE ACCESORIOS Y FIJACIONES	ml	UMA-R	01	028
75	DUCTOFLEX 10" INCLUYE ACCESORIOS Y FIJACIONES	ml	UMA-R	01	029
76	DUCTOFLEX 12" INCLUYE ACCESORIOS Y FIJACIONES	ml	UMA-R	01	030
77	DUCTOFLEX 6" INCLUYE ACCESORIOS Y FIJACIONES	ml	UMA-R	01	031
78	DUCTOFLEX 8" AISLADO	ml	UMA-R	01	032
79	DUCTOFLEX 10" AISLADO	ml	UMA-R	01	033
80	DUCTOFLEX 12" AISLADO	ml	UMA-R	01	034
81	PREFILTRO EN MARCO LAMINA GALV MEDIO FILTRANTE LAVABLE 20"x24"x2"	UND	UVE-R	02	035
82	FILTRO SECADOR 1/4" R22/R410	UN	UCA-R	01	041
83	FILTRO SECADOR 3/8" R22/R410	UN	UCA-R	01	042
84	FILTRO SECADOR 1/2" R22/R410	UN	UCA-R	01	043
85	FILTRO SECADOR 5/8" R22/R410	UN	UCA-R	01	044
86	FILTRO SECADOR 7/8" R22/R410	UN	UCA-R	01	045
87	PREFILTRO EN MARCO LAMINA GALV MEDIO FILTRANTE LAVABLE 24"x24"x2"		UVA-R	01	036
88	SOPORTE ELIMINADOR DE VIBRACION PEQUEÑO	UN	UCA-R	01	046
89	SOPORTE ELIMINADOR DE VIBRACION GRANDE	UN	UMA-R	01	035
90	MOTOR EVAPORADORA FANCOIL EJE SENCILLO 208v	UN	UMA-R	01	036
91	MOTOR EVAPORADORA FANCOIL EJE DOBLE 208v	UN	UMA-R	01	037
92	MOTOR CONDENSADORA 1/4HP 1075rpm 208v PH1	UN	UCA-R	01	047
93	MOTOR CONDENSADORA 1/2HP 1075rpm 208v PH1	UN	UCA-R	01	048
94	MOTOR CONDENSADORA 3/4HP 1075rpm 208v PH1	UN	UCA-R	01	049

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	EQUIPO	SISTEMA	CONSECUTIVO
95	ACEITE MINERAL CAPELLA 32	GL	UCA-R	01	050
96	ACEITE MINERAL CAPELLA 68	GL	UCA-R	01	051
97	ACEITE SINTETICO POLIESTER SW32	GL	UCA-R	01	052
98	ACEITE SINTETICO POLIESTER SW68	GL	UCA-R	01	053

Fuente: autores del proyecto

3.2 SELECCIÓN DE EQUIPOS DE VENTILACIÓN Y AIRE ACONDICIONADO PARA SUS PROCEDIMIENTOS DE INTERVENCIÓN

3.2.1 Selección de equipos a intervenir según su criticidad. Teniendo en cuenta el análisis de criticidad realizado anteriormente, se evidencian valores de frecuencia (>3) y consecuencia (>20), estos datos plasmados en la matriz de criticidad de la figura 48 se ubican en el área de equipos críticos. Por lo tanto, son equipos que requieren un plan de mantenimiento preventivo o una estrategia de intervención priorizada. Respecto a los valores de frecuencia de falla (<3) y consecuencia (<20), estos datos plasmados en la matriz de criticidad se ubican en el área de equipos Semi Críticos y No Críticos. Por lo tanto, las rutinas o estrategias no son tan rigurosas en comparación con los equipos críticos, Esto permite priorizar los equipos que van a hacer intervenido por el modelo gerencial de mantenimiento propuesto, teniendo en cuenta su costo, vida útil, frecuencias de falla, consecuencia y análisis de criticidad.

3.2.2 Selección de tareas, recomendaciones de seguridad, procedimiento de arranque de equipo y recolección de nuevos datos. Una vez realizado el análisis de criticidad se debe establecer los cronogramas de intervención e inspecciones periódicas a equipos según sus áreas de cubrimiento. Por tal motivo se establecen una serie de tareas iniciales que permiten establecer las rutinas de intervención e inspección de los sistemas de ventilación y aire acondicionado.

Selección de tareas iniciales

- Antes de intervenir el equipo des energice la unidad y verifique que no haya presencia de carga eléctrica en los componentes.
- Inspección de general de componentes internos e integridad de los mismos.
- Revisión de fugas de refrigerante: Localice y repare fugas de refrigerante.

- Verifique que la carga de refrigerante se adecuada respecto a los parámetros establecidos por el fabricante.
- Verifique el estado del filtro secador siempre q el sistema haya sido abierto para alguna reparación.
- Una vez realizadas estas verificaciones iniciales, remitirse a los manuales de mantenimiento según el equipo o la unidad a intervenir, indicadas en el numeral 3.1.1.2 de este documento.

La programación del mantenimiento de los equipos a intervenir, se establecerá bajo la concertación de las personas encargadas de las áreas de servicios para así generar el cronograma de mantenimiento en los formatos establecidos como se muestra en la tabla 11.

Tabla 11 Formato cronograma de mantenimiento

LOGO ENTIDAD													
FORMATO CRONOGRAMA SERVICIOS													
AREA:													
Funcionario:													
ACTIVIDAD	PORCENTAJE COMPLETADO	MES											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Mantenimiento equipos área Esterilización	33%	■		■		■		■		■		■	
Mantenimiento equipos área SALA CIRUGIA 1	33%	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Mantenimiento equipos área UCI Hospitalización	33%	■		■		■		■		■		■	
	100%												
VoBo LIDER MTTO						VoBo JEFE DE AREA							

Fuente: Autores del proyecto

Recomendaciones de seguridad.

- Verificar si la unidad se encuentra en un lugar apropiado, nivelada y con libramientos apropiados para su intervención.
- Verificar si la red de ductos se encuentra debidamente instaladas con sus soportes y el arreglo apropiado a las unidades.
- Verificar que el cableado eléctrico se encuentre debidamente dimensionado y colocado de acuerdo al diagrama unifilar de la unidad.
- Verificar si la unidad está debidamente derivada a tierra con sus fusibles o protecciones y la capacidad recomendada para realizar la intervención.

Formato comprobante de prueba y operación

Tabla 12. Formato comprobante pruebas y operación

LOGO EMPRESA		COMPROBANTE PRUEBAS Y OPERACIÓN				CODIGO: XXXX			
						EDICION: 06/09/2018			
						VERSION: 0			
INFORMACION GENERAL									
EMPRESA:				CODIGO EQUIPO:		CONSECUTIVO:			
NOMBRE:				PREVENTIVO:					
AREA/UBICACIÓN:				CORRECTIVO:					
DATOS GENERALES DEL EQUIPO									
MANEJADORA MARCA:		MODELO:		VOLTAJE:		SERIE:			
CONDENSADORA MARCA:		MODELO:		VOLTAJE:		SERIE:			
REFRIGERANTE:		TIPO EQUIPO:				CAPACIDAD:			
LISTA DE CHEQUEO						SI	NO	N/A	
Espacios para acceso y mantenimiento alrededor de las unidades son adecuados.									
Las tuberías de refrigeración fueron instaladas de acuerdo a las recomendaciones del fabricante									
Se instalaron sifones en la línea de succión cuando fue necesario.									
Se verificó que el aislamiento termico este completo y en buenas condiciones para evitar condensación de agua.									
Las tuberías de refrigerante no rozan ningún objeto									
Las unidades fueron instaladas y niveladas para su óptimo funcionamiento									
Verificar que la tención de la instalación está de acuerdo con el del acondicionador.									
Verificar la secuencia de las fases. Ella debe ser en sentido de las agujas del reloj.									
Inspeccionar todas las conexiones eléctricas. Ellas deberán estar limpias y apretadas.									
Abrir las válvulas de las líneas de succión, de líquido y la válvula de servicio de descarga.									
El termostato de control está correctamente instalado									
Verificar si los ventiladores no están trabados y giran libremente.									
Se verificó las tuberías de drenaje esten conectadas y con el desnivel adecuado para la evacuación									
Verificar las acometidas eléctricas y de control esten acordes a lo estipulado en los unifilares									
DIAMETRO LINEA DE LIQUIDO:		DIAMETRO LINEA DE SUCCION:		LONGITUD TUBERIA:					
DIAMETRO DE TUBERIA CIRCUITO DE AGUA DE CONDENSACION:									
TIPO DE TUBERIA CIRCUITO AGUA CONDENSACION:									
PRUEBAS DE PRESURIZACION									
PRESION INICIAL PSI:		PRESION FINAL PSI:		FECHA INICIO:		FECHA FINAL:			
OBSERVACIONES:									
PRUEBAS DE VACIO									
PRUEBA DE VACIO:		MICRONES:		FECHA INICIO:		FECHA FINAL:			
PRUEBAS DE OPERACIÓN UNIDAD CONDENSADORA									
VOLTAJE	L1-L2:		L1-L3:		L2-L3:	AMP TOTALIZADOR	AMP PLACA		
AMPERAJE MOTOR :	L1:		L2:		L3:	FLA	CAPACITOR		
AMP. COMPRESOR	L1:		L2:		L3:	FLA	CAPACITOR		
PRESIÓN LINEA SUCCIÓN :			PRESION LINEA LIQUIDO:		TEMP. DE SUCCION: °C		TEMP. LINEA LIQUIDO: °C		
TEMPERATURA DE RETORNO: °C			T. SALIDA °C		SUPER HEAT	SUBCOOLING	T.AMBIENTE		
PRUEBAS DE OPERACIÓN UNIDAD MANEJADORA									
VOLTAJE	L1-L2:		L1-L3:		L2-L3:	AMP TOTALIZADOR	AMP PLACA		
AMPERAJE MOTOR :	L1:		L2:		L3:	FLA	CAPACITOR		
TEMP RETORNO: °C			TEMP SALIDA: °C		TEMP CUARTO: °C		SET POINT °C		
CIRCUITO AGUA DE CONDENSACION									
PRESION ENTRADA PSI		PRESION SALIDA PSI		TEMP ENTRADA: °C		TEMP DE SALIDA °C:			
OBSERVACIONES GENERALES:									
EMPRESA				RECIBE					
NOMBRE				FIRMA		NOMBRE		FIRMA	

Fuente: autores del proyecto

Procedimiento de arranque de equipo

Con el equipo en su posición, estará listo para proceder con las adecuaciones previas al arranque, tenga en cuenta las siguientes recomendaciones:

- Retire todos los paneles de acceso.
- Inspeccione para detectar daños en el envío y manejo tales como partes sueltas, líneas rotas, alambres desconectados, etc.
- Inspeccione para detectar aceite en todas las conexiones de tubo y en la base de la unidad. El detectar aceite generalmente indica una fuga de refrigerante. Realice pruebas de fuga a todas las conexiones de tubo con un detector de fuga electrónico o con una solución de jabón líquido.
- Inspeccione todas las conexiones de alambrado de fábrica y externo.
- Asegúrese que todas las conexiones estén completas y apretadas
- Asegúrese de que el aspa del ventilador exterior este colocado en la posición correcta en el orificio del ventilador. La parte superior del aspa deberá estar a 3,125" abajo con el respecto a la rejilla del condensador
- Asegúrese de que el filtro de aire este en su lugar.
- Asegúrese de que la bandeja de drenado de la manejadora y la trampa estén llenos de agua, para asegurar el drenado adecuado.
- Asegúrese de que todas las herramientas y partes misceláneas haya sido retiradas de la unidad.

Procedimiento recolección de datos

En esta etapa del proceso del modelo gerencial propone la instalación y uso de un instrumento de conteo de partículas en el área blanca según recomendaciones en la norma ISO 14644, con el objetivo de llevar un control y seguimiento periódico del estado y calidad del aire.

Figura 51. Contador de partículas en aire remoto serie MET ONE 6000P



Fuente: BECKMAN COULTER. Contador de partículas MET ONE 6000P. [En línea]. [Consultado el día 3 de Noviembre de 2018]. Disponible en: <https://www.beckman.com/air-particle-counters/met-one-6000p>

Tabla 13. Formato de arranque y recolección de datos

LOGO EMPRESA		TOMA DE DATOS PRUEBAS PRESURIZACION, VACÍO Y ARRANQUE - SISTEMAS DE AIRE ACONDICIONADO		CODIGO:
				EDICION: 01/09/2018
				VERSION: 0
INSTALACION		CORRECTIVO		CONSECUTIVO
INFORMACION GENERAL				
EMPRESA			FECHA :	UBICACIÓN:
DIRECCION			TELEFONO:	CIUDAD:
CONTACTO			CARGO:	
UMA (modelo):		MARCA:	UCA (modelo):	MARCA:
UMA (SERIE)			UCA (SERIE):	REFRIGERANTE:
INSTALACION MECANICA CIRCUITO # 1			INSTALACION MECANICA CIRCUITO # 2	
TIPO DE TUBERIA:			TIPO DE TUBERIA:	
DIAMETRO DE TUBERIA DESCARGA			DIAMETRO DE TUBERIA DESCARGA	
DIAMETRO TUBERIA SUCCIÓN			DIAMETRO TUBERIA SUCCIÓN	
DIAMETRO DE TUBERIA LIQUIDO			DIAMETRO DE TUBERIA LIQUIDO	
DISTANCIA TOTAL ENTRE UMA Y UCA			DISTANCIA TOTAL ENTRE UMA Y UCA	
PRUEBAS DE PRESURIZACION CIRCUITO # 1			PRUEBAS DE PRESURIZACION CIRCUITO # 2	
PRESION INICIAL DE SISTEMA		PSIG	PRESION INICIAL DE SISTEMA	
HORA INICIO:		FECHA:	HORA INICIO:	
PRESION FINAL DE SISTEMA		PSIG	PRESION FINAL DE SISTEMA	
HORA FINAL:		FECHA:	HORA FINAL:	
RECIBE:		FIRMA:	RECIBE:	
ENTREGA:		FIRMA:	ENTREGA:	
PRIMER PRUEBA DE VACIO CIRCUITO # 1			PRIMER PRUEBA DE VACIO CIRCUITO # 2	
HORA INICIO:		FECHA:	HORA INICIO:	
HORA FINAL:		FECHA:	HORA FINAL:	
LECTURA DE VACUOMETRO			LECTURA DE VACUOMETRO	
RECIBE:		FIRMA:	RECIBE:	
ENTREGA:		FIRMA:	ENTREGA:	
SEGUNDA PRUEBA DE VACIO CIRCUITO # 1			SEGUNDA PRUEBA DE VACIO CIRCUITO # 2	
HORA INICIO:		FECHA:	HORA INICIO:	
HORA FINAL:		FECHA:	HORA FINAL:	
LECTURA DE VACUOMETRO			LECTURA DE VACUOMETRO	
RECIBE:		FIRMA:	RECIBE:	
ENTREGA:		FIRMA:	ENTREGA:	
TERCER PRUEBA DE VACIO CIRCUITO # 1			TERCER PRUEBA DE VACIO CIRCUITO # 2	
HORA INICIO:		FECHA:	HORA INICIO:	
HORA FINAL:		FECHA:	HORA FINAL:	
LECTURA DE VACUOMETRO:			LECTURA DE VACUOMETRO:	
RECIBE:		FIRMA:	RECIBE:	
ENTREGA:		FIRMA:	ENTREGA:	
PARAMETROS DE FUNCIONAMIENTO				
VOLTAJE: L1-L2()L1-L3()L2-L3()			VOLTAJE: L1-L2()L1-L3()L2-L3()	
CARGA REFRIGERANTE (CIRCUITO1)		LBS	CARGA REFRIGERANTE (CIRCUITO2)	
MODELO COMPRESOR 1:			MODELO COMPRESOR 2:	
AMPERAJE COMP 1 L1: L2: L3:			AMPERAJE COMP 2 L1: L2: L3:	
PRESIÓN SUCCIÓN :		PRESION LIQUIDO:	PRESIÓN SUCCIÓN :	
TEMP RETORNO UMA: °C		TEMP SALIDA UMA:°C	UCA	
AMP MOTOR 1: L1. L2: L3:			AMP MOTOR 1: L1. L2: L3:	
AMP MOTOR 2: L1. L2: L3:			AMP MOTOR 2: L1. L2: L3:	
AMP MOTOR 3: L1. L2: L3:			AMP MOTOR 3: L1. L2: L3:	
TEMP CUARTO : °C		HUMEDAD CUARTO:	AMP MOTOR 4: L1. L2: L3:	
SET POINT: °C %		VOLTAJE TRANS :	TEMP RETORNO UCA: °C	
AMP HUMIDIFICADOR : L1. L2: L3:			TEMP SALIDA UCA:°C	
AMP REHEAT: R1: R2: R3:				
OBSERVACIONES:				
ENTREGA:		FIRMA:	RECIBE:	FIRMA

Fuente: autores del proyecto

3.3 ENFOQUE HACIA LA ORGANIZACIÓN TÁCTICA DEL MANTENIMIENTO

Una vez las empresas alcanzan la madurez para el manejo real y conceptual de las acciones posibles de mantenimiento, empiezan a adoptar una estructura para el desarrollo secuencial, lógico y organizado del conjunto de acciones de mantenimiento que aplican. Con el fin de gestar y operar el mantenimiento bajo un sistema organizado, en esta fase adoptan una táctica de mantenimiento entre las que se destacan TPM (especialmente enfocada a la producción), RCM, proactivo, mantenimiento centrado en resultados, mantenimiento centrado en riesgo, entre otros. Es importante aclarar que no todas las empresas evolucionan históricamente al pasar por cada una de las tácticas en forma secuencial y que simplemente adoptan una propia que reúne las mejores prácticas de varias de ellas o toman una de ellas sin involucrarse en todas. Lo importante para esta producción es maximizar la explotación y la combinación de sus factores productivos. En tanto que el mantenimiento se constituye como una unidad independiente de producción, de apoyo logístico a operación y manufactura, dado que es normal que en las anteriores fases aun dependan del área operativa en cuanto al nivel jerárquico⁷⁹.

Una vez las empresas adopten el modelo gerencial propuesto y se obtengan los resultados esperados, se analizarán las posibles metodologías de mantenimiento que orienten la organización táctica en función de los objetivos y políticas de la organización.

⁷⁹ MORA, Alberto, Mantenimiento Planeación, Ejecución y Control. México. 2009. p.15.

3.4 FORMULACIÓN DE INDICADORES PARA EL ANÁLISIS DE RESULTADOS

Es de gran importancia, en la gestión de los sistemas de información, trabajar bajos parámetros establecidos que indiquen la mejora o el cambio en alguno de los datos obtenidos en una medición y registrados en el software que se maneje en el departamento de mantenimiento, así que se debe elegir cual serán los indicadores que limitaran la información que se obtiene en los procesos⁸⁰.

- Índices de disponibilidad

Es el cociente de dividir el número de horas que un equipo ha estado disponible para producir y el número de horas totales de un periodo.

- Índices de gestión de órdenes de trabajo

Es el número de órdenes de trabajo generadas en un periodo determinado. Igualmente se puede establecer otro indicador que relacione el número de OT generadas por sectores o zonas de la planta.

- Índices de Costo

Existen un gran número de índices relacionados con los costos del departamento de mantenimiento, algunos son verdaderamente relevantes podrían ser:

1. Costo de mano de obra por secciones.
2. Costo de materiales.
3. Costo por subcontratos.
4. Costo de medios auxiliares (Grúas, elevadores, alquileres etc.)

- Índices de proporción de tipo de mantenimiento

Para el mantenimiento programado: porcentajes de horas invertidas en relación de mantenimiento programado sobre horas totales. Para el correctivo: porcentaje de horas invertidas en realización de mantenimiento correctivo sobre horas totales.

⁸⁰ BORRAS, Carlos. Mantenimiento Preventivo. Bucaramanga. Junio 2013. p.109.

Para emergencias: porcentajes de horas invertidas en realización de OT de prioridad máxima.

- **Índice de gestión de almacenes y compras**

Para el almacén y el sector de compras, se debe establecer índices que traten: el consumo de material, la rotación del almacén, eficiencia en el cumplimiento de entregas de predios, tiempo de recepción de los mismos, entre otros.

- **Índices de formación**

Se manejan las siguientes proporciones:

1. Proporción de horas dedicadas a la formación: porcentajes de horas anuales dedicadas a formación, sobre el número de horas de trabajo total.
2. Proporción de desarrollo del programa: Porcentaje de horas de formación realizadas sobre el total de horas de formación programadas⁸¹.

3.5 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL Y GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO

La administración del mantenimiento es necesaria para convertir los recursos de la organización en las herramientas de producción. La complejidad cada día mayor de los procesos productivos y la necesidad de aumentar en ellos eficiencia conlleva a la aplicación de la teoría administrativa en las actividades del mantenimiento, por lo cual se logra un mejor aprovechamiento de los recursos disponibles. El objetivo principal de la administración es coordinar los medios sistemáticamente, para lograr un fin o fines comunes dentro de la empresa. Así el mantenimiento representa un organismo social que opera como cualquier empresa independiente pues cuenta con⁸²:

- Operaciones presupuestales o de manejo de fondos
- Operaciones de productividad en la prestación de servicios.

⁸¹ BORRAS, Carlos. Mantenimiento Preventivo. Bucaramanga. Junio 2013.p.110

⁸² BORRAS, Carlos. Principios de Mantenimiento.Marzo.2013. p.31.

- Operaciones de aplicación en la distribución de los servicios.
- Operaciones de conservación para la protección de los recursos humanos y materiales.
- Operaciones de registro y control estadístico de las actividades.

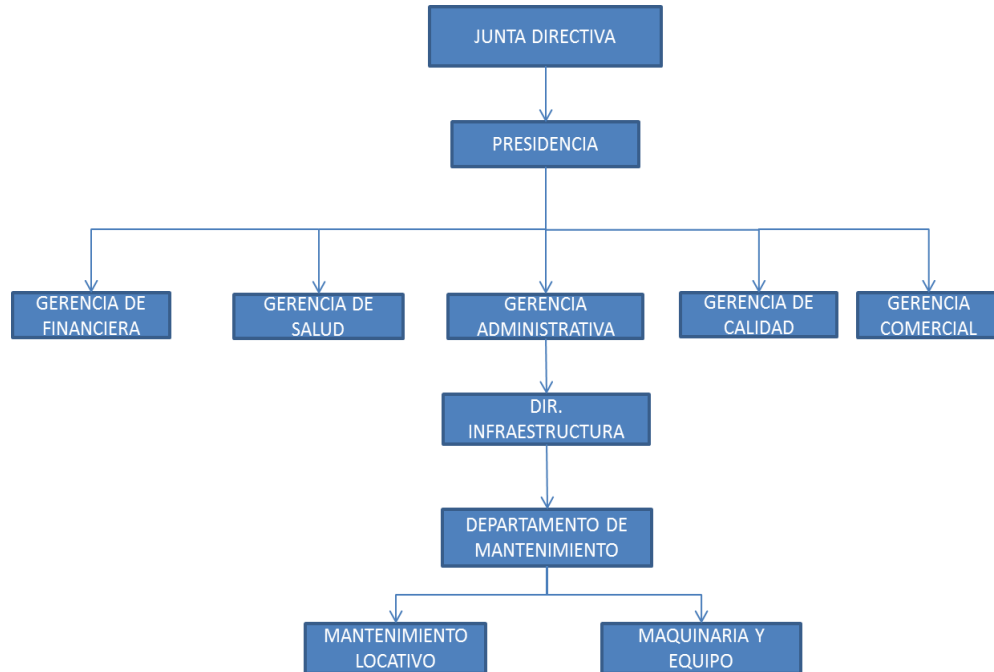
La administración del mantenimiento, se define como un conjunto sistemático de técnicas de cursos y estructuras organizacionales busca la obtención de un objetivo definido. En el mantenimiento el objetivo es la conservación de los equipos y su protección, para que se sostenga operando eficientemente, y retarda el deterioro para alargar su vida útil. Así un sistema de mantenimiento verifica todo el ciclo de la administración, y sus fases permanecen continuamente cambiando, transformándose y desarrollándose, constituyéndose en un proceso cíclico administrativo. Las fases de mantenimiento se enumeran a continuación y se describen como: planeación, dirección, y gestión⁸³.

Cuando se establece una determinada función empresarial, debe pensar su localización dentro de la organización. Los criterios modernos son:

- Cuando las funciones son de gran importancia económica para la empresa, esta debe de estar en primer plano, es decir, en el primer nivel debajo de la presidencia
- Si la función es de poca influencia económica, debe estar debajo de la organización.

⁸³ Borrás, Carlos. Principios de Mantenimiento. Marzo. 2013. p.111.

Figura 52. Organigrama propuesto para una entidad de salud



Fuente: Autores del proyecto

4 CONCLUSIONES

El modelo gerencial permite establecer los lineamientos principales que ha de tener en cuenta las entidades de salud en su estructura organizacional, para su organización y establecimiento de su departamento de mantenimiento. De esta manera se puede priorizar las acciones a mejorar e intervenciones a los diferentes equipos y áreas.

El modelo gerencial contribuye al mejoramiento continuo, seguimiento y control del cumplimiento de la normativa de calidad de aire en áreas blancas en la ciudad de Bogotá.

Con el desarrollo del modelo dentro de la estructura organizacional (administrativa, financiera y operativa) de la entidad de salud permite optimizar su gestión a futuro, logrando su asociación con las diferentes metodologías de mantenimiento (TPM, RCM, Mantenimiento Proactivo y Predictivo, entre otros).

Con el modelo gerencial y la generación de indicadores, permite a la entidad desarrollar un plan de mejoramiento que intervenga las áreas o equipos más críticos, reduciendo costos o paradas de equipos indeseables e ir aumentando la disponibilidad de los mismos.

El modelo gerencial y su estudio inicial, permite identificar el estado de madurez de la entidad de salud en cuanto a su estructura organizacional del área de mantenimiento, logrando establecer estrategias metodológicas para el seguimiento y control de sus equipos de aire acondicionado y ventilación mecánica.

BIBLIOGRAFÍA

ACAIRE. Guía de acondicionamiento de aire para establecimientos hospitalarios similares. Bogotá. 2013. segunda versión. p 6.

ACAIRE. Revista Acaire edición 66. Seminario internacional climatización en hospitales, quirófanos y área en ambiente controlado. Bogotá. 2017. p 25. ISSN:0121-0882

ASHRAE.170-2008.Ventilacion de instalaciones de centros de salud, estados unidos.2008. p.5.ISSN 1041-2336

BECKMAN COULTER. Contador de partículas MET ONE 6000P. [En línea]. [Consultado el día 3 de Noviembre de 2018]. Disponible en: <https://www.beckman.com/air-particle-counters/met-one-6000p>

BORRAS, Carlos. Mantenimiento Preventivo. Bucaramanga. Junio 2013.p.4

BORRAS, Carlos. Principios de Mantenimiento.Marzo.2013. p.58.

CARRIER. Historia del aire acondicionado “1902 – 2002”. - 100 Años de Innovación. Disponible en <http://www.carrier.es/news/history.html>

ICONTEC. NTC 5183.Ventilación para una calidad aceptable del aire en espacios interiores. Colombia. 2013. p. 6

IDEAM, Tercer boletín sobre contaminación atmosférica, Bogotá, D. C., 2017. Publicación aprobada por el Comité de Comunicaciones y Publicaciones del IDEAM. Julio de 2017.Bogotá D.C., Colombia. Distribución Gratuita

ISO 14644-1 Versión 2015 Cleanrooms and Associated Controlled Environments second edition 2015 -12-15

MORA, Alberto. Mantenimiento planeación, ejecución y control. México. 2009. p.3.

MORA, Alberto. Pronósticos de demanda e inventarios métodos futurísticos. Medellín. Junio-2014

PARRA, Carlos; Crespo, Adolfo. Ingeniería de mantenimiento y fiabilidad aplicada en la gestión de activos. España. 2012.ISBN:978-84-95499-67-7

ROSELL FARRÁS M. Gracia, Ventilación general en hospitales, Hospital sant pau. Barcelona.p.1.

SECRETARIA DISTRITAL DE SALUD. Manual guía para el diseño arquitectónico para servicios de cirugía. Bogotá 2010

TECAM S.A. Ficha técnica Condensadoras 1UEB3_03005_7N010C_C02. CALI. 2017.

TECAM S.A. Ficha técnica manejadora 3AHB/3ADB/3ADBT. CALI. 2017.

TECAM S.A. Ficha técnica Ventilación 4FSM0_75660_5N0000_C02. CALI. 2017.

ANEXOS

ANEXO A Requerimientos por tipo de área

ÁREA O SERVICIO	Relación de presión de aire con áreas adyacentes	Numero de cambios de aire mínimos por hora (ACH)	Numero de cambios de aire total mínimos (ACH)	Extracción total del aire directamente al exterior	Aire recirculado por medio de unidades de filtrado en el lugar	Humedad relativa (%)	Temperatura de diseño (°C)	Nivel de filtración mínimo por etapa			Nivel de Ruido (NC)*
								1	2	3	
CIRUGIAS Y CUIDADO INTENSIVO											
Sala de Cirugía Clase A	Positiva	4	25	NR	No	30-60	22-24	MER V4	MER V14	NA	35
Sala de Cirugía Clase B y C	Positiva	4	25	NR	No	30-60	18-24	MER V4	MER V13	MER V16	35
Salas de Hemodinamia	Positiva	4	25	NR	No	30-60	20-24	MER V4	MER V15	NA	35
Salas de cistoscopia	Positiva	4	20	NR	No	30-60	20-24	MER V4	MER V15	NA	35
Area de citoscopia quirúrgica	Positiva	2	20	NR	No	30-60	20-24	MER V4	MER V15	NA	35
Sala de cesáreas	Positiva	2	20	NR	No	30-60	20-24	MER V4	MER V15	NA	35
Recuperación	No requerido	2	6	NR	No	30-60	22-24	MER V4	MER V13	NA	35
Unidad de cuidados Intensivos adultos	Positiva	2	6	NR	No	30-60	22-24	MER V4	MER V15	NA	35
Unidad de cuidados intensivo neonatal	Positiva	2	6	NR	No	30-60	22-26	MER V4	MER V15	NA	35
Unidad de quemados	Positiva	2	6	NR	No	30-60	22-26	MER V4	MER V13	NA	35
Sala de reanimación	Positiva	2	6	NR	No	30-60	22-26	MER V4	MER V13	NA	35
Depósito de gases anestésicos	Negativa	2	6	NR	NR	30-60	22-26	MER V4	MER V10	NA	35
Oftalmología Laser	Positiva	3	15	NR	No	30-60	22-26	MER V4	MER V15	NA	35
Sala de espera urgencias	Positiva	2	12	Si	NR	30-60	22-26	MER V4	MER V10	NA	35
Sala de Triage	Negativa	2	12	Si	NR	30-60	22-26	MER V4	MER V10	NA	35

ANEXO B. (Continuación)

Sala de descontaminación de urgencias	Negativa	2	12	Sí	No	No req	No req	MER V 4	MER V 10	NA	35
Sala de espera radiología	Negativa	2	12	Sí	NR	Max 60	21-24	MER V 4	MER V 10	NA	35
HOSPITALIZACIÓN											
Habitaciones	NR	2	6	NR	NR	Max 60	21-24	MER V 4	NA	NA	35
Baños	Negativa	NR	10	Sí	No	NR	NR	MER V 4	NA	NA	NA
Area de recién nacidos	NR	2	6	NR	No	30-60	22-26	MER V 4	MER V 10	NA	35
Antesala de la zona de aislamiento total	NR	NR	10	Sí	No	NR	NR	MER V 4	MER V 10	NA	35
Sala de partos (trabajo de parto, partos, adaptación y post parto)	NR	2	6	NR	NR	Max 60	21-24	MER V 4	MER V 15	NA	35
Cuarto de Protegido	Positiva	2	12	NR	No	Max 60	21-24	MER V 4	MER V 13	MER V 16	35
Cuarto de AISLADO	Negativa	2	12	Sí	No	Max 60	21-24	MER V 4	MER V 15	NA	35
Esclusa AISLADO	NR	NR	10	Sí	No	NR	NR	MER V 4	MER V 15	NA	35
Corredores	NR	NR	2	NR	NR	NR	NR	MER V 4	NA	NA	40
ENFERMERÍA											
Cuarto de residentes	NR	2	2	NR	NR	NR	21-24	MER V 4	NA	NA	35
Comedor, sala de descanso, sala de reuniones	NR	4	4	NR	NR	NR	21-24	MER V 4	NA	NA	35
Terapia Física	Negativa	2	6	NR	No	NR	22-26	MER V 4	MER V 15	NA	35
Terapia ocupacional	NR	2	6	NR	No	NR	21-24	MER V 4	MER V 15	NA	35
Hidroterapia	Negativa	NR	10	Sí	NR	NR	21-24	MER V 4	MER V 15	NA	35
RADIOLOGÍA											
Rayos X (diagnóstico y tratamiento)	NR	2	6	NR	NR	Max 60	22-26	MER V 4	MER V 15	NA	35
Rayos X (cirugía, cuidado intensivo y cateterismo))	Positiva	3	15	NR	No	Max 60	21-24	MER V 4	MER V 15	NA	35

ANEXO C. (Continuación)

Cuarto oscuro	Negativa	2	10	Sí	No	NR	NR	MER V 4	MER V 15	NA	35
Terapia respiratoria	Positiva	3	45	Sí	No	Max 60	NR	MER V 4	MER V 15	NA	35
DIAGNÓSTICO Y TRATAMIENTO											
Neumología, incluye zona de recolección de esputo	Negativa	2	11	Sí	NR	NR	20-23	MER V 4	MER V 15	NA	35
Laboratorio General	Negativa	2	6	NR	NR	NR	21-24	MER V 4	MER V 12	NA	35
Zona de Bacteriología	Negativa	2	6	Sí	No	NR	21-24	MER V 4	MER V 12	NA	35
Zona de Bioquímica	Negativa	2	6	Sí	No	NR	21-24	MER V 4	MER V 12	NA	35
Zona de Citología	Negativa	2	6	Sí	NR	NR	21-24	MER V 4	MER V 12	NA	35
Área de lavado de material de vidrio	Negativa	2	10	Sí	No	NR	21-24	MER V 4	MER V 12	NA	40
Zona de histología	Negativa	2	6	Sí	No	NR	21-24	MER V 4	MER V 12	NA	35
Medicina Nuclear	Negativa	2	6	Sí	No	NR	21-24	MER V 4	MER V 12	NA	35
Zona de serología	Negativa	2	6	Sí	NR	NR	21-24	MER V 4	MER V 12	NA	35
Zona de esterilización	Negativa	2	10	Sí	NR	NR	21-24	MER V 4	MER V 12	NA	35
Zona de transferencia de medios	Negativa	2	6	Sí	No	NR	21-24	MER V 4	MER V 12	NA	35
Área de autopsia	Negativa	2	6	Sí	No	NR	21-24	MER V 4	MER V 12	NA	35
Morgue	Negativa	2	10	Sí	No	NR	21-24	MER V 4	MER V 12	NA	35
Farmacia	Negativa	2	6	NR	NR	NR	NR	MER V 4	NA	NA	40
Consultorios	Negativa	2	10	NR	NR	Max 60	21-24	MER V 4	NA	NA	35
Aplicación de medicamentos	Positiva	2	4	NR	NR	Max 60	21-24	MER V 4	NA	NA	35
Endoscopia	Positiva	2	15	NR	No	30-60	20-23	MER V 4	NA	NA	35
Limpieza de endoscopia	Negativa	2	10	Sí	No	NR	NR	MER V 4	NA	NA	35
Procedimientos	NR	2	6	NR	NR	Max 60	21-24	MER V 4	NA	NA	35

ANEXO D. (Continuación)

APOYO CIRUGÍA Y ESTERILIZACIÓN											
Area equipos de esterilización	Negativa	2	6	Sí	No	NR	21-24	MER V 4	NA	NA	35
Area descontaminación	Negativa	2	6	Sí	No	NR	21-24	MER V 4	NA	NA	35
Area de trabajo limpio	Negativa	2	10	Sí	No	NR	21-24	MER V 4	MER V 15	NA	35
Almacenamiento estéril	Negativa	2	6	NR	NR	NR	NR	MER V 4	MER V 15	NA	35
APOYO											
Preparación de Alimentos	NR	2	10	No	No	NR	22-26	MER V 4	NA	NA	NA
Lavado de Loza	Negativa	NR	10	Sí	No	NR	NR	MER V 4	NA	NA	NA
Almacenamiento de alimentos	NR	NR	2	NR	No	NR	22-26	MER V 4	NA	NA	NA
Lavandería general	Negativa	2	10	Sí	No	NR	NR	MER V 4	NA	NA	45
Zona de ropa sucia	Negativa	NR	10	Sí	No	NR	NR	MER V 4	NA	NA	45
Zona de ropa limpia	Positiva	NR	2	NR	NR	NR	22-26	MER V 4	NA	NA	45
Depósito de basuras	Negativa	NR	10	Sí	No	NR	NR	NA	NA	NA	NA
Baños y sanitarios	Negativa	NR	10	Sí	No	NR	NR	MER V 4	NA	NA	40
Cuarto de vigilancia	Negativa	NR	10	Sí	No	NR	NR	MER V 4	NA	NA	40
Mantenimiento equipos médicos y de laboratorio	Negativa	2	4	NR	NR	NR	NR	MER V 4	NA	NA	40
Taller de mantenimiento general	Negativa	2	10	Sí	No	NR	NR	MER V 4	NA	NA	40
Depósito de sustancias peligrosas	Negativa	2	4	Sí	No	NR	NR	MER V 4	NA	NA	35