

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE
VENTILACIÓN Y AIRE
ACONDICIONADO PARA LA
AMPLIACIÓN DE LA FACULTAD
TECNOLÓGICA EN LA UNIVERSIDAD
DISTRITAL**

PROPUESTA DE PROYECTO DE GRADO

ROMARIO GÓMEZ MOTTA

UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

FACULTAD TECNOLÓGICA

Índice

1. INTRODUCCIÓN	3
2. Planteamiento del Problema	3
2.1. Estado del Arte	4
2.2. Justificación del Problema	6
3. Objetivos	9
3.1. General	9
3.2. Específicos	9
4. Marco Teórico	9
4.1. CONSIDERACIONES EN DISEÑOS DE AIRE ACONDICIONADO	9
4.2. ASPECTOS A TOMAR EN CUENTA	10
4.3. MÉTODOS DE CÁLCULO	11
4.4. APLICACIÓN DEL LOCAL	13
4.5. CALIDAD DEL AIRE INTERIOR	13
4.6. CONFORT TÉRMICO	14
4.7. CLASIFICACIÓN DE LOS EQUIPOS DE AIRE ACONDICIONADO	14
5. Metodología	15
6. Cronograma	16
7. Presupuesto y Fuentes de Financiación	17

1. INTRODUCCIÓN

El propósito del presente proyecto es diseñar los sistemas de HVAC (Heating, Ventilation and Air Conditioning) que garanticen condiciones requeridas de Presión, temperatura, ruido, calidad del aire para aquellos espacios que requieran condiciones específicas de operación en la Facultad Tecnológica - Universidad Distrital en la zona denominada el lote del Ensueño, como parte del proceso de ampliación de la sede educativa. Las condiciones están dadas según las normativas nacionales e internacionales como lo son la ISO 554;1976 (Standard atmospheres for conditioning and/or testing — Specifications), ISA RP52.1 (Recommended Environments for Standards Laboratories), la NTC17025 (Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y de calibración), TIA 942 (Datacenter requirements) y el estándar ASHRAE 55 (Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy)

El proyecto contará con análisis de carga térmica tanto por cargas externas (Vientos y Radiación solar) como por las internas (Iluminación, equipos y personas); análisis que permitirá seleccionar y dimensionar adecuadamente los sistemas. Estos valores serán de suma relevancia para el desarrollo de todo el proyecto ya que determinará la base del diseño de los sistemas en cuestión.

2. Planteamiento del Problema

Actualmente la Universidad Distrital, una de las Universidades Públicas más reconocidas del país, está en proceso de ampliación y construcción de algunas de sus sedes; tal y como lo es la ampliación destinada a la Facultad Tecnológica ubicada en la localidad de Ciudad Bolívar, en donde en el lote denominado el Ensueño está en proceso de diseños y consolidación para próximamente ser construido.

La ampliación de la sede contará con diferentes espacios destinados para las diferentes actividades académicas de la comunidad universitaria en donde se encontrarán laboratorios, Salas Audiovisuales, Espacios de Educación Virtual, Cafeterías y una Biblioteca.

Los laboratorios, biblioteca y salas de educación virtual aportan al conocimiento práctico e investigativo a la comunidad académica; sin embargo este tipo de espacios son sensibles en términos de condiciones ambientales (presión, temperatura, concentraciones de CO₂, humedad), dado a que deben garantizarse condiciones específicas de operación que den fiabilidad o condiciones óptimas para

el desarrollo de las labores dentro de los diferentes espacios.

Las actividades realizadas en laboratorios son susceptibles a cambios de temperatura, humedad, presión y material particulado en el aire; por otro lado espacios como bibliotecas las actividades realizadas al interior son susceptibles a cambios de temperatura (confort térmico en personas), humedad y concentraciones de CO₂ (en espacios contaminados se ha demostrado que el rendimiento de las actividades humanas se reducen) y en espacios de computo la temperatura suele ser la característica más representativa de la mano con la humedad, en donde el calor disipado por grandes unidades de equipos generan condiciones poco favorables para el funcionamiento de los mismos.

En respuesta a lo anterior la ampliación de la Facultad Tecnológica el implementar un sistema de HVAC (Calefacción, Ventilación y Aire Acondicionado) puede ser una de las mejores oportunidades para garantizar condiciones optimas de operación dentro del proyecto.

2.1. Estado del Arte

Actualmente en Colombia desde la fundación del INM (Instituto Nacional de Metrología), la acreditación de laboratorios de calibración y ensayos ha tomado una gran fuerza en el país. La ONAC (Organismo Nacional de Acreditación) ha sido la encargada de acreditar a los laboratorios que cumplen con los requerimientos mínimos para determinados tipos de mediciones. Actualmente en Colombia hay 16 Laboratorios Certificados para Calibraciones de tipo dimensional en el país, de las cuales 7 proveen servicios de calibración al público en la Ciudad de Bogotá[1], excluyendo claro está al INM.

Varias Universidades a lo largo del país han venido implementando sus propios laboratorios de Metrología en los diferentes campos de aplicación. Sin duda alguna ven una oportunidad tanto para estudiantes, como para prestar a la industria y empresas que requieran un servicio de este tipo. El el país universidades como La Nacional de Colombia, la Tecnológica de Pereira, la EAFIT de Medellin, Fundación Universitaria de Popayán, la Santiago de Cali, Politécnica de Cartagena, Universidad del Valle, entre otras; le han apostado a la implementación de sus propios laboratorios de metrología (en gran parte dimensional y de variables eléctricas), en donde sin duda soportan de gran manera el área del aseguramiento metrológico.

A continuación se presentan varios casos de diseño de sistemas de Aire Acondicionado en espacios similares a los del caso de estudio, con el fin de evidenciar lo que está sucediendo en la actualidad con respecto a sistemas de HVAC.

Este primer ejemplo se trata de un diseño del sistema de aire acondicionado para el Banco de pruebas del Laboratorio de Máquinas Térmicas y para la Sala de Pruebas del grupo de Investigación en Energía y Medio Ambiente (GIEMA) de la Universidad Industrial de Santander. Para el Banco de pruebas del Laboratorio de Máquinas Térmicas se definen además de lo anterior mencionado, los criterios de selección del equipo de acondicionamiento, sus controles, ductos accesorios, etc. Se desarrollan los planos y la guía de montaje, cantidades de obra y viabilidad económica. El espacio donde se desarrolla un proceso específico es el Banco de pruebas, el cual se constituye de la siguiente manera: varios bancos de pruebas, ensayos para motores, dinamómetro hidráulico, grupo electrógeno, motores diésel, de gasolina y sistemas de conversión para GNV; tiene capacidad para 6 estudiantes por grupo en un área de 72 m², se llevan a cabo diferentes evaluaciones relacionadas con el funcionamiento y mejoramiento de los motores. Para el diseño del sistema de los dos espacios se tuvo en cuenta la temperatura deseada y la humedad relativa esperada, la cual era para el Banco de Pruebas Temperatura de 25C y Humedad relativa 50 %; para la Sala GIEMA una temperatura de diseño de 22C y Humedad relativa 50 %. [2]

Por otro lado, se encuentra un proyecto de adecuación de unos salones de clases existentes en las regiones climáticamente más críticas en el Perú, en este caso, la selva tropical baja. Este proyecto nace de la necesidad de encontrar las condiciones de confort óptimas en ambientes escolares, para así garantizar la relación entre el confort de los ocupantes y los niveles de aprendizaje y enseñanza para los alumnos y profesores.

En este caso, se tenían condiciones climáticas extremas, donde la percepción de calor se encontraba entre caluroso y muy caluroso. Por lo tanto el objetivo del proyecto era mantener temperaturas amenas, suficiente luz (natural de preferencia, sin deslumbramiento), un aire limpio de contaminación y una acústica adecuada en salones de enseñanza. El resultado de la adecuación fue una mezcla de varios factores a partir de los objetivos, unas modificaciones en los materiales de los salones (Inclusión de vidrios dobles y materiales aislantes para el control de ruido y control de ganancias externas). Por otro lado, para mejorar las temperaturas al interior del aula, se instaló sistemas de enfriamiento artificial pues no era posible ventilar naturalmente debido a que al ingresar el aire al salón, también ingresa el ruido. Se dispuso de aire acondicionado del sistema Split (capacidad 36.000 BTU/h) para mantener una temperatura constante esperada de 25C y ventiladores de pared, adicionalmente se colocó sensores de CO₂ para alertar en caso la concentración de CO₂ supere los límites saludables y se deba proceder a ventilar manualmente abriendo las puertas y ventanas del corredor (debido a que el

sistema de Aire Acondicionado Split no cuenta con renovación de aire).[3]

Otro ejemplo claro de sistemas de aire acondicionado se presenta en el sistema diseñado para el edificio de la Biblioteca de la Universidad Industrial de Santander, en el cual se tiene en cuenta la complejidad de cada colección que va a existir en el proyecto. Este sistema estará conformado por un sistema de agua fría, compuesto por un enfriador de condensación por agua, múltiples manejadoras de agua fría, tres ventiladores de recuperadores de energía, un conjunto de bombas para la recirculación de agua fría SAF/RAF, y un conjunto de bombas para la recirculación de agua para condensación SAC/RAC.

Para este sistema en especial, se tuvieron en cuenta unas condiciones de diseño, las cuales se mencionan a continuación: (Condiciones exteriores) Temperatura de Bulbo Seco 86F; Temperatura de Bulbo Humedo 81.2F; Altura sobre nivel del mar 3339 ft; (Condiciones Interiores) Temperatura Bulbo Seco 76F; y Humedad relativa 60 +o- 5%. Para este sistema, se especifica lo que debe tener cada equipo: Torre de Enfriamiento: 608 GPM. Enfriador de Agua de Condensación: Capacidad 164.5 Toneladas de refrigeración; Compresor tipo rotativo de tornillos gemelos. Unidades Acondicionadoras: Capacidad total de enfriamiento (A) 204.16 MBTU/h; (B) 272.95 MBTU/h; (C) 358.54 MBTU/h.[4]

2.2. Justificación del Problema

Actualmente la Facultad tecnológica en el lote denominado el ensueño contará con una ampliación que brindará nuevos espacios para el campus de ésta facultad, en las cuales será necesario garantizar condiciones óptimas de operación para los ocupantes del proyecto y para las actividades que se puedan realizar en cada uno de los espacios.

Cada uno de los espacios representa condiciones específicas de trabajo bajo las cuales se pueden garantizar condiciones que permitan desarrollar las diferentes actividades académicas.

En primera instancia respecto a temas de ventilación de espacios y calidad de aire interior, recientemente se ha publicado bajo el título “Associations of Cognitive Function Scores with Carbon Dioxide, Ventilation, and Volatile Organic Compound Exposures in Office Workers: A Controlled Exposure Study of Green and Conventional Office Environments”, veinticuatro personas pasaron 6 días de trabajo completo (09:00-17:00) en un espacio de oficinas con ambiente controlado y en el que se simulaban tres escenarios (Convencional, Green y Green+) en función de tres parámetros: ventilación, concentración de VOCs y de CO₂, siendo el escenario Green+ el más favorable.

En promedio, y en comparación con los resultados obtenidos bajo unas condiciones convencionales (aquellas que se encuentran normalmente en oficinas), las puntuaciones cognitivas fueron un 61 % más altas cuando el día de trabajo se desarrollaba en condiciones Green y un 101 % más altas en los días en que el trabajo se desarrollaba en condiciones Green+.[5]

Estos resultados, según el Dr. Joseph G. Allen, principal investigador del estudio, representan que:

1. *“Los niveles de dióxido de carbono y compuestos orgánicos volátiles que comúnmente encontramos en edificios de oficinas convencionales se asocian con una disminución del rendimiento de los trabajadores en comparación a cuando esos mismos trabajadores se encuentran en entornos de construcción verde.*
2. *Cuando mejoramos la ventilación y optimizamos las condiciones ambientales interiores, vemos mejoras en la función cognitiva de los trabajadores.*
3. *Estos resultados llenan importantes vacíos de conocimiento en la investigación existente sobre la relación entre los edificios verdes y la salud de los ocupantes“.* [6]

De esta manera es evidente que el control de calidad de aire interior puede ser un factor importante en el rendimiento de los ocupantes de las personas, que para éste caso específico sería contribuiría de manera positiva a las actividades académicas de los estudiantes y maestros dentro de las nuevas instalaciones, en todos aquellos espacios regularmente ocupados (en donde por mas de una hora diaria se presenta ocupación de personas). Cabe aclarar que la ventilación implica la renovación de aire en los espacios, mediante ventilación natural o mecánica, en donde se permita el ingreso de aire exterior y salida de aire viciado.

En segunda instancia, el garantizar condiciones ambientales referidas a la temperatura y humedad son de vital importancia en zonas de laboratorios y salas de computo.

Para la zona de laboratorios se deben garantizar condiciones específicas que permitan realizar mediciones, ensayos, pruebas y actividades propias de éste tipo de espacios que permitan obtener resultados más veraces. “El propósito del acondicionamiento del aire es obtener una situación de confort termohigrométrico para el personal ubicado en un área, salvo en aquellas situaciones que requieran determinadas condiciones de temperatura o humedad, en cuyo caso estos parámetros vendrán fijados por criterios diferentes al confort. El ambiente general del laboratorio puede ser acondicionado actuando sobre la temperatura, la humedad relativa,

el índice de ventilación y la humedad del aire, teniendo en cuenta los condicionantes propios del laboratorio”[7]. Lo cual puede ser comparado en normativas como la ISO/NTC 17025 “Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y de calibración” y la ISA RP52.1 “Recommended Environments for Standards Laboratories”, que definen rangos de temperatura y humedad que se deben manejar en espacios destinados a actividades propias de espacios destinados a Laboratorios para que estos sean competitivos y den fiabilidad a las actividades que se realicen en los diferentes laboratorios.

Finalmente un aspecto a considerar aquellos espacios en donde se deberan garantizar condiciones que contribuyan a la durabilidad y funcionabilidad de los elementos propios de algunos espacios; espacios como bibliotecas y salas de computo necesitan condiciones de humedad y temperatura que permitan que tanto libros como equipos de computo se mantengan en buen estado. Un ambiente como el espacio de la biblioteca debe tener un sistema de acondicionamiento del aire adecuado no solo para el confort y comodidad de los ocupantes para el desarrollo de sus actividades, sino también para la conservación del material que ahí reside. El mayor problema a resolver es la conservación de las colecciones en buen estado por un largo tiempo, entre estos se encuentran: los agentes de degradación de los libros; los cambios repentinos de temperatura que alteran las cualidades de los componentes del material; un ambiente húmedo o seco es bastante dañino para el material; la ventilación inadecuada o no contar con ella incide en la proliferación de hongos y moho; y por último los agentes biológicos como insectos, hongos, entre otros pueden generar plagas y daño en el acervo. En las salas donde se ubiquen las colecciones se deben evitar los cambios bruscos de temperatura. Para ello, será necesario que se acondicionan correctamente. Por ejemplo, en el caso de los libros, la temperatura ideal debe oscilar entre 15 y 21 grados centígrados, con una humedad relativa de entre 45 y 65 por ciento. En el caso de las fotografías la temperatura oscilará entre 15 y 20 grados, con una humedad relativa de entre 30 y 55 por ciento. A la par, será necesario instalar un sistema que permita la ventilación, junto con filtros dimensionados adecuadamente que impidan la entrada de polvo[8].

3. Objetivos

3.1. General

Diseñar un sistema de HVAC para la ampliación dentro Facultad Tecnológica de la Universidad Distrital FJDC, que garanticen condiciones adecuadas operación ambiental de los diferentes espacios destinados a laboratorios, salas de computo, cafeteria y biblioteca según normativas nacionales (NTC 17025) e internacionales (ISA RP52.1, ISO 554, ASHRAE 55 / 62.1 / 90.1 , TIA 942) .

3.2. Específicos

- Calcular las Cargas Térmicas presentes en cada uno de los espacios de estudio del proyecto.
- Evaluacion y Selección del sistema de HVAC (Calefacción, Ventilación y Aire acondicionado) más apropiado para la instalación.
- Realizar Ingenieria de detalle del proyecto, en la cual se presente de manera detallada la instalación del sistema HVAC propuesto.
- Validar la efectividad del sistema diseñado mediante una simulación termoenergética del proyecto a través de herramientas infomaticas especializadas.

4. Marco Teórico

No cabe duda que la climatización de lugares interiores, ya sea porque así lo determina una época específica del año o porque las actividades y aplicaciones que se ejecutarán dentro de un recinto así lo requieren, se constituye en un factor fundamental para una edificación, gracias a que un óptimo sistema de aire acondicionado garantizará confort para los ocupantes, además de resguardar ciertos equipos y áreas específicas que necesitan de este sistema.

4.1. CONSIDERACIONES EN DISEÑOS DE AIRE ACONDICIONADO

Actualmente en la planificación y diseño de una instalación de acondicionamiento de aire, los desarrolladores, ingenieros y técnicos se preocupan por la co-

modidad de los habitantes de un edificio, pero como puntos de igual importancia, también se enfocan en la calidad del aire que es suministrado al interior, a los fines de velar por la salud de los ocupantes.

Y además, se toma en cuenta los ahorros energéticos que puede generar un sistema de aire acondicionado, ya que hoy por hoy existe una visión mundial de conservar los recursos naturales y mitigar el calentamiento global.

En base a lo anterior podemos decir que los primeros criterios para el diseño de instalaciones de aire acondicionado son: Confort, Salud y Ahorro de Energía, por lo que contrario a lo que algunos consideran, el acondicionamiento del aire ciertamente es una necesidad, pues toda clase de edificación requerirá de este método que variará dependiendo del tipo de técnica y tecnología utilizada; sin embargo el fin último es obtener áreas climatizadas.

El diseño apropiado y el tamaño de los sistemas de aire acondicionado central requieren más que el cálculo de la carga de enfriamiento en el espacio a ser acondicionado

Debido a lo imperioso que resultan los sistemas de aire acondicionado en la actualidad, tanto en construcciones modernas como viejas, pues éstas últimas sufren procesos de reconversión o remodelación; los mismos son los productores de un alto porcentaje del consumo total energético de un edificio, por lo que la tecnología actual ha posibilitado el desarrollo de sofisticados sistemas de control que permiten regular todas las funciones de los dispositivos acondicionadores de aire, permitiendo que se adapte a las condiciones climáticas diarias y a las aplicaciones que se efectúan dentro de un local para originar ahorros de energía.

4.2. ASPECTOS A TOMAR EN CUENTA

La técnica del aire acondicionado es considerada como una ciencia y un arte, ya que en la misma se ponen en juego elementos de un nivel técnico avanzado que se combina con la capacidad y el ingenio del técnico o ingeniero que diseñará el sistema, para asegurar una óptima instalación que cumpla todos los requisitos exigidos por el propietario del inmueble. A la hora de diseñar un sistema de aire acondicionado se debe realizar lo siguiente:

1. Replanteo general de los locales a acondicionar, confeccionar un plano de arquitectura en el caso de que no exista, donde se pueda interpretar todas las superficies expuestas con el exterior y/o ambiente no acondicionado.
2. Computar las superficies expuestas al exterior y/o ambiente no acondicionado. Realizar un balance térmico general de todas las áreas (local por local)

y otro con la sumatoria del edificio a acondicionar; teniendo en cuenta los horarios de ocupación de los locales.

3. Analizar las cargas y las zonas de cargas parciales similares que evolucionen en idéntica manera durante el día.
4. Establecer el tipo de sistema a utilizar dependiendo del que brinde mejor versatilidad, inversión, mantenimiento, consumo de energía, etc.
5. Seleccionar el equipamiento a utilizar (a- unidades individuales splits o de ventana; b- Unidades centrales de zona o generales por conductos o descarga a boca libre y tipo de condensación; c- sistema por agua tratada, donde se seleccionan unidades fan&coil de zonas y terminales, máquina enfriadora de líquidos y caldera).
6. En el caso de utilizar unidades fan&coil, establecer el punto de ADP de cada unidad en el diagrama psicrométrico para calcular número de hileras, caudal de aire y caudal de agua.
7. Instalar los equipos seleccionados en los lugares más apropiados.
8. Diseñar y proyectar los sistemas complementarios (redes de conductos, de distribución de agua, de energía eléctrica, etc.).
9. Instalar el sistema completo. La puesta en marcha del equipo.
10. Revisar y certificar todo lo que se ha hecho.

4.3. MÉTODOS DE CÁLCULO

ASHRAE reconoce la vigencia de cuatro métodos de cálculo de cargas térmicas para seleccionar la capacidad de los equipos de aire acondicionado: La tecnología actual ha posibilitado el desarrollo de sofisticados sistemas de control que permitirán regular todas las funciones de los dispositivos acondicionadores de aire.

Función de Transferencia (TFM)

Es una de las técnicas más utilizadas. Una versión simplificada de este método con aplicaciones para diferentes tipos de construcción fue publicado en el manual de fundamentos ASHRAE de 1977. Este método se fundamenta en la estimación

de las cargas de enfriamiento hora por hora, prediciendo las condiciones del espacio para varios sistemas y estableciendo programas de control y programas de operación. El proceso de función de transferencia es aplicado para el cálculo de flujo unidimensional de transferencia de calor en paredes y techos soleados. Los resultados debido a las variaciones de construcción se consideran insignificantes, si se toma en cuenta la carga de los componentes normalmente dominantes. ASHRAE (1988) generó factores de decremento efectivos de calor y períodos de retraso de tiempo para 41 diferentes tipos de pared y 42 tipos de techo, que son presentados para utilizarse como coeficientes de función de transferencia.

Cálculo de Cargas por Temperatura Diferencial y Factores de Carga de Enfriamiento (CLTD/CLF)

Debe ser aplicado al considerarse como la primera alternativa de procedimiento de cálculo manual. El mismo es simplificado, ya que usa un factor “U” para calcular la carga de enfriamiento para techos y paredes, presentando resultados equivalentes. Así, la ecuación básica para carga de enfriamiento en superficies exteriores es: $q = U \cdot A$. Este proceso se basa en la suposición de que el flujo de calor a través de un techo o pared puede ser obtenido al multiplicar la temperatura diferencial (exterior – interior) por los valores tabulados “U” de techos y paredes, respectivamente.

Valores de Temperatura Diferencial Total Equivalente y Tiempo Promedio (TETD/TA)

La primera presentación de este método se hizo en el manual de fundamentos ASHRAE de 1967, este procedimiento es recomendado para usuarios experimentados. Para calcular la carga de enfriamiento de un espacio usando la convención de Valores de Temperatura Diferencial Total Equivalente y Tiempo Promedio, aplican los mismos procedimientos generales empleados para la Función de Transferencia. El cuarto método publicado es un capítulo especial de Cálculo de Cargas por Temperatura Diferencial y Factores de Carga de Enfriamiento, utilizado para cálculo de cargas en residencias.

El aplicar el procedimiento Valores de Temperatura Diferencial Total Equivalente y Tiempo Promedio en forma manual, especialmente el cálculo de promedio de tiempo, resulta tedioso en la práctica. Este hecho más el interés creciente en la Función de Transferencia, condujo a ASHRAE a desarrollar el proyecto de investigación RP-158, con el objetivo original de comparar las diferencias y similitudes

entre estos dos métodos, para establecer un procedimiento común para ambos. Se obtuvieron técnicas automatizadas, que al usar los Valores de Temperatura Diferencial Total Equivalente y Tiempo Promedio provee resultados aproximados a la precisión de la Función de Transferencia con menor esfuerzo en cuanto a cómputos se refiere.

La técnica del Cálculo de Cargas por Temperatura Diferencial y Factores de Carga de Enfriamiento evoluciona como una operación manual que involucra menos cálculos matemáticos y reemplaza el procedimiento de Valores de Temperatura Diferencial Total Equivalente y Tiempo Promedio, para cálculos manuales; pero requiere el uso de tablas de factores precalculados. Proyectos de investigación subsiguientes (ASHRAE 1984, 1988) aclaran el alcance de aplicación efectiva de los factores utilizados para el método de Cálculo de Cargas por Temperatura Diferencial y Factores de Carga de Enfriamiento.

4.4. APLICACIÓN DEL LOCAL

El óptimo diseño de un sistema de aire acondicionado para una edificación, también toma en cuenta las actividades que ejercerán los ocupantes dentro de un local determinado, así como el ambiente exterior, ya que el desarrollador tendrá que poner atención a estos aspectos, para que su instalación sea la más apropiada.

Es muy clara la diferencia entre un edificio, una oficina y un almacén de una fábrica, por lo que atendiendo a las acciones ejecutadas en un área específica, se determinarán aspectos del aire acondicionado como tamaño del compresor, ductería, filtros, sistemas de control, entre otros.

4.5. CALIDAD DEL AIRE INTERIOR

La Indoor Air Quality (IAQ) o Calidad del Aire Interior es una función que depende de muchos parámetros incluyendo la calidad del aire exterior, el diseño de los espacios interiores, el diseño de los sistemas de ventilación, la manera en la que maneja el sistema, cómo se mantiene, etc. Con el objetivo de generar mayores niveles de confort que en tiempos pasados, en las nuevas construcciones se usan materiales como alfombras, pegamentos, asbestos, pinturas, etc., los cuales se convierten en agentes que suscitan la contaminación del aire, agregando a esto la existencia de contaminantes externos que llegan hasta el interior de un local.

Sobre la base del cálculo de la polución se han determinado últimamente las nuevas necesidades de ventilación estableciéndose 3 niveles de categoría de calidad del aire interior, que son mayores a las establecidas hasta el presente que

estaban basadas solamente en la emanación de CO₂ en los ambientes. El método básico consiste en diluir el aire contaminado, con el aire nuevo exterior que se va incorporando en forma permanente y constante. Frecuentemente se suele usar un sólo ventilador expulsando el aire contaminado por sobrepresión en los locales, pero el aumento de la hermeticidad en los locales puede llevar a emplear dos ventiladores, para asegurar la eficiencia de ventilación.

Además, el aire debe filtrarse para la eliminación de partículas de polvo, previo a su distribución a los ambientes. Se protege adicionalmente de suciedades también a los serpentines o ventiladores de los equipos.

4.6. CONFORT TÉRMICO

En las últimas investigaciones se ha definido la unidad de medida del calor metabólico disipado que el MET (metabolic energy termal) que equivale a 50 kcal/hm² siendo variable para cada grado de actividad.

Debe tenerse en cuenta que si bien la temperatura del aire es el parámetro más importante para lograr las condiciones de confort, éste debe estar en conjunción con otros tres factores como son la temperatura promedio de los cerramientos del entorno del local, la humedad relativa y el movimiento del aire y ello, en base al grado de actividad y la vestimenta que se utiliza en el local. Anteriormente no se tenía en cuenta la resistencia térmica del aislamiento de la vestimenta que se expresa actualmente en la unidad Clo, prefijo de clotting que significa vestido 1 clo=0,18 m² hC/kcal y es variable según el tipo de vestimenta.

Sin embargo, debe estar en relación con las temperaturas promedios de los cerramientos que componen las paredes, pisos, techos, etc., de los locales que rodean a las personas y que se denomina TRM temperatura radiante media.

En cuanto a la humedad relativa ideal para todo el año es del 50% y puede variar dentro de márgenes amplios (30 al 70%). Con relación a las velocidades de aire, éstas no deben ser excesivas recomendándose entre los 6 a 12 m/min según sea invierno o verano respectivamente.

4.7. CLASIFICACIÓN DE LOS EQUIPOS DE AIRE ACONDICIONADO

De acuerdo al 2000 ASHRAE HANDBOOK: HVAC SYSTEMS AND EQUIPMENT, la American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers, define los siguientes tipos de aire acondicionado:

Acondicionadores de recinto, paquetes terminales de aire acondicionado y deshumidificadores.

Equipos de recinto son aquellos diseñados para ser instalados sobre muros o en ventanas con el fin de enfriar o tibar un cuarto, sin o con ducto (máximo 1200m.m.).

La función básica es proveer confort enfriando, deshumidificación, filtrando o limpiando y recirculando el aire del recinto. Puede también proveer renovación de aire.

ARI precisa un paquete terminal de aire acondicionado (PTAC) como una perimétrica y no encapsulada con combinación de serpentines de calentamiento y enfriamiento montados a través de la pared. Un PTAC incluye componentes de refrigeración, separable outdoor louvers, ventilación forzada y calefacción por agua caliente, vapor o resistencia eléctrica.

Lo más común son los fan&coils, los mini-split o multi-split. para enfriamiento, que podrían incluir serpentín de calefacción.

Acondicionadores unitarios

ARI define acondicionadores unitarios a uno o más conjuntos o ensamblajes hechos en fábrica que normalmente incluyen un evaporador o enfriador, un compresor y el condensador. También puede incluir un serpentín de calentamiento. Una bomba de calor unitaria es un conjunto de fábrica de una o más partes que incluye un serpentín acondicionador interno, un compresor y un serpentín externo. El calor puede ser extraído o rechazado de un ciclo de agua o aire.

Cuando las partes a ensamblar son más de una se dice que el sistema es dividido (SPLIT), caso de manejadoras y condensadoras. La NOM-011-ENERO 1996, sugiere un COP (coeficiente de rendimiento, por sus siglas en inglés) de 2.93 Wt/We, como valor mínimo de eficiencia energética para equipos tipo paquete o sistema dividido, operados eléctricamente con capacidades de enfriamiento de 10540 W hasta 17580 W, que funcionan por compresión mecánica y que incluyen un serpentín evaporador enfriador de aire, un compresor y un serpentín condensador enfriado por aire o agua.

5. Metodología

- Siguiendo con el desarrollo del proyecto, se realizarán cálculos de carga térmica en los espacios (para hacer una selección y dimensionamiento

del sistema de aire acondicionado y/o ventilación mecánica a instalar. Los cálculos tienen en cuenta las cargas térmicas por envolvente, radiación solar, equipos eléctricos y personas). La metodología de cargas térmicas estará basada en el Handbook ASHRAE Fundamentals. Inicialmente se hará una caracterización de los espacios a atender dentro del proyecto en donde la planimetría inicial será proporcionada por el departamento de planeación en función de los diseños ya elaborados para la ampliación de la Universidad Distrital - Facultad Tecnológica. Las temperaturas ambientales exteriores del proyecto estarán definidas por datos tomados por la estación meteorológica de la facultad. Las condiciones interiores de los espacios están definidas por las normativas nacionales e internacionales que apliquen a las actividades propias de cada espacio.

- Para la selección del tipo de sistema a diseñar, se tomarán en cuenta tres posibles opciones, que se evaluarán según criterios como lo son la funcionabilidad (garantizar requerimientos), la eficiencia energética, el impacto ambiental y el impacto costoefectivo.
- Una vez definidas las cargas y el sistema de acondicionamiento y/o ventilación utilizado, se hará selección específica de los equipos de HVAC a utilizar en el proyecto; dentro del cual se realizará una evaluación costo funcional, que tome en cuenta la eficiencia de cada uno de los equipos (Rend. Mecánico, Rend. Eléctrico, EER Y COP).
- Finalmente se realizará una modelación energética a través de información necesario para validar la efectividad del sistema dimensionado, comparando los resultados con los requerimientos de las normativas que aplican a cada espacio en cuestión.

6. Cronograma

Se adjunta el cronograma en un documento de pdf (Diagrama de Gantt DISEÑO DE UN SISTEMA DE VENTILACIÓN Y AIRE ACONDICIONADO PARA LA AMPLIACIÓN DE LA FACULTAD TECNOLÓGICA EN LA UNIVERSIDAD DISTRITAL).

7. Presupuesto y Fuentes de Financiación

El presupuesto para el proyecto de diseño no será muy amplio por los alcances que tendrá el mismo y por el tipo de herramientas que utilizaremos para su realización. Para la elaboración del diseños se hará uso del programa de modelado “Revit” y “Autocad” el cual cuenta con licencia libre estudiantil. Para registrar y redactar la información recopilada de la investigación se utilizara el procesador de documentos “Lyx” el cual hace parte de la plataforma Linux Mint y que es un software de carácter abierto y libre. En cuanto a la modelación energética del proyecto se usará el Software “IES” que junto con los gastos adicionales que se presenten en el desarrollo del proyecto correrán por cuenta el desarrollador del mismo.

Referencias

- [1] ONAC, Listado de Laboratorios de Calibración Acreditados // Dimensional. [<http://www.onac.org.co/modulos/contenido/default.asp?idmodulo=204&pagina=1&idmoduloreferer=201&tiporeferer=areas&objid=DF5&objnombre=Dimensional>]
- [2] Mendoza Alba, José Rafael. Diseño del sistema de acondicionamiento del aire para un banco de pruebas y diseño e Instalación del sistema de aire acondicionado para la sala GIEMA.[Pdf en línea]. [<http://repositorio.uis.edu.co/js-pui/bitstream/123456789/5757/2/124827.pdf>].
- [3] Michael Laar & Tanith Olórtegui. SALONES DE CLASE REMODELADOS CON ECOEFICIENCIA EN LA IE Rosa Agustina Donayre de Morey, Iquitos - Loreto.[Pdf en línea].[<http://www.minam.gob.pe/proyecolegios/Ecolegios/contenidos/maletin/arquitectura/arquitectura-eco/ManualConstruccUsoMantenimiento.Iquitos.pdf>].
- [4] UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER VICERRECTORIA ACADÉMICA . SUMINISTRO, MONTAJE Y PUESTA EN FUNCIONAMIENTO DEL NUEVO SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO Y VENTILACIÓN MECÁNICA PARA EL EDIFICIO DE BIBLIOTECA .[Pdf en línea].[https://www.uis.edu.co/procesos_contratacion/contrataciones/licitaciones/licitaciones_2008/licitacion_012/definitivos/V2_PCD_L0]
- [5] Saenz León, Alberto. Mejorar la Calidad de Aire Interior : Un Negocio Rentable.[Blog en Línea].[<http://prevenblog.com/mejorar-la-calidad-del-aire-interior-negocio-rentable/>].
- [6] Allen, Joseph; MacNaughton, Piers; Usha, Satish; Suresh Santanam; Vallarino, Jose; Spengler, John D. Associations of Cognitive Function Scores with Carbon Dioxide, Ventilation, and Volatile Organic Compound Exposures in Office Workers: A Controlled Exposure Study of Green and Conventional Office Environments. Environmental Health Perspectives Ehp Publications. [<https://ehp.niehs.nih.gov/wp-content/uploads/advpub/2015/10/ehp.1510037.acco.pdf>].
- [7] Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Notas técnicas de Prevención - NTP 373: La ventilación general en el laboratorio[Pdf

en línea].[http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/Fichas-Tecnicas/NTP/Ficheros/301a400/ntp_373.pdf].

- [8] Revista Mundo HVACR. Climatización en bibliotecas y salas de archivo [Blog en línea]. [<https://www.mundohvacr.com.mx/mundo/2014/07/climatizacion-en-bibliotecas-y-salas-de-archivo/>].

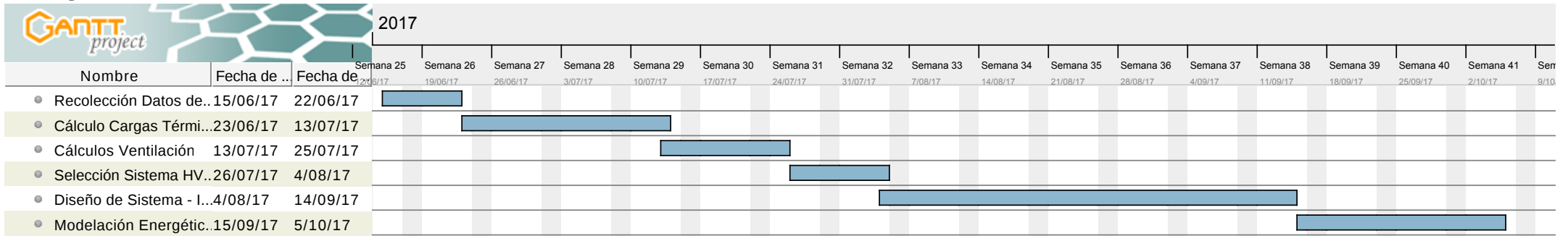
Anexos

Tarea

2

Nombre	Fecha de inicio	Fecha de fin
Recolección Datos de Partida	15/06/17	22/06/17
Cálculo Cargas Térmicas	23/06/17	13/07/17
Cálculos Ventilación	13/07/17	25/07/17
Selección Sistema HVAC	26/07/17	4/08/17
Diseño de Sistema - Ingeniería de Detalle	4/08/17	14/09/17
Modelación Energética	15/09/17	5/10/17

Diagrama de Gantt



HOJA DE CONTROL

ACTIVIDAD	DETALLE ACTIVIDAD		DURACIÓN	FECHA INICIO PROGRAMADA	MES	CHEQUEO
1	Recolección de datos de partida	Ambiente	Temperatura Media	1 Semana	15-jun	JUNIO
			Presión Atmosférica			
			Humedad Relativa			
	Arquitectura	Planimetría				
		Materialidad				
		Modelación (2D - 3D)				
	Interior	Espacios de estudio				
		Condiciones requeridas:				
		* Temperatura				
		* Presión				
* Humedad						
	* Calidad del Aire					
	* Ocupación					
2	Calculos Cargas Térmicas	Radiación	2 Semanas	23-jun	JUNIO	
		Envolvente				
		Ocupación				
		Iluminación				
		Equipos				
3	Requerimientos Ventilación espacios donde se requiera	Caudal Exterior por espacio ASHRAE 62,1	1 Semana	13-jul	JULIO	
		Espacios Ventilados Naturalmente				
		Espacios con Ventilación Forzada				
4	Propuestas Sistema HVAC	3 Propuestas	2 Semanas	26-jul	JULIO	
		Evaluación por criterios Ponderados				
		Selección de Sistemas				
5	Diseño Sistema HVAC	Dimensionamiento	Ductos de Aire	3 a 4 Semanas	04-ago	AGOSTO
			Agua Helada			
			Ducto Refrigeración			
		Caidas de Presión				
		Selección de Equipos	Especificaciones minimas de Operación			
		Selección de accesorios	Instalación			
			Control			
		Especificaciones de Instalacion				
		Modelación Planimetría	Modelación (2D - 3D)			
		Evaluación	Estudio y Costos			
6	Comprobación en Modelo	Modelación Geometría	Envolvente	2 Semanas	15-nov	SEPTIEMBRE
		Ajuste Modelo	Ocupación			
			Iluminación			
			Equipos			
			Ajuste Sistema HVAC diseñado en Modelo			
		Simulación	Baseline			
			Proposed			