

# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

---



## FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ARAGON

---

“EL MAL USO DEL ACONDICIONAMIENTO DEL AIRE O CLIMATIZACION”

TESIS

PARA OBTENER EL TÍTULO DE:  
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

INGENIERIA MECANICA ELECTRICA

---

PRESENTA:

MIGUEL ANGEL SOTO ARIAS

DIRECTOR DE TESIS: ING. ALEJANDRO RODRIGEZ LORENZANA

MEXICO 2007



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

# AGRADESCO

A la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) y a la Facultad de Estudios Superiores Aragón (FES – Aragón), por haberme permitido ser parte de su nombre, de su prestigio, de su tradición y de su reconocimiento nacional e internacional, y sobre todo, por haberme formado, en lo académico e intelectual, como un profesionista capacitado para realizar su trabajo en lo general y en lo particular ¡ GRACIAS !

A mi director de tesis el Ing. Alejandro Rodríguez Lorenzana que con base a su experiencia y conocimientos acepto conducirme en la realización de este trabajo y lograr el objetivo propuesto.

A mis sinodales, el Ing. Raúl Cruz Arrieta por exigirme, que me esforzara para realizar un trabajo real y creíble, al Ing. Alfredo Montaña Serrano por apoyarme, incondicionalmente en la realización del trabajo, al Ing. Edgar Alfredo Cárdenas Pérez por hacerme, una revisión muy estricta del trabajo, al Ing. José Luis García Espinosa por agilizar los tramites.

A todos mis profesores de cada una de las 52 materias, a los profesores de los laboratorios y a los profesores de otras áreas, que tuve durante la carrera, que me enseñaron, me asesoraron, me evaluaron y que compartieron sus conocimientos y experiencias conmigo.

A mi Mama Hortensia Arias Ríos por apoyarme, aconsejarme y dotarme de todo lo necesario para concluir todos mis estudios, sin escatimar en lo mas mínimo, y por eso, y por mucho mas, te dedico este trabajo, que es un pequeño pago por todos los esfuerzos que has hecho en toda tu vida, por darme lo mejor.

A mi compañera del idioma de Francés, Libia Anette Cartujano Vergara por haberme permitido, compartir su amistad durante todos los semestres que tomamos juntos las clases del idioma Francés y sobre todo, por saber que hay personas puras y sanas que valen la pena ¡su peso en oro!

A mi maestra de Francés, Ariadna Benavides Higuera por enseñarme el idioma Francés, por haberme permitido compartir su amistad, por exigirme a ser mejor en todo momento a pesar de las adversidades y las situaciones desfavorables, y sobre todo, por su manera de ser.

A mi amiga, Katia Berenice Perea Cuevas por haberme permitido, compartir su amistad, su confianza y sobre todo, por ayudarme moral y físicamente en los problemas mas difíciles de motivación.

A mis Amigos (as) y Compañeros(as) toda mi gratitud, ya que me brindaron su apoyo, su amistad, su confianza y su respeto en todo momento, durante y después del termino de la carrera, muchas gracias.

---

# ÍNDICE GENERAL

|  |     |
|--|-----|
| JUSTIFICACIÓN  | 1   |
| OBJETIVO   | 3   |
| OBJETIVOS PARTICULARES   | 4   |
| ÍNDICE GENERAL   | 6   |
| ÍNDICE PARTICULAR  | 7   |
| INTRODUCCIÓN   | 19  |
| <b>CAPÍTULO I</b>  |     |
| “ Introducción al Acondicionamiento del Aire ó Climatización ”   | 25  |
| <b>CAPÍTULO II</b>   |     |
| “ Factores a conocer en el Sistema Edificio ”  | 48  |
| <b>CAPÍTULO III</b>  |     |
| “ Factores a conocer en el Sistema de Tratamiento del Aire ”   | 63  |
| <b>CAPÍTULO IV</b>   |     |
| “ Sistemas a conocer en el Sistema de Climatización ”  | 99  |
| <b>CAPÍTULO V</b>  |     |
| “ Regulación y Control en el Acondicionamiento<br>del Aire ó Climatización ”                             | 122 |
| <b>CAPÍTULO VI</b>   |     |
| “ Situaciones, Problemas y Soluciones por el mal uso<br>del Acondicionamiento del Aire ó Climatización ” | 142 |
| CONCLUSIONES   | 185 |
| BIBLIOGRAFÍA   | 190 |
| ANEXOS   | 192 |

---

# CAPÍTULO I

## “ INTRODUCCIÓN AL ACONDICIONAMIENTO DEL AIRE Ó CLIMATIZACIÓN ”

|            |  |    |
|------------|--|----|
| <b>1.1</b> | Historia ó Marco de Referencia _____   | 25 |
| <b>1.2</b> | Acondicionamiento del Aire y Climatización son Sinónimos _____   | 30 |
| <b>1.3</b> | Definición de Acondicionamiento del Aire ó Climatización _____   | 30 |
| <b>1.4</b> | Propiedades que controla el Acondicionamiento del Aire ó Climatización _____   | 31 |
| 1.4.1      | La Temperatura _____   | 31 |
| 1.4.2      | La Humedad _____   | 31 |
| 1.4.3      | La Limpieza _____  | 31 |
| 1.4.4      | El Movimiento _____  | 32 |
| 1.4.5      | El Ruido y las Vibraciones _____   | 32 |
| <b>1.5</b> | Aplicaciones al Confort _____  | 33 |
| <b>1.6</b> | Factores que influyen sobre las instalaciones de Acondicionamiento<br>del Aire ó Climatización _____                       | 33 |
| <b>1.7</b> | Exigencias ó Condiciones en las Instalaciones de Acondicionamiento<br>del Aire ó Climatización en diversos Edificios _____ | 34 |
| 1.7.1      | En Instalaciones Residenciales _____   | 34 |
| 1.7.2      | En Locales Comerciales _____   | 34 |
| 1.7.3      | En Grandes Superficies Comerciales _____   | 35 |
| 1.7.4      | En Edificios de Oficinas _____   | 35 |
| 1.7.5      | En Lugares de Reunión _____  | 36 |
| 1.7.6      | En Edificios Hospitalarios _____   | 36 |
| 1.7.7      | En Transportes _____   | 37 |
| 1.7.8      | En Instalaciones de Radiadores (Suelo,Techo) _____   | 37 |

---

|            |   |    |
|------------|---|----|
| <b>1.8</b> | Control Ambiental _____   | 38 |
| 1.8.1      | Sistema Edificio _____  | 38 |
| 1.8.2      | Sistema de Tratamiento del Aire _____   | 40 |
| 1.8.3      | Sistema de Generación de Frío y Calor _____   | 40 |
| <b>1.9</b> | Balance Energético _____  | 41 |
| 1.9.1      | Causas que producen la Entrada ó Salida de energía Térmica _____  | 41 |
| 1.9.1.1    | La Radiación Solar _____  | 42 |
| 1.9.1.2    | La diferencia de Temperatura _____  | 42 |
| 1.9.1.3    | La infiltración de Aire Exterior _____  | 42 |
| 1.9.1.4    | La iluminación Artificial _____   | 42 |
| 1.9.1.5    | Los Equipos, Procesos ó Maquinaria _____  | 43 |
| 1.9.1.6    | La Ocupación Personal _____   | 43 |
| 1.9.1.7    | Ciertas Aplicaciones _____  | 43 |
| 1.9.2      | Si el Balance Energético es Positivo ó Negativo _____   | 43 |
| 1.9.3      | Balance Energético ó Balance de Potencia _____  | 44 |
| 1.9.3.1    | Potencia Térmica horaria neta ( $Q_s$ ), Ganancia Energética<br>horaria neta ( $Q_s$ ), Calor Sensible ( $Q_s$ ), Carga de Calor<br>Sensible ( $Q_s$ ), (Cálculo de $Q_s$ ) _____ | 44 |
| 1.9.3.2    | Control de la Humedad Relativa del Aire _____   | 46 |
| 1.9.3.3    | Calor Latente de Evaporación ( $Q_L$ ), Calor Latente de<br>Condensación ( $Q_L$ ), Carga de Calor Latente ( $Q_L$ ),<br>(Cálculo de $Q_L$ ) _____                                | 46 |
| 1.9.3.4    | Carga de Calor: Total ( $Q_r$ ), (Cálculo de $Q_r$ ) _____  | 47 |
| 1.9.3.5    | Resumen del Balance Energético _____  | 47 |

---

## CAPÍTULO II

### “ FACTORES A CONOCER EN EL SISTEMA DE EDIFICIO ”

|            |   |    |
|------------|---|----|
| <b>2.1</b> | Flujo a través de un Cerramiento                                      | 48 |
| 2.1.1      | Temperatura Exterior  | 48 |
| 2.1.2      | Régimen Variable  | 49 |
| 2.1.3      | Difusividad Térmica   | 49 |
| 2.1.4      | Radiación Solar   | 50 |
| <b>2.2</b> | El Efecto del Sol   | 50 |
| 2.2.1      | Radiación Solar Directa   | 51 |
| 2.2.1.1    | Intensidad de Radiación sobre un plano Normal                         | 51 |
| 2.2.2      | Radiación Difusa  | 52 |
| 2.2.3      | Intensidad de Radiación sobre la Superficie del Suelo                 | 52 |
| 2.2.4      | Radiación a través de un Vidrio de una Ventana                        | 52 |
| 2.2.4.1    | Coeficiente de Sombra   | 54 |
| 2.2.4.2    | Factor de Ganancia Solar (F)  | 54 |
| <b>2.3</b> | La iluminación Artificial   | 54 |
| 2.3.1      | Tipo de Lámpara   | 55 |
| 2.3.2      | Distribución Energética del Conjunto Luminaria / Lámpara Fluorescente | 56 |
| 2.3.3      | Rendimiento Luminoso  | 56 |
| 2.3.4      | Luminaria a Falsos Techos   | 56 |
| <b>2.4</b> | Infiltración del Aire   | 57 |
| 2.4.1      | Factores que influyen sobre las Infiltraciones de Aire                | 57 |
| 2.4.1.1    | Como se miden las Infiltraciones                                      | 58 |
| 2.4.1.2    | Efecto Viento (Cálculo)   | 58 |
| 2.4.1.3    | Efecto de Chimenea (Cálculo)  | 59 |

---

|            |  |    |
|------------|--|----|
| <b>2.5</b> | Ocupación de Equipos (Consumidores de Energía) | 60 |
| 2.5.1      | La Ocupación por Personas                      | 60 |
| 2.5.2      | Las Maquinas                                   | 61 |
| <b>2.6</b> | Zonificación                                   | 61 |
| 2.6.1      | Definición de Zonificación                     | 62 |
| 2.6.2      | Primera Zonificación                           | 62 |
| 2.6.3      | Métodos Modernos de Zonificación               | 62 |



---

## CAPÍTULO III

### “ FACTORES A CONOCER EN EL SISTEMA DE TRATAMIENTO DEL AIRE ”

|            |   |    |
|------------|---|----|
| <b>3.1</b> | Consideraciones Físicas y Fisiológicas _____  | 63 |
| 3.1.1      | Composición del Aire Atmosférico _____  | 63 |
| 3.1.2      | Componentes de Aire que tienen mayor importancia en la Climatización _____                      | 63 |
| 3.1.3      | Aire Atmosférico Higiénico _____  | 64 |
| 3.1.4      | Aire Atmosférico en Relación con la Salud _____   | 64 |
| 3.1.5      | Unidades para Cuantificar el Nivel de Contaminación del Aire<br>en el interior de Locales _____ | 65 |
| 3.1.6      | Transpiración _____   | 67 |
| 3.1.7      | Sensación de Confort ó la Ausencia de Confort _____   | 67 |
| 3.1.7.1    | Factores para un ambiente Confortable _____   | 68 |
| 3.1.8      | Temperatura Efectiva _____  | 68 |
| 3.1.9      | Índice de Confort _____   | 69 |
| 3.1.10     | Diagrama de Confort _____   | 69 |
| 3.1.11     | Tiempo de Permanencia en Locales Climatizados _____   | 70 |
| 3.1.12     | Efecto Shock ó Golpe de Calor (Golpe repentino de Temperatura) _____                            | 70 |
| 3.1.13     | Temperaturas Recomendadas a Mantener en Verano e Invierno _____                                 | 71 |
| <b>3.2</b> | El Aire Húmedo _____  | 72 |
| 3.2.1      | Temperatura del Aire Atmosférico y La Humedad del Aire _____                                    | 72 |
| 3.2.2      | Humedad Absoluta y Grado de Saturación _____  | 72 |
| 3.2.3      | Humedad Relativa del Aire _____   | 73 |
| 3.2.4      | Punto de Rocío del Aire Húmedo _____  | 73 |
| 3.2.5      | Entalpía ó Contenido Total de Calor en la Mezcla de Aire Húmedo _____                           | 74 |

---

|             |   |           |
|-------------|---|-----------|
| 3.2.6       | Diagrama Psicrometrico, Diagrama Mollier, Diagrama Carrier          | 74        |
| 3.2.7       | Temperatura Húmeda Constante  | 75        |
| 3.2.8       | Termómetro Húmedo ó Temperatura Húmeda del Aire                     | 75        |
| 3.2.9       | Recta de Maniobra   | 76        |
| <b>3.3</b>  | <b>La Distribución del Aire en un Ambiente</b>                      | <b>77</b> |
| 3.3.1       | Objetivo de una Buena Distribución de Aire                          | 78        |
| 3.3.1.1     | La Impulsión del Aire   | 78        |
| 3.3.1.1.1   | Distribución de las Velocidades del Aire en la Impulsión (Cálculo)  | 79        |
| 3.3.1.2     | La Extracción del Aire  | 80        |
| 3.3.1.2.1   | Distribución de las Velocidades del Aire en la Extracción (Cálculo) | 80        |
| 3.3.2       | Temperatura Efectiva (Cálculo)                                      | 80        |
| 3.3.2.1     | Índice de Prestaciones de una Distribución de Aire (IPDA)           | 81        |
| 3.3.3       | Corriente de Convección   | 82        |
| 3.3.4       | Inducción   | 83        |
| <b>3.4</b>  | <b>Métodos de Tratamiento del Aire</b>                              | <b>84</b> |
| 3.4.1       | Métodos de Importancia Energética                                   | 84        |
| 3.4.2       | Métodos Generales de Tratamiento del Aire                           | 85        |
| 3.4.3       | Calefacción   | 86        |
| 3.4.3.1     | Clasificación   | 86        |
| 3.4.3.1.1   | Calefacción por Agua Caliente                                       | 87        |
| 3.4.3.1.1.1 | Sistema de dos Tubos  | 88        |
| 3.4.3.1.1.2 | Sistema de Mono Tubo  | 88        |
| 3.4.3.1.1.3 | Instalaciones con Bomba   | 88        |
| 3.4.3.1.2   | Vapor a Baja Presión  | 89        |
| 3.4.3.1.3   | Vapor a Alta Presión  | 90        |
| 3.4.3.1.4   | Agua Sobrecalentada   | 91        |
| 3.4.3.1.5   | Electricidad  | 92        |
| 3.4.3.1.6   | Aire Caliente   | 92        |

---

|         |  |    |
|---------|--|----|
| 3.4.4   | Humidificación                               | 93 |
| 3.4.4.1 | Cámaras de Pulverización                     | 95 |
| 3.4.4.2 | Humidificación Superficial ó por Capilaridad | 96 |
| 3.4.4.3 | Humidificación del Aire mediante Vapor Seco  | 96 |
| 3.4.5   | Enfriamiento y Deshumidificación             | 97 |

---

## CAPÍTULO IV

### “ SISTEMAS A CONOCER EN LOS SISTEMAS DE ACONDICIONAMIENTO DEL AIRE Ó CLIMATIZACIÓN ”

|            |   |     |
|------------|---|-----|
| <b>4.1</b> | Clasificación de los dos Grandes Grupos de los Sistemas de Climatización          | 99  |
| 4.1.1      | Clasificación de los Sistemas de Climatización de Confort                         | 99  |
| 4.1.1.1    | Climatizador autónomo más Elemental (Acondicionador de Ventana)                   | 100 |
| 4.1.1.1.1  | Consolas  | 102 |
| 4.1.1.1.2  | Climatizadores Autónomos Condensados por Agua                                     | 102 |
| 4.1.1.1.3  | Climatizadores Autónomos Condensados por Aire                                     | 103 |
| 4.1.1.2    | Sistema Convencional  | 104 |
| 4.1.1.2.1  | Elementos de una Instalación con Sistema Convencional                             | 104 |
| 4.1.1.3    | Sistema Fan-Coil ó Ventilconvectores  | 105 |
| 4.1.1.4    | Sistema de Inducción Aire-Agua  | 107 |
| 4.1.1.4.1  | Sistema de inducción a dos Tubos  | 108 |
| 4.1.1.4.2  | Sistema de inducción a cuatro Tubos   | 108 |
| 4.1.1.4.3  | Ventajas más Importantes del Sistema de Inducción                                 | 109 |
| 4.1.1.5    | Sistema de Caudal de Aire Variable (Volumen Variable)                             | 109 |
| 4.1.1.6    | Otros Sistemas  | 111 |
| 4.1.1.6.1  | Recalentamiento Terminal  | 111 |
| 4.1.1.6.2  | Doble Conducto y Multizona  | 111 |
| 4.1.1.7    | Clasificación General de los Sistemas de Climatización<br>a tendiendo a su Fluido | 113 |
| 4.1.1.8    | Comparación de Sistemas   | 114 |
| 4.1.1.8.1  | Valoración Relativa de Cualidades ó Factores<br>para la Comparación de Sistemas   | 114 |

---

|            |  |            |
|------------|--|------------|
| 4.1.2      | Sistema de Climatización Industrial                        | 115        |
| <b>4.2</b> | <b>Sistemas de Generación de Frío y Calor</b>              | <b>116</b> |
| 4.2,1      | Generación de Frío   | 117        |
| 4.2.1.1    | Generación de frío por compresión de un Fluido Frigorífico | 118        |
| 4.2.1.2    | Familias de Sistemas de Generación de Frío por Compresión  | 118        |
| 4.2.1.3    | Sistema de Generación de Frío por Absorción                | 119        |
| 4.2.2      | Generación de Calor  | 120        |

---

## CAPÍTULO V

### “ REGULACIÓN Y CONTROL EN EL ACONDICIONAMIENTO DEL AIRE Ó CLIMATIZACIÓN ”

|            |  |     |
|------------|--|-----|
| <b>5.1</b> | Equipos que Constituyen una Instalación de Climatización _____ | 122 |
| 5.1.1      | Ventiladores _____   | 123 |
| 5.1.2      | Baterías de Intercambio Térmico _____                          | 125 |
| <b>5.2</b> | Regulación y Control _____                                     | 128 |
| 5.2.1      | Regulación y Control Manual _____                              | 130 |
| 5.2.2      | Regulación y Control Automática _____                          | 130 |
| 5.2.2.1    | Elementos de un Sistema Automático de Control _____            | 131 |
| 5.2.3      | Componentes de un Sistema de Regulación _____                  | 131 |
| 5.2.3.1    | Sistema de Bucle Cerrado _____                                 | 132 |
| 5.2.3.2    | Sistema de Bucle Abierto _____                                 | 132 |
| 5.2.4      | Clasificación de los Sistemas de Regulación y Control _____    | 133 |
| 5.2.4.1    | Acción Todo-Nada _____   | 134 |
| 5.2.4.2    | Acción Flotante _____  | 135 |
| 5.2.4.3    | Acción Proporcional _____                                      | 136 |
| 5.2.5      | Componentes de un Sistema de Control _____                     | 137 |
| 5.2.5.1    | Sensores _____   | 137 |
| 5.2.5.2    | Dispositivos de Regulación Accionados por Actuadores _____     | 138 |
| 5.2.5.3    | Clasificación de Controladores _____                           | 139 |
| 5.2.6      | Los sistemas Digitales Directos _____                          | 139 |

---

## CAPÍTULO VI

### “ SITUACIONES, PROBLEMAS Y SOLUCIONES DEL MAL USO DEL ACONDICIONAMIENTO DEL AIRE Ó CLIMATIZACIÓN ”

|             |  |     |
|-------------|--|-----|
| <b>6.1</b>  | Movimiento Corporal y Reposo Corporal Aparente _____                                   | 142 |
| <b>6.2</b>  | Acciones, Acciones Especificas, y Actividades _____                                    | 143 |
| <b>6.3</b>  | Lugares _____  | 144 |
| <b>6.4</b>  | Clima _____  | 147 |
| <b>6.5</b>  | Otros seres Vivos y Objetos ó Materias Inertes _____                                   | 151 |
| <b>6.6</b>  | Situaciones _____  | 152 |
| <b>6.7</b>  | Situaciones en Relación con el Acondicionamiento del Aire ó Climatización _____        | 153 |
| <b>6.8</b>  | Las Personas en Relación con el Acondicionamiento del Aire ó Climatización _____       | 154 |
| <b>6.9</b>  | Beneficios y Problemas en Relación con el Acondicionamiento del Aire ó Climatización _ | 155 |
| <b>6.10</b> | Situaciones y Problemas _____  | 161 |
| 6.10.1      | Cultivo y Dispersión de Bacterias _____  | 161 |
| 6.10.2      | Invento para las Bacterias _____   | 163 |
| 6.10.3      | Deficiencia Principal del Acondicionamiento del Aire ó Climatización _____             | 164 |
| 6.10.4      | ¿Adonde va todo el Calor? _____  | 168 |
| 6.10.5      | Errores por el mal Uso _____   | 171 |
| 6.10.5.1    | La Disyuntiva _____  | 171 |
| 6.10.5.2    | Temperatura Ideal _____  | 172 |
| 6.10.5.3    | Errores de Uso _____   | 173 |
| 6.10.5.4    | Cambios Brusco y mal Diseño _____  | 178 |
| 6.10.5.5    | Acondicionamiento del Aire ¿Indispensable? _____                                       | 179 |
| 6.10.6      | Enfermedades _____   | 181 |
| 6.10.7      | En Edificaciones _____   | 183 |
| 6.10.8      | En los Medios de Transporte _____  | 183 |

---

|                     |                   |            |
|---------------------|-------------------|------------|
| 6.10.9              | En la Industria   | 184        |
| <b>6.11</b>         | <b>Soluciones</b> | <b>184</b> |
| <br>                |                   |            |
| <b>CONCLUSIONES</b> |                   | <b>185</b> |
| <b>BIBLIOGRAFÍA</b> |                   | <b>190</b> |
| <b>ANEXOS</b>       |                   | <b>192</b> |



---

## JUSTIFICACIÓN

Desde hace, muchos años, dentro, de la sociedad humana, la Ciencia y la Tecnología, han, avanzado. Dentro de este avance, la Ingeniería, juega un papel, muy importante, modificando el medio ambiente, que rodea, a las personas (individuos), y otorga, los sistemas, mecanismos, dispositivos y equipos, necesarios, para el desarrollo, de diversas actividades, cotidianas, ya sean muy simples, ó muy complejas.

Pero ¿que sucede, cuando un sistema, mecanismo, dispositivo ó equipo, al tratar de dar, un beneficio, comienza a crear, problemas secundarios, en donde las personas, en teoría beneficiadas, comienzan a experimentar, problemas, en su salud, y en su confort? Un caso, de esto, es, el mal uso que se da, al Acondicionamiento del Aire ó Climatización, donde su objetivo, es proporcionar, una temperatura deseada (condiciones de confort), para las personas, en lugares, cerrados ó semicerrados, controlando, principalmente, la cantidad de calor, y la humedad.

Los problemas, se presentan, desde su diseño, fabricación, producción, instalación, etc. Pero, los más graves, son, a simple vista: el mal uso, que las personas, les damos, y las deficiencias propias de los sistemas, mecanismos, dispositivos y equipos, para Acondicionar el Aire.

Los equipos, que se venden en el mercado, para el Acondicionamiento del Aire o Climatización, están especificados, para lugares, con ciertas especificaciones, de instalación y diseño. Pero las personas o usuarios, no los utilizan correctamente, por que al parecer, piensan, que al subir ó bajar la escala de temperatura, el problema ya esta resuelto. ¡Y los sistemas y equipos, no reaccionan casi instantáneamente! y tienen, una serie de variables, que tienen que controlar, para llegar a su objetivo, y entre mas grande, sea, el espacio a controlar, mayor es el tiempo de respuesta del equipo.

---

Pero, al paso del tiempo, debido al uso arbitrario, y a una exposición prolongada (meses o años, para algunas personas), causa, una serie de problemas en la salud, y es frecuente cada vez oír que médicos señalen, que la única forma de evitar estos problemas, en la salud, es evitar, o pasar el menos tiempo posible, en contacto, con estos sistemas de Acondicionamiento del Aire o Climatización.

Es ahí, donde, el Ingeniero, tiene que usar sus conocimientos, para determinar, la causa del problema, ya que al modificar las condiciones ambientales naturales, el Ingeniero y la Ingeniería, hicieron realidad, el problema (enfermedad), que afecta, a la salud de las personas.

Y es deber de un Ingeniero, explicar, con los conocimientos necesarios y suficientes, utilizados en la carrera de Ingeniería Mecánica Eléctrica, con especialización en Mecánica. El poder, mostrar, con estudios y fundamentos científicos, como es creado, y como afecta este problema a las personas, en el transcurso de su vida cotidiana.

Y dar soluciones generales y particulares, que engloban, el mal uso que las personas o usuarios dan, a los sistemas y equipos de Acondicionamiento del Aire, y que a su vez, provocan problemas, pasajeros o permanentes, en la salud, y en el confort (de las personas). Además de que, en ciertas condiciones extremas, pueden causar la muerte.

---

## **OBJETIVO**

Hacer conciencia, en las personas en general, con o sin conocimientos del tema, que el mal uso, de los sistemas, mecanismos, dispositivos, instalaciones y equipos de Acondicionamiento del Aire o Climatización, causan, problemas en la salud, y problemas en el bienestar de las personas (confort), y que no es un juego, donde, se puede, encender ó apagar, el equipo; subir ó bajar, una escala de temperatura; por el simple, capricho, de que se siente, demasiado ó poco calor, en un lugar, semicerrado ó cerrado.

---

## OBJETIVOS PARTICULARES

- 1) Explicar, ¿Que es, el Acondicionamiento del Aire ó Climatización? su historia, dentro, del desarrollo del ser humano, y sus aplicaciones, en la actualidad.
- 2) Explicar, que el Acondicionamiento del Aire, se basa, en 3 sistemas principales, que son: Sistema Edificio, Sistema de Tratamiento del Aire y Sistema de Climatización. Y que sin el conocimiento de estos sistemas, no se entendería, en la práctica, su funcionamiento.
- 3) Explicar, como se genera el Frío y el Calor, en forma general, dentro de todo tipo de Instalaciones, cerradas ó semicerradas.
- 4) Explicar, cuales son los equipos básicos, que constituyen el sistema de Acondicionamiento del Aire ó Climatización, y su Regulación y Control, para poder entender, como funcionan, y operarlos o manejarlos correctamente.
- 5) Explicar, como se controlan y regulan los equipos, interactuando, con los sistemas, para obtener, Frío ó Calor.
- 6) Explicar y mostrar, los problemas mas comunes, del mal uso del Acondicionamiento del Aire ó Climatización.
- 7) Dar soluciones, a los problemas mas comunes, del mal uso del Acondicionamiento del Aire ó Climatización.

- 
- 8) Hacer, que los usuarios o las personas (individuos) relacionen, las explicaciones anteriores, con las actividades cotidianas, que están viviendo, y que tengan el suficiente criterio, para resolver cualquier problema, tomando como referencia, lo que sucede, al tratar de Climatizar un lugar determinado.
- 9) Fomentar, el correcto uso de los sistemas de Acondicionamiento del Aire o Climatización, ¡y que en verdad sirva para lo que fue creado! Y, que se tenga el conocimiento suficiente, de cuales son las consecuencias del mal uso.

---

## INTRODUCCIÓN

A partir, de que el ser humano, comienza a modificar su medio ambiente, y el entorno que lo rodea, directa ó indirectamente ocasiona, que las características y cualidades naturales, donde, se desarrolla la vida del ser humano, se modifiquen. Esta modificación tiene un fundamento, que es, el desarrollo tecnológico, para poder habitar, el lugar donde quiere, ó le toco vivir.

El planeta tierra, tiene diferentes zonas geográficas y climatológicas, que influyen en las actividades, y en el comportamiento del ser humano, no es lo mismo, hablar de zonas calientes, como: el Ecuador, selvas, pantanos. O zonas frías, como: el Polo Norte, y el Polo Sur. O zonas intermedias, localizadas entre las zonas frías y calientes, como: los trópicos.

A esto, hay que agregar, que los días y las noches en esas zonas, son diferentes, debido a la posición de la tierra, durante sus movimientos de rotación y translación, y a la inclinación de su eje.

En el día (mayor), y en la noche (menor), existe una interacción de calor en el medio ambiente, durante las 24 horas del día, los 365 ó 366 días del año, según sea el caso (años bisiestos), influenciadas por la radiación solar, y el calor, que genera el núcleo de la tierra.

Esto implica, que las personas, a nivel mundial, tengan que acostumbrarse, a ese aumento o disminución de calor, de acuerdo, a la zona en donde habitan.

¿Pero que sucede, cuando las condiciones climáticas varían, en ciertos momentos del día, o en todo el día; o en algunos meses, o todos los meses; o en algunos años, o todos los años, desfavorables (demasiado calor ó poco calor (frío)), para poder dormir o trabajar?

---

Es ahí, donde, el ser humano, para compensar estas condiciones, desarrollo lo que hoy conocemos como: el Acondicionamiento del Aire o Climatización, en el cual, las personas (individuos) pueden modificar la cantidad de calor, en un momento dado, gracias, a una serie de sistemas, mecanismos, dispositivos y equipos, desarrollados e instalados, en edificaciones, y en vehículos, tales como: casas residenciales, edificios, oficinas, centros comerciales, hospitales, automóviles, barcos, aviones, trenes, submarinos, etc.

Esto explica, que las personas utilicen sistemas de Acondicionamiento del Aire Climatización, para poder habitar ó permanecer en un lugar determinado, manteniendo la cantidad de calor, a un nivel apropiado.

Estos sistemas y equipos, pueden funcionar en forma similar en todo el planeta, por que son construidos, de la misma forma y bajo las mismas especificaciones, variando obviamente, el modelo y el tamaño, según las condiciones para su uso, ¡Pero no se utilizan de la misma manera! por que; en lugares, con mayor cantidad de calor (temperatura alta), se utilizará el equipo la mayor parte del tiempo, para reducir la cantidad de calor, y en lugares, con poca cantidad de calor (temperaturas bajas), se utilizara para aumentar la cantidad de calor; y en lugares intermedios, es muy variable su utilización.

Esto implica, una reacción en las personas, que tienen un comportamiento y unas sensaciones diferentes, al interactuar con el Acondicionamiento del Aire ó Climatización.

Algunas personas, se acostumbran rápidamente, otras personas se acostumbran lentamente, pero hay personas, que no se acostumbran a interactuar con el Acondicionamiento del Aire ó Climatización.

Como en toda actividad humana, hay una gran variedad de gustos y elecciones, y no se puede omitir, los diferentes puntos de vista de las personas.

---

Durante mucho tiempo, se han realizado tesis y proyectos, donde se calcula, analiza y se diseñan sistemas, mecanismos, dispositivos y equipos de Acondicionamiento del Aire ó Climatización, y podemos mencionar, que lleva muchos años de perfeccionamiento, desde sus inicios, hasta nuestra época (año 2007).

¿Pero que sucede, cuando un proyecto, perfectamente calculado, analizado y diseñado, como, el Acondicionamiento del Aire ó Climatización, comienza a producir, una serie de problemas, en la salud, y en el bienestar de las personas?

Por esta razón, el Acondicionamiento del Aire o Climatización, tanto a nivel industrial, como, a nivel comercial, ha dejado de ser una necesidad exótica ó un capricho, para pasar a la consideración, de ser un servicio necesario en muchos hogares, oficinas e industrias.

A nivel doméstico, estamos observando una demanda creciente, de equipos ó instalaciones, de refrigeración y calefacción.

El Acondicionamiento del Aire ó Climatización, se aplica generalmente, para satisfacer dos exigencias:

- a) El bienestar de las personas.
- b) Las exigencias, particulares, de los procesos de elaboración de productos, en las industrias, donde, se tiene que controlar, la cantidad de calor, la humedad, la presión, velocidad y pureza del aire.

Este trabajo de investigación, ha sido preparado, pensando en todas las personas, que tiene ó tendrán algún contacto, con el Acondicionamiento del Aire ó Climatización, y se pretende establecer, en forma clara, las relaciones entre los sistemas, mecanismos, dispositivos y equipos, con el ser humano, y su salud.



---

Así mismo, crear el suficiente criterio, para juzgar, comprender y tomar las medidas necesarias, para entender el Acondicionamiento del Aire ó Climatización, en función de la salud de las personas.

Se ha dividido, en 6 capítulos, para su comprensión, los cuales son:

### Capítulo I

En este capítulo, se comienza. dando, una definición de Acondicionamiento del Aire ó Climatización; se relata su historia (marco de referencia) dentro del desarrollo de la humanidad, desde sus inicios, fechas de descubrimiento, descubridores y modificaciones hechas para su desarrollo y mejoramiento; se da una explicación breve, de cómo se controla la temperatura, la humedad, la limpieza y el movimiento del aire; se describen los lugares de su aplicación; se da una explicación general, del control ambiental, compuesto por el Sistema Edificio, por el Sistema de Tratamiento del Aire y por el Sistema de Generación de Frío y Calor; y una explicación, de que es el balance energético, que es vital, para relacionar la cantidad de calor, que entra y sale de cualquier recinto a estudiar.

### Capítulo II

En este capítulo, se estudian los factores o elementos que conforman el Sistema Edificio, que es la base del estudio del Acondicionamiento del Aire ó Climatización; se da, su definición; la definición de temperatura exterior; el efecto del sol en los cuerpos radiados; el estudio de radiación y transmisión en ventanas y muros; efectos de la iluminación artificial; infiltración del aire; el efecto chimenea; equipos consumidores de energía; se da la definición de zonificación; en fin, es el comienzo del estudio detallado, del Acondicionamiento del Aire, y su comprensión nos lleva, a introducirnos en el tema.

---

### Capítulo III

En este capítulo, se estudian los factores o elementos que conforman el Sistema de Tratamiento del Aire, que es, el segundo tema necesario para comprender, el funcionamiento del Acondicionamiento del Aire ó Climatización; se da la composición del aire y su contenido de vapor; la definición de un punto higiénico; la definición de olfs; el concepto de temperatura efectiva; definición de ASHRAE; la definición de decipol; que es la humedad absoluta del aire, la humedad relativa del aire, el grado de saturación, el shock de temperatura, el punto de rocío, la temperatura húmeda constante, el termómetro húmedo, la temperatura húmeda del aire, la recta de maniobra, los métodos de Tratamiento del Aire, las rejillas, los difusores, el índice de prestaciones de una distribución de aire IPDA, y algo de calefacción y bypass.

### Capítulo IV

En este capítulo, se estudian los factores o elementos que conforman el Sistema de Climatización, siendo el tercer tema necesario para la comprensión del estudio del Acondicionamiento del Aire ó Climatización; se da la descripción de una serie de sistemas; la definición de un evaporado ó batería de enfriamiento; se define que son las consolas partidas, el aire primario inductor, las ventajas del sistema inductor, el recalentamiento térmico, las familias de generadores; y donde, ya comprendidos los dos anteriores capítulos, se entenderá mejor la generación de calor y frío.

### Capítulo V

En este capítulo, se estudian los equipos que constituyen una instalación de Climatización; se da, la definición de regulación y control; que es el caudal y elevación de presión; la selección de ventiladores; que son baterías de intercambio térmico, los parámetros (temperatura, humedad), los sensores, las fuentes de energía, el golpe frío, las válvulas, los registros y los controladores.

---

## Capítulo VI

En este capítulo, se trata de señalar, mostrar y explicar, las situaciones y los problemas, que causa, la mala utilización, del sistema de Acondicionamiento del Aire en las edificaciones, en los medios de transporte y en la industria. Y a su vez dar las soluciones.

Las conclusiones, se basan en el soporte de la teoría y aplicación práctica del estudio del Acondicionamiento del Aire o Climatización, que se muestran en los capítulos I, II, III, IV y V. El estudio, el análisis de las críticas, problemas, soluciones y comentarios del mal uso del Acondicionamiento del Aire o Climatización se muestran en el capítulo VI.

La Bibliografía, es fundamental en el estudio del Acondicionamiento del Aire o Climatización y esta obra se baso en fundamentos reales, prácticos y verídicos, para poder explicar y mostrar, el mal uso del Acondicionamiento del Aire o Climatización, todos los títulos y su contenido de la bibliografía son interesantes y son mencionados después de las conclusiones, para tener una referencia exacta de la información de esta obra.

En los anexos, se da información adicional, para ser empleada en cualquier capítulo de esta obra que lo requiera. Si esta información es insuficiente para la comprensión de algún punto en particular, se puede investigar dicho punto, por medio de la bibliografía que se da en esta obra, y que se localiza después de las conclusiones.

# CAPITULO I

## “ INTRODUCCIÓN AL ACONDICIONAMIENTO DEL AIRE Ó CLIMATIZACIÓN ”

### 1.1 Historia ó Marco de Referencia

Para un conocimiento, del porqué de las cosas y de su tendencia, es conveniente saber algo de su pasado. En todos los campos de la ciencia y de la técnica, los éxitos y los fracasos del pasado, han tenido su efecto, sobre los conceptos actuales, e indudablemente los tendrán, sobre los futuros.

Se puede decir, que la historia de la Climatización, se inicia en los tiempos remotos de la prehistoria, cuando el hombre de las cavernas, descubrió el fuego como medio principal, para calentar su morada; la sombra y el agua fría, eran probablemente, su único alivio contra el calor.

Durante millones de años, no hubo mejoras significativas en el desarrollo del Acondicionamiento del Aire ó Climatización. Por ejemplo, las chimeneas de los castillos de la Europa medieval, apenas si constituían mejora alguna, ya que, sólo calentaban el área que las rodeaba. Debido a esto, las pinturas de aquellos tiempos, muestran que reyes y reinas, usaban pieles y guantes, en el interior de las habitaciones durante el invierno.

Hubieron algunas excepciones a esta carencia de progreso. Los antiguos romanos, tuvieron en algunas construcciones, una calefacción notablemente buena, que se lograba al calentar el aire, y hacerlo circular por los pisos y las paredes cóncavas.

En el clima seco, del Medio Oriente, la gente colgaba mantas mojadas frente a las puertas, consiguiendo así, un modo primitivo de enfriamiento de aire por evaporación.

Así, Leonardo da Vinci, construyó un artefacto para ventilación, a fines del siglo XV. Robert Boyle, enunció su famosa ley en 1659. En el siglo XVIII, algún monje desconocido, ideó un ingenioso Sistema de Climatización para las librerías, que contenían los libros de canto, en el monasterio de Yuso, en la Rioja. En 1775, el doctor Escocés William Cullen, genero el vacío en un recipiente con agua, para tener hielo. Algunos años más tarde, Benjamín Franklin escribió, un tratado completo, sobre los hogares abiertos, usados para calefacción doméstica.

Durante el siglo XIX, progresaron las técnicas de calefacción y de ventilación, con el invento y perfeccionamiento de ventiladores, calderas y radiadores.

También, a lo largo de estos años, se realizaron esfuerzos teóricos, para sistematizar los conocimientos, relacionados con la calefacción y la ventilación, obteniéndose valores y datos experimentales, valiosos para mejorar las prestaciones de las instalaciones.

James Watt, es el padre de los sistemas de calefacción por vapor, a finales del siglo XIX. A principios del siglo XX comenzó a utilizarse de modo habitual, el sistema de calefacción por agua caliente, primeramente por gravedad y a partir de 1927, aproximadamente, por circulación forzada, mediante bomba aceleradora.

En los primeros tiempos, se emplearon los radiadores, como equipo de transmisión de calor, aunque, en forma casi paralela, se realizaron las primeras instalaciones, por paneles radiantes incrustados en los muros de los edificios.

La historia de la refrigeración premecánica, en lo relativo, a la utilización, producción y almacenamiento de frío, se extiende, al uso de la nieve de montaña, al del hielo de los lagos ó pozos, al empleo de mezclas químicas, para la obtención de baños refrigerantes, y a la fabricación de hielo, por enfriamiento evaporativo y radiación del agua.

Conviene recordar que en nuestro país, a lo largo de varios siglos, y hasta la época reciente, también se usó hielo, procedente de pozos, situados en lugares cercanos a arroyos ó ríos.

El primer intento de conseguir la refrigeración, por medios mecánicos ó físicos, controlados por el hombre, cabe atribuirlo, al doctor Escocés William Cullen. Sin embargo, la invención de la refrigeración por compresión de vapor, es decir, el método más extendido, para la obtención del frío artificial, debe remontarse a 1834 cuando Jacob Perkins obtuvo, una patente británica (con número 6662) por una máquina, de hacer frío hielo en ciclo cerrado. Perkins especificaba en su patente, el éter u otros fluidos volátiles, como fluidos refrigerantes.

En 1844, el doctor Jonh Gorrie, del hospital de la marina de los EE.UU. en Apalachicola, Florida, construyó, una máquina de ciclo abierto que funcionaba con aire comprimido, para la producción de hielo, y el enfriamiento del aire, para uso del hospital.

Hacia 1850, el profesor Alexander C. Twining, de New Haven Connecticut, en los Estados Unidos, recogiendo las ideas de Perkins, comenzo a proyectar y construir, plantas de fabricación de hielo, usando el éter etílico, como refrigerante, y llegando a obtener 725 kg diarios de hielo (en 1853).

Por los mismos años (en 1851), Ferdinand Carré, en Francia, proyectó la primera unidad de refrigeración por absorción, empleando amoniaco, también por esta época, en Austria, James Harrison desarrolló las ideas de Perkins, construyendo plantas de fabricación de hielo, que a diferencia de las de Twining, tuvieron un desarrollo y producción comercial posterior. En efecto, estas plantas se fabricaron en Inglaterra con éxito, por Siebe Brothers.

A partir de entonces, el desarrollo de la refrigeración mecánica se aceleró, y se extendió a todos los países industrializados. En 1867, Charles Tellier en Francia, proyectó sistemas empleando éter metílico y en 1872, David Boyle inventó la máquina de compresión de amoniaco.

Todos los esfuerzos realizados hasta fines del siglo XIX, se dirigieron, hacia la fabricación de hielo, para la conservación de carne y pescado, con algunas aplicaciones en la industria, cervecera ó a la petrolífera.

En los primeros años del presente siglo, destaca la figura de Willis H. Carrier, que puede considerarse, como el iniciador de la técnica del tratamiento científico, del aire, para aplicaciones de Climatización. En Estados Unidos, se le conoce como el padre del Acondicionamiento del Aire.

En 1902, Carrier, realizó la primera instalación completa, de Climatización integral (verano-invierno), aplicada a la industria litográfica de Brooklyn, New York. Resolvió con ello, el problema de la falta de uniformidad en la temperatura, al cambiar las condiciones atmosféricas. A partir de esta primera instalación, desarrolló diversos componentes para el tratamiento del aire (pulverizadores de agua, separadores de gotas, etc.), que siguen empleándose hoy día, en la misma forma, sin grandes variaciones.

A Carrier se debe, el establecimiento de unas bases teóricas, de la psicrometría del aire (relaciones de temperatura seca, temperatura húmeda, humedad relativa, puntos de rocío y de la mezcla de aire y vapor de agua). En 1911, dio a conocer esta teoría, conjuntamente con su famoso diagrama psicrométrico (ver anexos).

Algunos años después, Mollier, en Alemania, mejoraría la teoría del aire húmedo, sobre las bases de Carrier, estableciendo un nuevo diagrama psicrométrico (ver anexos), con ello, puede decirse, que la climatización, quedo firmemente asentada, sobre bases científicas razonadas.

Es a partir de 1919-1920, cuando se hacen, las primeras aplicaciones del Acondicionamiento del Aire de confort, a salas cinematográficas en Chicago. Estas aplicaciones, se extienden rápidamente en el mercado cinematográfico, que en este sentido, fue el detonante, para extender con seguridad la Climatización, a diversos establecimientos comerciales.

A las aplicaciones comerciales en Estados Unidos, siguieron pronto, las primeras instalaciones en Europa, si bien es verdad que las necesidades, a ese lado del Atlántico, debido a razones climatológicas, no eran tan importantes, como en los Estados Unidos.

En los siguientes años, se asiste un rápido crecimiento de la industria de la Climatización, tanto, la dedicada a la fabricación de equipos, como aquella, que realiza las instalaciones. Se construye, la primera planta enfriadora, con compresor centrífugo (Carrier en 1922); se descubren y se desarrollan los refrigerantes fluorocarbonados o "Freones", (Thomas Midgley, Jr. de General Motors, 1930) que experimentan una amplísima difusión, a partir de su fabricación, comercial a gran escala, por una empresa formada por General Motors y E.I du Pont de Nemours (Kinetic Chemicals Company, en 1931). Servel, introduce en el mercado residencial, su máquina de absorción de bromuro de litio (en 1931) y a mediados, de la década de los treinta, es General Electric, quien introduce un equipo con bomba de calor.

En los últimos años, se ha visto, un importante desarrollo de los sistemas de Climatización, una vez establecidos los principios básicos, de los equipos de refrigeración, necesarios, para el tratamiento del aire. En efecto, durante este lapso de tiempo, se han, desarrollado los sistemas de inducción, el doble conducto y modernamente, el volumen de aire variable. Asimismo, la crisis energética de los años setenta, han resucitado equipos, como la bomba de calor.

Por lo tanto, con el desarrollo efectivo de la calefacción, ventilación, y Acondicionamiento del Aire (HVAC, iniciales de las palabras Heating, Ventilating and Air Conditioning), que se inició hace más de 100 años, y los sistemas de calefacción central, que se desarrollaron en el siglo XIX y el Acondicionamiento del Aire mediante refrigeración, mecánica, se ha progresado, sólo, durante los últimos años. Pese a ello para 1985, los sistemas de HVAC en los Estados Unidos, alcanzaron, un valor total instalado, de unos 25 000 millones de dólares anuales, de los cuales, 10 000 millones correspondieron a ventas de equipo.



## 1.2 Acondicionamiento del Aire ó Climatización son Sinónimos

Los términos, Acondicionamiento del Aire ó Climatización, son completamente sinónimos. De hecho, son expresiones que se aplican a lo mismo, aunque se han originado en lugares distintos. En los Estados Unidos de América, se ha venido utilizando la expresión, "Acondicionamiento del Aire", a lo largo de muchos años, en tanto que en Europa, últimamente ha ganado aceptación, la palabra "Climatización", para expresar exactamente lo mismo, que al otro lado del Atlántico.

Tal vez, en los últimos años, se ha producido algún cambio, en los Estados Unidos, hacia la utilización de la expresión de "**Control Ambiental**", en lugar de Acondicionamiento del Aire. Probablemente, esta tendencia haya sido ocasionada, por la preocupación ecológica creciente y por los avances tecnológicos producidos en general, y en particular, en la técnica de la Climatización, que afecta a los conceptos fundamentales de la gestión y el ahorro energéticos.

Es importante matizar, que la única expresión incorrecta, y que sin embargo es de uso frecuente, sea la designación, de "Aire Acondicionado", empleado para expresar lo que denominamos Acondicionamiento del Aire o Climatización. Por lo tanto, hay que diferenciarla en el lenguaje técnico (1.3).

## 1.3 Definición de Acondicionamiento del Aire ó Climatización

Para la mayoría de las personas, el Acondicionamiento del Aire ó Climatización, significa "Enfriamiento del Aire". Para nuestros fines, esta definición no es suficientemente útil, ni exacta, de modo, que en su lugar emplearemos las siguientes definiciones:

1ª) **"El Acondicionamiento del Aire ó Climatización, es el proceso de tratamiento del aire en un ambiente interior, con el fin de establecer y mantener, los estándares requeridos de temperatura, humedad, limpieza y movimiento".**

2º) “La Climatización ó el Acondicionamiento del Aire, es el generar y mantener, un adecuado nivel de confort, para los ocupantes, de un ambiente cerrado, ó bien, la garantía de mantener, un conjunto de condiciones ambientales, para el desarrollo de un proceso ó actividad ambiental, dentro de un recinto”.

## **1.4 Propiedades que Controla el Acondicionamiento del Aire ó Climatización**

Ya conocido su significado (1.3), Investiguemos, como se controla la temperatura, la humedad, la limpieza y el movimiento:

### **1.4.1 La Temperatura**

La temperatura del aire, se controla, calentando ó enfriando (enfriamiento, significa técnicamente, la eliminación de calor, en contraste con el calentamiento, que es, la adición de calor).

### **1.4.2 La Humedad**

La humedad, que es el contenido de vapor en el aire, se controla, agregando o eliminando, vapor de agua, al aire (humidificación y deshumidificación).

### **1.4.3 La Limpieza**

La limpieza o calidad del aire, se controla, ya sea mediante filtración (que es, la eliminación de contaminantes indeseables, por medio de filtros u otros dispositivos), o mediante, ventilación (que es, la introducción de aire exterior al espacio interior, con la cual, se diluye la concentración de contaminantes). Con frecuencia, en una instalación dada, se usan, tanto, la filtración, como la ventilación.

#### **1.4.4 El Movimiento**

El movimiento del aire, se refiere a la velocidad y distribución del mismo en un lugar determinado (6.3). Se controla, mediante el equipo adecuado, ya que de ello depende la velocidad con que se mueva y a su vez, para tener una mejor distribución de aire en el lugar donde se va a utilizar, cabe mencionar, que el aire se mueve por convección, sin o con la utilización de algún equipo en especial, ya que es una mezcla de gases (3.1.1) que se expande y contrae con los cambios de temperatura.

#### **1.4.5 El Ruido y las Vibraciones**

Se puede considerar, que el control de ruido y vibraciones, es una función auxiliar del sistema de Acondicionamiento del Aire, aun, cuando el sistema mismo, sea, la causa del problema.

El equipo de Acondicionamiento del Aire, puede producir demasiado ruido y algunas vibraciones, por lo que necesitamos, de dispositivos atenuantes ó reductores del sonido y de las vibraciones.

Hay que advertir, que para cumplir estas funciones básicas, puede contarse con una, amplia variedad de condiciones ambientales.

Así, estas condiciones no son las mismas en verano y en invierno, si se atiende de acuerdo al confort de las personas. A menudo, estas condiciones son distintas, desde el punto de vista del confort y de las exigencias del proceso (caso frecuente en la industria).

Estas condiciones, hacen ver, que para el cumplimiento de las funciones básicas, del Acondicionamiento del Aire o Climatización, la técnica debe de recurrir a los diversos sistemas de actuación, con aplicación de recursos y soluciones variadas.

## **1.5 Aplicaciones al Confort**

Las aplicaciones del Acondicionamiento del Aire o Climatización, al confort de las personas, alcanzan prácticamente, todos los casos posibles, de edificios (6.3). Desde luego, los distintos usos de estos, condicionan los diferentes sistemas de Acondicionamiento del Aire o Climatización a emplear y en cierto modo, los tipos de equipos a aplicar.

## **1.6 Factores que Influyen sobre las Instalaciones de Acondicionamiento del Aire ó Climatización**

Los factores que más influyen, sobre las instalaciones y sistemas de Acondicionamiento del Aire o Climatización para el confort son: las condiciones ambientales (temperatura y humedad relativa del aire exterior), la radiación solar, la iluminación eléctrica, ambiental, del interior del edificio y el grado de ocupación ó densidad de personas, en los locales.

En ciertos casos también, puede ser relevante el grado de actividad desarrollado, por los ocupantes del edificio (6.3) con Acondicionamiento del Aire o Climatización.

Por ello, suele establecerse ciertas diferencias, entre las aplicaciones a edificios (6.3), ideados para usos distintos.

A continuación, se hacen algunas reflexiones, sobre las exigencias ó condiciones, que se deben de considerar en las instalaciones a Climatizar de acuerdo a su uso.

## **1.7 Exigencias ó Condiciones en las Instalaciones de Acondicionamiento del Aire ó Climatización en Diversos Edificios**

### **1.7.1 En Instalaciones Residenciales**

La aplicación del Acondicionamiento del Aire o Climatización en instalaciones residenciales (6.3), esta experimentando un aumento notable el número de residencias, dotadas de estos sistemas de refrigeración ambiental.

Un nivel de ruido muy bajo y una distribución de aire, que asegure la ausencia de corrientes, son las dos características fundamentales, en las instalaciones residenciales; probablemente, son más importantes que la consecución de una temperatura ambiente uniforme, en toda la vivienda.

Desde luego, hay que conseguir que los elementos visibles de la instalación (difusores, rejillas, equipos), se adapten bien a la decoración, o que se constituyan, como elementos de un diseño armónico y agradable.

### **1.7.2 En Locales Comerciales**

En estas aplicaciones, las instalaciones de Climatización, deben hacerse en los costes de exploración y el mantenimiento de un ambiente agradable y confortable para los clientes.

Esta condición puede significar, que los empleados del local, no lleguen a sentirse totalmente confortables, desde el punto de vista de la temperatura, ya que el corto tiempo de permanencia, de los clientes, suele exigir, una temperatura ambiental no muy diferente, de la exterior.

En estos casos las instalaciones de Climatización, suele ser de concepción sencilla, de fácil mantenimiento y con ciertas concesiones del nivel de ruido, compatible con una música ambiental, o con los ruidos propios, de una aglomeración mediana.

### **1.7.3 En Grandes Superficies Comerciales**

Se entiende aquí, la aplicación de la Climatización a locales de grandes dimensiones, desarrollados a nivel de planta baja, en edificios (6.3) de altura importante y con iluminación artificial, todo el año, por ausencia de cualquier tipo de acristalado al exterior.

La solución más común, es la de instalar en la cubierta, varios equipos individuales de gran capacidad que impulsan aire verticalmente, por la exigencia de flexibilidad de las áreas de venta.

Las condiciones de temperatura y movimiento del aire, no están cerca de los valores óptimos de confort, pero se justifican y aceptan, por el tipo de uso y ocupación que tienen, estos locales.

### **1.7.4 En Edificios de Oficinas**

Las características de confort, en estas aplicaciones, varían en función del estatus y de la calidad del edificio. En cualquier caso, sin embargo, deben cuidarse tanto el control de temperatura ambiente, como el nivel de ruido y los niveles de movimiento de aire, para garantizar, la ausencia, de corrientes de aire.

Las instalaciones para estos edificios, suelen ser de tipo centralizado, con la debida atención a la zonificación (2.6), para el control de las condiciones ambientales. Los equipos centralizados de producción de frío y calor (4.2), llevan aparejados, conjuntos de Climatizadores, para la preparación del aire a distribuir en los locales, bien sea directamente, bien sea mediante conductos.

Una importante exigencia, en este tipo de instalaciones, es la dictada por el nivel de ruido, a garantizar en los locales Climatizados.

### **1.7.5 En Lugares de Reunión**

Se consideran como tales, aquellos edificios, destinados a acoger por un tiempo limitado y relativamente corto, a un gran número de personas, que en general, desarrollan escasa ó nula actividad física.

Se incluye aquí, los edificios destinados a salas de cine ó teatros, salas de concierto, locales de conferencias, salas para espectáculos deportivos, piscinas cubiertas, recintos feriales ó de exposición, etc.

Características peculiares a todos estos locales, son el gran volumen de los mismos, su altura y la elevada densidad de ocupación.

Esta última característica significa, que las instalaciones de Climatización deben funcionar, con una elevada tasa de aire exterior de ventilación.

En ciertos casos, la mayor exigencia impuesta a los sistemas, de Climatización viene dada por el bajo nivel de ruido admisible, que debe compatibilizarse con una ausencia total de corrientes de aire, en el nivel de la ocupación normal.

La elevada altura de los locales, exige un estudio cuidadoso de la distribución de aire, para evitar estratificaciones y zonas de estancamiento del aire.

### **1.7.6 En Edificios Hospitalarios**

Dejando aparte las consideraciones normales de confort, en este tipo de edificios, la atención del proyectista de Climatización, debe dirigirse al control del nivel de limpieza y ausencia de gérmenes, en la mayor parte de los locales.

En ciertas áreas, hay que cuidar especialmente, el problema de la contaminación cruzada (entre habitaciones); en otras áreas, debe hacerse, sobre el grado, de esterilidad, de diferentes zonas funcionales (quirófanos, con sus zonas limpias y sucias); hay áreas, que además de exigir condiciones críticas de esterilidad, demandan condiciones de temperatura, y sobre todo, de humedad muy estrictas (cuidados intensivos, quemados).

En general, puede decirse que la Climatización hospitalaria, requiere una atención especial, hacia la calidad del filtrado del aire, incluso con el empleo de filtros HEPA de alta eficacia, hacia el control de los niveles de presión relativa, entre distintos ambientes, hacia el empleo de cantidades muy importantes de aire exterior, equivalente a una limitación en el uso de aire recirculado.

### **1.7.7 En Transportes**

Los sistemas de Acondicionamiento de Aire, se han hecho comunes, en los medios de transporte (6.3), donde las personas utilizan: automóviles, autobuses, ferrocarriles, barcos, aviones, etc.

La forma y las características en cada uno de estos medios de transporte, depende del tamaño, del costo, de la cantidad de personas y el uso que se le dé, ya que existen, transportes de alimentos y productos, en donde se requiere, una calidad específica en el aire, para que cada producto se mantenga en buenas condiciones, hasta su respectiva entrega.

### **1.7.8 En Instalaciones de Radiadores**

Un caso particular de la calefacción, lo plantean las clásicas instalaciones de radiadores ó las denominadas de superficies (suelo, techo) radiantés. En estos casos, no existe un caudal de aire, que se introduce en el ambiente de modo forzado y controlado por la instalación.

Existen sin embargo, un caudal de aire circulante en el ambiente, producido por el efecto de convección, de cuerpos calientes, como son: los radiadores, en el suelo y en el techo, etc. esta circulación de aire, es la que posibilita la distribución del mismo, con el fin de uniformizar la temperatura del aire ambiente.

Las exposiciones anteriores, son las que, en todos los casos, permiten determinar los caudales del aire, necesarios para mantener las adecuadas condiciones de temperatura, en el ambiente.



## 1.8 Control Ambiental

Como ya se menciona, la expresión “control ambiental”, se utiliza como sinónimo de Climatización. Sin embargo, y a efectos de una exposición generalizada del tema, parece oportuno, hablar de la palabra **SISTEMA**, que se utilizara aquí, en una acepción particular, es decir, como la reunión de elementos ó partes de una instalación, que realiza una función concreta, en la cadena de acciones físicas, que intervienen en la Climatización de un ambiente y de control ambiental de una actividad humana, como conjunto de sistemas conceptuales, diferenciados.

Así, el denominado **CONJUNTO DE CONTROL AMBIENTAL**, va a dividirse en los siguientes sistemas:

- 1) Sistema Edificio.
- 2) Sistema de Tratamiento del Aire
- 3) Sistema de Generación de Frío y Calor

Para explicar las razones de esta clasificación, conviene hablar, de las relaciones energéticas entre estos sistemas.

### 1.8.1 Sistema Edificio

Al hablar del edificio (6.3), estamos considerando también, los procesos industriales que en él, pueden tener lugar. El edificio (6.3) será pues, el elemento que va a contener el ambiente a controlar, y será a través, del edificio (6.3), como tal ambiente, va a recibir las influencias de los agentes, que pueden perturbarlo.

Efectivamente, el edificio (6.3) aísla, el ambiente y el espacio a controlar, de los agentes climatológicos, o sea, la temperatura y humedad del ambiente exterior, del viento, del polvo y de la radiación solar.

Esta separación, es del tipo físico y se establece, a través de los cerramientos del edificio (2.1). Pero, es precisamente a través de estos cerramientos, por donde, se establece la relación, entre, perturbadores y el ambiente a controlar.

Por otra parte, dentro de los límites del Sistema Edificio, tiene lugar, el desarrollo de las actividades de los ocupantes, que también influyen sobre el ambiente, y en consecuencia, sobre el denominado conjunto de control ambiental.

Se establecen pues, en el Sistema de Edificio, unas entradas y salidas de energía, hacia y desde el ambiente, que indudablemente tienen a perturbarlo.

Estas variaciones energéticas, deben contrarrestarse, energéticamente, si se quieren mantener, unas definidas condiciones de la temperatura, de la humedad, de la pureza del aire, de su movimiento, y de los adecuados niveles de ruido y vibraciones. Es decir, si se quieren mantener las adecuadas condiciones del ambiente, ó lo que es lo mismo, Climatizarlo adecuadamente.

El Sistema Edificio (Capítulo II), constituye un ente consumidor de energía, de tal modo que es preciso, poner en juego, fuentes energéticas adicionales, de tipo térmico y eléctrico, con el fin de poder mantener en el mismo, condiciones ambientales más adecuadas (temperatura, humedad, pureza del aire, etc.).

Es aquí donde corresponde tratar en detalle, de qué forma inciden sobre el edificio, los distintos agentes térmicos, que intervienen en el balance energético global, tratado anteriormente. Sin embargo, antes de hacer este estudio, es conveniente reflexionar sobre el significado de los conceptos de verano e invierno, aplicados a un edificio.

Estos conceptos no son coincidentes, con los correspondientes a la climatología. En efecto, por razón del balance energético global del edificio, muy frecuentemente existe, un exceso de carga térmica (interna), a temperaturas exteriores que pueden considerarse como invernales.

Por ejemplo, en muchos edificios, el balance térmico neto, es la carga nula, a temperaturas exteriores inferiores a 10°C, o sea, que por encima de esta temperatura (balance positivo), el edificio precisa refrigeración.

Precisando, este concepto, conviene señalar, que las zonas interiores de un edificio, sin ningún contacto con los cerramientos o piel del edificio (2.1), exigen siempre una refrigeración, para mantener, en ella, unas condiciones, definidas (Capítulo II).

### **1.8.2 Sistema de Tratamiento del Aire**

Aparece en consecuencia un segundo sistema, dentro del conjunto de control ambiental, que es el encargado, de transmitir y distribuir la energía necesaria, para contrarrestar, las prestaciones energéticas que actúan, sobre el ambiente, a través del Sistema Edificios.

Este segundo sistema es el Sistema de Tratamiento del Aire (Capítulo III), que comprende los equipos y componentes de una instalación de Climatización, destinados al enfriamiento, a la calefacción, a la humidificación ó deshumidificación, al filtrado, a la mezcla y a la conducción, y distribución del aire, en el ambiente controlado del Sistema Edificio.

A través de los mencionados Tratamientos del Aire, tiene lugar, la entrada ó salida de la energía necesaria, para equilibrar las cargas energéticas, soportadas por el ambiente a controlar (Capítulo III).

### **1.8.3 Sistema de Generación Frío y Calor**

¿Dónde se produce la energía, que debe de transmitir el Sistema de Tratamiento del Aire? Es el tercer sistema o Sistema de Generación de Frío y de Calor (Capítulo IV), es el responsable de producir, dicha energía, en condiciones adecuadas, y en cantidad precisa, a partir de fuentes exteriores de energía térmica (combustión) y de energía eléctrica (corriente eléctrica). Estas fuentes, son transformadas en el Sistema de Tratamiento del Aire.

Llegados a este punto, conviene señalar que el Sistema de Tratamiento del Aire constituye, también un sistema consumidor de energía, para realizar sus funciones propias de transmisor de energía. Efectivamente, para el movimiento del aire, ó para su tratamiento, debe hacerse un gasto de energía, que no tiene nada que ver con el Sistema de Generación de Frío y de Calor.

Asimismo, en este sistema hay que contar, con un consumo energético auxiliar, para la realización de la transformación energética, que es propia del consumo, y que es independiente de las pérdidas propias de toda transformación energética.

De lo anterior se deduce, que un conjunto de control ambiental, o un sistema completo, de Climatización, es un ente físico consumidor de energía, y en consecuencia, se debe de analizar cuantitativamente, cada uno de los sistemas y subsistemas de modo que pueda realizarse un dimensionado, de sus componentes, o estudiar el peso de cada uno de ellos.

Conviene llevar a cabo, unos balances energéticos parciales, que permitan configurar el balance global del conjunto de control ambiental.

## 1.9 Balance Energético

Para comprender el balance energético de la Climatización, hay que comenzar por el **Balance energético del Sistema Edificio**, definido como la relación entre entradas y salidas de energía, para mantener el ambiente interior del edificio, unas condiciones definidas.

Desde el punto de vista del balance energético del edificio, las condiciones interiores que tienen importancia, son las que hacen referencia a la temperatura del aire, en decir, temperatura del termómetro seco, ó del termómetro de mercurio convencional, y de la temperatura del termómetro húmedo, que es un índice relacionado con la humedad del aire.

Desde luego, si se tratase de un balance energético global, científicamente hablando, habría que incluir el contenido energético equivalente al movimiento del aire, en el ambiente del edificio.

Sin embargo, el aspecto que interesa más, es el balance energético del lado térmico, por lo cual, puede despreciarse el equivalente al movimiento del aire.

### **1.9.1 Causas que Producen la Entrada y Salida de Energía Térmica**

En el edificio (6.3) donde se desarrollan, diversas actividades, se produce la entrada o salida de energía térmica, debida a las causas siguientes: La Radiación Solar (1.9.1.1), La Diferencia de Temperaturas (1.9.1.2), La Infiltración del Aire Exterior (1.9.1.3), La Iluminación artificial (1.9.1.4), Los Equipos, Procesos ó Maquinaria (1.9.1.5), La Ocupación Personal (1.9.1.6) y Ciertas Aplicaciones (1.9.1.7).

#### **1.9.1.1 La Radiación Solar**

Que en todos los casos (invierno y verano), se traduce en un flujo de calor, entrante (entrada de energía térmica) (Capítulo II).

#### **1.9.1.2 La Diferencia de Temperaturas**

Entre el interior y el exterior, que en invierno (climatológicamente considerado), constituirá una salida de energía térmica, mientras en verano, representará una entrada de energía térmica (intercambio térmico, por conducción y convección, por la diferencia entre la temperatura interior y la temperatura exterior).

#### **1.9.1.3 La Infiltración del Aire del Exterior**

Que en invierno, estando más frío el aire exterior, que el aire interior, significará una perdida (salida) de energía térmica. En verano, el aire exterior más caliente y húmedo, representará una entrada de energía térmica.

#### **1.9.1.4 La iluminación Artificial**

Significa una entrada de energía eléctrica, que consumida en las luminarias, y los equipos auxiliares, la cual se transforma en energía térmica, y de modo parcial ó total, entra en el sistema de edificio. Constituye una entrada neta de energía térmica, independientemente de la estación, climatológica.

### **1.9.1.5 Los Equipos, Procesos ó Maquinaria**

Que forman parte, de la actividad desarrollada en el edificio Climatizado, consumen energía eléctrica, energía térmica ó de otro tipo, que en última instancia, se convierte, en calor. Este calor ó energía térmica final, en mayor ó menor parte, pasa al ambiente Climatizado, de tal modo que constituye también, una entrada energética al sistema edificio.

La cuantía y el mecanismo de paso, o entrada de energía al edificio, depende, en cada caso, del tipo de actividad desarrollada, y de las características de los equipos ó procesos.

### **1.9.1.6 La Ocupación Personal**

Es decir, la presencia de personas en el ambiente Climatizado del sistema edificio, constituye en todos los casos, una entrada de energía térmica, que es variable, según el grado de actividad de los individuos, y de otras variables que intervienen en la fisiología humana.

### **1.9.1.7 En Ciertas Aplicaciones**

Hay que contar con la ocupación animal (laboratorios clínicos ó farmacéuticos), que en todo, es semejante al efecto térmico de la ocupación humana.

## **1.9.2 Si el Balance Energético es Positivo ó Negativo**

A la vista de esto, se comprende, que con mucha frecuencia los edificios tienen un balance energético global, desplazado hacia el lado de una entrada neta de energía térmica. Es decir, si en el Sistema Edificio, hay una ganancia térmica y se debe de mantener en el ambiente una temperatura definida, debe de ser refrigerado. Es decir, que hay que extraer del edificio, la energía térmica entrante neta.

Según lo expuesto, si el balance total es negativo, resultará que en el edificio, se produce una salida neta de energía térmica, que naturalmente, para mantener las condiciones prefijadas, existirá una entrada de energía, o lo que es lo mismo, la calefacción del ambiente.

Puesto que la entrada ó salida neta de energía térmica, afecta, a la temperatura y a la humedad del aire del ambiente del edificio, la calefacción ó la refrigeración, deben atender a dicho aire ambiente, para mantener las condiciones deseadas. El Sistema de Tratamiento de Aire, se encarga de transmitir y distribuir al ambiente, la energía térmica, y a su vez, de extraer del mismo, la energía entrante.

En general, existiría un caudal de aire manipulado, por el Sistema de Tratamiento de Aire, que sería impulsado y distribuido al ambiente, en condiciones tales, que sirviera para compensar el balance energético neto del edificio. Por ejemplo, en el caso de un balance neto positivo (edificio a refrigerar), habrá que impulsar el aire, a temperatura inferior a la del ambiente a Climatizar. Este aire se calentará, al absorber la energía térmica entrante, de tal modo que al final del proceso, tendrá la temperatura a mantener en el ambiente.

Naturalmente, si se hace entrar en el edificio, un caudal ó masa de aire enfriada, para mantener la continuidad del proceso, habrá que extraer, una cantidad igual de aire, a la temperatura del ambiente. Este caudal ó masa de aire, extrae del ambiente, la energía que entra..

### **1.9.3 Balance Energético ó Balance de Potencia**

Los balances energéticos, que suelen hacerse, en la técnica de la Climatización, son en realidad, balances de potencia, es decir, se refieren siempre a un intervalo de tiempo definido, que por convenio, se toma igual a una hora.

#### **1.9.3.1 Potencia Térmica Horaria Neta ( $Q_s$ ), Ganancia Energética Horaria**

##### **Neta ( $Q_s$ ), Calor Sensible ( $Q_s$ ), Carga de Calor Sensible ( $Q_s$ ), (Cálculo)**

En este supuesto, se considera que en el edificio se introduce una cantidad de aire ( $V$ ) [ $m^3/h$ ], a una temperatura de impulsión interior ( $t_i$ ) [ $^{\circ}C$ ] inferior, a la temperatura ambiente exterior ( $t_a$ ) [ $^{\circ}C$ ], con el fin de extraer, una potencia térmica ó ganancia energética horaria neta ( $Q_s$ ) [ $kcal/h$ ].

De este modo puede escribirse:

$$\text{Energía Entrante Neta} = \text{Energía Extraída} \quad \text{-----} \quad (1)$$

Estableciendo, esta igualdad, sobre la base, de 1 hora, será:

$$Q_s \text{ [kcal/h]} = (C \text{ [kcal/m}^3 \text{ }^\circ\text{C]}) (V \text{ [m}^3\text{/h]}) ((t_a - t_i) \text{ [}^\circ\text{C]}) \quad \text{-----} \quad (2)$$

Donde (C) es el calor específico del aire, que puede tomarse como igual a 0.29 kcal / m<sup>3</sup> °C

Si se trabaja, en el sistema internacional (SI) de unidades, la expresión anterior, será:

$$Q'_s = \text{[W]} = (0.34) (V \text{ [m}^3\text{/h]}) (t_a - t_i) \text{ [}^\circ\text{C]} \quad \text{-----} \quad (3)$$

Donde (Q's), es la ganancia térmica en vatios.

Cuando el balance energético neto en el Sistema Edificio, es negativo, es decir, que corresponde a una pérdida energética, hay que introducir aire caliente en el edificio, para que al enfriarse, hasta la temperatura (t<sub>a</sub>) del ambiente, ceda su energía térmica, para que equilibre las pérdidas experimentadas.

Cuando el balance energético neto en el Sistema Edificio, es positivo, es decir, que corresponde a una ganancia energética, hay que introducir aire frío en el edificio, para que al calentarse, hasta la temperatura (t<sub>a</sub>) del ambiente, absorba su energía térmica, para que equilibre, las pérdidas experimentadas

También en este caso, podrán escribirse las ecuaciones anteriores:

$$Q_s \text{ [kcal/h]} = (0.29) (V) (t_i - t_a) \quad \text{-----} \quad (4)$$

Y

$$Q_s \text{ [W]} = (0.34) (V) (t_i - t_a) \quad \text{-----} \quad (5)$$

Observando ahora que  $t_i > t_a$



### 1.9.3.2 Control de Humedad Relativa

Hasta aquí se ha tratado, el balance térmico del Sistema Edificio. Cuando en el ambiente, hay que controlar la humedad relativa del aire, es preciso establecer el balance entre entradas y salidas de humedad ó de vapor de agua. Este balance es más importante, cuando más relevantes sean los focos de generación ó absorción de humedad.

En general puede hablarse, como focos de generación de humedad, a las personas y animales, al aire de infiltración (controlado ó incontrolado) y muchos procesos de fabricación.

En invierno, la infiltración de aire (2.4) puede actuar, como un factor de absorción de humedad, es decir, tiende a actuar en el sentido de disminuir la humedad del ambiente y por tanto, puede exigir la humidificación del aire ambiental.

En todos los casos, la Climatización o la introducción de humedad en el ambiente, equivale a una variación energética, ya que el paso del estado de vapor a líquido (ó a la inversa), pone en juego un calor de evaporación o un calor de condensación.

### 1.9.3.3 Calor Latente de Evaporación (QL), Calor Latente de Condensación (QL), Carga de Calor Latente (QL), (Cálculo)

El aire puede contener en estado de vapor, distintas masas de agua variables entre ciertos límites. Si se quiere mantener un contenido de agua ( $x_a$ ) [kg/kg aire] en un ambiente, en el que el balance neto de vapor, indica una entrada de agua, habrá que introducir un volumen ( $V$ ) [ $m^3/h$ ], de aire, con un contenido ( $x_i$ ) [kg/kg aire] de vapor de agua, inferior a ( $x_a$ ), para que se compense, dicha entrada de agua. La aportación del vapor al ambiente, equivale a una entrada de energía térmica:

$$Q_L \text{ [kcal/h]} = (715) (V \text{ [m}^3\text{/h]}) ((x_a - x_i) \text{ [kg/kg aire]}) \text{ ----- (6)}$$

O bien, en unidades SI:

$$Q'_{L} [W] = (831) (V [m^3/h]) ((x_a - x_i) [kg/kg \text{ aire}]) \text{ ----- (7)}$$

Siendo el calor latente de evaporación ó condensación de 715 kcal/m<sup>3</sup> ó de 831 W/m<sup>3</sup>.

### 1.9.3.5 Calor Total (Cálculo)

Desde luego que cuando en el ambiente hay que mantener controladas la temperatura y la humedad, en el caudal de aire a introducir, en condiciones controladas de temperatura y humedad, es el que se deduce, de cualquiera de las dos expresiones apuntadas, es decir, el calor total puesto en juego será:

$$Q_r = Q_s + Q_L = F (V) \text{ ----- (8)}$$

O bien:

$$Q'_{r} = Q'_{s} + Q'_{L} = F' (V) \text{ ----- (9)}$$

Precisamente a esta suma, se le conoce como: **Carga de Calor Total** del Sistema de Edificio.

El valor (Q<sub>s</sub>) ó (Q'<sub>s</sub>), deducido del balance térmico, se conoce como: **Carga de Calor Sensible**, y el (Q<sub>L</sub>) ó (Q'<sub>L</sub>), es la **Carga de Calor Latente**.

### 1.9.3.5 Resumen Balance Energético

Como resumen, puede decirse, que el balance energético a nivel de pérdidas y ganancias de calor sensible y de calor latente, realizado en el Sistema Edificio, permite establecer las relaciones algebraicamente funcionales, entre el Sistema Edificio y el Sistema de Tratamiento del Aire.

## CAPITULO II

### “FACTORES A CONOCER EN EL SISTEMA EDIFICIO”

#### 2.1 Flujo de Calor a Través de un Cerramiento

Los cerramientos del edificio (muros, ventanas, cubierta), constituyen, precisamente, los componentes a través de los cuales, se deja sentir la acción de los elementos atmosféricos (temperatura, viento).

##### 2.1.1 Temperatura Exterior

El efecto de la **Temperatura Exterior**, es el de establecer un flujo de calor entre los dos lados del cerramiento, en el sentido de mayor ó menor temperatura. Este flujo de calor, tiene por expresión general:

$$Q = (k) (S) (t_1 - t_2) \quad \text{-----} \quad (10)$$

En el supuesto de haberse establecido un régimen estacionario, es decir, independientemente del tiempo. Este supuesto, considera que ninguna de las temperaturas ( $t_1$ ) y ( $t_2$ ) es función del tiempo, ya que ni la superficie ( $S$ ), ni el coeficiente ( $k$ ) lo son. Este coeficiente ( $k$ ), depende de la constitución del cerramiento, y es el coeficiente de transmisión de calor del mismo.

Sus unidades en el sistema internacional son: (kcal/h) ( $m^2$ ) ( $^{\circ}C$ ) ó bien ( $W/m^2$   $^{\circ}C$ ). Naturalmente se comprende que es independiente del tiempo y como consecuencia, el flujo de calor ( $Q$ ) (kcal/h), a través del cerramiento, sólo es función del tiempo, a través de las variaciones de la temperatura; de hecho, la temperatura exterior es en principio, la única variable con el tiempo, a lo largo del día y a lo largo del año.

### 2.1.2 Régimen Variable

De (2.1.1) se deduce que un análisis riguroso del fenómeno de la transmisión de calor, a través de un cerramiento, debe considerar el llamado régimen variable, en función de las variables, cíclicas de la temperatura, a lo largo del día y a lo largo del año.

La ecuación que gobierna al flujo de calor en régimen variable viene expresa por:

$$\partial q / \partial \tau = - (\lambda) (\delta t / \delta x) \quad \text{-----} \quad (11)$$

Llamada ecuación de Fourier.

En ella, (t) es la temperatura en un punto interior, del cerramiento, identificado por su posición (x) = (dx) relativa, a un origen dado en el instante ( $\tau$ ). Entonces (q), representa el flujo de calor por unidad de superficie ( $W/m^2$ ), en el punto (x). La constante ( $\lambda$ ), es la conductividad térmica del material del cerramiento, la cual se relaciona con el coeficiente (k), a través del espesor total del material.

### 2.1.3 Difusividad Térmica

Cuando se establece un flujo térmico variable en el tiempo, ocurre que parte del calor que se transmite a través de una sección dada, se acumula, en el material elevando su temperatura. Aplicando esta idea, la ecuación de Fourier (11) se transforma en la siguiente:

$$(\delta t / \delta \tau) = (\lambda / c\gamma) (\delta^2 t / \delta x^2) \quad \text{-----} \quad (12)$$

Donde aparece la expresión:

$$.a = (\lambda / c\gamma) = \text{Difusividad Térmica} \quad \text{-----} \quad (13)$$

Donde  $(c)$  es el calor específico del material, y  $(\gamma)$  es la masa específica del mismo. Así pues, la difusividad guarda relación con las características de la inercia térmica del material. Es decir, el factor que juega mayor papel sobre el valor  $(a)$ , es justamente la masa específica y ello en el sentido de amortiguar los efectos de las variaciones de la temperatura exterior con el tiempo.

### 2.1.4 Radiación Solar

Los cerramientos opacos de un edificio, reciben además la influencia de la radiación solar, variable en el tiempo. Cualquiera que sea el valor de la radiación, su efecto es el de calentar superficialmente el cerramiento de tal modo que a efectos prácticos, la suma de esta radiación y de la diferencia de temperaturas exterior e interior, puede interpretarse como equivalente a la diferencia entre, la temperatura interior real y una exterior ficticia, mayor que la real.

Hasta aquí se ha considerado el flujo de calor a través, de cerramientos opacos (muros y cubierta). El mismo fenómeno, prescindiendo de la radiación solar, tiene a través de los vidrios de las ventanas. De todas formas, el efecto térmico, fundamental, a través de los cristales de las ventanas o lucernarios, es el de la radiación solar.

## 2.2 El Efecto Sol

La distribución espectral de la radiación solar, fuera de la atmósfera terrestre, corresponde a la de un cuerpo negro a unos 6250 kilómetros. Un 9% de la radiación solar, tiene lugar en la banda ultravioleta, un 38% en la gama de radiación visible y un 53% corresponde a radiación infrarroja.

La intensidad de la radiación solar sobre una superficie normal, a los rayos, más allá de la atmósfera terrestre, tiene un valor de  $1373 \text{ W/m}^2$ , a la distancia media Tierra – Sol. Esta intensidad pasa por un máximo de  $1417 \text{ W/m}^2$ , el día 3 de enero y por un mínimo, de  $1328 \text{ W/m}^2$ , el 3 de julio.

A su paso a través de la atmósfera, parte de la radiación ultravioleta, es absorbida por la capa de ozono, de la parte superior de la atmósfera, de modo que a nivel del mar, el espectro solar presenta solo un 3%, como ultravioleta.

Además, el vapor de agua existente en la atmósfera inferior, origina las características bandas de absorción, en el espectro solar a nivel del mar. De este modo, a este nivel la radiación visible representa 44% y la infrarroja el 53%.

## 2.2.1 Radiación Solar Directa

La radiación que proviene directamente del sol y llega sin más a la superficie terrestre es la radiación directa, cuya intensidad, solamente viene matizada por el efecto de la atmósfera terrestre.

### 2.2.1.1 Intensidad de Radiación sobre un Plano Normal

Una buena aproximación al valor de la intensidad de la **Radiación Solar Directa**, a nivel del suelo, es la que suministra la fórmula de ASHRAE (American Society of Heating Refrigerating and Air conditioning Engineers), que es usada para cálculos de Acondicionamiento del Aire o Climatización:

$$IDN = (A) \times (e)^{\text{elevada a la potencia } (-b \operatorname{cosec}\beta)} \quad \text{-----} \quad (14)$$

(A), ( $W/m^2$ ), y (B), son variables mes a mes, aunque pueden considerarse como constantes a lo largo del día.

El valor de (IDN), es la intensidad de radiación, sobre un plano normal a los rayos solares, y ( $\beta$ ), es el ángulo, que define la altura del sol.

Así pues, la expresión anterior permite conocer el valor de (IDN), a cualquier hora del día en cualquier localidad.

## 2.2.2 Radiación Difusa

Parte de la radiación de pequeña longitud de onda, es difundida por las moléculas de aire, originando la coloración azul del cielo. Como **Radiación Difusa**, proveniente de todas las partes del cielo, se tiene además, la originada por la radiación emitida por partículas de vapor de agua, que han absorbido la radiación del sol.

Finalmente, existe también radiación difusa como resultado del paso de la radiación, directa, a través de nubes y como resultado de la reflexión del propio terreno.

## 2.2.3 Intensidad de la Radiación Solar sobre una Superficie del Suelo

Como resultado de todo ello, se deduce que la intensidad de la radiación solar sobre la superficie del suelo es:

$$I_t = \text{Radiación directa} + \text{Radiación difusa} \quad \text{-----} \quad (14)$$

En la práctica, y para su uso en estudios de Acondicionamiento del Aire o Climatización, existen tablas de valores de la radiación total (consultar libros de física (radiación difusa)), sobre las superficies horizontales ó verticales con diferentes orientaciones.

## 2.2.4 Radiación a través de un Vidrio

Hecha esta introducción, relativa a la constitución de la radiación solar (2.1.4 – 2.2 – 2.2.1 – 2.2.1.1 – 2.2.2), se puede analizar, el efecto, de esta, radiación, a través del vidrio, de una ventana.

La radiación solar, es una forma de energía que al ser absorbida por un cuerpo que la recibe, se convierte en calor que calienta al cuerpo. Si este cuerpo está rodeado de aire, el calor contenido en aquél, pasa a éste por convección y radiación, aunque naturalmente este mecanismo, requiere un tiempo para producirse, que es función de las características de inercia térmica del cuerpo.

Aplicando la explicación anterior a un edificio con ventanas, debe entenderse que la radiación solar que pasa a través del vidrio, es absorbida por los elementos estructurales interiores (forjados, tabiques, mobiliario, etc.), que se calientan y con retardo más ó menos acusado, transmiten el calor al aire ambiente del interior del edificio.

Un vidrio transparente normal deja pasar, hasta un 86% de la radiación total que incide sobre él. Si el vidrio es coloreado o tiene características absorbentes ó reflectantes, la cantidad, de radiación que deja pasar es mucho, menor.

Así pues, el calor que llega a entrar en el edificio, queda limitado y en consecuencia disminuye la energía térmica recibida por él. Desde luego, la incorporación de cortinas ó persianas a una ventana, aunque, tenga vidrios transparentes es una medida interesante, para disminuir el flujo térmico entrante en el edificio.

Sin embargo hay que observar que la situación de las cortinas en el interior ó exterior de la ventana, tiene un efecto distinto sobre el flujo térmico entrante. En efecto, una persiana exterior, recibe la radiación, calentándose pero emitiendo su calor por convección al aire exterior; es decir, este calor no entra en el edificio.

Por el contrario, una cortina interior, recibe toda la radiación que pasa a través del vidrio, calentándose y cediendo después todo el calor al aire interior. Se comprende pues, que los efectos a controlar, la entrada de calor, a través de las ventanas es mucho más eficaz una persiana ó parasol exteriores, que una cortina interior, aunque tener cortinas en el interior es mucho mejor que no disponer de ninguna protección.



### 2.2.4.1 Coeficiente de Sombra

Una forma práctica de calificar la bondad de un vidrio ó de un elemento de protección, con respecto a la radiación solar, consiste en comparar la radiación solar total que pasa, a través de el vidrio, con la que pasaría a través de un cristal sencillo transparente. Esta relación recibe el nombre de **Coeficiente de Sombra**, que en la literatura anglosajona se representa por SC.

### 2.2.4.2 Factor de Ganancia Solar (F)

A menudo los fabricantes de vidrio para ventanas, utilizan el llamado **Factor de Ganancia Solar (F)**, que se define, como la relación entre la energía de radiación que pasa a través del vidrio y la radiación incidente sobre el mismo.

En atención a que para un vidrio sencillo transparente, el valor de (F) es 0.86 resulta la siguiente relación:

$$SC = 1.15 F \quad \text{-----} \quad (16)$$

## 2.3 La Iluminación Artificial

La contribución de la iluminación artificial al consumo energético del edificio es muy importante.

El alumbrado artificial, contribuye doblemente al consumo energético:

- Directamente, como consumidor de energía eléctrica
- Indirectamente, como consecuencia de la carga de refrigeración, que compone al Sistema de Acondicionamiento del Aire o Climatización.

Aquí lógicamente, se trata este último caso.

Aunque lo normal es que durante el día, sólo las zonas interiores precisen alumbrado artificial, lo cierto es que en la mayoría de los edificios, se tiene la mala costumbre de mantener un cierto nivel de iluminación artificial en zonas exteriores. Ciertamente es que a menudo, esta situación se da a causa del escaso nivel luminoso obtenido del exterior, cuando los cristales (con ó sin cortinas) presentan, un coeficiente de sombra relativamente pequeño.

Sin embargo a efectos del ahorro de energía, hay que tener muy presente la importancia que posee el alumbrado artificial, en el balance térmico global de un edificio.

### **2.3.1 Tipos de Lámpara**

Los tipos de lámparas más empleados en el alumbrado interior, son las incandescentes y las fluorescentes, aunque en algunos casos especiales pueden aparecer otros tipos.

Existe una diferencia energética entre lámparas incandescentes y tubos fluorescentes, que producen la misma cantidad de luz. Así producen la misma intensidad, luminosa, 1 lámpara incandescente de 150 W, que un tubo de fluorescente de 40 W. En ambos casos, toda la energía pasa al ambiente, sea por convección o por radiación.

Cuando la lámpara se encuentra totalmente dentro del ambiente a climatizar, toda la energía eléctrica que recibe, acaba convirtiéndose en calor. Desde luego la parte que se disipa por convección, pasa directa e indirectamente al ambiente; la parte radiante, tanto en calor como en luz visible, o invisible, es absorbida por los cuerpos y masas, materiales circundantes, que se calientan y transfieren el calor por convección con un retardo temporal.

La incorporación de las lámparas en una luminaria, hace que se modifique la distribución, energética del conjunto. En efecto, parte de la energía de la lámpara es absorbida por la luminaria, la cual por lo tanto presenta un rendimiento determinado. Este rendimiento desde el punto de vista luminoso, viene dado por los fabricantes.

## 2.3.2 Distribución Energética del Conjunto Luminaria / Lámpara

### Fluorescente

Así admitiendo que una luminaria determinada, absorba el 50% de radiación visible e invisible, la distribución energética del conjunto luminaria / lámpara fluorescente es:

$$\text{- Hacia la luminaria: } 18 \times 0.5 + 31 \times 0.5 + 18 + 33 = 75.5\% \quad \text{-----} \quad (17)$$

$$\text{- Hacia el ambiente iluminado: } 18 \times 0.5 + 31 \times 0.5 = 24.5\% \quad \text{-----} \quad (18)$$

Desde el punto de vista del Acondicionamiento del Aire ó Climatización, es precisamente esta distribución energética la que interesa, ya que prácticamente en ningún caso se plantea, la instalación de lámparas fuera de luminarias.

### 2.3.3 Rendimiento Luminoso

El rendimiento luminoso de las lámparas, es función de su temperatura, de tal modo que en general, el rendimiento máximo se obtiene cuando el aire ambiente que envuelve la lámpara, está entre 25 y 26 °C., es interesante bañar las lámparas con aire del local; lo cual, de forma fácil se consigue aspirando aire a través de la luminaria. Este aire es precisamente el de retorno, que equilibra el aire impulsado al local.

### 2.3.4 Luminaria a Falsos Techos

Los fabricantes de aparatos de iluminación, aplican frecuentemente las luminarias a falsos techos, especialmente estudiados térmica y acústicamente, originando lo que se conoce, como techos integrados. En estos casos, la incorporación de un sistema de Climatización, modifica, esencialmente las relaciones energéticas y térmicas de las luminarias con respecto, al ambiente.

Así se comprende que el tipo de luminaria y la forma del montaje, en la habitación, y su relación con el sistema de Climatización, contribuye a que la carga térmica de refrigeración sobre, el sistema de Climatización, sea muy variable.

Si se conocen las características térmicas de una luminaria y las propias del falso techo, a través de los datos del diseño del sistema de Climatización, puede realizarse un balance térmico, para determinar cuál es realmente el valor de la carga del alumbrado.

Téngase en cuenta que como se ha expuesto, al realizar el balance básico del sistema de edificio, es la carga que entra en éste, la que dimensiona el sistema de distribución de aire: a mayor carga, mayor caudal de aire y más importantes deben de ser los componentes del sistema de distribución.

## 2.4 Infiltración del Aire

Se conoce como infiltración, la entrada de aire no deseada, hacia el ambiente ocupado, a través de rejillas de puertas o ventanas, o a través de hendiduras en los cerramientos. Téngase en cuenta que los cerramientos son porosos.

La **Exfiltración**, es la salida de aire del espacio ocupado, para compensar la infiltración. Por tanto, ambos fenómenos se dan siempre al mismo tiempo.

Las infiltraciones, constituyen un aspecto importante a tener en cuenta, cuando se analiza, la capacidad del edificio para conservar el aire caliente en invierno y el frío en verano.

### 2.4.1 Factores que Influyen sobre las Infiltraciones de Aire

Los factores que influyen sobre las infiltraciones de aire en un edificio son: En primer lugar, la **Acción del Viento**; en segundo lugar y en el caso de edificios de gran altura, es importante el llamado **Efecto de Chimenea**.

A veces la existencia de equipos de extracción de aire, que no están adecuadamente compensados, producen infiltraciones de aire, es decir, entradas de aire incontroladas.

### 2.4.1.1 Como se Miden las Infiltraciones (Cálculo)

Las infiltraciones de aire a través de las rendijas de puertas y ventanas, son función de la diferencia de presiones entre el exterior e interior. Las infiltraciones se miden por el caudal de aire, que pasa a través de las rejillas, de modo que puede expresarse dicho caudal como:

$$V = (a) (l) ((\Delta p) \text{ elevado a la potencia } (1/m)) \quad \text{-----} \quad (19)$$

Siendo (a) y (m), características de los cerramientos y (l) (m.), la longitud característica de rejillas. En general (m) varía entre 1 y 2, y los valores de (a) dependen de la calidad de las ventanas, etc.

### 2.4.1.2 Efecto Viento (Cálculo)

Se ve que es importante cuantificar el valor de ( $\Delta p$ ) o diferencia de presiones, entre el exterior y el interior de un cerramiento. Este valor puede determinarse, al considerar el efecto del viento según lo siguiente:

El viento origina una presión (barlovento) y una depresión (sotavento), estas expresiones se pueden expresar como:

$$\text{Sobrepresión: } (p_o + c_1 (p) (v^2 / 2)) \cong (p_o + c_1 (p)(v^2 / 16)) \text{ (mm c.a.)} \quad \text{-----} \quad (20)$$

$$\text{Depresión: } (p_o - c_2 (p) (v^2 / 2)) \cong (p_o - c_2 (p)(v^2 / 16)) \text{ (mm c.a.)} \quad \text{-----} \quad (21)$$

Siendo (c<sub>1</sub>) y (c<sub>2</sub>), unos coeficientes de forma del edificio, y (p<sub>o</sub>) la presión atmosférica exterior y (mm c.a.), son milímetros de columna de agua

Si (p) es la presión en el interior del edificio las diferencias de presión a barlovento y sotavento serán:

$$\text{Barlovento: } \Delta p_1 = (p_o + c_1 (v^2 / 16)) - p \quad \text{-----} \quad (22)$$

$$\text{Sotavento: } \Delta p_2 = (p_o - c_1 (v^2 / 16)) - p \quad \text{-----} \quad (23)$$

Atendiendo a que prácticamente  $p = p_o$  se tendrá:

$$\Delta p_1 = c_1 (v^2 / 16) \quad \text{-----} \quad (24)$$

$$\Delta p_2 = - c_2 (v^2 / 16) \quad \text{-----} \quad (26)$$

Admitiendo la ley de las infiltraciones, que se ha considerado, antes, y que el caudal, infiltrado ha de ser igual al exfiltrado, se obtiene el caudal (V) infiltrado:

$$V = [((c_1 - c_2) (v^2 / 16)) / ((1/a_1 l_1) \exp(1/n) + (1/a_2 l_2) \exp(1/n))] \exp(1/n) \quad \text{-----} \quad (26)$$

Donde (v) (m/s), es la velocidad del viento.

### 2.4.1.3 Efecto Chimenea (Cálculo)

El efecto de chimenea, tiene lugar en edificios de gran altura. En edificios con buena, estanqueidad, raramente se produce, si el número de plantas es inferior a 10.

El efecto chimenea es más sencillo en invierno, siendo de difícil detección durante el verano, en climatología de tipo mediterráneo.

En cualquier caso, es un fenómeno debido a diferencias de densidades del aire, entre el interior y el exterior de un edificio. Es decir, en invierno el aire frío exterior es más denso, que el aire caliente en el interior, lo cual significa que se produce diferencias de presión entre el exterior y el interior, que a través de las rendijas del edificio, dan lugar a infiltraciones de aire.

Naturalmente es preciso que en el edificio existan núcleos verticales de comunicación, no compartimentados, como son las escaleras o los pozos de ascensor.

La infiltración del aire se produce a lo alto del edificio, hasta llegar a un nivel en que, existe equilibrio de presiones, y que se define como zona neutra, y a partir del cual se producen las exfiltraciones de aire.

La diferencia de presiones, en función de la altura del edificio y de las temperaturas exterior e interior, pueden escribirse:

$$(\Delta p) (345) (h) \left( \frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right) (\text{mm c.a.}) \quad \text{-----} \quad (27)$$

Donde (T<sub>1</sub>) y (T<sub>2</sub>) son las temperaturas absolutas y (h) (m.) la altura del edificio y (mm c.a.) son milímetros de columna de agua.

Conociendo la calidad de los cerramientos, es posible determinar el caudal de aire infiltrado en el edificio.

El gradiente de presión puede tomarse como de 0.01 (mm c.a.) ó (0.1 Pascales) (°C) de diferencia de temperatura y piso del edificio.

## 2.5 Ocupación de Equipos (Consumidores de Energía)

Tanto la actividad humana, como la existencia de equipos y máquinas consumidoras de energía, en el interior del edificio, contribuyen a generar calor, que forma parte de la carga térmica del edificio.

### 2.5.1 La Ocupación por Persona

La ocupación por personas, origina cargas térmicas diferentes, según sea, el grado de actividad de las mismas. No es lo mismo una actividad sedentaria, como la que se desarrolla por los espectadores en un cine, que una actividad importante como la que se desarrolla en un gimnasio.

En general la contribución de las personas a la carga global es muy reducida relativamente a otras cargas. Se exceptúan los casos de grandes aglomeraciones (cines, teatros, salas de reuniones, etc.).

### **2.5.2 Las Máquinas**

Las máquinas y otros equipos semejantes, convierten en calor toda la energía absorbida. Ahora bien, es importante analizar en cada caso, qué parte de esta energía calorífica, se transfiere al ambiente Climatizado.

¿Hay que estudiar la situación de los motores de accionamiento con respecto a las máquinas; la salida de productos del ambiente, si tales productos recogen una parte del calor generado; etc?.

La contribución de los equipos consumidores de energía, pueden llegar a ser muy importantes, como en el caso de las salas de computadoras.

## **2.6 Zonificación**

Las cargas térmicas debidas a los distintos agentes o causas, que se han analizado, no actúan uniformemente sobre todo el Sistema de Edificio.

Es lógico que el efecto de radiación solar, solamente se deje sentir en la periferia del edificio, en tanto que en las partes internas del edificio, únicamente se dejarán sentir las cargas de iluminación, equipos ó maquinaria, y de ocupación personal.

Este hecho significa, que las respuestas de cada parte del edificio al estímulo de las cargas térmicas serán distintas y cambiantes a lo largo del tiempo.



En consecuencia el Sistema de Tratamiento del Aire, deberá actuar adecuadamente si se quiere que se cumpla con su objetivo de control de las condiciones ambientales. Es decir, el Sistema de Edificio, va a imponer ciertas condiciones al Sistema de Tratamiento del Aire, en el sentido de que este último Sistema, deberá adaptarse a un concepto de zonificación, impuesto por el Sistema Edificio.

### **2.6.1 Definición de Zonificación**

Esta zonificación debe entenderse, no sólo como una división física del espacio, atendiendo a la forma de actuar de los agentes externos o internos al edificio, sino también como, una consideración a la funcionalidad diferenciada de diversas áreas del edificio en atención, frecuentemente al tiempo de funcionamiento del mismo.

### **2.6.2 Primera Zonificación**

Normalmente la primera zonificación que debe plantearse, es la de las partes internas del edificio y de aquellas que reciben la acción de la radiación solar, el efecto de la temperatura del aire exterior y las infiltraciones de aire.

Las partes externas ó periféricas del edificio, deben subdividirse a su vez, en zonas en función de su orientación geográfica o a causa del efecto que puedan hacer los edificios próximos. Cada una de las zonas elegidas, deberá ser atendida de modo independiente, por el Sistema, de Tratamiento de Aire.

### **2.6.3 Métodos Modernos de Zonificación**

Algunos métodos modernos de Tratamiento del Aire, facilitan enormemente la zonificación, del Sistema Tratamiento del Aire, ya que disponen de una casi completa flexibilidad de adaptación, inherente al propio método. Sin embargo, es necesario prestar la debida atención a la zonificación del Sistema Edificio, ya que habrá de condicionar al Sistema Tratamiento del Aire.

# CAPITULO III

## “ FACTORES A CONOCER EN EL SISTEMA DE TRATAMIENTO DEL AIRE ”

### 3.1 Consideraciones Fisiológicas

#### 3.1.1 Composición del Aire

El aire atmosférico contiene aproximadamente un 21% de oxígeno y un 79% de nitrógeno, en volumen. Esta es la composición del aire puro. Sin embargo, el aire atmosférico contiene además algunos otros gases, en mayor ó menor cantidad y sustancias sólidas en suspensión (polvos). Principalmente contiene proporciones bastante, constantes de anhídrido carbónico, y de gases nobles, en tanto que contiene también vapor de agua en proporciones, variables.

#### 3.1.2 Componentes del Aire que tienen Mayor Importancia en el Acondicionamiento del Aire ó Climatización

Desde el punto de vista de la Climatización, los componentes del aire, que tienen mayor importancia, son el vapor de agua y las sustancias sólidas, de tamaño muy variable, en suspensión.

Podemos decir que, prescindiendo del contenido de vapor de agua, el aire atmosférico fuera de las ciudades o lugares habitados por el hombre y lejos de toda actividad, humana, tiene una composición, sensiblemente, constante.

En cambio en las grandes urbes o cerca de lugares en que se realice actividad humana, dicha composición es muy variable, aumentando ligeramente el contenido de anhídrido carbónico, aunque sin exceder el 0.04%.

Muchas de las sustancias a que nos hemos referido, son indeseables y por lo tanto, en gran número de casos, será necesario llegar a obtener el control de todas ellas, para reducirlas a unos límites aceptables, es decir, mantener su concentración en unos valores que permitan considerar como correcto, el ambiente, en los lugares donde han de realizarse, determinadas actividades.

### **3.1.3 Aire Atmosférico Higiénico**

Desde el punto de vista higiénico, el aire atmosférico debe cumplir determinados requisitos. Antiguamente (hasta fines del siglo 19), se pensaba que para conseguir un ambiente, higiénico, lo más importante era mantener tan bajo como fuese posible el contenido de anhídrido carbónico, producido en su mayor parte por el proceso de respiración pulmonar.

De aquí la tendencia de los arquitectos, a construir habitaciones altísimas, con lo que creían que podían mantener el nivel de concentración de anhídrido carbónico, por debajo de un valor que no se conocía exactamente, pero que se suponía necesariamente mortal.

Sin embargo se ha podido comprobar, que la concentración de anhídrido carbónico en un ambiente interior cerrado, no sobrepasa más raramente el 1%, a pesar de que el porcentaje doble de anhídrido carbónico no produce ningún efecto perjudicial; el único inconveniente que presenta es el de la correspondiente disminución del porcentaje de oxígeno. Se comprende pues, que para obtener un ambiente confortable para el hombre, el contenido de anhídrido carbónico no es lo más importante.

### **3.1.4 Aire Atmosférico en Relación con la Salud**

Analicemos la importancia de cada uno de los restantes componentes del aire atmosférico, en relación con la salud. En todo lugar ocupado por seres humanos, se produce un enrarecimiento de la atmósfera (aquí prescindimos de si son ó no fumadores).

En efecto, aun suponiendo que la higiene personal de dichos seres humanos sea perfecta, es inevitable la producción, la “entrega”, al aire ambiente de sustancias orgánicas producto de las reacciones biológicas del cuerpo humano. Estas sustancias son las causantes de los olores del cuerpo, que ocasionan una polución o ensuciamiento del aire.

Algunos investigadores han indicado, que de estos olores pueden hacer efectos perniciosos, por ejemplo: pérdida de apetito, sensación de náuseas, dolores de cabeza, etc. para eliminar estos olores es necesario una ventilación, que puede ser natural ó forzada.

### **3.1.5 Unidades para Cuantificar el Nivel de Contaminación del Aire en el Interior de Locales**

En 1988, P.O. Fanger en Dinamarca, ha propuesto dos unidades para cuantificar el nivel de contaminación del aire, en el interior de locales. Sus ideas se basan, en el hecho, que prescindiendo de los contaminantes industriales, el foco principal de la contaminación interior, proviene de efluentes producidos por el cuerpo humano.

Por ello define como unidad de generación de contaminantes el **olf**, es decir, la cantidad de contaminantes del aire, emitidos por una persona adulta, trabajando de modo sedentario, en un trabajo, equivalente al de una oficina confortable, térmicamente y con un nivel de higiene equivalente a 0.7 baños / día.

Cualquier foco productor de contaminación atmosférica puede expresarse en **olfs**, al asimilarlo al número de personas, necesario para producir igual sensación de insatisfacción ante la contaminación.

Puesto que la concentración de la contaminación ambiental, depende tanto de la fuente emisora de contaminantes, como de la disolución causada por la ventilación, Fanger define el **decipol**, como unidad de percepción de contaminación. Un decipol es la contaminación, causada por un olf, en un ambiente ventilado por un caudal de 10 litros / segundo de aire sin contaminar.

Así se define la contaminación ambiental percibida, como la debida a una, concentración de personas, que producen la misma insatisfacción.

A efectos comparativos, las tablas adjuntas, indican valores de distintas fuentes de contaminación, en olf y unas valoraciones de la calidad de ciertos ambientes.

| <b>FUENTES DE CONTAMINACIÓN</b> |                              |
|---------------------------------|------------------------------|
| Persona sedentaria              | 1 olf                        |
| Persona activa                  | 5 – 11 olf                   |
| Fumador, fumando                | 25 olf                       |
| Fumador medio                   | 6 olf                        |
| Materiales de oficina           | 0 – 0.5 olf / m <sup>2</sup> |

| <b>CRITERIOS DE CALIDAD AMBIENTAL</b> |              |
|---------------------------------------|--------------|
| Aire exterior de montaña              | 0.05 decipol |
| Aire exterior de ciudad               | 0.1 decipol  |
| Edificio limpio                       | 1 decipol    |
| Edificio insalubre                    | 10 decipol   |

En estos caso, se debe considerar como sustancias extrañas e indeseables, las bacterias y virus originados y transmitidos a la atmósfera por seres humanos. Una buena ventilación ayudará a eliminar esta polución.

Ya se sabe, que los polvos ó sustancias sólidas existentes en el aire, casi siempre proceden de operaciones industriales, en todos los casos serán perjudiciales por lo que deberán eliminarse.

### 3.1.6 Transpiración

En cuanto al vapor de agua existente en la atmósfera, el grado de su concentración es de importancia capital: no se concibe ningún Acondicionamiento correcto y completo del aire, sin que exista algún proceso de humidificación o deshumidificación.

Esta afirmación vale tanto para la higiene humana, como para el tratamiento industrial de productos.

Empezando por considerar el punto de vista higiénico, tengamos presente que el cuerpo del hombre es una fuente de calor y de vapor de agua.

Si el ambiente no es adecuado (tanto en lo que concierne al vapor de agua, como a la temperatura), el desprendimiento de calor y de humedad quedarán, influenciados.

En un ambiente de temperatura elevada, si el gradiente de temperatura entre el cuerpo y el ambiente es tal, que la cantidad de calor, producto de las reacciones biológicas, no puede pasar, al aire con la velocidad a que se forma, deberá existir un proceso natural que ayude a este paso; este proceso natural es el de la producción de vapor de agua, en lo que se llama, **Transpiración**.

### 3.1.7 Sensación de Confort ó la Ausencia de Confort

La evaporación es un proceso que absorbe calor, que en nuestro caso será el que no puede transmitirse al aire ambiente por convección. Puede venir facilitado o interferido por la cantidad de vapor de agua existente en el aire y de aquí precisamente, provendrá la sensación de confort ó la ausencia de confort.

Por lo dicho se comprende que la sensación de confort, variará mucho según la actividad del cuerpo humano y en general, dos personas en un mismo, ambiente que realicen trabajos de distinta actividad no tendrán la misma sensación de bienestar.

Hasta ahora no se ha hablado, de un factor, que influye poderosamente sobre la sensación de confort. Este factor es el movimiento ó velocidad del aire ambiente. En efecto, en ciertos casos bastará una ligera brisa para producir o aumentar la sensación de bienestar físico, aun cuando está sensación no exista, estando el aire tranquilo.

### **3.1.7.1 Factores para un Ambiente Confortable**

De esta forma llegamos a la conclusión de que, para que exista un ambiente confortable, es preciso la concurrencia de tres factores en el aire, a saber: temperatura, humedad y velocidad. Damos por supuesto, que el aire reúne las adecuadas condiciones de pureza, de composición y limpieza. En los procesos industriales que pueden resultar afectados, según el ambiente en que se producen, también influyen notablemente los factores señalados de temperatura, humedad y velocidad (movimiento del aire).

Conviene pues precisar, cuáles son las relaciones entre las distintas variables de confort. Se han realizado experiencias con gran número de individuos, sometidos a diferentes ambientes, estudiando sus relaciones y admitiendo sus opiniones sobre la sensación de confort experimentado.

Para centrar el problema y para poder comparar diferentes casos, se han definido diferentes índices de confort (3.1.9), basados en diversos indicadores o parámetros, que son, correlacionables con la sensación de confort.

### **3.1.8 Temperatura Efectiva**

Probablemente el más conocido y usado, ha sido el concepto de “**Temperatura Efectiva**”, definida como la temperatura seca de un local al 50% de humedad relativa en él, y que las personas tienen la misma sensación que en un local, donde se somete a variaciones de temperatura y humedad.

Se trata de comparar las situaciones de intercambio térmico entre el cuerpo humano y el ambiente en un local, con condiciones variables, y otro, en el que se mantiene, constante la humedad relativa al 50% la temperatura de este local, define, el índice de confort.

### 3.1.9 Índice de Confort

Como se ve, se trata de un índice estadístico de tipo subjetivo, que sin embargo ha valido durante muchos años (y se sigue empleando), para definir las condiciones de confort ambiental. Estas condiciones son las que en general, se utilizan en la técnica de la Climatización, e incluso se recogen en los reglamentos.

### 3.1.10 Diagrama de Confort

Como resultado de las diversas experiencias, la sociedad ASHRAE (American Society of Heating Refrigerating), ha preparado, un diagrama en el que pueden, determinarse las zonas probables de confort de verano y de invierno (ver anexos).

Naturalmente este diagrama tiene base estadística, por lo que es posible que aunque, estos valores satisfaga plenamente a algunos, individuos, al mismo tiempo produzcan una sensación no agradable a otros; sin embargo pueden considerarse como base de partida para, conocer la confortabilidad de un ambiente.

Hay que decir que este diagrama ha sido determinado, para unas condiciones de ensayo particulares, que se refieren a un ambiente con el aire en calma (velocidad máxima 0.15 m / s en invierno, y 0.25 m / s en verano), ocupado por adultos sedentarios, vestidos, cuya permanencia en el ambiente, sea inferior a las tres horas y en el caso de la zona de confort invernal, se supone que el local no está siendo calentado por radiación.

Ya se habló de algunos de los factores que intervienen en la sensación de confort. Se puede tratar un poco más a fondo de la influencia de los diferentes factores, aunque hay que decir que esta influencia no siempre es posible expresarla cuantitativamente.

Del diagrama de confort (ver anexos), se deduce que existen unas diferencias, estacionales y podemos añadir que hay además diferencias climatológicas: en determinadas



condiciones y a causa de la costumbre es posible por ejemplo, que un hombre de montaña pueda encontrarse confortablemente, donde un hombre acostumbrado a vivir junto al mar, se hallará muy desagradablemente. Podemos decir por lo tanto, que las condiciones de confort para personas habituadas a vivir en climas fríos no serán las mismas que para los que están acostumbrados a climas templados.

### **3.1.11 Tiempo de Permanencia en Locales Climatizados**

Un factor para lograr el confort, a tener en cuenta es el tiempo de permanencia en los locales Climatizados. En el caso de la Climatización de verano, podemos citar por ejemplo los almacenes de venta al público, en los cuales los clientes permanecerán muy poco tiempo: las condiciones climáticas interiores deberán ser tales, que aun cuando el público se encuentre confortable al salir al exterior, no note una diferencia excesiva o viceversa al pasar del exterior al interior.

Pero aquí surge un problema, al considerar el confort de los empleados de los almacenes, los cuales debiendo permanecer muchas horas en el ambiente Climatizado, no lo encontrarán tan confortable como desearían.

Es preciso tener en cuenta, estos diversos factores, al elegir las condiciones ambientales, con el fin de satisfacer lo más posible a unos y a otros.

Este caso que citamos de la Climatización de verano, podemos trasladarlo al de invierno, con análogas, exigencias y problemas.

### **3.1.12 Efecto de Shock ó Golpe de Calor (Golpe Repentino de Temperatura)**

Finalmente, como factores influyentes y que no deben menospreciarse, debe citarse el efecto de "shock" (golpe repentino de temperatura) y que es un problema que afecta a las personas y tiene un efecto en la actividad de las mismas tanto en aplicaciones residenciales, comerciales o industriales

En este último caso, las exigencias del bienestar de los operarios y las exigencias, de fabricación, no son siempre concordantes. Es preciso hacer concesiones, que pueden no ser en beneficio de los operarios, ya que debido a la influencia que tiene el movimiento del aire, será posible que trabajen en unas condiciones medianamente confortables, haciendo que localizadamente el aire se mueva a determinada velocidad, en el puesto de trabajo.

De lo dicho se deduce, que todos estos factores o al menos la mayor parte de ellos, se influyen mutuamente, con lo que el problema de determinar las condiciones ambientales interiores de un local, para conseguir una sensación confortable, es más difícil de lo que a primera vista puede parecer. Siempre existirá alguien que encuentre, desagradable, lo que para otros es confortable y grato.

El golpe de calor ocurre cuando, en climas muy calurosos y húmedos, falla la capacidad del organismo para refrescarse por medio del sudor. Es potencialmente grave, ya que la temperatura se puede elevar hasta alcanzar 40 °C o más.

Se presenta de repente, aunque a veces es anunciado por dolor de cabeza, mareo o fatiga. La piel de la persona se calienta, enrojece y se seca. El pulso puede llegar hasta 160 a 180 latidos por minuto y la respiración puede ser rápida y superficial.

Es posible que el afectado se sienta confuso y desorientado y que muy pronto caiga en un estado de pérdida de conciencia, convulsiones o en un colapso del aparato, circulatorio

### **3.1.13 Temperaturas Recomendadas a Mantener en Verano e Invierno**

El reglamento de instalaciones en edificios no industriales en otros países (ver bibliografía), indica que en invierno la temperatura a mantener no debe de superar los 20° C, en tanto que en verano se da un valor mínimo de 25° C, que como puede observarse son compatibles con las condiciones normales de confort, aunque el espíritu de dicho reglamento, corresponde a la regulación de condiciones, guiada por consideraciones de ahorro energético.

## 3.2 El Aire Húmedo

El estudio y conocimiento del comportamiento del aire húmedo, es fundamental en la Climatización. El aire atmosférico es una mezcla de aire seco y de vapor de agua en proporciones variables, según las condiciones climatológicas.

En un edificio el aire ambiente debe mantenerse en condiciones controladas (con control, de temperatura, al menos), de modo que es preciso modificar el estado del aire, para mantener las condiciones fijadas.

### 3.2.1 Temperatura del Aire Atmosférico y la Humedad del Aire

Las características fundamentales del estado del aire atmosférico, son la temperatura y la humedad; **la Temperatura del Aire Atmosférico** viene definida por la lectura de un termómetro convencional, por ejemplo de mercurio. **La Humedad del Aire** se define por el contenido de vapor de agua por unidad de masa de aire seco. En general, en el sistema internacional se expresa en gramos de vapor por kilogramo de aire seco, o kilogramos de vapor por kilogramos de aire seco.

### 3.2.2 Humedad Absoluta y Grado de Saturación

La expresión del contenido de vapor de agua, recibe el nombre de **Humedad Absoluta**. De hecho 1 kg de aire seco, a una temperatura definida, no puede admitir cualquier cantidad de vapor de agua; existe para cada temperatura, una cantidad definida de vapor de agua que puede estar contenida en 1 kg, de aire seco: esta cantidad, define la humedad absoluta de saturación.

Entre un contenido nulo de vapor y el máximo de saturación, existen cantidades variables de vapor, que pueden estar contenidas en el kilogramo de aire seco. La relación entre el contenido de vapor y el que corresponde a la saturación recibe el nombre de **Grado de Saturación**.

### 3.2.3 Humedad Relativa del Aire

Sabido es que el vapor de agua, contenido en un kilogramo de aire seco, a la presión atmosférica normal por ejemplo tiene ó ejerce una presión parcial determinada, que es función de la temperatura de la mezcla.

A la saturación corresponde una presión parcial de saturación, que es la máxima del vapor a aquella temperatura. Si el aire no esta saturado, la presión parcial será inferior, a la de saturación y puede definirse la **Humedad Relativa del Aire**, como la relación entre dicha presión parcial y la parcial de saturación a la misma temperatura.

En la práctica de la Climatización, puede considerarse iguales la humedad relativa, y el grado de saturación. En general, es mucho más usual hablar de la humedad relativa.

### 3.2.4 Punto de Rocío

En los estudios de aire húmedo, suele designarse por  $(x)$  (kg agua / kg de aire seco), al contenido de vapor de agua del aire. Si imaginamos aire húmedo a una temperatura dada, con un contenido de vapor ó humedad absoluta  $(x)$  correspondiente a una humedad relativa (HR%) y procedemos a enfriarlo, unos pocos grados, por debajo de la temperatura inicial, el contenido absoluto de humedad  $(x)$  no variará.

Sin embargo cuanto más baja la temperatura, menor es la tensión parcial del vapor a saturación, de modo que como al no variar  $(x)$ , tampoco lo hace su presión parcial, supuesto que no varíe la presión atmosférica, resultará que la humedad relativa habrá aumentado más, cuanto más disminuya la temperatura.

Al seguir bajando la temperatura, la humedad relativa va creciendo hasta que llega el valor de saturación (100%), para una temperatura determinada que se denomina **punto de Rocío del Aire** húmedo inicial, con el contenido absoluto  $(x)$  (kg/kg).

### 3.2.5 Entalpía ó Contenido Total de Calor de la Mezcla de Aire Húmedo

El concepto de entalpía ó contenido total de calor de la mezcla, de aire húmedo, es útil al analizar algunos procesos de Tratamiento del Aire. Al tratarse de una mezcla, la entalpía se obtiene como suma del contenido de calor del aire seco (definible a través de su calor específico, a presión constante) y del calor total de vaporización del agua, a una temperatura determinada.

Desde luego la entalpía se refiere a un valor origen de la temperatura, que en el caso del aire húmedo se considera como 0° C.

En estas condiciones la entalpía del aire húmedo a la temperatura (t) (°C), con un contenido de vapor de (x°) (kg/kg), es:

$$h = 0.24 t + (595 + 0.46 t) (x^\circ) \quad \text{-----} \quad (28)$$

expresándose (h), entalpía, en (kcal / kg).

### 3.2.6 Diagramas Psicrometricos

En los análisis de los Tratamientos del Aire húmedo suele trabajarse con diagramas psicrométricos o del aire húmedo. Estos diagramas se refieren siempre, a 1 kg de aire seco a la presión atmosférica normal, apareciendo en ellos las relaciones entre la temperatura del aire (t) (°C), el contenido absoluto de vapor (x) (kg/kg), la humedad relativa (%), y la entalpía (h) (kcal/kg), de la mezcla.

En Europa suele utilizarse el llamado diagrama de Mollier, en los Estados Unidos de América, es originario el diagrama de Carrier, que de hecho fue el primero en utilizarse (1.1).

En la actualidad este diagrama de Carrier, se utiliza corregido en la forma propuesta por ASHRAE (American Society of Heating Refrigerating and Air conditioning Engineers). Desde luego, cualquiera de los diagramas, es válido, como herramienta, de trabajo (ver anexos).

### 3.2.7 Temperatura Húmeda Constante

En los diagramas psicrométricos, suele aparecer una familia de líneas, rectas, prácticamente coincidentes con las isoentálpicas citadas. Estas líneas rectas, reciben el nombre de líneas de **Temperatura Húmeda Constante** (ver anexos).

### 3.2.8 Termómetro Húmedo ó Temperatura Húmeda del Aire

¿Cuál es el significado de las líneas de temperatura constante? Imaginemos una masa de aire húmedo, en condiciones definidas de temperatura y humedad (absoluta ó relativa) y en su interior un cuerpo poroso (una mecha, por ejemplo), empapado en agua, inicialmente a la misma temperatura que el aire.

Si la masa de aire no está saturada de humedad, el agua tenderá a evaporarse. Naturalmente un proceso de evaporación, exige una aportación de calor, que necesariamente deberá realizarla el aire envolvente de la mecha con agua; en estas condiciones el aire se enfriará tanto más cuanto mayor sea la cantidad de agua a evaporar o en otras palabras, cuanto menor sea la humedad relativa inicial en comparación a la del aire.

Pues bien, un termómetro colocado en el interior de la mecha o cuerpo poroso, detectará la temperatura del aire, afectado por el proceso de evaporación y esta temperatura, es, precisamente, la temperatura del “**Termómetro Húmedo**”, o simplemente, **Temperatura Húmeda del Aire**.

De hecho, la descripción del proceso sugiere que se trata de un proceso termodinámico, prácticamente a entalpía constante lo cual es muy aproximadamente cierto, para la mezcla aire – vapor de agua.

### 3.1.9 Recta de Maniobra

Una vez hecha esta exposición, sobre las características del aire húmedo (puntos anteriores), es posible volver a la consideración del balance energético del Sistema, Edificio (1.9), para entender el papel del Sistema, de Tratamiento del Aire.

Si se desean mantener unas condiciones definidas de temperatura ( $t$ ) ( $^{\circ}\text{C}$ ) y humedad, relativa, en el ambiente del Sistema Edificio, habrá que introducir en él aire, unas condiciones dadas por las exigencias del balance global. En efecto, si este balance en calor, sensible indica que hay, entrada neta de calor, habrá que introducir aire frío (a temperatura inferior a ( $t$ )), para absorber dicha entrada de calor (1.9.2) (1.9.3).

Además, la actividad desarrollada en el edificio (6.3), supondrá por lo general, una entrada neta de calor latente. Para mantener la humedad relativa o su equivalente, el contenido ( $x$ ) ( $\text{kg}/\text{kg}$ ), de humedad absoluta, habrá que introducir un aire más seco, es decir con un contenido absoluto de humedad inferior a ( $x$ ).

Esto significa por ejemplo, que de acuerdo el diagrama, ASHRAE (3.2.6), habrá que introducir aire en condiciones situadas a la izquierda y por debajo, de las condiciones a controlar en un edificio.

De hecho habrá en cada caso, una diversidad de operaciones del estado del aire a introducir (ver anexos), las cuales se encontrarán como puntos de una semirrecta, con origen en el punto definitorio de las condiciones a mantener en el edificio y cuya pendiente puede determinarse por la relación siguiente:

**Calor Total Neto Entrante en el Edificio / Calor Sensible Neto Entrante en el Edificio ----- (29)**

Los diagramas ASHRAE (ver anexos), tiene una escala auxiliar para el trazado de la recta definida por la pendiente anterior, que se denomina, “**Recta de Maniobra**”. Igualmente, el diagrama de Mollier dispone de escalas auxiliares, para el trazado de la “**Recta de Maniobra**”.

Solo resta añadir aquí, que una vez trazada la recta de maniobra, la determinación del caudal de aire necesario, queda hecha al fijar como dato de diseño, la temperatura del aire a impulsar, lo cual como es lógico, deberá acercarse lo más posible, a la correspondiente intersección de la recta de maniobra, con la curva de saturación (humedad relativa 100%).

El razonamiento general es válido también, cuando el balance global de energía en el edificio es negativo (1.9.2), es decir, cuando se tiene un enfriamiento del mismo y hay que impulsar aire caliente. Si bien, en este caso no existe ningún límite teórico, para el valor de la temperatura de impulsión del aire caliente.

### **3.3 Distribución de Aire en un Ambiente**

Antes de entrar en la descripción de los métodos más representativos como: calefacción, humidificación, enfriamiento y deshumidificación, parece importante tratar la distribución del aire en el ambiente. Es decir, conocida la geometría de un local ¿Cuáles son los factores que influyen en la forma de introducir, en el local, el caudal de aire necesario?

Desde luego, el proyecto y realización de una correcta distribución del aire en el ambiente, constituye la parte más importante de cualquier estudio de Climatización. Y, paradójicamente, el análisis de este problema o no aparece o es tratado muy superficialmente en la mayoría de libros, que estudian la Climatización o Acondicionamiento del Aire.

En atención a este olvido, pretendemos aquí, hacer un resumen de consideraciones que sirvan de reflexión, ante cualquier proyecto, estudio o comprobación a realizar, sobre una instalación de Climatización.

La distribución de un caudal de aire en un ambiente, supone la existencia de un conjunto de aberturas para la entrada o la impulsión del aire y de otro conjunto para la salida o extracción de un caudal de aire equivalente.



### 3.3.1 Los Objetivos de una Buena Distribución de Aire

Los objetivos de una buena distribución de aire, pueden ser diversos: obtención de una temperatura uniforme en el ambiente; ausencia de corrientes de aire; limitación de concentraciones de contaminantes gaseosos o sólidos, etc.

Para la consecución de tales objetivos ¿Qué es más importante la impulsión del aire o la extracción del mismo?. De forma más precisa ¿Qué influye mayormente, la impulsión o la extracción?. Para responder a estas preguntas, conviene analizar someramente el comportamiento de una abertura para impulsión de aire (rejilla ó difusor), así como el de los orificios (rejillas en general) destinados a la extracción del aire.

#### 3.3.1.1 Impulsión

El aire que sale por un orificio lo hace en forma de chorro con una configuración geométrica definida. De modo algo sorprendente, puede observarse que, a una distancia relativamente corta de la salida, la forma del chorro es independiente de la forma del orificio de salida.

El chorro que sale de una abertura circular, tiene una clara forma cónica. Es decir, el aire turbulento que sale del orificio, tiende fácilmente a mezclarse con el aire circulante del local o ambiente, en el que se descarga. Se trata de un fenómeno gobernado por la viscosidad del aire.

Pues bien, el chorro que emerge de un orificio rectangular, tiene al principio una sección rectangular, que pronto pasa a elíptica, para finalmente convertirse en circular, a escasa distancia del orificio.

En cualquier caso, a efectos de la distribución del aire, el chorro presenta una forma de sección circular, con un ángulo bien definido de 22°. Este ángulo, es prácticamente independiente de la geometría del orificio y depende solamente de las características viscosas del aire; por ello, en condiciones normales de Climatización, presenta el valor citado.

La expansión de chorro tal y como se ha indicado, se produce por efecto de la viscosidad del aire, es decir a causa de ella, tiene lugar una mezcla de aire impulsado con el aire circundante, lo cual entraña un aumento de la masa de aire en el chorro y un movimiento del aire ambiente.

### 3.3.1.1.1 Distribución de Velocidades de Aire en impulsión (Cálculo)

La distribución de las velocidades del aire en una sección recta del chorro, queda bien definida, por la ley que sigue la función de Gauss, del error. En este sentido, el valor máximo se tiene en el eje del chorro. Por ello corrientemente la definición de la velocidad en un chorro de aire, se hace refiriéndola a su valor máximo o sea en el eje.

Desde el punto de vista, de la distribución del aire en un ambiente, es importante el chorro a partir de una distancia al orificio, equivalente a unos ocho diámetros. En esta zona, la velocidad del aire decrece con la distancia, según la ley siguiente:

$$V_x = (K V_o \sqrt{A_o}) / (X) \quad \text{-----} \quad (30)$$

Donde, ( $V_o$ ) (m/s) es la velocidad de salida del aire, por la abertura de sección ( $A_o$ ) ( $m^2$ ), y ( $V_x$ ) (m/s) es la velocidad de chorro, a la distancia ( $X$ ) (m.) del orificio. El valor de ( $K$ ) depende de la forma del orificio de descarga.

Cuando la velocidad de chorro se hace inferior a 0.25 m/s, se admite que el aire está en calma. Entonces, puede definirse el alcance de un chorro de aire, como la distancia a la cual la velocidad del aire, en el chorro, es igual o inferior a 0.25 m/s.

De todo lo expuesto se deduce, que la efectividad de una impulsión de aire, depende de la del chorro que origina, es decir, a efectos prácticos, dicha impulsión se hace sentir, hasta una distancia equivalente al alcance.

### 3.3.1.2 Extracción

Por el contrario, una extracción de aire a través de un orificio, tiene un campo de efectividad muy reducido. Así, si por un orificio, de extracción de aire en un local, escapa aire a una velocidad (V) (m/s), puede considerarse que la velocidad del aire en el local, a una distancia igual al diámetro del orificio superior circular, viene a ser 0.1 (V) (m/s).

Por ejemplo, si la velocidad del aire en la rejilla es de 2.5 m/s (valor corriente en la práctica), a una distancia equivalente a las dimensiones de la rejilla, se tiene ya aire en calma (velocidad de 0.25 m/s ó inferior).

#### 3.3.1.2.1 Distribución de las Velocidades del Aire en la Extracción (Cálculo)

La distribución de las velocidades del aire, en el eje de un orificio de superficie (A) (m<sup>2</sup>) sigue la ley siguiente:

$$v = (0.1 V) / (x^2 + 0.1 A) \quad \text{-----} \quad (31)$$

Donde (V) es el caudal del aire en (m<sup>3</sup>/h), extraído, a través del orificio y (v) (m/s) es la velocidad a la distancia (x) (m.) del plano del orificio y (A) (m<sup>2</sup>) la superficie.

De todo lo anterior se deduce, que la efectividad de una distribución de aire depende fundamentalmente del correcto diseño de la impulsión de aire, quedando el papel del sistema de extracción reducido, al de compensar el balance de masas de aire entrantes y salientes del local.

### 3.3.2 Temperatura Efectiva

Teniendo en cuenta que la distribución del aire en un ambiente, pretende controlar las condiciones climáticas del mismo, cabe considerar cuál es el criterio que permite valorar la bondad de una distribución.

En otras palabras, para obtener unas prestaciones definidas de alguna forma objetiva ¿Cómo hay que diseñar el Sistema de Distribución y en particular la impulsión de aire, para obtener tales prestaciones?.

Cuando se trata de obtener adecuadas condiciones de confort ambiental, definidas por una temperatura de termómetro seco y una velocidad del aire, compatible con una sensación agradable, de ausencia de corriente de aire, suele hacerse uso del concepto de una **Temperatura efectiva**, según lo siguiente:

$$\Theta = ((t - 24) - 8) (V - 0.15) \text{ ----- (32)}$$

Donde, (t) (°C) y (V) (m/s) son los valores de temperatura y velocidad del aire, existentes simultáneamente en un punto del ambiente, que dan origen a la temperatura efectiva ( $\Theta$ ) (°C).

Experimentalmente se ha concluido que ( $\Theta$ ), debe de estar entre  $- 1.7$  y  $+ 1.1$  °C, con la velocidad del aire por debajo de  $0.35$  m/s, para que un muy alto porcentaje de personas tengan sensación de confort.

### 3.3.2.1 Índice de Prestaciones de una Distribución de Aire (IPDA)

Aceptando esta idea como válida (3.3.2), se puede definir un índice de bondad de la distribución de aire, al establecer el porcentaje de puntos, que en la zona ocupada de un local (arbitrariamente definida como el volumen por debajo de los  $1.8$  m de altura), tiene una temperatura efectiva, dentro de los límites de confort.

Este porcentaje, recibe el nombre de **Índice de Prestaciones de una Distribución de Aire (IPDA)**. Este concepto derivó de estudios realizados en la Universidad de Kansas, conociéndose por las siglas inglesas ADPI.

Desde luego existe una correspondencia entre los valores del IPDA y las actividades a desarrollar en un local. En otras palabras, a efectos prácticos, no es conveniente hacer una distribución de aire con un elevado valor del IPDA, para locales con personal en movimiento, aunque será necesario proyectarlo de esta forma, cuando las personas ocupen posiciones específicas, con alto nivel de concentración psíquica ó intelectual.

Por ejemplo, es recomendable exigir un IPDA de 0.95 en una sala de conciertos, pero basta un IPDA de 0.50, para una aplicación industrial de almacenaje o incluso, para ciertas áreas de unos grandes almacenes.

Una vez especificado el valor de IPDA, exigible, es posible proceder al diseño del Sistema, de Distribución de aire, que permite cumplir con aquella exigencia. Hay que decir que el tipo de elemento de impulsión del aire (rejilla, difusor lineal, difusor circular, etc.), juega un papel muy importante, a la hora de asegurar el valor del IPDA. En este sentido, las rejillas de pared son los elementos menos eficientes.

### **3.3.3 Corriente de Convección**

La distribución del aire tratado en el interior de un local, viene, afectado por las corrientes de convección, existentes en el mismo, por efecto de las cargas térmicas existentes, es decir por el calentamiento del suelo, muros y mobiliario; por efecto de la radiación solar; por las personas existentes; por los equipos y maquinaria; o por la baja temperatura de vidrios y muros en época, invernal.

Todas estas corrientes de convección, combinadas con el movimiento de aire, debido al efecto del chorro impulsado, dan origen a una velocidad media en el ambiente ocupado, que depende en consecuencia de las características físicas del chorro de aire impulsado y de las cargas térmicas del local.

Se ha demostrado que dicha velocidad media, se correlaciona con el índice IPDA (3.3.2.1), de tal modo que es posible predecir el valor del mismo, consecuencia de unas determinadas condiciones de la impulsión del aire y del estado de carga térmica del local.

A la hora de diseñar una distribución de aire, hay que contar con el hecho de que los chorros de aire no isotérmicos, no se comportan exactamente como el modelo de cono de eje recto, mencionado antes (3.3.1.1): en efecto, el aire frío impulsado en un ambiente, tiende a caer, por simple efecto de diferencia de densidades, mientras el aire caliente tiende a subir.

Esto es importante para considerar la posibilidad de que el chorro llegue a penetrar el espacio ocupado o cuando, en el caso de la calefacción, la elevación del chorro puede llegar a una estratificación del aire caliente.

### 3.3.4 Inducción

Un concepto interesante, aplicable a un dispositivo de impulsión del aire, es el del valor de la **Inducción** que produce; inducción es, la relación entre el caudal de aire puesto en movimiento en el local y el caudal de aire impulsado. Como ya se ha expuesto, la distribución del aire en el ambiente es un fenómeno debido a la viscosidad del aire.

En consecuencia, depende de la superficie de contacto, entre el chorro de aire impulsado y el aire ambiente del local. Para aumentar esta superficie, conviene pues que el chorro de aire, se rompa o divida de modo que tal superficie aumente.

De hecho, la función de un difusor circular, tiende a ser precisamente ésta. Sin embargo, una expresión de la inducción de un difusor circular, basada en determinado modelo matemático, expresión en concordancia con valores dados por fabricantes de difusores y que es:

$$i = 1.4 (L/d_0) \text{ -----(33)}$$

Esta ecuación indica que tal, característica, solamente depende del diámetro ( $d_o$ ) (m.) del cuello del difusor y del tamaño ( $L$ ) (m.) del local, o porción, del local servido por el difusor. En decir la inducción no es una característica particular del diseño del difusor.

En consecuencia, puede afirmarse con mayor razón, que la inducción de una rejilla o de una simple boca de impulsión de aire (elementos con menor superficie efectiva de contacto del aire), no va ser una característica peculiar de un determinado diseño del elemento de distribución del aire.

### 3.4 Métodos de Tratamiento del Aire

Aquí se pretende describir y justificar los distintos métodos de Tratamiento del Aire (calefacción, refrigeración, humidificación, etc.) que, básicamente se utilizan como constituyentes del Sistema de Tratamiento del Aire en Climatización.

#### 3.4.1 Métodos de Importancia Energética

Los distintos métodos de Tratamiento del Aire tienen mucho que ver con la psicrometría, aunque puede hacerse una primera clasificación de los mismos, atendiendo sólo a consideraciones físicas elementales. De hecho, tal clasificación conduce a una valoración de los métodos que puede tener una importancia energética grande.

Esta forma de clasificación, nace del análisis de la expresión (34), quedando el balance energético básico, que conduce al dimensionado o identificación del Sistema de Tratamiento del Aire. En efecto, este balance, es:

$$Q = (0.29) (V) (t_1 - t_2) \text{ ----- (34)}$$

Entendiendo, que ( $V$ ) [ $m^3/h$ ] es el caudal de aire impulsado, a una temperatura, determinada ( $t_1$  en invierno y  $t_2$  en verano), sirve para compensar, la carga global ( $Q$ ) [ $kcal/h$ ] en el edificio.

Admitiendo para fijar ideas, que el balance global es positivo (entrada neta de calor), la temperatura ( $t_2$ ) será inferior a la ( $t_1$ ), que significa la temperatura a mantener en el ambiente.

Pues bien en la técnica del control ambiental, la carga global ( $Q$ ) no es constante en el tiempo. Así pues, a lo largo del día y a lo largo del año deben arbitrarse soluciones, para que el Sistema de Tratamiento del Aire, equilibre estas cargas variables, manteniendo constante ( $t_1$ ), es decir, en la expresión anterior (34), existen dos posibles variables, para seguir en todo momento las oscilaciones temporales de ( $Q$ ), a saber, el caudal ( $V$ ), o la temperatura de impulsión del aire ( $t_2$ ).

### 3.4.2 Métodos Generales de Tratamiento del Aire

De aquí derivan precisamente los dos grandes grupos de métodos de Tratamiento del Aire:

- 1) Métodos de caudal, de aire constante y temperatura de impulsión variable.
- 2) Método de caudal, de aire variable con temperatura constante de impulsión.

Históricamente hablando, la Climatización se implantó con métodos de caudal constante, ya que los primeros técnicos en Climatización se hicieron a partir de la tecnología del frío, a través de la cual, se conocía perfectamente cómo regular la temperatura de un fluido.

Por el contrario, la técnica de la modulación de un caudal de aire, aparecía aún totalmente desconocida y había que comenzar por experimentarla.

Con los años se fue ampliando el conocimiento y la experiencia en la distribución del aire, tanto a través de los conductos como en los ambientes a Climatizar. Se fueron analizando las relaciones entre movimiento de aire y confort, así como la importancia del aire en ciertos procesos industriales, en relación con el control efectivo de la temperatura y humedad ambientales.



Así se llegó a considerar el interés que podían representar los métodos de caudal de aire variable. Estos métodos, gozan en la actualidad de buena consideración, si se atiende a las grandes ventajas que presentan, desde el punto de vista de ahorro energético, en comparación con los métodos digamos convencionales de caudal de aire constante.

A partir de esta clasificación fundamental, aparecen métodos diversos, que se fundamentan en particularidades que atiende a la psicrometría de los Tratamientos del Aire.

Algunos de estos métodos, pueden definirse como típicos de instalaciones para confort ambiental, en tanto que otros, tiene su aplicación casi exclusiva en el ámbito industrial. Desde luego, tales especializaciones se deben más a razones de tipo práctico, que a consideraciones estrictamente teóricas.

### **3.4.3 Calefacción**

Puede darse una clasificación amplia de la calefacción, atendiendo al lugar en que se prepara el agente calefactor a saber: calefacción individual y calefacción central.

Aquí no trataremos de la calefacción individual, ya que excepto en un caso (la calefacción por agua caliente con termosifón), no difiere sustancialmente de la calefacción central.

#### **3.4.3.1 Clasificación**

Una clasificación más detallada de los distintos sistemas de calefacción, se puede establecer atendiendo al tipo de agente de calefacción que se utilice. La clasificación es la siguiente:

Calefacción, por agua caliente; por vapor a baja presión; por vapor a alta presión; agua sobrecalentada; eléctrica; y por, aire caliente.

### 3.4.3.1.1 Calefacción por Agua Caliente

En las aplicaciones más simples del Acondicionamiento de Aire, es decir de los tratamientos, el agente calorífico más utilizado es el agua caliente, aunque en ciertos casos se utiliza también el vapor o incluso la electricidad.

Normalmente al hablar de una calefacción por agua caliente, se entiende que la temperatura del agua es inferior a los 100 °C, es decir, que el proceso de calefacción se realiza, a baja presión.

Se utiliza como agente calorífico el agua calentada a una temperatura no superior, a los 90 °C. una red de tuberías conduce el agua calentada a los lugares en que mediante, un aparato distribuidor, es utilizado el calor almacenado en el agua.

El mecanismo por el que se produce esta utilización del calor, es normalmente un mecanismo mixto de convección y radiación. Según que el porcentaje de una u otra de estas formas de transmisión de calor, sea mayor el aparato distribuidor y recibirá el nombre de radiador o convector.

Todos los sistemas de calefacción por agua caliente, se calculan a base de suponer que el agua de retorno a la caldera, de los radiadores ó convectores sean de 70 y 80 °C. Estos valores son los que se consideran más adecuados, para una utilización racional de todos los elementos de la instalación. Claro está, que no hay inconveniente en suponer otras temperaturas de base.

Con este sistema de calefacción, el movimiento del agua, se consigue mediante una bomba impulsora.

Los sistemas constructivos ó de trazado de tuberías, más empleados son: sistema de dos tuberías con distribución por lo alto ó por debajo y sistema de mono tubo.

#### 3.4.3.1.1 Sistema de dos Tuberías

El sistema de dos tuberías, es una mezcla de calefacción de agua caliente y calefacción de vapor a baja presión, que se utiliza con más frecuencia, ya que presenta menos problemas, de funcionamiento y además permite ser empleado en cualquier tipo de instalación.

En la instalaciones con dos tubos la temperatura de alimentación de todos los cuerpos calefactores, será aproximadamente la misma

#### 3.4.3.1.2 Sistema de Mono tubo

En el caso de una instalación mono tubo, los aparatos calefactores se conectan con su tubo de entrada y de salida de agua caliente, sobre la misma y única tubería, con lo cual se tendrá una caída continua de la temperatura del agua, que alimenta a los sucesivos calefactores.

Es decir, la temperatura del agua que alimenta al último de los convectores o radiadores, será inferior a la alimentada al primero. Por lo general, el sistema de mono tubo es muy apropiado para instalaciones de tipo medio si se instalan dispositivos aspiradores Venturi, con cada radiador o convector (3.4.3.1.1.4).

#### 3.4.3.1.3 Instalaciones con Bomba

La instalación de una bomba facilita el trazado de las tuberías, ya que no es tan crítica la pendiente necesaria para la eliminación del aire, es posible tener la caldera a un nivel superior al de los radiadores y se consigue una puesta en servicio rápida y las posibilidades de regulación quedan notablemente mejoradas, con respecto a la calefacción por gravedad.

Claro está, que las instalaciones de calefacción por bomba, tienen ciertos inconvenientes por causa precisamente de la propia bomba, cuyas averías pueden inutilizar la instalación. En todo caso, pueden construirse un **bypass** en la bomba, provisto de válvulas que permitan la utilización de la bomba y hasta cierto punto, posibiliten el funcionamiento por gravedad de la instalación.

### 3.4.3.1.2 Vapor a Baja Presión

En la calefacción por vapor a baja presión, se utiliza vapor cuya presión máxima en la caldera es de 0.5 atmósferas. En realidad, la presión de funcionamiento en las instalaciones normales, está muy por debajo de este valor, ya que generalmente se elige dicha presión de acuerdo con el desarrollo horizontal de la instalación.

Así por ejemplo, en el caso de una instalación hasta 30 metros de desarrollo horizontal, la presión de marcha suele tomarse igual a 0.05 atmósferas y en el caso, de una instalación de 200 m de desarrollo horizontal, el valor de la presión en la caldera es de 0.10, atmósferas. Únicamente se alcanzan, los valores máximos hasta 0.5 atmósferas en aquellos casos en que la instalación de calefacción, sirva además para otros usos.

El funcionamiento de una instalación de calefacción por vapor a baja presión, reside en el hecho de que en el interior del cuerpo calefactor, se establece un equilibrio entre el volumen ocupado por el vapor (volumen que viene fijado por la superficie de condensación del mismo) y por el volumen ocupado por el aire existente en la instalación.

Dado que la densidad del vapor, es inferior a la del aire, éste ocupará las partes bajas de los cuerpos calefactores, es decir, estará en contacto con el agua de condensación. Por ello, la admisión de vapor a los radiadores se hará por la parte superior.

Debido a este fenómeno, es posible regular de forma muy precisa, la cantidad de vapor, que se requiere en cada cuerpo calefactor o sea que en el caso, de una instalación de calefacción a baja presión puede establecerse un sistema de regulación individual.

Para un buen funcionamiento de la instalación, es decir para que el vapor no pase a las tuberías de condensado, se acepta que la presión a la entrada del cuerpo calefactor, debe ser superior a los 200 mm c.a. (milímetros de columna de agua).

El sistema de dos tuberías (3.4.3.1.1), es el más empleado en todo tipo de instalaciones y al igual que en el caso de los sistemas de agua, caliente, la distribución puede hacerse por la parte superior ó inferior.

En la tubería de retorno de condensados a la caldera, se hará una conexión de un tubo en comunicación con la atmósfera, para permitir la entrada y salida del aire, lo cual como hemos visto, juega un papel importante en el funcionamiento y regulación de este sistema de calefacción.

### **3.4.3.1.3 Vapor a Alta Presión**

El sistema de calefacción por vapor a alta presión, emplea vapor a una presión superior a una atmósfera. No se emplea como sistema de calefacción para calentar directamente locales habitados, debido a que la temperatura del fluido es excesivamente elevada, desde el punto de vista de seguridad y además el efecto de la radiación, sobre las personas llega a ser molesto.

Este sistema se aplica normalmente, en la calefacción de grandes locales industriales, porque en general se utiliza el mismo vapor que se emplea para otros usos. En este caso queda perfectamente justificado.

En un sistema de este tipo, deberá instalarse en cada cuerpo calefactor un purgador de vapor con el fin de evitar el paso de vapor a la tubería de condensados.

De esta forma se logrará facilitar el movimiento del aire en el sistema, siempre que convenga evitar que al poner fuera de servicio la instalación quede en vacío con relación a la atmósfera.

Con el fin de devolver los condensados a la caldera, deberá emplearse una bomba.

#### 3.4.3.1.4 Agua Sobre Calentada

Las instalaciones de calefacción por agua sobrecalentada, son muy semejantes a las, instalaciones de agua caliente, con la sola diferencia de que en el agua sobrecalentada, ninguna parte de la instalación está a la presión atmosférica, por lo que se utilizan vasos de expansión herméticos que cumplen la función de absorber la dilatación del agua caliente, gracias a la compresión de aire, nitrógeno, etc.

Por lo general, la temperatura del agua sobrecalentada es, superior a los 110 °C, con lo que se consigue una economía en la superficie de los elementos calefactores.

Sin embargo, puesto que la temperatura superficial de los elementos calefactores, resulta demasiado elevada este tipo de instalaciones con agua sobrecalentada no se utiliza directamente para la calefacción de locales habitados.

Al igual que el sistema de calefacción a alta presión, el sistema de calefacción por agua sobrecalentada suele emplearse, como paso intermedio en otros sistemas de calefacción, como es, el que utiliza el aire caliente, como agente calorífico directo.

En efecto, empleando baterías de calefacción de aire puede utilizarse agua sobrecalentada o vapor a alta presión.

El empleo de agua sobrecalentada, se justifica por motivos económicos en los casos en que se desea reducir el coste, de la instalación, sin recurrir a la instalación de calefacción por agua caliente a baja presión con bomba, de circulación o bien al sistema de vapor a baja presión.

El cálculo de las instalaciones de calefacción por aguas sobrecalentadas, se basa en suponer una diferencia de temperaturas entre el agua a la ida y al retorno, diferencia, que oscila entre 30 y los 40 °C.

### **3.4.3.1.5 Electricidad**

Desde el punto de vista económico, la utilización de la electricidad como fuente productora de calor, deja mucho que desear. Sin embargo, esta consideración puede no tener ninguna importancia, ya que muy a menudo es preciso tener en cuenta, no solamente el costo horario, sino además, el coste por período de utilización (día ó noche).

Asimismo podrá resultar más económica la utilización de electricidad, en un lugar montañoso, situado cerca de una fuente de energía hidroeléctrica.

Por lo general la utilización más simple de la calefacción eléctrica, es la de calentar pequeños locales mediante elementos calefactores por radiación. Éste es, posiblemente el empleo más clásico.

Una aplicación bastante extendida de la electricidad, en los aparatos Acondicionadores de Aire de tipo de confort o semi-industrial, para la calefacción del aire, es la que emplea baterías eléctricas, es decir una serie de tubos conteniendo resistencias eléctricas, por entre, los que pasa el aire a calentar.

Estas baterías suelen emplearse en lugar de baterías de agua caliente o vapor, en aquellos casos en que no existe ninguna instalación de estos fluidos y los constructores de aparatos acondicionadores suelen ofrecer, dichas baterías eléctricas, como variante al suministro normal de baterías para agua caliente o vapor.

### **3.4.3.1.6 Aire Caliente**

Para obtener el aire caliente, suelen emplearse tres métodos diferentes: En el primero de ellos, el aire se calienta directamente o casi directamente, gracias a su contacto con el foco de calor, en el segundo, se utiliza un intercambiador de calor agua- aire; y en el tercero, se utilizan, intercambiadores de calor vapor-aire.

Los aparatos para calentar aire, por el primer sistema, suelen denominarse calentadores de aire, debido a que el calor, pasa directamente de la fuente en que se produce (combustible, gaseoso, líquido, etc.) al aire, sin que medie otro agente de transmisión

Este sistema de calefacción por aire caliente, encuentra gran aplicación en el calentamiento de locales de considerables dimensiones, como pueden ser naves industriales, grandes locales, públicos (pabellones de deporte, iglesias, etc.), ya que permite una rápida puesta en servicio.

Los otros dos sistemas de calentamiento del aire, son semejantes, variando únicamente, en lo que diferencia a los sistemas de calefacción, por agua caliente y por vapor, es decir la temperatura de las baterías de calefacción del aire. Por esto, el empleo de baterías alimentadas con agua caliente permitirá obtener temperaturas del aire, normalmente más bajas que en el caso de utilizar el vapor como agente intermedio.

Muy a menudo las baterías de calefacción, se emplean en combinación directa con un ventilador (centrífugo o helicoidal) y filtrado del aire, todo ello montado en un mismo armazón metálico, constituyendo un aerotermo, en el sentido más amplio de la palabra, aunque generalmente se reserva tal denominación para los aparatos formados por una batería y un ventilador helicoidal.

#### **3.4.4 Humidificación**

Los métodos utilizados para lograr la humidificación del aire, son teóricamente los mismos, tanto si la humidificación del aire debe hacerse para conseguir condiciones de confort, como si se realiza para obtener acondicionamientos adecuados para procesos industriales. La única diferencia será, la de las tolerancias admisibles en variaciones de humedad en un caso y en otro.



En el caso, de un Acondicionamiento de confort, pueden aceptarse amplias, variaciones, en el valor de la humedad relativa, sin que se resienta la sensación agradable del ambiente.

Pero, al tratarse de Acondicionamientos de tipo industrial, muy a menudo será preciso fijar estrechos límites, para valores entre los que han de moverse la humedad relativa del Aire Acondicionado.

Un Acondicionamiento de tipo de confort, prácticamente se limitará, el valor de la humedad relativa a 40%, o algo más, según los casos sobre todo en invierno, ya que una humedad relativa demasiado elevada, puede dar lugar a consideraciones sobre las paredes a causa de la baja temperatura exterior.

Este valor del 40%, puede considerarse como límite, cuando la temperatura exterior pueda llegar algo por debajo de los 0°C, este valor no se tendrá en cuenta, cuando por cuestiones médicas o similares sea, preciso mantener humedades relativas más elevadas.

Entonces será preciso aislar debidamente los muros exteriores, con el fin de evitar las condensaciones en invierno.

Para lograr un contacto íntimo, entre el aire y el agua, un procedimiento muy utilizado es el que aprovecha la fuerza centrífuga, para romper un chorro de agua en pequeñas y finas gotas.

Primitivamente se utilizó el procedimiento de hacer incidir un chorro de agua a presión, perpendicularmente contra un disco metálico, girando a elevada, velocidad. Por efecto del choque, el chorro se rompía y se, desparramaba por la superficie del disco y se dirige hacia, la periferia del mismo.

Junto a este dispositivo se instala un ventilador axial, consiguiéndose así que la corriente de aire, arrastre el agua pulverizada. De este modo el conjunto aire-agua, era lanzado, sin más a la atmósfera a humidificar.

En la actualidad algunos constructores emplean dispositivos similares, montados en el interior de conductos, con lo que se obtiene una mejor distribución del aire, una más correcta humidificación y se elimina el goteo que en algunos casos era inevitable.

El agua pulverizada se evapora adiabáticamente, una vez puesta en contacto con el aire, es decir: el calor de evaporación, necesario lo toma del propio aire, con lo cual se consigue además un enfriamiento, más o menos, considerable del aire, según sea el estado del aire a la entrada del dispositivo humidificador.

#### **3.4.4.1 Cámaras de Pulverización**

Las **Cámaras de Pulverización**, son dispositivos que se crearon por la necesidad de limpiar el aire. Para ello se pensó en la utilización de una lluvia de agua, que recogiese las partículas de materia sólida o incluso gaseosa solubles en agua. Con ello se conseguía la limpieza del aire, pero al mismo tiempo, una humectación, e incluso un enfriamiento debido al proceso de humidificación adiabático que tenía lugar en el sistema.

Las cámaras de pulverización se consideran como un elemento de tratamiento termodinámico del aire, que como dispositivo para la depuración aunque bien es verdad, que en la industria química, siguen utilizándose algunos aparatos basados en este método (scrubbers).

Una cámara de pulverización, consiste esencialmente en una cámara de obra o en una envolvente metálica, que contiene un sistema de toberas de pulverización, un depósito recolector del agua pulverizada que cae y de un depósito eliminador de las gotas arrastradas, llamado separador de gotas.

El aire entra en dicha cámara, por un extremo y después de pasar por el sistema de pulverizadores sale a través del separador de gotas. El agua es bombeada a los pulverizadores, por una bomba que la aspira del depósito colector. El contacto entre el aire y el agua, origina un intercambio de calor y de masa entre ambos fluidos.

#### **3.4.4.2 Humidificación Superficial ó por Capilaridad**

Se define con el nombre de **Humidificación Superficial ó por Capilaridad**, aquella que tiene lugar al pasar el aire, a través de un entramado de fibras absorbentes de humedad. Ya, se comprende que al pasar a través de tales cuerpos, el aire viene obligado a ponerse en contacto íntimo con sustancias húmedas, de las que tiende a arrebatar el agua.

Los sistemas empleados comúnmente, tiene aplicación en Acondicionamiento de Aire del tipo de confort, ya que para las aplicaciones industriales, se requeriría una cantidad muy grande de elementos humectadores, para poder humidificar los elevados caudales de aire que se precisan.

#### **3.4.4.3 Humidificación del Aire mediante Vapor Seco**

El sistema más directo de la **Humidificación del Aire mediante Vapor seco**, consiste en utilizar un tubo con pequeños orificios conectados directamente a una tubería de suministro de vapor. Este escapa directamente por los orificios y es arrastrado por una corriente de aire que se humidifica.

Con objeto de evitar las condensaciones, que con seguridad tendrán lugar en el tubo distribuidor, algunos constructores utilizan un doble tubo distribuidor, constituido por un tubo interior, provisto de orificios (por los que escapa el vapor) rodeado por una camisa, por la que circula el vapor que posteriormente será lanzado a la atmósfera.

### 3.4.5 Enfriamiento y Deshumidificación

El enfriamiento del aire por contacto directo con el medio refrigerante, no es el usual; normalmente el aire y el medio refrigerante, están separados por una superficie a través de la cual se efectúa la transferencia de calor.

Tales intercambiadores de calor, suelen adoptar la forma de tubos con aletas exteriores, a fin de aumentar su superficie de contacto. En el ramo del Acondicionamiento de Aire, se les llama **“baterías”** y con frecuencia, se emplean para su construcción tubos de cobre y aletas de aluminio.

Hay quien opinaba que un aparato era mejor que otro, porque “hacia dos cosas”: enfriaba y deshumidificaba. Probablemente un vendedor en la perorata de las excelencias de su producto, le dejó convencido de que se trataba de un aparato “especial”, cuando lo difícil sería encontrar en el mercado, un aparato de serie que enfriara sin deshumidificar.

En efecto, la deshumidificación por enfriamiento no es otro fenómeno, que el que motiva el empañamiento del vaso en que nos sirven un refresco. La condensación, en una superficie, se produce debido a que su temperatura (líquido) es inferior a la del “punto de rocío” (3.2.4) del aire, que le rodea.

En verano, la temperatura de la superficie de las baterías es notablemente inferior a la de rocío del aire a la entrada y la deshumidificación de éste comienza antes de que su temperatura media haya alcanzado la de rocío. La baja temperatura de la batería es causa simultánea de ambos fenómenos y no es de extrañar que se hayan incluido aquí en un mismo, epígrafe.

Si se enfríase de modo lento, un cierto volumen de aire uniforme en toda su masa, el proceso gráfico psicrométrico, vendría representado por una primera fase de enfriamiento, “sensible” solamente y una segunda con condensación a partir del punto, en que se alcanza la curva de saturación y la temperatura seca del aire, coincide con la de rocío (ver anexos).

En la práctica, no todo el aire entra en contacto, al mismo tiempo, con la superficie fría y el proceso real, sigue una curva algo separada de la saturación (ver anexos).

Para clasificar a las baterías, se hace referencia al medio refrigerante, empleado en el interior de los tubos. En la **Expansión Directa**, es el propio refrigerante (en Acondicionamiento de Aire se utilizaba casi exclusivamente, el freón 12 y 22), aprovechándose su calor latente de vaporización.

Cuando una instalación interesa colocar varias baterías, a considerable distancia de la unidad productora de frío, que es lo más frecuente en instalaciones a partir de cierto tamaño, no es factible emplear este sistema y entonces se recurre al empleo de un refrigerante secundario (agua ó salmuera). Una red de tuberías, distribuye agua fría a los distintos puntos de consumo (las baterías) en circuito cerrado con el enfriador.

El Tratamiento del Aire en las baterías, se realiza a expensas del calor sensible del agua; para el proyecto el aumento de temperatura del agua en la batería, se escoge de unos 5°C.

# **CAPITULO IV**

## **“ SISTEMAS A CONOCER EN EL SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN ”**

### **4.1 Clasificación de los dos Grandes Grupos de los Sistemas de Climatización**

La combinación de diferentes tratamientos básicos del aire que se han expuesto, constituye el fundamento de los distintos sistemas de climatización que se emplean, tanto para aplicaciones industriales como para las típicas de confort.

Conviene advertir que con frecuencia, el proyectista de una instalación aprovecha las ventajas de un sistema determinado, combinándolas con las que otros tiene, de modo que en ocasiones no pueden hablarse de una instalación que sigue fielmente la pauta de un sistema definido.

Para facilitar la descripción de los sistemas, es conveniente establecer una primera y amplia clasificación, en dos grandes grupos:

- A) Sistemas de Climatización de Confort.
- B) Sistemas de Climatización Industrial.

#### **4.1.1 Clasificación de los Sistemas de Climatización de Confort**

Se pretende aquí clasificar y describir los sistemas de climatización usuales y, al mismo tiempo indicar diversos criterios y consideraciones que pueden ser útiles, en el momento de elegir el sistema más adecuado para un determinado edificio.

Es obligatorio advertir que no se pretende sistematizar la selección de los distintos sistemas, ya que en cada caso pueden existir circunstancias especiales cuya importancia, desde el punto de vista determinado de su elección, sea superior a las condiciones de orden general que se indican.

La descripción de los sistemas se realizará de acuerdo con la clasificación siguiente:

- 1) Climatizadores Autónomos.
- 2) Sistema Convencional.
- 3) Sistema Fan- Coils ó Ventilconvectores.
- 4) Sistema de inducción Aire-Agua.
- 5) Sistema de caudal de Aire Variable.

Esta clasificación elemental no incluye diversas variaciones que, sobre el esquema básico de cada uno de los sistemas indicados, se aplican en la actualidad.

La descripción se limita en los sistemas a la parte del tratamiento del aire, omitiendo la descripción de los elementos que constituyen la central frigorífica y calorífica.

#### **4.1.1.1 Climatizador Autónomo más Elemental (Acondicionador de Ventana)**

El climatizador autónomo más elemental y probablemente el más utilizado, es el **Acondicionador de Ventana**, caracterizado por su fácil instalación, compacidad y posibilidad de incorporación a edificios ya constituidos.

Es compacto y está constituido por tres secciones principales: condensador, compresor y evaporador. El condensador, refrigerado por aire, es la parte del aparato con descarga de aire al exterior, dotado en general de un ventilador helicoidal para circulación del aire exterior sobre los tubos de cobre con aletas de aluminio, que constituyen la superficie de intercambio del condensador. El evaporador y el compresor se sitúan en la parte interior del acondicionador.

El evaporador ó batería de enfriamiento y deshumidificación, está formado por un haz de tubos de cobre con aletas de aluminio y dispone de un ventilador, normalmente centrífugo y con varias velocidades, para inyectar el aire al interior del espacio. El compresor es generalmente de tipo hermético inaccesible, con el devanado del rotor refrigerado por el propio gas aspirado por el compresor.

Estos acondicionadores suelen funcionar controlados por un termostato de ambiente, actuando sobre el motor del compresor. Además contiene los habituales elementos protectores de los motores del compresor y de los ventiladores indicados.

El evaporador dispone de filtros de aire desmontables para limpieza, bandeja de recogida de condensados y drenaje y, parte frontal del tipo decorativo.

Tanto la aspiración como la descarga de aire suelen realizarse mediante sendas rejillas, situadas en la parte frontal del aparato.

El acondicionador dispone en general de un selector manual o electrónico, el cual permite que funcione sólo el ventilador del evaporador, el compresor para la refrigeración, el sistema de calefacción cuando existe, y que funcione el aparato como renovador de aire, al permitir la introducción de aire exterior mediante un juego de palancas accionado por el ocupante.

El sistema de calefacción puede basarse en la disposición de resistencias eléctricas en el circuito de aire.

En general, el nivel sonoro obtenido en las habitaciones acondicionadas mediante este sistema es ligeramente superior a los mínimos recomendables.

Los acondicionadores de ventana se fabrican en diversos modelos con potencias que varían desde 1000 a 6500 (frigoríficas / hora), siendo la selección correcta del modelo para cada caso, un problema de determinación de las necesidades frigoríficas y caloríficas de la habitación.



#### 4.1.1.1.1 Consolas

En la actualidad, para eliminar los problemas planteados por los acondicionadores de ventana, existen los aparatos conocidos como **Consolas** que no precisan ser instalados en las ventanas. Para la condensación necesitan conexiones al exterior por aberturas en los muros.

En otras variantes el conjunto compresor-condensador puede instalarse alejado del local a climatizar, dando origen a las llamadas **Consolas Partidas**, las cuales ofrecen un gran mejora en las condiciones acústicas en el local.

Para potencias superiores a la indicadas debe recurrirse a los climatizadores autónomos, condensados por aire ó por agua, que se instalan en forma vertical u horizontal, según tamaños generalmente estandarizados con potencias frigoríficas hasta 80 000 (frigoríficas / hora).

#### 4.1.1.1.2 Climatizadores Autónomos Condensados por Agua

Los climatizadores autónomos condensados por agua aplicados en forma vertical con compresores herméticos de 3.5 ó 7.7 CV, son y han sido ampliamente utilizados. Consta de dos secciones principales: la del ventilador y la del circuito frigorífico, a las cuales, según la aplicación a la que se destinan, puede agregarse un “plénium” ó caja de distribución de aire, una batería de calefacción y un sistema de humidificadores.

La sección del ventilador consiste en una envolvente metálica aislada interiormente para evitar ruidos en la zona ocupada; un ventilador centrífugo y un motor eléctrico de accionamiento con transmisión por correas y poleas de relación variable, para obtener en cada caso el caudal del aire previsto para la instalación.

La sección del circuito frigorífico incluye la envolvente metálica, el compresor, el condensador, el evaporador, y los controles y mandos de accionamiento.

El evaporador está formado por una batería de tubos de cobre con aletas de aluminio, con bandeja de recogida y drenaje de condensados, siendo el condensador un intercambiador con tubos de cobre y envolvente de acero. El compresor es hermético, existiendo en el mercado los dos tipos: accesible e inaccesible.

Cuando el climatizador se sitúa en la zona acondicionada se le dota generalmente de un "plénium" de distribución de aire eliminando los clásicos conductos de distribución y retorno de aire.

El aparato es autónomo en lo referente a la producción de frío, pero requiere de un fluido calefactor para su uso en invierno. En general, se instala una caldera con agua caliente para producción del fluido calefactor y se dota al climatizador de una batería ó intercambiador de calor para el funcionamiento de invierno. Se usa también baterías de resistencias eléctricas.

#### **4.1.1.1.3 Climatizadores Autónomos Condensados por Aire**

Los equipos autónomos condensados por aire se fabrican según dos variantes: en forma compacta y con condensador remoto. Los elementos que constituyen el acondicionador son similares a los descritos, con la excepción del condensador que, en este caso, está constituido por un haz de tubos de cobre con aletas de aluminio y ventilador helicoidal.

Los climatizadores condensados por aire ofrecen la ventaja, con respecto a los condensados por agua, de eliminar el consumo de ésta, aunque presentan el inconveniente de exigir que parte de equipo (el condensador) sea instalado al exterior, circunstancia no siempre fácil de cumplir. Por otra parte, los primeros son montados y probados en fábrica, mientras que los últimos, cuando el condensador es remoto exigen un montaje frigorífico en obra.

Desde el punto de vista económico, el climatizador condensado por aire es más caro que el condensado por agua; sin embargo, si no se dispone de agua y es preciso emplear una torre de recuperación de agua, los costos totales de la instalación son muy similares.

### 4.1.1.2 Sistema Convencional

El sistema clásico en instalaciones de acondicionamiento de aire, conocido como **Sistema Convencional**, se usa y se ha usado en un elevado número de instalaciones. En particular, en aquellas en las que la zona acondicionada corresponde a un solo volumen o ambiente, es totalmente insustituible.

La característica más importante del sistema es que el aporte de frío para enfriamiento y deshumidificación, de calor y de humedad, a la zona climatizada se realiza mediante el aire. En esta instalación, la totalidad de los elementos de la misma se han centralizado en una sala de máquinas donde se realiza el tratamiento e impulsión del aire. En la zona climatizada sólo se sitúan los conductos y rejillas de distribución y retorno de aire.

#### 4.1.1.2.1 Elementos de una Instalación con Sistema Convencional

Los elementos de la instalación Convencional son:

- a) Una central frigorífica.
- b) Una central calorífica, generalmente una caldera con accesorios.
- c) Una cámara de tratamiento de aire, ó climatizador.
- d) Una red de conductos y rejillas de impulsión y retorno de aire.
- e) Un sistema automático de control.

Se utiliza una instalación así concebida para refrigeración en verano, calefacción en invierno, y ventilación todo el año, incluida la época intermedia de primavera y otoño.

Dependiendo de la complejidad del edificio y de su zonificación, puede haber unos ó varios climatizadores con agua caliente y agua fría desde las mismas centrales. De esta forma existe una distribución de frío y calor por todo el edificio, y el tratamiento del aire se realizara en lugares próximos a su punto de distribución al local.

En muchas instalaciones, el funcionamiento en régimen de calefacción ó de refrigeración viene condicionado por consideraciones independientes de las exigencias de la zonificación, es decir, se sigue la variación de temperaturas exteriores a lo largo del año (verano-invierno).

En estos casos la distribución de frío (agua enfriada) y de calor (agua calentada) suele hacerse a través de la misma red de tuberías ya que, obviamente, sólo se distribuirá agua fría ó caliente y no ambas simultáneamente. Este tipo de distribución se dice que es a dos tubos.

Sin embargo, en general es más conveniente trabajar con distribuciones a cuatro tubos, es decir, teniendo la posibilidad de disponer en todo momento de frío y de calor para atender las necesidades de cada zona cambiantes a lo largo del día, sobre todo en épocas intermedias ó alejadas de las cargas térmicas máximas.

#### **4.1.1.3 Sistema Fan-Coils ó Ventilconvectores**

El acondicionamiento de aire en edificios con espacios ó habitaciones independientes, como hoteles, hospitales, oficinas, etc., han dado lugar al desarrollo de técnicas de tratamiento de aire notablemente distintas a las descritas en los puntos antes citados.

Desde el punto de vista del acondicionamiento de aire, un edificio destinado a hotel, hospital, etc., se caracteriza por el hecho de que, en cada habitación, los ocupantes, independientemente del resto de habitaciones, deben regular según sus deseos las condiciones ambientales.

Por otra, en algunos casos, la circulación de aire de una habitación a otra es inadmisibles y, además el tamaño de los conductos de aire debe limitarse al mínimo, con el objeto de economizar espacio.

Las circunstancias anteriores han llevado a la industria de la climatización, a realizar instalaciones según conceptos distintos de las instalaciones convencionales descritas. El sistema fan-coils es una de ellas, aunque hay que convenir que a los efectos prácticos un fan-coils puede definirse como un climatizador de pequeña potencia que, en general, no precisa conductos para la distribución del aire.

Así puede decirse que un fan-coil es un climatizador que forma parte de una instalación centralizada y que está constituido por un ventilador centrífugo accionado por un motor eléctrico, una batería de tubos de cobre aletas de aluminio, un juego de filtros y una envolvente decorativa.

En general, el motor de fan-coil está preparado para funcionar según tres velocidades que se seleccionan mediante un selector manual.

Los aparatos fan-coil se instalan en el propio local a climatizar, disponiéndolos como los radiadores de calefacción en las paredes, o en ciertos caso en el techo de las habitaciones.

Lo que diferencia una instalación fan-coil de una instalación convencional es, a menudo, la idea básica de funcionamiento de los equipos desde el punto de vista psicrométrico, combinada con la solución a adoptar para la ventilación de los locales, ya que, normalmente, los aparatos fan-coil no están provistos de dispositivos para toma de aire exterior.

Para la ventilación pueden usarse diversos procedimientos: extracción de aire, red de conductos independiente y aberturas al exterior. El primero de ellos puede realizarse mediante una extracción forzada de aire, al exterior, generalmente a través cuartos de aseos y lavados, creando una depresión en el ambiente que facilite la entrada de aire exterior a través de rendijas, puertas, etc. este procedimiento es, en general, de poca efectividad, siendo recomendable sólo en caso en que la duración de ocupación es reducida.

Una red de conductos independientes integrada en una instalación de acondicionamiento mediante fan-coils es, en general, el mejor procedimiento para ventilación del ambiente. El aire introducido, filtrado, normalmente pretratado en invierno y en algunas ocasiones en verano, crea una sobre presión en el ambiente que garantiza la renovación total de acuerdo con los cálculos realizados.

La ventilación mediante aberturas al exterior presenta algunos inconvenientes de orden estético, no siempre superables.

Por otra parte, el aire exterior no puede pretratarse, lo cual en invierno, y en lugares con bajas temperaturas, puede dar lugar a un déficit importante de humedad en el ambiente con el consiguiente demérito de la instalación.

Por otra parte, el control del fan-coil no puede hacerse por su ventilador, ya que en el momento de paro del mismo por un termostato o manualmente no hay introducción de aire exterior.

#### **4.1.1.4 Sistema de Inducción Aire-Agua**

Este sistema ideado para la climatización de edificios con poco espacio de distribución de las instalaciones, en particular los conductos de aire. Este sistema se basa en la utilización de un aparato climatizador estático (sin ventilador) llamado inductor.

Un inductor se compone de un “plénium” ó caja de distribución, un conjunto de toberas para salida del aire, un registro de accionamiento manual para ajuste de la calidad de aire en circulación y una ó varias baterías de intercambio de calor.

El inductor así descrito, a través de una abertura practicada en la caja de distribución recibe el aire a presión (de algunas decenas de milímetros de columna de agua). Este aire es el llamado aire primario.

El aire sale a elevada velocidad a través de toberas, creando a la salida una depresión que induce al aire de la sala (aire secundario) a circular a través de las baterías de intercambio de calor. De acuerdo con las necesidades del momento, la batería de intercambio recibirá agua fría ó caliente, a la que se denomina agua secundaria, distinta del agua usada para tratar el aire primario, que se designa por agua primaria.

La mezcla del aire primario y de aire inducido ó secundario, es descargada al ambiente por la parte superior de inductor a través de una rejilla de descarga. El aire secundario llega a la batería de intercambio a través de una rejilla de aspiración y de un filtro.

El aire primario ó aire inductor, es aire pretratado en una central. En verano la función del aire primario es la de absorber el aporte de humedad de los ocupantes, debiéndose para ello deshumidificar en la central de tratamiento. En la época intermedia y en invierno, la función del aire primario es variable según el tipo de instalación y su diseño.

#### **4.1.1.4.1 Sistema con dos Tubos**

En las instalaciones a dos tubos, si el aire primario se insufla en cantidad suficiente, puede ser el fluido que aporte el calor; mientras el agua secundaria, que a lo largo de todo el año es fría, realiza el aporte de refrigeración.

Un sistema de estas características recibe el nombre de instalación de inducción a dos tubos sin inversión de ciclo ya que el agua secundaria es fría todo el año. Cuando el calentamiento del aire primario a temperaturas razonablemente elevadas no da lugar al aporte de calor necesario en la época invernal, es preciso calentar el agua secundaria para que sea el fluido el que aporte al ambiente el calor que no puede aportar el aire primario, debiéndose invertir el ciclo de agua secundaria, que forzosamente debe ser fría en verano y caliente en invierno.

#### **4.1.1.4.2 Sistema a cuatro Tubos**

En el sistema de cuatro tubos, el inductor recibe un flujo de agua fría y otro de agua caliente. Una válvula automática realiza la selección del flujo y cantidad de agua a utilizar por una batería intercambiadora en cada momento de acuerdo con las necesidades, correspondiendo al agua, sea fría ó caliente, la regulación de la temperatura ambiente mediante el enfriamiento ó mediante la calefacción.

En este caso, el aire primario no realiza ninguna misión de calentamiento ó enfriamiento ya que en ambas funciones son realizadas por el agua.

El acondicionamiento por inducción usa normalmente un sistema de distribución de aire a elevada velocidad con el fin de reducir las secciones de los conductos de aire primario.

#### **4.1.1.4.3 Ventajas más Importantes de los Sistemas de Inducción**

Las ventajas más importantes del sistema de inducción son:

- 1) En las habitaciones a acondicionar se instala un elemento totalmente estático sin ningún órgano en movimiento.
- 2) Existen dos flujos distintos: aire primario y agua secundaria que permiten, en forma independiente, controlar la humedad el primero y la temperatura el segundo.
- 3) Es posible el control independiente de temperaturas en cada habitación.
- 4) Puede eliminarse el retorno de aire y, por tanto, la mezcla de aire de una habitación a otra. Esto en el supuesto que el aire primario se haga coincidir con el aire mínimo de ventilación, por lo que en este caso el aire primario es totalmente exterior.

#### **4.1.1.5 Sistema de Caudal de Aire Variable**

Son también llamados de volumen variable y han ganado rápida aceptación a causa de las recientes crisis energéticas. Todos los sistemas hasta aquí expuestos son del tipo caudal de aire constante y temperatura del aire variable en función de las cargas térmicas.

Los sistemas de volumen variable no son de concepción actual pues se idearon hace ya unos 25 años. Para ello fue preciso poner a punto accesorios de distribución de aire (difusores) absolutamente fiables desde el punto de vista de la regulación del caudal de aire impulsado y, sobre todo, desde el punto de vista de la calidad de la distribución, es decir, de la ausencia absoluta de desplomes ó caídas de aire frío impulsado hacia la zona ocupada.

La idea fundamental en la que se apoyan estos sistemas es la de que, los edificios es más frecuente tener una necesidad de refrigeración durante más tiempo que la de calefacción. En este sentido, pues, los sistemas de caudal variable trabajan siempre con aire frío. (Desde luego en pura teoría no hay ningún inconveniente en realizar una instalación con impulsión de aire caliente a caudal variable, si la aplicación específica así lo exige).



Aceptado este principio, los sistemas de volumen variable han de considerar la necesidad de calefacción durante determinado tiempo o en condiciones dadas. Así es como todo el sistema de volumen variable se combina con otros sistemas complementarios que son de caudal constante de inducción, de simple radiación, etc.

Por ejemplo, la zonificación básica del edificio, puede recomendar la disposición en la periferia de un sistema de radiadores que compensen en cada momento las pérdidas a través de ventanas y muros exteriores.

A partir de aquí el balance térmico global del edificio exigirá una impulsión continua de aire frío para compensar las ganancias netas del mismo (sol, iluminación, máquinas, personas), para lo cual se adapta perfectamente un sistema de volumen variable. Es más, tal sistema puede adaptarse a las más exigentes condiciones de flexibilidad, ya que es posible regular cada elemento de difusión con un termostato ambiente.

Desde luego, el sistema de radiadores puede sustituirse por un sistema de aire caliente a caudal constante, el cual, llegado el momento puede transformarse en un sistema suministrador de aire frío.

En otros casos el propio sistema de caudal variable incorpora en los propios elementos ó equipos específicos del sistema unos elementos calefactores que permiten que el sistema actúe a caudal constante en régimen de calefacción.

Se comprende que el elemento fundamental de estos sistemas reside en un dispositivo que puede formar parte de cada difusor ó constituir un equipo independiente de varios difusores a los que halla asociado. Este dispositivo es un regulador del caudal de aire impulsado que viene modulado por un termostato ambiente.

A nivel de la disposición hay que considerar que deben tenerse climatizadores para el tratamiento del aire a impulsar (básicamente su filtrado y su enfriamiento y deshumidificación).

Puesto que la característica básica del sistema es la variabilidad del caudal, los ventiladores de los climatizadores deben estar dispuestos para seguir las variaciones de caudal exigidas por el edificio, de modo que la energía necesaria para el accionamiento de aquellos sea la mínima indispensable. Precisamente aquí se obtiene la ventaja energética de los sistemas de caudal de aire variable.

#### 4.1.1.6 Otros Sistemas

##### 4.1.1.6.1 Recalentamiento Terminal

Aunque desde el punto de vista reglamentario no puede utilizarse sin una buena razón, debe incluirse entre los métodos de climatización el conocido como de **Recalentamiento Terminal**. En aplicaciones de confort, este sistema debe descartarse totalmente como contrario a las prescripciones del reglamento vigente.

Sin embargo, en aplicaciones industriales ó similares donde se exija una gran precisión en el control de la temperatura, este sistema reúne las mejores condiciones para garantizar tal precisión.

La filosofía básica del sistema consiste en introducir en el edificio en todo momento la carga térmica máxima previsible. Es decir, cuando el edificio está a carga parcial, el sistema de recalentamiento recalienta el aire impulsado para compensar la diferencia entre la carga máxima y la real parcial existente.

##### 4.1.1.6.2 Doble Conducto y Multizona

Entre los sistemas cuya aplicación queda limitada ó vetada por reglamentación cabe citar, además, los llamados de **Doble Conducto** y los **Multizona** todos ellos de aplicación frecuente hace algunos años a instalaciones de confort.

En ambos sistemas se recurre a la mezcla de dos corrientes de aire a temperatura distinta: una de aire enfriado a unos 15 °C y otra de aire caliente a temperatura compatible con las necesidades de calefacción del edificio.

Naturalmente, con ello se pretende la adaptación del sistema a las cambiantes condiciones térmicas del sistema edificio, ya que de la mezcla controlada, es decir, de cantidades variables de las dos corrientes de aire, se obtiene un aire a una temperatura perfectamente compatible con las necesidades de las distintas zonas de un edificio.

Hay que convenir que ambos sistemas se adaptan muy bien a la zonificación compleja de un edificio con áreas interiores y exteriores que se tratan con equipos situados en una posición centralizada.

Precisamente la diferencia entre ambos sistemas radica en el tipo de equipo que se utiliza para controlar la mezcla de aire frío y caliente.

En el sistema de doble conducto se distribuyen por todo el edificio dos redes de conductos de aire: una conteniendo aire enfriado en tanto la otra conduce el aire calentado. El tratamiento de las dos corrientes de aire se realiza centralizadamente mediante equipos adecuados que incorporan en paralelo baterías de enfriamiento y de calentamiento del aire.

En cada zona de control de temperatura del edificio se dispone de una ó varias cajas de mezcla de las corrientes de aire que regulan por la acción de un termostato ambiente. Después de la caja de mezcla se dispone una red de conductos para la distribución del ambiente resultante.

En el sistema multizona la mezcla de las dos corrientes de aire se realiza justamente a la salida del equipo de tratamiento, el cual dispone de pares de elementos de regulación de caudal para ajustar la temperatura del aire de la mezcla. Ésta es conducida a cada zona mediante un solo conducto de distribución.

Es decir, en el sistema multizona el equipo central dispone de tantos pares de registros de regulación de caudal de aire (frío y caliente) como zonas distintas hay previstas en el edificio. El funcionamiento de dichos registros se regula por medio de un termostato ambiente situado en propia zona.

#### **4.1.1.7 Clasificación General de los Sistemas de Climatización atendiendo a su Flujo**

La descripción de los distintos sistemas de climatización hace ver que es posible establecer una clasificación general de los mismos atendiendo al fluido, frío o caliente, que se distribuye hasta los locales climatizados recorriendo al edificio a partir de una central generadora de frío y de calor.

Una clasificación generalmente adoptada es la siguiente:

**Sistemas Todo-Aire:** El fluido transmisor de la energía es el aire que enfría ó calienta en situación centralizada. Entre estos sistemas están el convencional mediante climatizadores y los de caudal variable.

**Sistemas Todo-Agua:** Que típicamente son los del tipo fan-coil y los radiadores para calefacción.

**Sistemas Aire-Agua:** Como es el caso del sistema de inducción ó los sistemas fan-coil con ventilación suplementaria.

**Sistemas de Refrigerante ó de Expansión Directa:** Que engloba las instalaciones con equipos de ventana y autónomos

Dejando a parte las aplicaciones industriales de la climatización que, en general, pueden exigir sistemas particulares, para las aplicaciones de confort pueden darse unas ideas sobre la aplicabilidad de los distintos sistemas

### **4.1.1.8 Comparación de Sistemas**

La selección de un sistema para su aplicación a un caso ó edificio determinado viene influenciada por gran número de factores.

Así, por ejemplo, deben considerarse aspectos tan dispares como si se trata de edificio de nueva planta ó se considera la reforma de uno existente; en el caso de edificios comerciales ó de oficinas hay que atender si el edificio es para alquilar ó para uso propio del cliente de la instalación de climatización; el costo de explotación (consumo de energía más mantenimiento) debe tomarse en consideración; la facilidad de mantenimiento es otro factor; la flexibilidad de adaptación del sistema a cambios Físicos en el edificio pueden ser importante; cualidades como la calidad del nivel de ruido o la calidad del control de la temperatura y humedad deben de merecer la máxima atención; etc.

#### **4.1.1.8.1 Valoración Relativa de Cualidades ó Factores para la Comparación de Sistemas**

Para intentar establecer un cuadro comparativo de los sistemas más usuales, se hace aquí una valoración relativa de las siguientes cualidades ó factores:

- Costo de la instalación.
- Costo de la energía gastada.
- Calidad del control de temperatura.
- Flexibilidad de adaptación del sistema a cambios en el edificio.
- Costo del mantenimiento.
- Espacio ocupado en el piso.
- Necesidades de espacio en falsos techos.

La valoración que se hace de cada uno de estos factores es arbitraria, calificándose con: bajo , medio y alto.

En el se proponen los siguientes sistemas:

**A** = Volumen constante con recalentamiento.

**B** = Edificio con volumen constante zonificado en las zonas interior e inducción en la periferia.

**C** = Volumen variable de recalentamiento en la zona periférica y volumen variable en el interior.

**D** = Volumen variable con radiación perimetral.

**E** = Volumen variable con sistema convencional a caudal constante perimetral.

**F** = Sistema de fan-coil con tratamiento de aire exterior.

**G** = Sistema de expansión directa.

### **4.1.2 Sistemas de Climatización industrial**

Aunque los principios que informan los tratamientos de climatización industrial son los mismos que están en la base de los de climatización de confort, la realidad es que en el campo industrial no se da la sistematización de sistemas que se han comentado hasta aquí.

De hecho aparecen dos configuraciones en el campo industrial que lo hacen diferente del campo de confort. En primer lugar, con mucha frecuencia hay que controlar efectivamente la humedad relativa. En segundo lugar, el concepto de zonificación no obliga tanto en la industria como en las aplicaciones de confort.

La necesidad de controlar la humedad relativa (además del control sobre la temperatura) obliga a emplear sistemas de humidificación (adiabáticos ó con vapor) que a menudo constituyen el sistema fundamental de tratamiento (por ejemplo, e aplicaciones propias de la industria textil).

Al decir de la zonificación no es, el caso industrial, tan condicionante como en el caso de las instalaciones de confort, se piensa en que, frecuentemente, las cargas del sistema son debidas a cargas internas de maquinaria y equipo, y, por otra parte, los locales a climatizar son de gran superficie.

En consecuencia, en un local puede pensarse en establecer una única zona de regulación, en atención a que van a ser las cargas internas (en general, uniformemente repartidas) las que van a exigir la respuesta adecuada al sistema de tratamiento de aire.

Se puede decir que, en el campo de la industria, los sistemas de climatización más usuales son los de zona única con recalentamiento terminal y sistema de humidificación para control de la humedad, ó sistemas de zona única con enfriamiento y calentamiento en secuencia.

En el caso de la industria textil hay que indicar, como sistemas típicos, el de humidificación adiabática con precalentamiento en invierno, o bien en combinación con enfriamiento mediante baterías de agua fría.

Dejando de lado los sistemas complejos ó integrales de climatización, en la industria se dan con mucha frecuencia los sistemas de calefacción y los de ventilación. Dada la sencillez conceptual de estos tratamientos, que ya se han descrito.

## **4.2 Sistemas de Generación de Frío y Calor**

En la exposición que hasta aquí se ha hecho, corresponde al sistema de generación de frío y de calor, el suministrar al sistema de tratamiento del aire la energía térmica para compensar el balance energético en el sistema edificio, con el fin de mantener el adecuado control ambiental de este último.

Así es el sistema de generación el que modifica una forma de energía (eléctrica ó combustible) a energía térmica a bajo nivel de temperatura, que es compatible con las necesidades del sistema de tratamiento de aire.

La energía entrante en el sistema de generación suele tener dos formas:

**1) Energía Eléctrica:**

Que sirve para la generación de frío, como energía auxiliar para el vehiculado de fluidos y, en muchas ocasiones, sirve también para la generación de calor.

**2) Energía Térmica:**

En forma de combustible líquido o gaseoso en la generalidad de aplicaciones del sector terciario, aunque en aplicaciones industriales la energía térmica aparece bajo la forma de efluentes térmicos procedentes de los procesos propios de la actividad.

Cabe añadir a lo anterior que en ciertos casos especiales de la industria puede aparecer la energía térmica como fuente generadora de frío, quedando la energía eléctrica al papel de energía auxiliar. Estos casos se resuelven al hacer uso del proceso de absorción para la generación de frío.

### **4.2.1 Generación de Frío**

Así pues, dejando aparte el sistema proceso de absorción, para la generación de frío actualmente se utilizan sistemas de compresión de fluidos de adecuadas propiedades.

En climatización se recurre de modo casi absoluto al empleo de fluocarbonados y clorocarbonados derivados de los hidrocarburos.

Precisamente, hoy en día, algunos de éstos están en el centro de la preocupación científica mundial por el deterioro de la capa de ozono atmosférico.

Concretamente se están restringiendo el uso de los denominados R11 y R12 que se han venido usando tanto en el sector de la refrigeración ambiental comercial (R11) como en el sector de la refrigeración doméstica (R12).



### 4.2.1.1 Generación de frío por Compresión de un Fluido Frigorífico

La generación de frío por compresión de un fluido frigorífico en estado de vapor sigue un ciclo termodinámico definido por la siguiente secuencia, donde aparecen los diferentes componentes típicos de todo sistema frigorífico.

Un compresor mecánico (alternativo, de tornillo, centrífugo ó paletas) comprime un vapor. Después de esta compresión el fluido se enfría en un intercambiador de calor, llamado condensador (el flujo frigorífico pasa al estado de líquido) por medio del aire ambiente (condensador de aire) ó mediante agua (condensador de agua) procedente, en general, del circuito de una torre de enfriamiento de agua.

Una vez licuado, el fluido frigorífico sufre una expansión brusca al pasar un orificio calibrado (dispositivo de expansión), motivo por el cual el fluido se enfría fuertemente y pasa al estado de vapor.

Es entonces cuando se aprovecha esta circunstancia para tratar el aire ó agua que se requiere enfriar mediante un intercambiador de calor llamado evaporador, ya que en él, el fluido en estado de vapor no saturado (líquido y vapor) pasa al estado de vapor saturado al evaporarse el líquido existente no vaporizado en la expansión. El vapor saturado puede ser aspirado por el compresor para volver a comenzar el ciclo.

### 4.2.1.2 Familias de Generación de Frío por Compresión

De lo anterior se deduce que hay dos grandes familias de sistemas de generación de frío por compresión, atendiendo al tipo de condensador:

- 1) **Condensación por aire:** Que cada vez es más utilizado.
- 2) **Condensador por agua:** Muy típico de grandes sistemas.

Por otra parte, según que el fluido enfriado sea el aire ó el agua, se distinguen dos grandes grupos:

- 1) **De expansión directa:** En los que se enfría directamente el aire del sistema de tratamiento de aire.
  
- 2) **De enfriamiento de agua:** Cuando el fluido a enfriar es el agua (o una solución anticongelante) que servirá posteriormente para el enfriamiento del aire del sistema de tratamiento de aire.

Aquí es conveniente resaltar la relación que estos métodos de generación de frío guardan con los sistemas de climatización anteriormente expuestos.

En todos los casos la temperatura mínima del fluido frigorífico se tiene en el evaporador, llegándose a valores próximos a los 0 °C aunque, en la práctica, siempre por encima de este valor para evitar problemas de escarchado ó hielo en el evaporador.

En el caso de los grupos de enfriamiento de agua se suele trabajar de modo que se obtiene agua enfriada entre 5 y 7 °C. la temperatura límite inferior no está normalmente por debajo de los 4 °C.

#### **4.2.1.3 Sistema de Generación de frío por Absorción**

El sistema de generación de frío por absorción se emplea en climatización cuando se dispone de energía térmica (vapor, humo gases calientes) excedente de procesos industriales.

Este sistema se basa en la afinidad fisicoquímica entre parejas de compuestos como el agua y el amoníaco, ó el bromuro de litio y el agua.

Estas mezclas, al calentarse en un recipiente llamado generador, se separan dando vapores ricos en uno de los componentes.

Es este componente el que, una vez separado, actúa como fluido frigorífico en un ciclo constituido por un condensador, un dispositivo de expansión y un evaporador del todo equivalentes a los del sistema de compresión de vapor.

Ahora bien, el vapor de refrigerante que sale del evaporador sufre un tratamiento distinto al del ciclo de compresión.

En el ciclo de absorción es puesto en contacto con el líquido (concentrado en el otro componente) que ha quedado después del calentamiento de la mezcla: la afinidad de ambos compuestos hace que el refrigerante se absorba en el líquido (en un recipiente llamado absorbedor) el cual es bombeado mecánicamente hasta el generador.

Se entiende que el conjunto generador-absorbedor-grupo de bombeo es equivalente al compresor del sistema de compresión de vapor.

Desde el punto de vista energético el sistema de absorción tiene un rendimiento más bajo que el de compresión de vapor. Por ello sólo puede utilizarse cuando se dispone de excedentes térmico gratuitos.

### **4.2.2 Generación de Calor**

En climatización la energía térmica obtenida por combustión de un combustible líquido ó gaseoso suele emplearse para generar agua caliente a 90 °C desde el punto de vista higiénico y de seguridad esta temperatura es totalmente adecuada.

Esta generación de calor se hace de forma centralizada y se distribuye el agua caliente a distancia.

Cuando la generación de calor para el calentamiento del aire quiere hacerse de forma localizada, suele aplicarse energía eléctrica por efecto joule, ó de forma energéticamente más

eficiente (el concepto de bomba de calor).

Es decir, al describir el sistema de refrigeración por compresión de vapor se ha indicado que en el condensador se tiene una extracción de calor del ciclo mediante el aire ó agua del circuito de torre.

Y el ciclo termodinámico presenta en el condensador un foco caliente.

Si este foco se aprovecha en al práctica para calentar, por ejemplo, el aire del sistema de tratamiento de aire, se está en presencia de un método de generación de calor por bomba de calor.

En este caso, el evaporador debe extraer calor de un fluido externo al sistema que puede ser aire del ambiente exterior, una corriente de agua, etc., fluido que, evidentemente, es enfriado a expensas del calentamiento del aire tratado.

# CAPITULO V

## “ REGULACIÓN Y CONTROL EN EL ACONDICIONAMIENTO DEL AIRE Ó CLIMATIZACIÓN ”

### 5.1 Equipos que Constituyen una Instalación de Climatización

Los equipos empleados en climatización responden a una tipología muy diversa. Si a ellos se añaden aquellos elementos de una instalación que puede definirse como componentes, se obtiene un cuadro muy amplio de elementos o constituyentes cuya descripción sería muy extensa.

Sin embargo, es bueno hacer una cita expositiva de estos constituyentes, haciendo algunos comentarios descriptivos sobre aquellos que, de modo arbitrario, cabe considerar como los fundamentales en una instalación de climatización.

Una exposición genérica de equipos y componentes puede contener los siguientes:

- Ventiladores.
- Baterías de intercambio térmico.
- Grupos de enfriamiento de agua.
- Calderas y quemadores.
- Bombas para circulación de agua.
- Torres de refrigeración de agua para condensación de sistemas frigoríficos.
- Climatizadores para el tratamiento del aire (con inclusión de autónomos, fan-coil, consolas, etc.)
- Filtros de aire.

- Elementos humidificadores.
- Elementos para la distribución del aire (rejillas, difusores, cajas de caudal variable, etc).
- Conductos (de chapa, de fibra de vidrio).
- Tuberías para agua (hierro, cobre, plásticos).
- Tuberías refrigerantes (en general de cobre).
- Equipos y componentes de regulación y control.
- Etc.

En cierto sentido cabe decir que algunos de los equipos citados son elementos formados por otros de los constituyentes relacionados para dar origen a unos elementos más complejos, pero que tienen una entidad y relevancia propias.

Llevando a un límite extremo la importancia de los equipos y componentes, puede llegarse a la conclusión que un sistema de tratamiento del aire siempre son necesarios un ventilador y una batería de intercambio térmico para el control de condiciones del aire.

Puede pensarse que los flujos térmicos necesarios (agua fría y caliente por ejemplo) proceden de fuentes ajenas a la instalación de climatización.

En este sentido, el ventilador y la batería aparecen como los equipos fundamentales de toda instalación.

### 5.1.1 Ventiladores

Los ventiladores son máquinas aerodinámicas que al producir una elevación de presión entre dos puntos de un circuito de aire, permiten vehicular a través de dicho circuito un caudal de aire dado.

Desde el punto de vista de la climatización el parámetro interesante es el caudal de aire vehiculado. La elevación de presión que genera el ventilador es una necesidad para vencer las caídas de presión que se presentan al flujo del caudal de aire. Mediante el **Caudal y la Elevación de Presión** queda definido el ventilador necesario.

El caudal queda fijado por las necesidades térmicas a cubrir por el sistema de tratamiento del aire; la elevación de presión, que es igual a la caída de presión al circular el aire por el circuito de conductos entre el equipo de tratamiento (climatizador) y el local a climatizar, viene fijada por las características peculiares del circuito (longitud, secciones, curvas, accesorios, etc.).

Los fabricantes de ventiladores dan tablas ó gráficos de las características de sus fabricados, indicando el comportamiento de los distintos tipos ofrecidos a distintas velocidades de rotación.

Esta información permite hacer una selección del tipo más adecuado a cada aplicación, si, además de cumplir con las exigencias de caudal y presión deseadas, se atiende a otras consideraciones como pueden ser el rendimiento mecánico del ventilador o el nivel de ruido generado por la máquina.

En general, para aplicaciones usuales de climatización se hace uso de ventiladores centrífugos. En aplicaciones industriales es frecuente emplear ventiladores axiales, aunque su uso en aplicaciones de confort no debe ser despreciado ya que en ciertos aspectos ofrecen características muy favorables.

Para aplicaciones a sistemas de caudal de aire variable los ventiladores centrífugos suelen ofrecerse equipados con alabes regulables en sus bocas de aspiración; naturalmente esta presentación se hace cuando el ventilador debe funcionar a velocidad de rotación constante. Cuando la aplicación del ventilador es a velocidad variable, naturalmente la presentación del mismo es absolutamente convencional.

En el caso de los ventiladores axiales para sistemas de caudal variable, lo más usual es ofrecernos con alabes de paso variable en funcionamiento.

### 5.1.2 Baterías de Intercambio Térmico

Anteriormente se ha comentado que para el enfriamiento y deshumidificación del aire se emplean baterías de intercambio. Estos equipos que, lógicamente, sirven también para el calentamiento del aire, se emplean siempre que quiere separarse físicamente éste del fluido térmico de intercambio.

En consecuencia, están constituidas por un haz de tubos paralelos por los que fluye el fluido térmico (agua, refrigerante ó vapor), que cede ó absorbe calor a través de la pared de dichos tubos.

El aire se hace circular perpendicularmente a haz tubular de modo que intercambie el calor con el flujo térmico.

La disposición de los tubos, en general, es en varias capas ó hileras, considerando la dirección del movimiento del aire. El número de tubos y su longitud, caracterizan la superficie frontal de la batería; esto es, definen la superficie de paso del aire.

Se comprende que esta superficie frontal, la superficie exterior de los tubos y el número de hileras de la batería, son parámetros importantes en el funcionamiento térmico de la batería.

Recordemos que la transmisión de calor es un fenómeno en el que juega un papel importante la superficie de transmisión y la diferencia de temperaturas entre los fluidos en juego. En efecto, el flujo de calor puede expresarse como:

$$Q \text{ [kcal/h]} = (k) ((S) \text{ [m}^2]) ((\Delta t) \text{ [}^\circ\text{C]}) \text{ ----- (35)}$$

Donde (S) [m<sup>2</sup>] es la superficie de intercambio de calor entre los fluidos, ( $\Delta t$ ) [C°] representa la diferencia de temperaturas entre los fluidos, y la constante (k) [(kcal/h) (m<sup>2</sup>) (°C)] es el coeficiente de transmisión de calor a través de la superficie, que depende básicamente de las características físicas de los fluidos (velocidad, densidad y viscosidad).



A la vista de esta expresión se comprende que sea interesante aumentar la superficie de intercambio (S). Precisamente a esto se debe que en las baterías los tubos estén aleteados, es decir, se disponen perpendicularmente a su eje unas delgadas láminas metálicas que aumentan su superficie.

Cuando el material de los tubos es de cobre, la aletas son de aluminio con separación entre ellas entre 1.5 y 3 mm aproximadamente. Si los tubos son de acero, las aletas son también de acero, en forma de fleje arrollado helicoidalmente. En estos casos, el conjunto de tubos y aletas se suele galvanizar por inmersión.

Los fabricantes de baterías dan información que permite la selección de la batería más adecuada para obtener unas determinadas prestaciones, es decir, un flujo de calor a transmitir (Q) en (kcal/h) entre un caudal de aire de (V) [m<sup>3</sup>/h] y un fluido térmico definido, suponiendo conocidas las temperaturas del aire y del fluido a la entrada y a la salida de las baterías. En el caso del aire hay que indicar las temperaturas seca y húmeda cuando se trata de baterías de enfriamiento y deshumectación.

Precisamente cuando se trata de baterías de enfriamiento y deshumectación del aire puede hacerse una predicción razonable del proceso termodinámico que sufre el aire, si se atiende a las siguientes consideraciones.

Cuando el aire húmedo se pone en contacto con una superficie a temperatura constante inferior al punto de rocío del aire (3.2.4), tiene lugar una condensación de vapor de agua sobre la superficie y un intercambio de calor latente y calor sensible entre éstas y el aire.

En estas condiciones se demuestra que, para el aire húmedo, la evolución del estado del aire en el proceso corresponde en el diagrama psicrométrico al segmento de recta entre el estado inicial del aire y el punto de la curva de saturación correspondiente a la temperatura de la superficie.

En la realidad una batería no es una superficie a temperatura constante, sino que la temperatura superficial de los tubos (u la del líquido frío interior) va disminuyendo desde la entrada hasta el lado de salida del aire, ya que se trata de un proceso de transmisión de calor a contracorriente.

Por ello, y aun cuando la ley de la línea recta anterior sigue cumpliéndose, la evolución real del estado del aire es una línea curva que tiende a acercarse a la de saturación del aire húmedo.

Los distintos puntos de la curva pueden obtenerse considerando que para cada hilera la temperatura de la superficie es distinta y disminuye en la dirección del aire. Para cada hilera se cumple la ley de la línea recta aunque hay que considerar que, a causa de la constitución física de la propia batería, no todo el aire que atraviesa cada hilera sale a temperatura de la superficie; en realidad el aire queda a una temperatura intermedia entre la que tiene a la entrada y la superficie.

En la práctica puede estimarse que una batería no tiende a condensar hasta que el aire no tiene una humedad relativa próxima al 70%.

La regulación del funcionamiento de una batería (de calor ó frío) se hace mediante válvulas de regulación de caudal del flujo térmico que circula por los tubos. Esta regulación influye sobre el proceso de transmisión de calor, de modo que la batería responde a las variaciones de caudal de una forma no lineal.

Dado que, de un tratamiento de aire es conveniente linealizar la relación entre la cantidad de calor transmitida y la variable controlada (por ejemplo, una temperatura), es preciso elegir la válvula de regulación de modo que tenga unas características de actuación que permitan compensar la falta de linealidad de la batería.

En realidad, conviene considerar la batería y la válvula de regulación como un conjunto.

## 5.2 Regulación y Control

En la actualidad no se concibe una instalación de climatización sin algún dispositivo de control de las condiciones ambientales. Por lo general este control afecta a la temperatura, aunque en algunos tipos de sistemas se aplica además un control de la humedad relativa ó de alguna de las restantes variables que inciden sobre el funcionamiento del edificio ó de los procesos en él realizados.

De hecho, la aplicación de un sistema de control a las instalaciones de climatización es una exigencia del vigente reglamento de instalaciones para confort ambiental.

A menudo se habla de sistemas de regulación para designar el conjunto de elementos destinados al control de algunos parámetros (temperatura, humedad) mediante la regulación de algunas magnitudes que intervienen en los sistemas de climatización (caudal de agua, caudal de aire, etc.).

Por ejemplo, y como caso muy elemental, supongamos que se quiere controlar la temperatura de un local dotado de un equilibrio tipo fan-coil a través de cuya batería puede circular agua fría ó agua caliente a temperatura constante. En este caso, para proceder al **Control** de la temperatura ambiental del local habrá que **Regular** el caudal de agua fría ó caliente que circula por la batería.

Como consecuencia, pues, es correcto decir que un sistema de regulación y control tiene como finalidad controlar una temperatura ó una humedad, etc., mediante la regulación de , por ejemplo, un caudal de agua ó de aire.

Para comprender la necesidad de un sistema de regulación y control aplicado a instalaciones de climatización, conviene recordar las acciones y efectos que el sobre el sistema edificio tienen los agentes exteriores ó los interiores ó propios de los procesos en él desarrollados.

En efecto, las cargas térmicas recibidas por el sistema edificio son variables continuamente a lo largo del tiempo, no sólo estacionalmente sino incluso a lo largo del día. Ello quiere decir que los sistemas de tratamiento del aire y de generación de frío y calor deben ser capaces de seguir con precisión y de modo instantáneo tales variaciones de cargas si se quiere controlar, entre límites aceptables, el valor de la temperatura ó el de la humedad en los locales.

En este sentido puede afirmarse que, en tanto que los sistemas de tratamiento del aire en primer lugar, y los de generación de frío y calor en segundos, son los responsables de mantener el valor de la temperatura a su valor mínimo en verano ó máximo en invierno (compatibles, por ejemplo, con las condiciones de confort), el sistema de regulación y control es el responsable de mantener la temperatura fija alrededor de un valor de confort cualquiera que sean las variaciones de las cargas térmicas en el sistema edificio.

La existencia de los distintos sistemas en el conjunto del sistema de control ambiental presupone el establecimiento de unas jerarquías en el sistema de regulación y control.

Así en tanto que no exista un subsistema de regulación de control aplicado al sistema de generación de frío y calor, no podrá pretenderse el control de las condiciones ambientales.

Además, tales condiciones sólo podrán mantenerse si existen un subsistema de regulación y control aplicado al sistema de tratamiento del aire.

En definitiva, hay que considerar que los sistemas de regulación y control pueden llegar a ser tan complejos que, en conjunto, lleguen a constituir por ellos mismos una instalación de tanta entidad como pueda tenerla la instalación de climatización ó la electricidad de un edificio.

Creemos que este punto de vista va ganando vigencia mayor cada día, más si se tiene en cuenta el avance tecnológico que va imponiendo mayores complejidades y exigencias a la planificación, instalación y explotación de los modernos sistemas de regulación y control.

### 5.2.1 Regulación y Control Manual

Un ejemplo sencillo puede ayudar a comprender este concepto. Supongamos que una habitación cuya temperatura se quiere mantener a 20 °C en invierno. A tal efecto la habitación tiene un radiador de agua caliente equipado con una válvula manual que permite la regulación del caudal de agua caliente.

Si el ocupante de la habitación pretende mantener la temperatura a los 20 °C. deberá de disponer de un termómetro que le permita conocer en cada instante cuál es la temperatura real del ambiente. De esta forma él podrá decidir cómo actuar sobre la válvula del radiador para mantener los 20 °C. en la habitación.

Es decir, las estrategias a seguir por el ocupante serán las siguientes:

- La temperatura ambiente medida en el termómetro es de 20 °C : no hace nada.
- La temperatura ambiente medida en el termómetro es inferior a 20 °C : debe abrir la válvula del radiador.
- La temperatura ambiente medida en el termómetro es superior a 20 °C : debe cerrar la válvula del radiador.

Este tipo de regulación recibe el nombre de regulación manual y lógicamente sólo puede entenderse como aplicada a casos muy sencillos.

### 5.2.2 Regulación y Control Automático

Cuando las instalaciones de climatización son complejas, se comprende que la regulación y control debe ser de tipo automático. Sin embargo, en un sistema de este tipo encontramos elementos que hacen las mismas funciones que las indicadas en el ejemplo expuesto.

### 5.2.2.1 Elementos de un Sistema Automático de Control

En efecto, en un sistema automático de control de temperatura ambiental por regulación del caudal de agua a un radiador, encontramos los siguientes elementos:

#### 1) Una Sonda de Temperatura ó Sensor

Que es un elemento sensible a la temperatura ambiente reaccionando de tal manera que es capaz de generar señales de algún tipo relacionadas con la temperatura ambiente existente en la habitación. Esta sonda es equivalente al termómetro del ejemplo.

#### 2) Un Controlador de Temperatura

El cual es un elemento que, recibiendo la señal generada por la sonda, la compara con un valor definido (en el caso expuesto con los 20 °C a mantener) y en función de la diferencia entre ambos valores genera una orden capaz de actuar sobre la válvula de regulación.

#### 3) Una Válvula de Regulación del Caudal de Agua

Al radiador provista de un dispositivo de accionamiento, o actuador de la válvula, que trabaja en función de la orden recibida del controlador.

Un sistema de regulación de este tipo se dice automático y tiene actuación propia sin intervención de ningún operario para su funcionamiento. Desde luego se requiere una fuente externa de energía para la generación de señales y órdenes, y para la acción del dispositivo actuador.

### 5.2.3 Componentes de un Sistema de Regulación

Así pues, en todo sistema de regulación encontramos los siguientes componentes:

- 1) **Un Sensor** ó elemento capaz de medir una variable que interesa controlar (temperatura, humedad, presión, etc.).

- 2) **Un Controlador** ó elemento que al recibir una señal del sensor, funciona directa de la magnitud de la variable a controlar, la compara con un valor preestablecido y, en caso necesario, genera una señal u orden hacia el dispositivo regulado con su actuador.
  
- 3) **Un Dispositivo de Regulación** provista de un actuador capaz de funcionar al recibir una orden del controlador con el fin de regular un parámetro característico de un agente de regulación.
  
- 4) **Un Agente de Regulación** (usualmente un fluido) que, al ser manipulado por el dispositivo regulado, permite controlar la variable controlada.

En la práctica, muchas veces el sensor y el controlador constituyen un único conjunto físico. Caso típico lo constituyen los termostatos u los presostatos.

En algunos caso excepcionales el sensor, el controlador y el dispositivo de regulación forman un todo, como es el caso de las llamadas válvulas termostáticas. Sin embargo, por lo general los tres elementos quedan físicamente diferenciados en todo sistema de regulación.

### **5.2.3.1 Sistema de Bucle Cerrado**

En la terminología de la teoría de control, los sistemas de regulación basados en los esquemas expuestos reciben el nombre de sistemas en bucle cerrado. Es decir, las señales procedentes del proceso a controlar realimentan el sistema de regulación para que éste realice sus funciones.

### **5.2.3.2 Sistema de Bucle Abierto**

En climatización se utilizan prácticamente siempre sistemas de este tipo. Un sistema de regulación en bucle abierto podría ser el formado por un termostato situado al exterior de un edificio regulando el flujo de calor al mismo.

Desde luego, el sistema puede funcionar dando más ó menos calor según cual sea la temperatura exterior, pero no es de aconsejar ante la falta de confort que se originaría al no poder “sentir” el efecto de inercia térmica del edificio.

Como consecuencia de esta reflexión puede decirse, para conseguir un buen sistema de regulación, hay que preocuparse del control de la variable que realmente interesa controlar; no es válido el control indirecto de las variables que influyen en el proceso (el edificio en el caso de la climatización).

### **5.2.4 Clasificación de los Sistemas de Regulación y Control**

Los sistemas de regulación y control pueden clasificarse atendiendo a la fuente primaria de energía empleada ó considerando el tipo de acción de regulación que realizan. Realmente ambas formas de clasificación son complementarias.

En función de la **fuentes de energía** pueden encontrarse los siguientes sistemas:

#### **1) Sistema Autónomo**

Empleado en general en válvulas termostáticas que basan su acción en la dilatación de un líquido ó un sólido.

#### **2) Sistema Neumático**

Que utiliza aire comprimido a baja presión (1.2 a 2.0 bar) alimentando el controlador, el cual lo suministra al accionador a presión más baja y modulada según la magnitud de la acción a realizar.

#### **3) Sistema Hidráulico**

Semejante al sistema neumático pero empleando un fluido líquido.



#### 4) Sistema Eléctrico

Que utiliza energía eléctrica a tensión reducida o tensión de la red para actuar sobre el dispositivo de regulación a través de relés controlados por el controlador.

#### 5) Sistema Electrónico

Que utilizando también energía eléctrica (a baja tensión siempre) hace aplicación de circuitos electrónicos para la transmisión de señales moduladas entre el sensor, el controlador y el dispositivo de regulación.

En la actualidad los importantes avances tecnológicos de la microelectrónica han hecho que los sistemas electrónicos, aplicados al campo de la climatización, sean los más populares por razones de economía, flexibilidad de aplicación y posibilidades que ofrecen.

Atendiendo a la **Acción de Regulación** hay que distinguir los siguientes sistemas:

- 1) Sistemas con Acción Todo-Nada.
- 2) Sistema con Acción Flotante.
- 3) Sistema Proporcional (P, PI, PID).

A continuación se describen tales sistemas desde el punto de vista de su aplicación a la climatización.

##### 5.2.4.1 Acción Todo-Nada

Estos sistemas suelen estar constituidos por un termostato y una válvula. El termostato contiene un interruptor de dos posiciones que constituye el controlador. Este interruptor conecta el sistema de calefacción ó refrigeración a una temperatura y lo desconecta a otra distinta.

Esto implica que el punto de ajuste ó consigna (temperatura a controlar, por ejemplo) sea algo ficticio, ya que siempre existe una banda de temperatura en la que el sistema no actúa: la temperatura en el ambiente oscila entre dos valores, que usualmente están separados más de unos 2 °C. en efecto, aunque la banda muerta del termostato puede ser de 2 °C, las variaciones de temperatura en el ambiente en general no pueden ser seguidas instantáneamente por el sistema.

El nivel de confort que este sistema proporciona no es satisfactorio ya que la temperatura varía continuamente. En estas variaciones ocasionan falta de confort, en especial durante períodos de refrigeración al producir una sensación de “golpe frío”.

Pero además, un sistema Todo-Nada hace que el consumo de energía del sistema de climatización sea elevado.

Esta es debido primordialmente a la manipulación del termostato por los ocupantes del local climatizado (aumento de la temperatura en invierno, disminución en verano), para compensar la falta de confort inherente al sistema.

#### **5.2.4.2 Acción Flotante**

En realidad se trata de una acción todo-nada con una zona neutra entre las dos posiciones externas del dispositivo de regulación. En el caso de un termostato, se dispone de tres posiciones correspondientes a válvula abierta, válvula en reposo, válvula cerrada.

Verdaderamente, los sistemas de acción flotante tienen su aplicación en el control de la presión estática.

Caben aquí las mismas consideraciones que se han hecho relativas al confort y al consumo de energía.

### 5.2.4.3 Acción Proporcional

Para conseguir buena presión en el control de las variables que intervienen en los sistema de control ambiental, es preciso recurrir a sistemas con acción proporcional de base.

En estos sistemas el dispositivo de regulación se posiciona proporcionalmente en respuesta a un ligero cambio de la variable controlada.

Es decir, en el caso de un sistema de control de temperatura por regulación de caudal de agua, la apertura de la válvula es proporcional al punto de consigna y a la temperatura real del ambiente. En un sistema de calefacción, la temperatura debe disminuir ligeramente por debajo del valor del punto de consigna antes de que comience a abrir la válvula, y debe sobre pasar en algo dicho valor antes de que comience a cerrar

En condiciones razonables de estabilidad de las cargas, un sistema simplemente proporcional es capaz de mantener condiciones muy constantes de la temperatura, funcionando mucho mejor que un sistema Todo-Nada.

Sin embargo, cuando las cargas varían de forma sustancial, el sistema proporcional tiene a mantener un error importante (temperatura muy alta ó muy baja) ya que el cambio en la posición del actuador (y del dispositivo de regulación) debería ser mayor que el cambio proporcional necesario para restablecer las condiciones a controlar (por ejemplo, la temperatura ambiente).

Así pues, como característica inherente al sistema proporcional siempre conviene destacar la desviación o diferencia entre el punto de consigna y el valor real de la variable controlada. Naturalmente esta desviación es la causa de un gasto energético no necesario. Para mejorar la acción proporcional simple los sistemas electrónicos ofrecen, de modo muy simple, la posibilidad de una acción integral adicional, con lo cual se obtiene la acción **proporcional-integral**, abreviadamente PI.

La acción integral significa que el actuador se mueve con una velocidad proporcional al valor de la desviación.

Así cabe decir que, en un sistema con acción PI, la acción proporcional realiza un ajuste grosero de la posición del actuador y, a continuación, la acción integral ajusta finamente dicha posición con el fin de alcanzar un valor de la variable controlada igual al punto de ajuste.

### **5.2.5 Componentes de un Sistema de Control**

Para las aplicaciones de climatización (calefacción y refrigeración) se utilizan componentes que responden, en general, a una tipología definida y no muy variada. Los componentes típicos de un sistema de control se han definido anteriormente, de modo que aquí sólo se hace una recopilación de los tipos empleados en climatización.

#### **5.2.5.1 Sensores**

Entre los sensores se utilizan:

##### **1) Sensores de Temperatura**

Con una variada gama que responde a diversos principios físicos de detección de temperatura, como son los bimetálicos, de expansión lineal, del tipo de fuelle, de bulbo conteniendo un fluido, termistancias, detectores de temperatura por resistencia eléctrica de metales ó termopares.

##### **2) Sensores de Humedad**

Destinados a la mediación de la humedad relativa ó del punto de rocío del aire ambiente ó movimiento.

Básicamente existen dos familias de sensores según se trate de sensores mecánicos (aquellos que varían de dimensiones por efecto de la humedad, como el cabello humano, el algodón, el nailon, etc.) ó de sensores electrónicos (basados en la vibración de resistencia ó

capacidad eléctrica que sufren ciertos microcircuitos al cambiar el contenido de humedad ambiente).

### **3) Sensores de Presión**

Con gamas de funcionamiento siempre del orden de los milímetros de columna de agua y que en todos los casos se basa en el movimiento de membranas que se transforma en señales neumáticas, eléctricas ó electrónicas mediante dispositivos transductores adecuados.

### **4) Sensores de Velocidad del Aire en Conductos (Sondas de Prandtl, Sondas de Presión Total, etc)**

Que deben combinarse con transductores de presión equivalentes a los sensores de presión. Menos empleados son los sensores de velocidad/caudal del agua.

## **5.2.5.2 Dispositivos de Regulación accionados por Actuadores**

En el campo de los dispositivos de regulación, accionados por actuadores, se encuentran los siguientes:

### **1) Válvulas de regulación de caudal de líquidos**

Que pueden ser de dos o tres vías para cumplir funciones diversas. Las válvulas de dos vías regulan el caudal e introducen variaciones de presión en el circuito hidráulico. Las válvulas de tres vías mezcladoras se usan para obtener en una vía un caudal suma de los que llegan a la válvula por las otras dos. Las del tipo divisor efectúan la acción de dividir en dos flujos el caudal que llega por una de las vías.

### **2) Registros para la regulación del caudal de aire**

Constituidos por un conjunto de elementos giratorios en torno de ejes paralelos de modo que se mueven todos a un tiempo en el mismo sentido de rotación (registros de palas paralelas) ó en sentido opuesto.

### 5.2.5.3 Clasificación de Controladores

Aunque los controladores pueden tener formas y particularidades diversas, pueden clasificarse en dos grandes grupos según su forma intrínseca de funcionar:

#### 1) Controladores Analógicos

Que emplean circuitos analógicos (eléctricos, electrónicos ó mecánicos) para transformar las señales analógicas recibidas de los sensores en señales analógicas que se envían a los dispositivos de regulación.

#### 2) Controladores digitales directos

Que dan origen a los llamados sistemas de control digital directo (DDC siguiendo la nomenclatura anglosajona). En atención a que en la actualidad se tiene a aplicar estos sistemas de regulación de la climatización en aplicaciones a grandes edificios, a continuación se hace una exposición detallada de los mismos sistemas digitales directos.

### 5.2.6 Los Sistemas Digitales Directo

Se basan en el empleo de ordenadores digitales (microprocesadores ó miniordenadores) para aplicar algoritmos de control a uno o varios bucles de control.

Estos algoritmos están almacenados en la memoria del ordenador ó computadora como un conjunto de instrucciones de programa.

En este sentido, hay sistemas que tienen estas instrucciones almacenadas en memorias PROM, de modo que quedan fuera del alcance del usuario, el cual solamente puede alterar los puntos de consigna, límites de integración, valores máximos y mínimos, etc.

Otros sistemas, que se pueden calificar de abiertos, permiten que el usuario modifique los algoritmos almacenados en la memoria, para lo cual debe conocer el lenguaje de programación empleado por el fabricante.

El funcionamiento de los sistemas CDD (Control Digital Directo) se basa en la utilización de unos elementos de adaptación que permiten la comunicación de los sensores y actuadores con los controladores.

En efecto, tanto los sensores como los actuadores son dispositivos análogos, por lo cual precisan de convertidores analógico-digitales (los sensores) digital-analógicos (los actuadores) para comunicarse con los controladores.

A la recepción de las señales digitalizadas procedentes de los sensores, el ordenador del sistema calcula cuál debe ser el movimiento del actuador y transmite al mismo una señal digitalizada de acuerdo con dicho cálculo.

La ventaja del empleo de un ordenador ó computadora reside en que éste puede recibir señales de muchos sensores, respondiendo a ellas sobre la base de un esquema multiplexado temporal. Un solo controlador sustituye, pues, el trabajo de varios de ellos tal como se concibe en los sistemas analógicos.

Además, de una forma natural, se puede adaptar los bucles de regulación a las acciones que en cada caso precisen las aplicaciones concretas del sistema de regulación y control.

El acceso del operario al sistema se hace empleando terminales que pueden abarcar desde un elemento tipo calculadora manual, hasta los elementos periféricos usuales de un ordenador o computadora convencional, como son un teclado de sobremesa completo, un monitor de rayos catódicos, una unidad de discos y una impresora.

En este último caso el sistema CDD es capaz de realizar funciones distintas de las simple regulación y control de los sistemas de climatización, como por ejemplo las gestión de éstos tanto desde el punto de mantenimiento, ó de gestión energética si se introduce en la memoria del

ordenador adecuados programas de arranque y parada, de gestión de plantas de refrigeración y calefacción a cargas parciales, reajuste programado de puntos de consigna (noche-día, según ocupación), etc.

Con los sistemas CDD se llega al nivel jerárquico superior de los sistemas de regulación y control, no sólo porque ellos por sí mismos sirven para el control de las variaciones en cada uno de los sistemas de generación, del tratamiento del aire y en el edificio, sino que también pueden fácilmente integrarse en el concepto global de control de un edificio.

Es decir, el concepto se refiere tanto al control ambiental como a los sistemas de seguridad contra incendios o intrusiones, al sistema de transporte de personas ó bienes, ó a los restantes sistemas del edificio necesarios para su funcionamiento.



## CAPITULO VI

# “ SITUACIONES, PROBLEMAS Y SOLUCIONES AL MAL USO DEL ACONDICIONAMIENTO DEL AIRE Ó CLIMATIZACIÓN ”

### 6.1 Movimiento Corporal y Reposo Corporal Aparente

Todos los días sin excepción, las personas realizan una gran cantidad de actividades, sin importar de que se trate. Pero ¿Se puede hacer una clasificación de las actividades que realizan las personas, tomando como referencia su movimiento corporal?.

Así es, por que una persona, realiza todas sus actividades cotidianas con movimientos de todas las partes de su cuerpo. Este **Movimiento Corporal**, como mover la cabeza, las manos, las piernas, etc. es un movimiento muy notorio que se puede ver a simple vista.

Ahora bien, existe otro movimiento corporal pequeño o muy pequeño, que no se nota a simple vista pero que siempre esta presente, este movimiento lo llamaremos **Reposo Corporal Aparente**.

Este reposo corporal aparente, se presenta, ya que el cuerpo humano esta diseñado de tal forma que estando en completo reposo (sin ningún movimiento) se mueve, ya que sus órganos internos involuntarios están funcionando, produciendo un movimiento involuntario que no se nota a simple vista. Por eso se dice que esta en reposo corporal aparente.

Cabe mencionar que moverse mucho o casi nada, siempre será un movimiento que dependerá de su magnitud y que puede variar proporcionalmente con respecto al desplazamiento

del cuerpo (masa) en función del tiempo. Pero para este capítulo, se plantea movimiento corporal y reposo corporal aparente para simplificar todos los tipos de movimiento que realiza el cuerpo de una persona.

## 6.2 Acciones, Acciones Especificas y Actividades

Si ha este movimiento corporal y reposo corporal aparente (6.1) de una persona, que nunca se interrumpe y que siempre van mezclados (salvo el caso donde la persona deje de existir ó muera). Se le localiza en un lugar (6.3), en un determinado periodo de tiempo (preciso ó aleatorio según sea el caso). Se podrá observar un tipo de movimiento corporal y reposo corporal aparente, que va desde un máximo a un mínimo o viceversa y que es muy variable de acuerdo al movimiento que realice la persona.

Por otro lado, si ha estos movimientos corporales y reposos corporales aparentes de una persona, le agregamos los movimientos corporales y reposos corporales aparentes de otras personas en un periodo de tiempo, se observara una gran interacción de movimientos corporales y reposos corporales aparentes, que serian muy extensos y difíciles de cuantificar, y entre mas grande sea el periodo de tiempo, mas difíciles serán para cuantificarlos.

Pero estas interacciones dan lugar a ciertas **Acciones** de movimiento y forma, que pueden agruparse, ya que reúnen a todos los movimientos corporales y reposos corporales aparentes en un momento dado.

Estas acciones son también extensas, pero mucho menos que los movimientos corporales y reposos corporales aparentes de todas las personas al mismo tiempo, o sea mas generales, donde todas las personas que se muevan de la misma manera y realicen las mismas acciones, serán representadas por esta acción de movimiento y forma.

Pero todavía se puede agrupar mucho más a estas acciones, si se les especifica el como, el cuando, el donde se realiza la acción, y si se quiere entrar en los detalles de sus movimientos individuales o grupales de una o varias personas, sería mas fácil tomar como referencia esta acción, que llamaremos **Acción Especifica**.

La acción especifica, será como se lleva acabo una acción en un lugar (6.3) determinado, por ejemplo: cuando se corre en la mañana o en la tarde o en la noche, se puede correr en el parque, en la calle, en una pista de atletismo, y todas estas acciones especificas de correr en un lugar aleatorio dependerán del tiempo, que se lleve acabo dichas acciones especificas, ya que no es lo mismo correr en la mañana en el parque durante 3 minutos rápido, a correr en la mañana en el mismo parque durante 60 minutos lento.

Por lo tanto podemos decir que: caminar, correr, nadar, volar (si el hombre, pudiera), comer, dormir, cargar, beber (tomar), respirar, empujar, acostarse, pararse, permanecer de pie, sentarse, flexionar, sudar, articular, despertar, observar, oler, sentir, oír, gustar (sabor), tocar, etc. son las acciones y al mencionar el como, el cuando, el donde y el tiempo de duración, serán acciones especificas.

Y ambas acciones por si solas serán las mas básicas y esenciales, ya que si se mezclan entre si, dan como resultado las **Actividades** que las personas puedan realizar a lo largo de toda su vida.

### 6.3 Lugares

Si a estas actividades (6.2) las limitamos y encerramos para que se realicen en un lugar determinado, estos lugar puede ser:

- 1) Edificaciones Publicas y Privadas (Lugar fijo).
- 2) Exteriores de las Edificaciones (Lugar fijo).
- 3) Medios de Transporte (Lugar fijo y Lugar móvil).

Donde:

Una edificación publica es toda aquella construcción, hecha de diferentes materiales y formas (cemento, concreto, ladrillo, madera, cuadrados, rectangulares, etc), donde las personas tienen libre acceso a una parte de estas, el resto pueden ser libres o restringidas, según sean las reglas y ordenamientos para su funcionamiento interno.

Unos ejemplos de estas edificaciones son: Palacios de gobierno, secretarías de estado o gobierno, centros culturales, bibliotecas, teatros, escuelas, cines, embajadas, tribunales, estacionamientos, hospitales oficinas gubernamentales, mercados, etc.

Una edificación privada es toda aquella construcción, hecha de diferentes materiales y formas (cemento, concreto, ladrillo, madera, cuadrados, rectangulares, etc), donde las personas no tienen un libre acceso a ellas, ya que tienen uno o varios dueños (propietarios), que tienen la autoridad para permitir o restringir la entrada a su edificación de acuerdo a su criterio, respetando una serie de reglas y ordenamientos establecidos por un gobierno, pero que no alteran el funcionamiento interno de la edificación privada.

Unos ejemplos de estas edificaciones son: Casas residenciales, departamentos, oficinas, misceláneas, estacionamientos, centros comerciales, mercados, mueblerías, ferreterías, madereras, moteles, hoteles, baño sauna, albercas, hospitales, consultorios, despachos, gasolineras, escuelas, salones (de clase (aulas), de baile, de fiestas, de exposiciones, etc.), auditorios, estadios, clínicas de belleza, restaurantes, bares, cafés internet, farmacias, laboratorios, acuarios, parques de diversiones, fondas, bancos, teatros, cines, vestidores, fabricas, ranchos, haciendas, granjas, etc.

Los exteriores de las edificaciones publicas y privadas son todas aquellas superficies o espacio, donde no hay ningún tipo de estas edificaciones, y que pueden estar hechas de diferentes materiales, también se les llama o se les conoce como los alrededores.

Cabe mencionar que ciertos lugares de este tipo, son públicos o privados por conveniencia o intereses particulares.

Unos ejemplos de estos exteriores o alrededores son: calles, avenidas, lagos, costas, bosques, mares, océanos, montañas, valles, desiertos, selvas, etc.

Medios de transporte son todos aquellas maquinas, hechas de diferentes materiales y formas (fibra de vidrio, lamina, aluminio, acero, hierro, fibra de carbón, hierro, etc.), donde las personas los utilizan para desplazarse de un lugar (6.3) a otro, para realizar alguna, actividad (6.2).

Esta medios de transporte (1.7.7) pueden ser públicos o privados, y tienen además, muchos usos, y una característica muy importante es que son lugares móviles y fijos, que pueden ocupar cualquier espacio, mientras respeten las reglas y ordenamientos para lo que fueron creados y diseñados.

Unos ejemplos de medios de transporte son: Automóviles, coches o carros de lujo, convencionales, deportivos, de carreras, de bomberos, autobuses de pasajeros, foráneos o urbanos y suburbanos, camiones de carga, trailers de carga, de refrigeración, camionetas de carga, de reparto, de pasajeros, casas rodantes, campers, taxis, ambulancias, motocicletas, bicicletas, patrullas, trenes de pasajeros, trenes de carga, aviones de carga, aviones de pasajeros, barcos de carga, barcos de pasajeros, lanchas, submarinos, naves espaciales, cohetes, transbordadores, estaciones espaciales, etc. Estos medios de transporte se pueden resumirse en 4 grupos que son: Espaciales, aéreos, terrestres y marítimos.

Como puede observarse las edificaciones publicas casi no son las mismas que las privadas, y las privadas son mucho mas en cantidad que las publicas, y los exteriores o alrededores pueden ser muy chicos o muy grandes, y todos los medios de transporte pueden estar en cualquier zona publica o privada, y todos de alguna manera pueden utilizar el Acondicionamiento del Aire o Climatización.

## 6.4 El Clima

Ya definidas las acciones, las acciones específicas, las actividades (6.2) y los lugares (6.3), vamos a agregar las condiciones climáticas atmosféricas de el planeta tierra, en donde existen una gran variedad de climas que varían de acuerdo a su situación o localización geográfica en el planeta, y que es muy complicado predecir que sucede o sucederá en un momento determinado en algún lugar (6.3) en particular.

Pero para poder entender al clima que afecta a un lugar (6.3) determinado, se puede decir que siempre debe de presentarse las condiciones necesarias y suficientes que hacen que las propiedades físicas como la presión, la humedad, la temperatura (cantidad de calor), etc. que son parte de la atmósfera terrestre varíen.

Estas propiedades físicas para cambiar las condiciones atmosféricas durante todos los días, tienen una característica muy importante la cual es: que debe de transcurrir un periodo de tiempo para que se modifiquen y cambie el clima de un lugar (6.3) o de cualquier lugar del planeta, y que no puede cambiar en un segundo o en un minuto pero en varios minutos y horas si puede cambiar, aunque microscópicamente siempre hay un cambio constante.

Hecha esta observación los climas de todas las partes del planeta cambian sus propiedades físicas, en el transcurso de un intervalo de tiempo (no muy reducido) y a su vez interactúan con el lugar (6.3) en donde se presentan con cambios en la atmósfera, y obteniendo un máximo o un mínimo en todas sus propiedades.

Cabe mencionar que hay lugares (6.3) en el planeta donde el clima varia mucho, pero nunca se presentaran todas las variedades de clima existentes en el planeta. Y mucho menos todas al mismo tiempo.

Por otro lado de acuerdo a la distribución geográfica del planeta, se puede dividir el planeta en zonas térmicas y que son: las zonas calientes como el ecuador, las zonas templadas o intermedias como los trópicos y las zonas frías como los polos.

Cada zona presenta una característica en particular (por eso la división) dentro del planeta, estas zonas tienen lugares (6.3) donde las propiedades físicas y las condiciones atmosféricas son similares o casi similares en el transcurso de los años.

Ahora tomando como referencia su latitud y longitud en el planeta, su incidencia de radiación solar (inclinación) en cada época del año. Ya se puede localizar un lugar (6.3) en particular para determinar sus condiciones climáticas, aunque no sean muy exactas pero al fin y al cabo son mejor que nada.

Pero hay que añadir que un desierto no estará a un lado de una selva húmeda tropical, y que un bosque de coníferas no estará a lado del mar, y que un pantano no estará a lado de un glaciar, etc. pero existen algunas excepciones muy remotas pero existen, de ahí que se diga que hay una diversidad de climas y lugares (6.3) en el planeta.

Estas regiones que están bien definidas por sus características y propiedades físicas, hacen que la mayoría de los casos el ser humano habite ese lugar (6.3), aprovechando su entorno para su propio beneficio.

Tomando como referencia lo anterior podemos decir que en un lugar o lugares (6.3) al mismo tiempo, son afectados por el clima de una región.

Este clima variable en el transcurso del día, siempre va acompañado de un intervalo de tiempo, para poder cambiar las propiedades físicas y atmosféricas presentes en ese lugar o lugares (6.3).

Estos cambio son percibidos por la personas por medio de sus 5 sentidos (acciones (6.2)), ya que ciertos estímulos presentes en los cambios atmosféricos se pueden observar o ver como por ejemplo: Si el viento es fuerte o débil (velocidad del aire rápida o lenta), si el sol esta fuerte o tenue (cantidad de radiación solar alta o baja (1.9.1.1)), el resplandor de un rayo o trueno (descargas eléctricas), el color de las nubes (blanco no lluvia, gris lluvia), etc.

Se pueden sentir como por ejemplo: Si hace frío o calor (cantidad de calor alto o bajo), sudar y transpirar mucho o poco (cantidad de humedad saturada o no saturada (3.2.2)), etc.

Se pueden oír como por ejemplo: Cuando se escucha un rayo o un trueno (descarga eléctrica), el sonido del viento (velocidad rápida o lenta), etc.

Se pueden oler como por ejemplo: Cuando la tierra lejos del mar o lagos, huele a mojada (humedad alta), o cuando se huele algo fétido (cantidad de calor), o cuando se huele orina en contacto con el sol (cantidad de calor), o cuando se huele objetos orgánicos en descomposición (cantidad de calor y humedad), etc.

Se pueden probar o degustar como por ejemplo: La sed, ya que se seca la boca y hay una mayor producción de saliva cuando aumenta la temperatura (cantidad de calor y humedad), labios partidos o resecos ya sea por exceso de calor o falta de calor (frío).

Hay que mencionar que todo lo que perciben las personas es pura deducción empírica comprobada, y que en algunas ocasiones puede coincidir con las lecturas o registros de los instrumentos que miden las propiedades físicas y las condiciones atmosféricas en ese mismo momento.



Pero lo importante es que las personas sienten estos cambios aunque digan lo contrario, por que existen personas que son muy sensibles a estos cambios y sensaciones, pero también existen personas que no siente los cambios por problemas físicos o mentales, y hay personas que si los sienten en menor grado que las personas sensibles, por lo tanto es muy variado el sentir o no sentir estos cambios, pero el hecho es que ocurren.

Ahora, todas estas fluctuaciones del clima en el planeta, percibidas por las personas, y que son los cambios atmosféricos propios del planeta, donde el hombre no interviene, y que se presentan ininterrumpidamente día tras día y que aunado a los movimientos corporales y reposos corporales aparentes (6.1) a las acciones a las acciones específicas a las actividades (6.2), y a los lugares (6.3), en cualquier momento nos dan como resultado un gran numero de interacciones que son muy difícil de cuantificar y que todo el tiempo están variando.

Como se puede observar el ser humano ocupa gran parte del planeta, pero el clima ocupa todo el planeta, de aquí la importancia de su interacción ya que las costumbres particulares de las personas se debe al clima, es decir, si una persona vive en una región caliente soleada la mayor parte del tiempo con una humedad alta también la mayor parte del tiempo, las personas tendrán un tono de piel oscura y su vestimenta será ligera o escasa la mayor parte del tiempo y tendrá una sudoración abundante y transpiración mayor.

Si vive en una región fría soleada de vez en cuando con humedad la mayor parte del tiempo, tendrá un tono de piel blanca su vestimenta será gruesa y tendrá una sudoración regular una transpiración regular.

Los ejemplos anteriores y todos los que se pueden hacer con las demás regiones, nos dicen si una persona usa mucha o poca ropa, si come mucho o poco, si transpira rápido o lento, por que son afectados por las propiedades físicas y condiciones atmosféricas (Clima) de la región, y que también tiene una influencia en el tipo de edificación que utiliza o construye para poder

habitar en esa región, por estas razones el comportamiento hacia una temperatura en especial que tienen las personas, se debe en gran parte a su clima de su región, ¿Pero que sucede cuando una persona acostumbrada a un tipo de clima se encuentra en otro diferente?

Al principio siente el cambio de temperatura pero al paso del tiempo días o meses, se acostumbrará o sea se aclimata y si tenia una temperatura ideal en su equipo de Acondicionamiento del Aire que utilizaba en ese lugar de origen, lo tendrá que cambiar para enfrentar al nuevo clima, pero muchas personas no lo entiende y cometen muchos errores al utilizar el sistema de Acondicionamiento del Aire o Climatización..

## **6.5 Otros Seres Vivos y Objetos ó Materias Inertes**

Si a todo lo anterior (6.1), (6.2), (6.3), (6.4), le agregamos toda la variedad de animales que existen en el planeta, todas las variedades de plantas que también existen en el planeta y todas las cosas inertes (todo lo que no tiene vida según el hombre pero si materia), y que interactúan con las personas.

Se puede observar claramente todo el entorno del medio ambiente, donde se realizan todas las actividades (6.2) de cada persona o personas en el planeta.

Así todas las actividades cotidianas de las personas tienen que ver con quien las realice y en donde como su acción específica (6.2), pero con la colaboración de su entorno (seres vivos y objetos y cosas inertes) y hace que tome ciertas decisiones que afectan sus actividades (6.2) cotidianas.

## 6.6 Situaciones

Al interactuar los movimientos corporales (6.1) con los reposos corporales aparentes (6.1) o con las acciones (6.2) o con las acciones específicas (6.2) o con las actividades (6.2) o con los lugares (6.3) o con el clima (6.4) o con otros seres vivos y objetos o materias inertes (6.5). Y estas últimas con la primera, y la segunda con la tercera, y así sucesivamente mezclándose entre todas, hasta obtener en un momento una **Situación** en forma general o particular, la cual esta formada por todas las variables antes mencionadas y que estas situaciones pueden ser muy variadas como las variables que la forman.

Pero que tienen una característica en particular, que son los momentos en donde se llevan a cabo las actividades de las personas, es decir describen lo que sucede en el tiempo para poder observar y entender lo que ocurre en un lugar (6.3) determinado en el planeta.

Las situaciones describen con todos los detalles necesarios para tener una comprensión de lo que sucede con todas las interacciones que pueden existir, y tomar las de un interés especial por su relevancia o estudio de un tema en particular.

Algunos ejemplos de algunas situaciones muy simples sin entrar a fondo nada más mencionárlas como título tenemos: Hacer ejercicio en un gimnasio a las 8:00 a.m. todos los días; tomar agua en un restaurante de vez en cuando; dormir a media noche con la luz encendida un día a la semana; bañarse con agua caliente todos los días; manejar un automóvil solo a gran velocidad todas las noches; ir a la escuela diario caminando, etc.

Existen un sin número de situaciones que deben de cumplir con su característica de describir lo que sucede de lo contrario podrá ser un simple un comentario imaginario confuso, pero que si se plantea correctamente se puede hacer realidad. Por lo tanto es una situación imaginaria que se puede convertir en realidad o no, según las condiciones que la forman.

Estas situaciones reales o imaginarias relacionadas con las personas, simplifican todo lo que pueden hacer las personas en su vida diaria, ya que cada situación describe todo lo que una persona realiza a lo largo de su vida con gran detalle, y que si interactúa con otra persona se observa esa interacción y así sucesivamente hasta abarcar a todas las personas en todos los momentos de su vida, afectado por el medio ambiente que les rodea.

## **6.7 Situaciones en Relación con el Acondicionamiento del Aire ó Climatización**

Como se menciona anteriormente (6.6) todas las situaciones abarcan todo lo que realizan las personas describiendo lo que sucede, pero en este caso lo que nos interesa son las situaciones de las personas en relación con el uso de Acondicionamiento del Aire ó Climatización y su repercusión en la salud basado en un confort aparente o espontáneo.

Existen muchas situaciones cotidianas en donde las situaciones como, caminar (acción específica (6.2)) en un edificio, en una calle, o en una casa (lugar definido (6.3)) tiene tarde o temprano que relacionarse con el Acondicionamiento del Aire ó Climatización.

Esta relación viene encausada desde los inicios hasta la actualidad por los descubrimientos hechos por el hombre y la industrialización (1.1), y una necesidad de confort con relación a clima de una región o lugar (6.3), y toda esta historia de desarrollo y comodidad es la que relaciona al Hombre-Clima-Acondicionamiento del Aire ó Climatización.

## 6.8 Las Personas en Relación con el Acondicionamiento de Aire o Climatización

Ya entendiendo y comprendiendo que es el Acondicionamiento de Aire ó Climatización (1.2) y (1.3) y su relación con las situaciones (6.7) podemos ver que las personas instalan equipos de Acondicionamiento del Aire ó Climatización (5.1) en todas partes del planeta donde habita, en algunos casos por puro confort y en otros por la necesidad prioritaria de usarlo para poder permanecer en ese lugar (6.4).

De acuerdo a lo anterior la relación que las personas tiene con el Acondicionamiento de Aire ó Climatización depende: de la geografía (localización en el planeta), del clima (6.4), del entorno del medio ambiente y de las actividades (6.1) y (6.2). propias de las personas, ya que conociendo estas variables se puede elegir el tipo y la forma del equipo de Acondicionamiento del Aire ó Climatización (capitulo 4 y 5), para poder satisfacer las necesidades en se lugar (6.3).

Pero esta relación es tan simple pero complicada, ya que el ser humano tiene un rango de temperatura para poder sobrevivir, o sea que el ser humano no puede vivir a  $-20\text{ °C}$  (a menos que este muy bien abrigado) a la intemperie, ni tampoco vivir a mas de  $60\text{ °C}$  a la intemperie.

Y que estas condiciones existen en el planeta (polos y desiertos) pero la gran mayoría de las personas no viven en esas condiciones, por lo tanto las condiciones donde viven la mayoría las personas fluctúa entre  $-10\text{ °C}$  a  $+35\text{ °C}$ , de hay la importancia de los equipos de Acondicionamiento de Aire ó Climatización para mantener este rango de temperatura en cualquier lugar (6.3) del planeta.

## 6.9 Beneficios y Problemas en Relación con el Acondicionamiento del Aire ó Climatización

El Acondicionamiento del Aire o Climatización desde su invención a tratado de resolver el problema de controlar las condiciones ambientales de un lugar (6.3) cerrado (herméticamente) o semicerrado (no herméticamente) (1.3), controlando sus propiedades (1.4) para obtener un confort.

Las exigencias y condiciones en las instalaciones en edificios (1.7) nos lleva a tener un control ambiental (1.8) que se puede deducir de su balance energético (1.9), este balance analiza las causas que producen entradas y salidas de energía térmica (1.9.1), que también se denominan positivo o negativo ó ganancia o pérdida de energía térmica (1.9.2) de acuerdo a su balance de potencia (1.9.3).

Ahora bien se observa que el flujo a través de un cerramiento (2.1), el efecto del sol (2.2), la iluminación artificial (2.3), la infiltración de aire (2.4), la ocupación de equipos (2.5), la zonificación (2.6), las condiciones físicas y fisiológicas (3.1), el aire húmedo (3.2), la distribución del aire en un ambiente (3.3), los métodos de tratamiento del aire (3.4), los sistemas de Climatización (4.1.1), los sistemas de generación de frío y calor (4.2), los equipos que constituyen una instalación de Acondicionamiento del Aire o Climatización (5.1), la regulación y control de Acondicionamiento del Aire ó Climatización (5.2).

Son estudios que han desarrollado una tecnología que beneficia a las personas en todo el mundo, ya que conociendo y utilizando todos estos estudios podemos tener los equipos y condiciones optimas para tener un clima artificial adecuado en el lugar (6.3) donde se quiera, y así satisfacer el rango de temperatura (6.8) para poder vivir teniendo un confort.

Todos estos estudios y beneficios a simple vista se ven impresionantes, ya que si hace calor ó frío se enciende el equipo manualmente o automáticamente (5.2.1) y (5.2.2) y se obtendrá la temperatura deseada durante todo el tiempo que sea necesario.

Así sucesivamente con cada persona o personas que puedan contar con los equipos (ya que depende de un costo monetario (dinero)) se tiene el control total de su clima artificial en particular.

Pero estos estudios y beneficios tienen una repercusión en la salud de las personas basado en un confort aparente o espontáneo, así es, ya que en el transcurso del tiempo se observa que una persona que tiene contacto muy frecuente con el Aire Acondicionado producido por el Acondicionamiento del Aire ó Climatización, presenta una alteración térmica en su cuerpo.

Es decir que esta persona está expuesta a muchos cambios de temperatura en tiempos muy cortos donde no le permite a su cuerpo regular la temperatura interior sin causar daño, se oye tal vez absurdo pero los golpes de calor (3.1.12), los golpes de frío, la humedad alta o baja (3.2), la presión atmosférica y la presión arterial del propio cuerpo, afectan directamente a las personas en su organismo alterándolo paulatibamente.

¿Pero como se puede comprobar que esto está sucediendo si al paso del tiempo nadie aparentemente se ha quejado de esto y si se ha quejado nadie le hace caso?

Lo que sucede es que el cuerpo humano está diseñado para tener una temperatura corporal de 37 °C, que puede variar 0,5 °C hacia arriba (37.5 °C) y puede variar 0.5 °C, hacia abajo (36.5 °C) sin que se sufra algún percance grave, pero cuando la temperatura aumenta arriba de los 38 °C se dice que hay fiebre.

Esta fiebre puede ser pasajera en algunas ocasiones como una reacción del cuerpo a algo que obliga a tener esa temperatura (como defensa), pero que no afecta al individuo.

Pero cuando se presenta una fiebre elevada descontrolada y prolongada, el cuerpo reacciona desvaneciendo a la persona (desmayo) y trata de transpirar y sudar, para mantener la temperatura lo más cercano a los 37 °C, si esta condición persiste los daños pueden causar

problemas permanentes o crónicos en la persona, que sería lo menos malo, y lo peor es que sería la muerte irremediabilmente.

Pero cuando la temperatura baja (hipotermia), en donde el cuerpo reacciona con un temblor espontáneo (titíritear), este temblor hace que el cuerpo produzca calor por medio de sus reservas energéticas (grasas) y trata de nivelar la temperatura a 37 °C, si esta condición es pasajera no ocurre ningún daño en la persona solo es un indicador natural del cuerpo.

Pero si este descenso de temperatura es descontrolado y prolongado, la piel de la persona comienza a ponerse de color azul oscuro y se siente dolor, y se desvanece o produce sueño, este desvanecimiento es una defensa del cuerpo para repartir el calor a las parte mas importantes del cuerpo (pecho), para que no colapse y no sufra daños, pero al igual que la fiebre presenta daños permanentes o crónicos en los caso menos malos, y en los casos mas graves es la muerte.

Como se puede ver ambos extremos causan la muerte, pero si se encuentra en un intervalo entre 35.5 °C a 38.5 °C, con sus respectivas exepciones, la persona puede seguir viviendo con sus respectivas complicaciones.

Y es ahí donde una persona sana no tiene ningún problema de este tipo, por que regula correctamente su temperatura corporal, pero cuando esta persona (sana) empieza a sentir dolor de cabeza, escalofrios, fiebre, bochornos, dolor de huesos, dolor de garganta, dolor de dientes, dolor en las articulaciones, dolor en la piel, lagrimeo, escurrimiento nasal (moco transparente), problemas para respirar, dolor de espalda, dolor de los pulmones, una mayor sensibilidad a las corrientes de aire, resfriados que se quitan o desaparecen y regresan tan rápido como se quitan en un intervalo de tiempo muy corto (una semana, un mes), etc.

Y no se tiene ninguna enfermedad que se asocie o relacione estos síntomas con una enfermedad declarara o detectada con estos síntomas, pero si esta en contacto directo o indirecto con un sistema de Acondicionamiento de Aire o Climatización quiere decir que se esta presentando



una reacción del cuerpo a un factor externo, que es el clima artificial (la temperatura o cantidad de calor y la humedad que lo hace reaccionar así).

Pero habrá personas que digan que no es cierto, pero se puede comprobar con un ejemplo muy sencillo y que es el siguiente:

Si una persona durante 10 horas sentada en un sillón viendo la televisión, en una habitación de una casa, y en la habitación existe una temperatura de 25 °C, y se levanta rápidamente y sale al patio y permanece 5 minutos, en donde la temperatura que existe en el patio es de 15 °C, y después regresa a la habitación.

La primera vez puede que no ocurra nada o si ocurra algo, y la segunda vez puede que no ocurra tampoco nada o talvez si, pero la vigésima (20) vez o la sexagésima (60) vez se sentirá un escalofrío y un dolor de cabeza o algunos de los síntomas antes mencionados.

Lo bueno es que se puede repetir esta situación (6.6) muchas veces y no sucederá nada importante mas que estos simples síntomas, lo malo es que al paso del tiempo cuando se presenta los síntomas para causar un daño permanente, ya no es nada mas ver la televisión durante 10 horas a una temperatura, si no que cada vez que se presente un cambio de temperatura no importando el lugar (6.3) y las situaciones (6.6), se presentan uno de los síntomas y cada vez con mayor intensidad y que en un momento dado, el cuerpo colapse y aunque parezca mentira la persona muera fulminantemente sin estar enferma.

Analizado desde un punto de vista, este ejemplo muestra a grandes rasgos lo que puede suceder a una persona al tener un cambio brusco de temperatura al salir al patio, pero analicemos mas detallado el ejemplo, tomando como base lo antes mencionado, ya que de lo contrario la deducción seria muy simple y no se trata de ello, por lo tanto se debe de dar una explicación mas amplia:

La persona esta a una temperatura corporal de 37 °C, con su respectiva ropa; camisa, pantalón, zapatos, etc.(ropa ligera), por que la ropa ligera, porque la temperatura de la habitación es de 25 °C y es agradable estar en esa forma vestido.

La televisión como todo aparato eléctrico se calienta y radia ese calor a la habitación (2.5.2), la imagen de la televisión son rayos catódicos que producen luz y calor, que son radiados a la habitación, esta luz y calor son capturados por los ojos de la persona en el transcurso de las 10 horas, el cuerpo se adapta a estas condiciones y se siente cómodo.

Al levantarse rápidamente su movimiento corporal y reposo corporal aparente (6.1) aumentan rápidamente, pero su temperatura sigue siendo la misma (37 °C), al abrir la puerta que conduce al patio, se produce un golpe de temperatura donde el cuerpo siente este cambio ya que estando a 25 °C, sufre un golpe de 10 °C, (ya que el patio esta a 15 °C) en menos de 2 segundos.

Con este periodo tan corto de tiempo el cuerpo trata de reaccionar produciendo calor (titiriteo ó temblor), este frío se siente superficialmente, pero internamente existe un calor no necesariamente el calor corporal (37 °C), si no el calor de la habitación, entonces el cuerpo colapsa en un grado muy bajo (primera ocasión si la resiste) o muy alto (la ultima ocasión) y tiene una repercusión en alguna parte del cuerpo (síntomas antes mencionados).

Posteriormente la persona regresa a la habitación después de 5 minutos y sucede lo mismo pero ahora en sentido contrario un golpe de calor.

Cabe mencionar que esto puede suceder con o sin Acondicionamiento del Aire o Climatización, pero ejemplifica bastante bien lo que sucede cuando un lugar se mantiene a una temperatura constante o agradable y se expone a un cambio brusco de temperatura, que es ahí donde el Acondicionamiento del Aire ó Climatización causa problemas en la salud de las personas, ya que su función principal es la de mantener las condiciones ambientales en un lugar

determinado, pero no puede evitar que sucedan estos golpes de temperatura ya que su diseño, fabricación, montaje, estudio, análisis, Ingeniería de mejoramiento continuo, no esta contemplado este problema, que a su vez causa problemas en la salud de las personas.

Pero existen muchos mas factores que interactúan para llegar al extremo en el ejemplo, o sea la muerte, los síntomas son menos complicados, pero hay que tener cuidado de lo contrario causarían la muerte.

Pero para poder entender mejor los problemas del uso del Acondicionamiento del Aire o Climatización, y los problemas del mal uso del Acondicionamiento del Aire o Climatización. Se tiene que entender que el planeta como hogar del ser humano proporciona las condiciones necesarias y suficientes para poder vivir sin la utilización del Acondicionamiento del Aire ó Climatización y otros equipos y dispositivos.

Pero el ser humano en su afán de vivir en lugares donde no se puede vivir trata de igualar la misma temperatura en todos los lugares (6.3) donde el habita, al modificar su entorno produciendo calor o frío para tener un confort aparente, que va modificando su entorno, que cada vez se vuelve mas extremo, y el hombre lo quiere controlar con los equipos de Acondicionamiento del Aire ó Climatización que vuelven al entorno mas extremo, o sea un circulo vicioso.

En fin es un problema grave y no un comentario para criticar al Acondicionamiento del Aire o Climatización y juzgar a las personas que lo crearon, difundieron, o utilizan como el remedio para controlar la temperatura de un lugar (6.3).

## 6.10 Situaciones y Problemas

### 6.10.1 Cultivos y Dispersión de Bacterias

Tomando como referencia a el frío, a el calor y a el movimiento (1.4) de algún lugar (6.3), se deducen 3 campos que se relacionan con la refrigeración (frío) (3.4.5) y (4.2.1), con la calefacción (calor) (3.4.3) y (4.2.2) y con la ventilación (movimiento) (5.1).

En donde la refrigeración (frío) muestra que puede bajar la temperatura del aire de cualquier lugar (6.3), que este en contacto con los equipos y dispositivos (4.1) generadores de frío.

La calefacción (calor) muestra que puede subir la temperatura del aire de cualquier lugar (6.3), que este en contacto con los equipos y dispositivos (4.1) generadores de calor.

La ventilación (movimiento) muestra que puede distribuir y mover el aire frío o caliente en cualquier dirección, con una o varias velocidades.

Estos 3 factores son de suma importancia, ya que son los fundamentos principales en que el hombre se ha basado para la creación y desarrollo de un gran numero de equipos y dispositivos para realizar estas 3 acciones.

En el campo de la refrigeración se puede observar muchos usos, pero nos basaremos en los dos mas importantes.

El primero uso es el de mantener y conservar en buenas condiciones las propiedades naturales de los alimentos durante un largo periodo de tiempo, antes de que comiencen a descomponerse o hecharse a perder, por medio del enfriamiento del aire que los rodea. De ahí la importancia de que en todos los lugares (6.3) del planeta existan una gran cantidad de refrigeradores de diferentes tamaños y formas (4.2.1.2) (4.2.1.3).

El segundo uso es la de reducir o bajar la temperatura (cantidad de calor) por medio del enfriamiento del aire de un lugar (6.3) en particular, donde exista un exceso de calor, para que se pueda habitar y permanecer satisfactoriamente (confort). Esta reducción de temperatura en el aire se puede aplicar a cualquier cosa u objeto en general (3.4.5) (4.2.1.2).

En el campo de la calefacción se puede observar muchos usos, pero nos basaremos en el mas importante, que es el de aumentar o subir la temperatura (cantidad de calor) por medio del calentamiento del aire, donde exista un faltante de calor o exceso de frío, para que se pueda habitar o permanecer satisfactoriamente en un lugar (6.3) (confort), este aumento de temperatura se puede aplicar a cualquier cosa u objeto en general (3.4.3) (4.2.2).

En el campo de la ventilación se puede observar muchos usos, pero nos basaremos en los 3 mas importantes.

El primero uso es el de renovar o suministrar el aire de un lugar (6.3), o sea cambiar un aire con ciertas propiedades y características por otro aire con propiedades y características diferentes (5.1.1).

El segundo uso es el de extraer o quitar el aire de un lugar (6.3), o sea deshacerse de un aire con ciertas propiedades y características de un lugar (6.3) (5.1.1).

El tercero uso es el de mover el aire de un lugar (6.3), manteniendo sus propiedades y características, sin suministrar o extraer aire en ese lugar.

Como se puede ver estos 3 factores son los principales precursores de los cultivos y dispersión de las bacterias, ya que al utilizarlos las bacterias encuentran un habitat ideal en los conductos y tuberías de la instalación, ya que la temperatura siempre será mas o menos constante, lo que permite su cultivo permanente de las bacterias, y a su vez un medio de transporte muy efectivo que al no estar en contacto directo con el medio ambiente y la radiación solar, que son su principal enemigo ya que al estar en contacto directo morirán irremediamente, se puede desplazar y multiplicar libremente.

### 6.10.2 Invento para las Bacterias

La temperatura y la humedad no son iguales en todo el planeta, ya que varían de acuerdo a su lugar geográfico (6.4) dentro del planeta, pero estas propiedades si pueden ser iguales o muy similares en todas las partes del planeta, sin importar su lugar geográfico, esto se lleva acabo gracias la utilización del Acondicionamiento del Aire o Climatización, que puede ser instalado en cualquier parte del planeta.

Esta versatilidad del Acondicionamiento del Aire o Climatización de proveer una temperatura y humedad casi igual en todo el planeta, ocasiona que las personas manipulen los equipos a su antojo, para obtener una temperatura y humedad idónea, que puede fluctuar en otro rango de temperatura y humedad con respecto a la del clima en ese lugar.

Pero las personas que utilizan el Acondicionamiento del Aire o Climatización no permanecen todo el tiempo en el mismo lugar, ya que tienen que desplazarse de un lugar a otro para realizar sus actividades cotidianas, es decir que un edificio todas las personas en algún momento saldrán del edificio para realizar otras actividades y posteriormente regresaran al edificio.

Esta situación de entrar y salir de un lugar climatizado, a simple vista no causa ningún problema aparentemente, se diría que fue creado, diseñado e inventado para el confort de las personas, pero si lo analizamos detalladamente observamos que este invento beneficia parcialmente a las personas, ya que en todo momento de su vida no siempre esta bajo la influencia del Acondicionamiento del Aire o Climatización, pero si hay alguien que puede estas todo el tiempo bajo la influencia del Acondicionamiento del Aire o Climatización realizando todas sus actividades de su vida sin importa lo que suceda en el exterior, este es el caso de las bacterias que sin importar el día, el mes o el año, siempre habitaran ese lugar y se multiplicaran (6.10.1).

Por lo tanto podemos decir que el Acondicionamiento de Aire o Climatización es un invento para las bacterias, por que las beneficia al 100% y a las personas no beneficia en nada por que causa daños en su salud.

### 6.10.3 Deficiencia Principal del Acondicionamiento del Aire ó Climatización

El Acondicionamiento del Aire o Climatización se basa en la refrigeración, en la calefacción, la ventilación y en la necesidad de proporcionar confort a las personas.

Si analizamos los 3 factores refrigeración, calefacción, y ventilación, observamos una serie de deficiencias de los 3 factores, las cuales nos lleva a decir que el Acondicionamiento del Aire o Climatización tiene deficiencias.

Es decir si su base que es donde se fundamenta esta mal o tiene problemas de cualquier índole, todo lo demás estará mal o deficiente, de ahí el termino del mal uso del Acondicionamiento del Aire ó Climatización, que a su vez se complica por la mala o deficiente utilización o manipulación que las personas dan al Acondicionamiento del Aire ó Climatización.

Pero para explicar la deficiencia principal y la mas importante, tenemos que partir desde su origen (1.1), pero no desde la época de las cavernas, sino desde los romanos y el medio oriente, donde se observa que su localización geográfica en la zonas de temperatura, el medio oriente esta mas cerca del ecuador que Italia, por lo tanto hace mas calor pero la humedad es diferente.

Y a su debido tiempo utilizaron de forma práctica y sencilla por primera vez, estos 3 factores (refrigeración, calefacción y ventilación) para dar algún Tratamiento al Aire (capitulo 3) en un lugar (6.3).

Cabe señalar que el planeta y la naturaleza medio ambiente, también utiliza estos 3 factores (refrigeración, calefacción y ventilación) para controlar la temperatura del planeta.

Como se puede observar los romanos (1.1) al calentar una construcción, tenían que suministrar calor dentro de la construcción y lo hacían utilizando hornos en la parte inferior de la construcción, el cual calentaba el aire y se hacia circular por las paredes y los pisos de la construcción (1.7.8) por la convección del aire caliente y frío.

La refrigeración se obtenía por medio del agua al absorber el calor, el agua se hacia pasa por canales en el piso y en las paredes.

En el medio oriente (1.1) el aire que circula (viento) con una cierta velocidad, choca con una manta mojada colgada en la puerta, el agua de la manta se evapora lentamente por el calor de la habitación a enfriar y por el calor del exterior, por convección interactúa con el aire que rodea a la manta, la velocidad y dirección del viento, hace que esta humedad con temperatura mas baja entre en la habitación, haciendo sentir un enfriamiento por evaporación (3.4.5).

En los dos ejemplos anteriores se observa que los 2 sistemas funcionan pero el enfriamiento no es tan eficiente ya que tiene muchas perdidas de frío que se mezcla en el ambiente y no se puede controlar, y el calentamiento es mas sofisticado pero también tiene perdidas de calor que se mezclan en el ambiente y no se pueden controlar.

Cabe mencionar que es mas fácil producir calor que frío, ya que al realizar cualquier tipo de proceso de combustión se produce calor, la radiación solar también produce calor, pero esta radiación viene de antemano de un proceso de combustión (4.2).

Para producir frío es un poco mas complicado, ya que se necesita un intermediario que tenga las propiedades de absorber calor, este intermediario puede ser una sustancia o compuesto que al estar en contacto con algo caliente absorba ese calor, que posteriormente por otro proceso se extrae ese calor de la sustancia o compuesto.

Pero al extraer el calor o cambiar las propiedades de la sustancia o compuesto, se necesita una forma de energía que produce calor.

Si a esto le agregamos los dispositivos o equipos de ventilación para extraer o suministrar calor, también necesitan una energía para funcionar y que también producen calor.



Si el calor que produce un equipo en particular lo sumamos a otro calor de otro equipo y así sucesivamente vamos sumando todos los calores generados por todos los equipos y dispositivos que pueden generar calor en el planeta, obtendremos una parte del calor total que existe en el planeta, el calor restante se le atribuye al calor propio del planeta, a la radiación solar, al calor producido por los seres vivos que de diferentes maneras producen calor.

De acuerdo a lo anterior podemos observar que la principal deficiencia del Acondicionamiento del Aire o Climatización es su producción de calor por su funcionamiento, independientemente de la función que realice, ya sea calentar o enfriar.

Esta deficiencia se basa en que al enfriar un lugar, una habitación (2.4.1.3) la temperatura interna comienza a bajar y el Acondicionamiento de Aire ó Climatización produce calor por su funcionamiento, y extrae calor depositándolo en el ambiente exterior, y de acuerdo a la 2ª ley de la termodinámica el calor se dirige de una región caliente a una región fría, y se vuelve a introducir en la misma habitación.

Por ejemplo si se quiere enfriar (3.4.5) una casa que no esta herméticamente cerrada, el calor de la casa será extraído por el equipo de Acondicionamiento del Aire o Climatización, al bajar la temperatura de la casa se produce una diferencia de temperaturas, y que por medio de los cerramientos (2.1) y de las infiltraciones (2.4) de la casa, y de acuerdo a la 2ª ley de la termodinámica (que dice que el calor fluye de una zona caliente a una zona fría), el calor producido por el funcionamiento del equipo de Acondicionamiento del Aire o Climatización, el calor ambiente exterior, y el calor extraído de la casa por el quipo de Acondicionamiento del Aire, se introducen otra vez a la casa y por lo tanto, se hará trabajar mas al equipo de Acondicionamiento del Aire o Climatización para mantener las condiciones internas de la casa, y por lo tanto producirá mas calor por su funcionamiento y así sucesivamente convirtiéndolo en un circulo vicioso.

Este circulo vicioso teóricamente demuestra que este efecto se puede producir y puede ser real, pero gracias al viento y a las condiciones exteriores, no lo vuelve un circulo vicioso como lo establece el ejemplo, ya que el viento se lleva a el calor la mayoría de las veces, pero así como se lo se lo lleva lo puede regresar, convirtiendo ahora si en un problema real como lo plantea el ejemplo.

Ahora por ejemplo si se quiere calentar (3.4.3) una casa que no esta herméticamente cerrada, el calor de la casa será suministrado por el equipo de Acondicionamiento del Aire o Climatización, al subir la temperatura de la casa se produce una diferencia de temperaturas, y que por medio de los cerramientos (2.1) y de las infiltraciones (2.4) de la casa, y de acuerdo a la 2ª ley de la termodinámica (que dice que el calor fluye de una zona caliente a una zona fría), el calor saldrá de la casa y el calor producido por el funcionamiento de el equipo de Acondicionamiento del Aire o Climatización, el calor ambiente exterior, no se introducen en la casa, solo entra el calor suministrado a la casa por el quipo de Acondicionamiento del Aire, y por lo tanto, se hará trabajar más o menos al equipo de Acondicionamiento del Aire o Climatización para mantener las condiciones internas de la casa, en función a las perdidas (salida de calor) de calor de la casa, el calor que se dirige al ambiente exterior no podrá entrar a la casa, a menos que la temperatura dentro de la casa sea menor que la del ambiente exterior y si ese fuera el caso, seria como se describe en el ejemplo anterior con respecto a la refrigeración de la casa, además no se vuelve un circulo vicioso, ya que el calor no puede entrar a la casa y la dispersión de este calor lo deja al viento, un caso particular seria que el viento haga fluir un calor mas elevado hacia la casa, si así fuera el caso, el equipo de Acondicionamiento del aire o Climatización trabajara menos y como se menciono anteriormente se comience a enfriar (ejemplo de refrigeración).

El equipo de Acondicionamiento del Aire o Climatización se valora como una deficiencia energética y calorífica, ya que cumple con su objetivo el de enfriar pero produce calor en su funcionamiento.

¿Pero a donde va todo este calor producido por el Acondicionamiento del Aire ó Climatización? (6.10.4)

#### 6.10.4 ¿Adonde va Todo el Calor?

La respuesta mas fácil que dan las personas es que no saben, y personas que dicen que saben, dicen que se va a la atmósfera o al medio ambiente que se mezcla por convección por contacto y por radiación en el planeta, y que el propio planeta lo transforma, lo regenera, lo elimina, y que después de hacer lo anterior, mantiene las condiciones atmosféricas y ambientales como si no hubiera pasado nada.

La segunda opción es la correcta por que la realidad es que el calor al ser producido sube a la atmósfera y se mezcla, dando origen a una elevación de temperatura, que se contra resta con la evaporación de algún liquido o el calentamiento de una zona fría, este efecto es común, por eso la diversidad de climas (6.4).

Pero un aumento constante en la producción de calor, que rebasa los limites permitidos por el planeta, para mantener las condiciones necesarias de transformación del calor, comienza a saturar a la atmósfera, y el planeta comienza a interactuar como de costumbre pero al verse rebasado comienza a radiar este calor al espacio, lo elimina pero muy lentamente.

Pero hay que decir que el espacio esta en un vacío permanente y que el planeta al estar contacto con el espacio, hace que el planeta permanezca en forma compacta y encapsulada y no con las características del espacio, esto se debe a las capas exteriores del planeta y al campo magnético que rodea a el planeta, y que la protege del espacio.

Estas capas tiene muchas características, una de ellas es que si llegan a ser perforadas cubren de inmediatamente la perforación y no escapa casi nada del interior del planeta, de lo contrario el vacío del espacio absorbería todo lo que esta dentro de estas capas, tratando de nivelar las presiones.

Estas capas que rodean a la tierra son muy complejas, pero funcionan a la perfección ya que dejan entrar objetos y radiaciones exteriores, y a su vez las filtran o disuelven para tener las condiciones optimas en el interior del planeta.

Pero también dejan salir objetos y radiaciones interiores, sin que se presente algún problema en el interior del planeta con relación a el espacio, en resumidas cuentas es un filtro protector y aislante a la vez, ya que solamente deja entrar o salir, lo que el planeta necesita para mantener las condiciones optimas.

De ahí que el exceso de calor de la atmósfera, es radiado al espacio exterior muy lentamente, esto se puede comprobar tomando como referencia al sol, ya que el sol radia su energía calorífica a través de sus capas que la filtran y la dejan pasar al espacio exterior, radiando a todos los planetas del sistema solar.

Esta radiación de calor se presenta en todos los planeta del sistema solar, esta deducción se podría generalizar a todos los planetas y estrellas en el espacio, pero seria entrar en mucho mas detalles.

Esta eliminación de calor por radiación de energía calorífica no lleva consigo ningún tipo de materia, y se pensaría que el planeta elimina rápidamente, pero no es así, ya que la elimina muy lentamente por las características propias de las capas, y para que no exista alguna fuga de algún gas que permita estar en contacto con el vacío del espacio y nivelar las presiones.

Se podría pensar que es todo lo contrario al sol, pero sucede que la radiación del sol fue disminuida por sus capas exteriores, que hacen que no se disipe todo el calor generado internamente tan rápido, lo cual demuestra que hay radiación de un cuerpo a otro cuerpo y que lo elimina hacia el espacio.

Esta eliminación de calor tan lenta por radiación de energía calorífica al espacio, es la que produce el aumento de calor en la superficie de la tierra, ya que al producirse un exceso de calor, este permanecerá en las alturas para ser eliminado, pero mientras ocurre esto la temperatura aumentara, este efecto es lo que ahora es conocido como calentamiento global.

Este calentamiento global es un indicador del aumento de la temperatura (cantidad de calor), pero esto no es nuevo o reciente (pero que en el 2007 esta de moda por que se esta presentando) ya que si nos remontamos al principio de la existencia del planeta, en la era donde hubo una gran cantidad de actividad volcánica, la temperatura promedio era muy elevada en comparación con la actual.

En algún momento el planeta comenzo a eliminar este calor, pero muy lentamente y comenzo a disminuir la temperatura (lo cual dio origen a la vida que conocemos), y gracias a la actividad volcánica, al calor de su núcleo y a otros factores se mantiene la temperatura estable.

Lo anterior es la explicación con fundamento de cómo el planeta elimina el calor de lo contrario, nos preguntaríamos y todo ese calor generado durante toda la vida del planeta donde esta.

Si todavía existieran dudas de que todos los cuerpos generadores de calor lo expulsan a su alrededor (2.5.2), como por ejemplo el ser humano, los planetas, las estrellas, las maquinas, los dispositivos y los planetas, etc. y dejan de producir calor si su actividad molecular deja de producir movimiento, es decir que se cumple lo que significa la escala de Kevin, donde dice que en el cero absoluto (-273 °C) deja de existir cualquier tipo de movimiento, que a su vez se interpreta como nada de generación de calor.

## **6.10.5 Errores por el mal uso del Acondicionamiento del Aire ó**

### **Climatización**

#### **6.10.5.1 La Disyuntiva**

Una vez comprendido que el Acondicionamiento de Aire ó Climatización tiene una gran deficiencia por producir calor (6.10.3) y como el calor puede matar a ser humano a nivel mundial (6.10.4). Ahora ya podemos explicar y se debe de entender mejor el mal uso del Acondicionamiento del Aire ó Climatización.

Como se observa en (6.10.1) (6.10.2) (6.10.3) (6.10.4), se puede decir que el planeta es el mejor sistema de Acondicionamiento del Aire ó Climatización, pero el hombre tratando de igualar o mejorar este sistema del planeta, invento ó creó el suyo (6.10.2) creyendo que al modificar las propiedades de un lugar (6.3), iba a tener las condiciones apropiadas para habitar ese lugar (6.3), sin tener ninguna repercusión, y si pensó en las repercusiones no le intereso en ese momento.

Como ya se ha visto en los capítulos 2, 3, 4 y 5, se tiene un desarrollo avanzado en estudio de el Acondicionamiento del Aire o Climatización, analizando cada detalle que lo conforma y desarrollando todo tipo de instalaciones en todas partes del planeta Capitulo 5.

Al inicio de su diseño los equipos de Acondicionamiento del Aire o Climatización eran rústicos y deficientes posteriormente se perfeccionaron, pero conservando esa deficiencia implícita, de producir calor por su funcionamiento (6.10.3), pero con el objetivo de mantener una temperatura (cantidad de calor), que fluctúa en un rango de entre  $- 5\text{ °C}$  y  $+ 40\text{ °C}$  para uso domestico y un rango que fluctúa entre los  $- 40\text{ °C}$  a  $+ 90\text{ °C}$  para usos industriales. Puede que varié el rango de la temperatura pero este dependerá de las necesidades propias de los usuarios y será por poco.

Además el Acondicionamiento del Aire o Climatización eran el invento novedoso que todo el mundo quería, y que no podía tenerlo por su escasa producción, pero en la actualidad hay una gran gama de equipos de diferentes tamaños, formar y usos particulares.

Todas las personas que han utilizado lo utiliza el Acondicionamiento del Aire o Climatización ¿Pueden recomendarlo?

Algunas personas si lo recomiendan y otras no ¿Pero por que esta disyuntiva? Si el Acondicionamiento del Aire o Climatización cumple con todos los requerimientos para dar una sensación de confort (sin considerar su deficiencia (6.10.3)).

Esta disyuntiva (3.1.7) parte del hecho que algunas personas quieren tener siempre la misma temperatura todo el tiempo su propio confort, a pesar de que este confort sea molesto a las demás personas.

Este control se debe en gran parte al poder de ser el jefe o dueño de la instalación o del la edificación (6.3) y poder de tomar la última decisión para su utilización, y que las personas que están en desacuerdo no tiene mas remedio que aceptar, esto ocurre en un centro de trabajo, en el hogar (casa) (1.7) o en cualquier lugar donde se realice alguna actividad (6.2)

Pero en la industria (3.1.12) las condiciones las rige el tipo de producción de un producto, sin importar lo que piensen o quieran los jefes y las personas que hay laboran.

Otro caso es que los jefes o personas con el poder de decisión no lo utilizan y las demás personas se tienen que aguantar a esas condiciones.

### **6.10.5.2 Temperatura Ideal**

Ahora bien si analizamos la temperatura (cantidad de calor) en un lugar (6.3) determinado se observara casi siempre estos resultados:

Si la temperatura es alta las personas tienden a tener movimientos corporales (6.1) lentos y reposos corporales aparentes (6.1) rápidos con mayor transpiración y sudor abundante y en algunos momentos se presenta un cansancio (sueño), y sus acciones, acciones específicas y todas sus actividades (6.2) serán en general lentas.

Si la temperatura es baja las personas tienden a tener movimiento corporales (6.1) lentos, y reposos corporales aparentes (6.1) lentos y se presenta un titiriteo ó temblor (6.9) y sus acciones, acciones específicas y actividades (6.2) serán en general lentas.

Si la temperatura es la ideal y no la intermedia que es uno de los grandes errores al, creer que, la temperatura intermedia es la mejor condición para realizar las actividades (6.2) deduciendo que las temperaturas altas o bajas no lo son.

Esta temperatura ideal para cada persona es muy variable, ya que puede variar unos grados de persona a persona, por lo tanto en el estudio de estas condiciones se crearon diagramas de confort (ver anexos) donde se pretende dar respuesta a este problema.

¿Pero por que no se consigue este objetivo? Porque este balance de temperatura depende de el tipo de ropa, de la calidad de la ropa, de la cantidad de ropa que se tenga puesta, del clima (6.4), de la actividad propia de las personas a realizar (6.2), de los cerramientos (2.1), de la iluminación artificial (2.3), de la infiltración del aire (2.4), de los equipos consumidores de energía (2.5), y lo mas importante es que las personas no toman nada de lo anterior en cuenta, simplemente por que no lo saben y si lo saben no entienden que al modificar a su antojo cambian la sensación de confort (3.1.7) diseñada por el proyectista.

### **6.10.5.3 Errores de Uso**

Cabe mencionar que el proyectista creé que al hacer sus cálculos y análisis (1.9) (3.3.2), en la utilización de el Acondicionamiento de Aire ó Climatización están bien, y que esos resultados son los idóneos, pero siempre dan un margen para tratar de atinarle a las idóneas, por lo tanto existe un error implícito en el uso del Acondicionamiento del Aire o Climatización.

Otro error de su uso es de quien lo diseña o lo diseño, si observamos detenidamente que la gran mayoría de los inventores, de los estudios, y del desarrollo (1.1) en Acondicionamiento del



Aire o Climatización, son procedentes de países que se encuentran en zonas frías (6.4), uno de estos países y el principal en estos estudios, invenciones y desarrollo son los Estados Unidos, de hay el concepto de que Willis H. Carrier es considerado el padre del Acondicionamiento del Aire (1.1).

Pero hay que recordar que los Estados Unidos es el único país que no ha firmado y que no firma, y que ni firmará en el futuro algún convenio sobre la erradicación de métodos que van en contra de la ecología técnicamente hablando no reconocen, ni avalan, ni usan las ISO 14000 sobre el medio ambiente y mucho menos cumplen con el convenio de Kioto, firmado por todos los países interesados en el medio ambiente.

Por otro lado los Estados Unidos son los principales a nivel mundial en utilizar el Acondicionamiento del Aire o Climatización, y con el tiempo lo han difundido por todo el planeta, y hay lugares (6.3) donde si se necesita y se usa lo mejor posible, pero la gran mayoría lo usa mal como lo hacen en los Estados Unidos.

Otro error de uso es que las personas no les gusta sudar (3.1.4) o transpirar, por que piensan que es asqueroso mojar su ropa y oler mal, el oler mal es causado por bacterias que se alimentan de sudor y que se eliminan teniendo un buen aseo corporal y una alimentación sana, y que mojar la ropa es una forma de mantener en equilibrio la temperatura corporal del cuerpo por medio de la transpiración y no oler es un indicio de una persona que tiene una buena salud, buena higiene y buena alimentación por que el sudor no tiene olor salvo los casos donde intervienen la hormonas.

Pero la mayoría de las personas lo evitan haciendo funcionar los equipos de Acondicionamiento del Aire o Climatización para dispersar, extraer o disfrazar los malos olores (3.1.5).

Otro error de uso es creer que somos animales y que entre mas baja sea la temperatura mejor nos conservamos y trabajamos mejor, pero en realidad esta disminución de temperatura afecta a nuestro cuerpo y en especial al sistema respiratorio ya que al bajar la temperatura demasiado el cuerpo trata de equilibrar produciendo calor (6.9) pero los pulmones reciben este golpe de temperatura.

Otro error de uso es que una maquina cualquiera que sea productora de calor por su funcionamiento la enfriamos, a través de un equipo de Acondicionamiento del Aire o Climatización para que funcione correctamente, y nos damos cuenta que la maquina no se queja si hace calor o frío y simplemente se puede calentar sin importar lo que suceda a su alrededor, pero las personas si se quejan por que tiene que soportar esas temperaturas y que al salir del lugar reciben un golpe de temperatura.

Otro error de uso es que si una persona o personas de un lugar frío o caliente se dirige de vacaciones a otro lugar opuesto al suyo, se tendrá frío o calor según sea el caso, y ese es el objetivo cambiar la rutina para conocer ese lugar y no utilizar los equipos de Acondicionamiento del Aire o Climatización para igualar las condiciones del lugar de origen, al hacer esto se provoca un golpe de temperatura.

Otro error de uso es que las personas creen que al utilizar los equipos de Acondicionamiento del Aire o Climatización muy poco en el transcurso del día no causara ningún daño, pero el daño se presenta cuando se enciende y se apaga los equipos de Acondicionamiento del Aire o Climatización por que existe un golpe de temperatura al prenderse y al apagarse.

Otro error de uso y muy común es cuando se sale de baño después de bañarse ya que la temperatura y humedad es diferente, y si la habitación contigua al baño tiene una temperatura diferente gracias al Acondicionamiento del Aire o Climatización se recibe un golpe de temperatura.

Otro error de uso es que las personas que viajan mucho, creen que al utilizar el Acondicionamiento del Aire o Climatización en el trascurso de un viaje, sentirán menor los cambios de temperatura, pero no es así ya que en el momento de dejar de estar en contacto con el Acondicionamiento del Aire o Climatización y exponerse al clima en ese momento, y sufre un golpe de temperatura y además no deja que su cuerpo se aclimate a ese lugar.

Otro error de uso es que al dormir y cubrirse con sabanas y las cobijas, el cuerpo queda semi aislado produciendo un aislamiento de calor que envuelve al cuerpo y que después este calor cuerpo se estabiliza y el cuerpo lo regula por medio de la transpiración y la sudoración, pero si antes de dormir se utiliza el Acondicionamiento del Aire o Climatización se sentirá agradable, pero al despertar y destaparse (quitarse las sabanas y las cobijas de encima inconscientemente o concientemente) se sentirá y se provocara un golpe de temperatura.

Otro error de uso es ir a lugares (6.3) concurridos y cerrados donde se utiliza el Acondicionamiento del Aire o Climatización ya que en ese lugar se tiene una temperatura y al entrar en ese lugar repentinamente se recibirá un golpe de temperatura y al salir también del lugar se sufrirá otro golpe de temperatura.

Otro error de uso muy común es conducir un automóvil en la noche con aire frío en el ambiente exterior y el utilizar el Acondicionamiento del Aire Climatización para calentar el interior del automóvil, con la ventana o ventanas abiertas, con el objeto, de que no se duerma el conductor y este calentito, además, de no dormirse pero si calentarse recibirá un golpe de temperatura bastante continuo y muy perjudicial.

Otro error de uso es estar en un lugar (6.3) con el Acondicionamiento del Aire Climatización funcionando por un periodo muy largo de tiempo y salir de este lugar repentinamente se tendrá un golpe de temperatura.

Otro error de uso muy grave es cuando un automóvil esta expuesto a los rayos del sol con las ventanas y las puerta cerradas, ya que almacena una gran cantidad de calor en su interior por el efecto invernadero, y la persona o personas llegan y abren la puerta recibiendo golpe de temperatura, se introducen en el automóvil recibiendo otro golpe de temperatura y posteriormente encienden bruscamente o lentamente el equipo de Acondicionamiento del Aire Climatización del automóvil recibiendo otro golpe de temperatura pero mas violento y peligroso ya que trata de extraer ese calor interno en un periodo muy corto de tiempo.

Otro error de uso es estar dentro del automóvil expuesto al sol con las ventanas abiertas y las puertas cerradas o con las ventanas cerradas y las puertas abiertas según sea el caso y se prende el equipo de Acondicionamiento del Aire o Climatización lentamente o rápidamente según se use, se presentara un golpe brusco de temperatura, ya que el automóvil gracias al sol, eleva la temperatura en el interior y el equipo de Acondicionamiento del Aire o Climatización lo reduce, y la persona recibe un golpe de temperatura dentro del automóvil y cuando salga del automóvil.

Otro error de uso muy común es cuando en un lugar caliente se habré la puerta de un refrigerador con una diferencia de temperaturas de 5 a 10 °C es un golpe de temperatura muy brusco pero hay personar que lo disfrutan posteriormente vendrán las complicaciones o síntomas de tea situación (6.9)

Otro error de uso es el tener alguna planta o plantas en un lugar determinado (6.3) y como la planta se puede marchitar o morir si no tiene las condiciones ideales u necesarias para que la planta realice sus funciones naturales y pueda desarrollarse, pero las personas utilizan el Acondicionamiento del Aire o Climatización para mantener sus condiciones de confort y además a la entrada y salida de ese lugar, que se producen golpes de temperatura, muchas plantas mueren al estar en contacto con el Acondicionamiento del Aire o Climatización por que no se acostumbran a esas condiciones de temperatura variable.

Otro error de uso es ir en un automóvil en movimiento todo cerrado y con la utilización del Acondicionamiento del Aire o Climatización, y abrir una ventana para dejar entrar el aire del exterior con una temperatura diferente y se presenta un golpe brusco y repentino de temperatura.

Otro error de uso, es en un hospital donde los pacientes para tenerlos confortables, se utiliza el Acondicionamiento del Aire ó Climatización durante su recuperación o permanencia dentro del hospital, pero al ser dados de alta y salir del hospital se sufre un golpe de temperatura al entra en contacto con el medio ambiente exterior.

Otro error de uso y el mas común es que en una casa se utilice el Acondicionamiento de Aire o Climatización, para mantener una temperatura agradable y alguien toque a la puerta y la persona abra la puerta de la casa, y reciba un golpe brusco de temperatura y además la persona que toca la puerta también recibe un golpe de temperatura.

Y así sucesivamente podemos continuar con mas errores del uso del Acondicionamiento del Aire o Climatización que las personas realizan todos los días, y que tarde o temprano tendrán alguna consecuencia grave en su salud.

#### **6.10.5.4 Cambios Bruscos y mal Diseño**

Todos los errores del mal uso de Acondicionamiento del Aire o Climatización (6.10.5.3) y todos los que pueden existir, si los analizamos detalladamente, nos lleva al mismo punto que es un cambio brusco en la temperatura.

¿Entonces se puede decir que todo cambio brusco de la temperatura es malo? pues sí, ya que el cuerpo humano es muy sensible a los cambios de temperatura y que su rango de temperatura (6.9) es muy estrecho para mantener la salud de las personas.

Y aunque alguien tenga buena salud y se alimente bien, realice algún ejercicio y se cuide, pasara lo mismo con una persona que no tenga buena salud, no se alimente bien, no realice algún ejercicio y no se cuide, lo mas probable es que ambas personas se pueden enfermar, de un resfriado, gripa, por un cambio brusco en la temperatura o por muchos cambios pequeños durante un día o varios días.

Ahora bien un edificio que tenga o utilice Acondicionamiento del Aire o Climatización esta mal diseñado, por que no utiliza los mejores materiales, la mejor tecnología y lo mas importante se ahorra gasto en su construcción y simplemente construye con baja calidad en los materiales, y así no se esfuerza en el diseño y deja que el Acondicionamiento del Aire o Climatización realice su función, una manera simple y costosa de solucionar un problema.

#### **6.10.5.5 Acondicionamiento del Aire ¿Indispensable?**

Ahora bien si deberás fuera cierto que el Acondicionamiento del Aire o Climatización es indispensable para tener las mejores condiciones de confort, por que los esquimales no lo utilizan y tiene su confort a su manera.

¿Por que los grandes Alpinistas, Escaladores de montañas y Exploradores de gran o poco reconocimiento a nivel mundial, no utilizan el Acondicionamiento del Aire o Climatización en sus campamentos o en sus actividades cotidianas?

¿Por que la gente que vive en el desierto, en ciudades medianas y pequeñas, tampoco utilizan los equipos de Acondicionamiento del Aire o Climatización?

¿Por que la gente que vive en la selva tampoco utiliza los equipos de Acondicionamiento del Aire o Climatización?

¿Por que los animales y plantas si pudieran tampoco utilizarían los equipos de Acondicionamiento del Aire o Climatización?

Es muy sencillo de contestar a todas esas preguntas, porque se adaptan al lugar (6.3) y al clima de la región (6.4), y si cambia o se mueve a otro lugar transcurrirá un periodo de tiempo para adaptarse, o sea que se aclimatan a cualquier lugar (6.3) y situación (6.6).

Para concluir y reafirma por que no es indispensable el Acondicionamiento del Aire o Climatización se puede demostrar que tomando como referencia a las personas de mas de 80 a 100 años y que por lo regular no tiene contacto directo o permanente con el Acondicionamiento del Aire o Climatización y si lo tienen es en grado mínimo, su salud es buena, con sus respectivos desgastes físicos que ha sufrido durante toda su vida y en comparación con personas de menor o igual edad.

Y esto es cierto ya que una enfermedad crónica deteriora al cuerpo y la salud de las personas, por una exposición prolongada y a algo que perjudique la salud y al cuerpo, muy difícilmente llegara a esa edad (80 a 100 años).

Pero es justo hacer un comentario a favor del Acondicionamiento del Aire o Climatización, cuando se usa correctamente tiene muchos beneficios y en algunos caso es indispensable como es el caso de acondicionar y dar bienestar y confort a una nave espacial, a una estación espacial, a los trajes de astronautas y buzos, cualquier equipo e instalación que el hombre lo utilice, donde se necesite tener unas condiciones optimas y permanentes sin interactuar con el medio ambiente terrestre, ya que es la única forma para poder habitar y permanecer en esos lugares tan inhóspitos para el ser humano.

Ya que el Acondicionamiento del Aire o Climatización cumple cabalmente con todo lo que se le a estudiado y desarrollado, en esas situaciones de aislamiento donde el hombre no interactúa con el medio terrestre y que si no funcionara correctamente, el hombre moriría, irremediamente, por lo tanto, el Acondicionamiento del Aire Climatización es muy importante en la investigación científica y en el desarrollo del hombre, dentro y fuera del planeta, pero no en su utilización personal para el confort ya que produce enfermedades y problemas en la salud (6.10.6).

### 6.10.6 Enfermedades

Las enfermedades que provoca y distribuye el Acondicionamiento del Aire o Climatización son complejas, ya que por si mismas algunas veces ocasionan la enfermedad, pero en otras ocasiones nada mas ayuda a que sean mas graves o se distribuyan estas enfermedades (6.10.1) (6.10.2)

Las enfermedades son otro problema que los fabricantes no toman en cuenta, y esto se debe a que el comprador al enterarse de que le puede causar un daño mejor no lo compra y el fabricante al avisar al comprador perdería su venta (1.1).

Este negocio del Acondicionamiento del Aire o Climatización deja mucho dinero, ya que se basa en la necesidad de las personas para tener un confort en lugares en donde las condiciones ambientales son adversas, en algunos casos son por pura vanidad, y en otros casos por la conserva de alimentos que es la mas difundida en el planeta y por ultimo existen los casos de los procesos industriales.

En fin esto ocurre y no se puede remediar cuando el interés es dinero, tal vez esta es la causa por las que no se toman las medidas necesarias para remediar el problema, pero lo peor seria por la ignorancia al problema.

El Acondicionamiento del Aire o Climatización es un sistema y equipos (5.1), instalados de muchas maneras, como cualquier otra máquina en donde sus partes que la conforman no causan ningún daño, os problemas comienzan cuando empieza a funcionar.

Ya que al suministrar el aire tratado (3.4), al lugar (6.3) lleva una temperatura, que se distribuye (3.3) en el lugar y que se mezcla por convección ya sea fría o caliente, y produce un cambio de temperatura, que es el objetivo pero si una persona sensible o no tan sensible a este cambio, no soporta esta situación (6.6) y su cuerpo colapsa presentando alguna molestia.



Esta molestia puede ser pasajera o permanente durante el tiempo que se permanece en el lugar, pero el Acondicionamiento del Aire o Climatización al cumplir con la temperatura deseada o programada se apaga y después se enciende para mantener la temperatura programada se pensaría que causa menos daño, si se mantiene intermitente, todo el tiempo, pero en realidad provoca cada vez que se enciende y apaga golpes de temperatura que lo reciben las personas y de ahí su molestia con el Acondicionamiento del Aire o Climatización.

Después de tener esta molestia el cuerpo recibirá otro golpe de temperatura al salir del lugar donde actúa el Acondicionamiento del Aire o Climatización. Algunas veces esta molestia desaparece y en otras se manifiestan síntomas en el cuerpo (6.9), que por lo regular nadie toma en cuenta pero al repetirse muchas veces este cambio de temperatura se manifiesta como una enfermedad o síntoma que puede ser: una tos crónica (Tussis), una bronquitis (aguda y crónica), un dolor de cabeza (Cefalea), un dolor de dientes, un resfriado, etc.

Los espacios climatizados como las grandes superficies de oficinas y las fábricas, suelen estar expuestos a corrientes de aire, y los empleados se quejan con frecuencia de ojos llorosos y voz cargada o ronca.

Ahora el Acondicionamiento del Aire o Climatización, permite distribuir el aire contaminado, de forma inmediata por todo el lugar (6.3), por lo que las personas no pueden escapar a su influencia.

Por ejemplo si una persona enferma de gripa y estornuda, los microbios que son expulsados del cuerpo de la persona gracias al sistema de distribución (6.10.1) son distribuidos y cualquier persona que esté dentro del lugar los podrá respirar, pero también una persona que se localiza en el exterior al entrar al lugar también los puede respirar.

Ya entendido como se provocan y como se distribuyen nos falta explicar como agravan una enfermedad.

Una enfermedad que una persona adquirió sin tener contacto con el Acondicionamiento del Aire o Climatización como por ejemplo artritis, gripa, resfriado, tos. Al tener contacto con el Acondicionamiento del Aire o Climatización se complican mas las enfermedades, ya que reaccionan, al cambio brusco de la temperatura y el cuerpo enfermo resiente con mayor violencia a la enfermedad.

### **6.10.7 En Edificaciones**

El Acondicionamiento del Aire o Climatización, le dan gran importancia (aparentemente) en las edificaciones (6.3), por que gran parte de las personas que permanece mucho tiempo dentro de ellas debe tener ciertas características de confort, pero no vale la pena tener un confort aparente o pasajero y ganarse una enfermedad o problema en la salud.

Además que de acuerdo a su tamaño es el costo de la instalación, pero con la existencia de equipos portátiles o de fácil instalación este costo se reduce, pero si se le da un mal uso no vale la pena pagar por ello.

Darle un mal uso implica que se realicen acciones en donde se perjudica la salud a una persona sin tomar en cuenta el propio funcionamiento del equipo

### **6.10.8 En Medios de Transporte**

En los medios de transporte terrestres el uso que se le da es francamente erróneo, ya que por pura deducción o observación en el día, se convierten en un horno, literalmente hablando, y en la noche un congelador.

En los medios de transporte Aéreos con la necesidad de presurizar los aviones para mantener las condiciones necesarias a esas alturas, el mal uso del Acondicionamiento del Aire o Climatización puede provocar serios daños en la salud de la personas (6.10.6)

En los medios de transporte Marítimos el mal uso del Acondicionamiento del Aire o Climatización es afectado por la cantidad de humedad presente en esos lugares.

En los medios de transporte Espaciales, el mal uso del Acondicionamiento del Aire o Climatización provoca sin lugar a dudas la muerte de las personas.

### **6.10.9 En la Industria**

El mal uso del Acondicionamiento del Aire o Climatización en la industria, afectara directamente o indirectamente al producto o proceso de fabricación, existen una gran variedad de industrias y que se pueden clasificar de a cuerdo a su actividad en particular.

La industria farmacéutica no debe de tener malos usos en los equipos de Acondicionamiento del Aire o Climatización. La industria Metalmecánica su mal uso no es tan importante como la de la industria farmacéutica pero si se debed de considerar. La industria de transformación su mal uso es muy variado.

### **6.11 Soluciones**

Las soluciones que se pueden dar pueden ser muy variadas, pero la solución mas efectiva y que tiene los mejores resultados, es que se evite de cualquier forma el contacto directo o indirecto con el Acondicionamiento del Aire o Climatización

Parece una broma que se quiera solucionar un problema que esta presente a la orden del día ya que muchos lugares (6.3) están construido de tal forma, que se necesita la utilización del Acondicionamiento del Aire o Climatización para poder permanecer en dicho lugar (6.10.5.4).

No se debe de permitir que una persona este a la fuerza u obligada a permanecer en dicho lugar (6.3) si las condiciones no son favorables, de lo contrario a parte de sentir la incomodidad

propia del lugar, se tiene que soportar la incomodidad del Acondicionamiento del Aire o Climatización cuando esta en funcionamiento.

Otra solución es plantear el problema con las personas encargadas de su funcionamiento, para que controlen la temperatura lo mas parecido al exterior, pero si se lograra este objetivo de nada servirá tener un Acondicionamiento de Aire ó Climatización en ese lugar.

Otra solución es que las prendas de vestir que se usen, fueran hecha de ciertos materiales que brinden todo el confort al usarlas, y que sean aislantes y reguladoras de temperatura si se lograra esto, el Acondicionamiento del Aire Climatización se reduciría drásticamente en el uso de las personas.

Como se podrá observar solo una solución es viable, que es la evitar a toda costa estar en contacto con el Acondicionamiento del Aire o Climatización, las demás son formas diplomáticas para decir que si se quiere el Acondicionamiento del Aire o Climatización, pero que no se use, que viene siendo la misma solución.

---

## CONCLUSIONES

Que es importante tener en cuenta que la historia del Acondicionamiento del Aire o Climatización se debe de conocer, ya que muchas de las primeras necesidades son base de las actuales necesidades. Los inventores, creadores, innovadores, diseñadores, y constructores, tienen gran importancia, ya que muchos de ellos dieron la cimentación y el análisis en el campo del Acondicionamiento del Aire o Climatización. Esta cimentación que se deben de tener en cuenta las propiedades, que controlan al Acondicionamiento del Aire o Climatización para poder ser aplicadas al confort.

Muchas sustancias de refrigeración antes usadas eran y son peligrosas par el ser humano, pero solamente así se podía trabajar en el pasado y en la actualidad se trata de sustituir esas sustancias peligrosas por algo mejor.

En la calefacción siempre se ha usado una combustión para poder lograr este objetivo que es el de calentar o elevar la temperatura, y la meta en la actualidad será tratar de sustituir esta combustión por algo mejor.

Las exigencias en las instalaciones de Acondicionamiento del Aire o Climatización son muy diversas, y que al inicio eran difíciles de lograr pero en la actualidad eso ya se supero.

Se debe de conocer los sistemas que constituyen al Acondicionamiento del Aire o Climatización, ya que al conóceselos se tendrá un mejor uso, por que ya se comprende lo que sucede dentro y fuera de estos.

Los balances de energía son complicados pero se deben de conocer por que si se quiere un razonamiento científico se tienen que utilizar.

---

El conocimiento de la ocupación de equipos consumidores de energía, es un apoyo para un buen balance energético, para después utilizarlo en una zonificación.

Al realizar este trabajo se puede observar que las personas confunden los conceptos de edificio, que en primera instancia lo relacionan con un construcción, pero el Sistema Edificio también tiene relación con esa construcción, pero de forma detallada ya que estudia lo que sucede en el interior y en el exterior pero todo relacionado a mantener la temperatura en optimas condiciones.

Que el conocimiento del Sistema de Tratamiento del Aire que une al Sistema Edificio con los Generadores de Frío o Calor, y sus propiedades en relación con las personas. Es indirectamente el Sistema Generador de Frío o Calor es el más conocido por las personas aunque tengan un limitado conocimiento sobre el tema.

Existen una gran variedad de climatizadores pero la mayor parte de las personas que los utiliza no saben como funcionan.

Ahora generar frío o calor se convierte en un proceso mas sofisticado el cual necesita una instalación adecuada para poder realizar este proceso.

Las modificaciones en el transcurso del tiempo hacen que el Acondicionamiento de Aire o Climatización sea cada vez mejor, en su diseño, en la calidad, dando mejores prestaciones que las que se tenían en sus inicios.

Los daños que implícitamente contiene los Acondicionadores de Aire o Climatización no se debe de menospreciar, y no se debe de tomar a la ligera aunque produzcan cambios en los equipos.

---

Es importante mencionar como el Acondicionamiento del Aire o Climatización se sustenta en base científicas en donde se llevaron acabo las primeras aplicaciones de estas bases científicas, por que de esas investigaciones y fundamentos se basa su principio de funcionamiento en relación a un lugar y clima en todo el planeta.

También hay que mencionar que el Acondicionamiento del Aire o Climatización es de gran importancia en el desarrollo del hombre, ya que el uso de estos equipos, proporciona una ventaja al hombre sobre la naturaleza, ya que puede controlar las propiedades físicas y climáticas, como la temperatura, la humedad, el calor, la energía, la presión, el volumen, la densidad, la masa, la fuerza, el trabajo, la potencia, la velocidad, y manipularlas a su favor en lugares reducido en comparación con la totalidad del planeta.

Además crea un ambiente físico artificial en donde la naturaleza puede intervenir o no puede intervenir según los deseos propios del hombre, y además comprueba que el hombre puede entender, puede comprender, puede interactuar con la naturaleza.

Teniendo como base sus conocimientos heredados por sus antecesores, que a su vez proporcionan mas fundamentos para que el hombre se desarrolle íntegramente durante el transcurso de su vida, tratando de dar lo mejor de si para beneficio de las futuras generaciones.

Las personas utilizan al Acondicionamiento del Aire o Climatización de una manera verdaderamente mala, por que piensan que los equipos Acondicionamiento del Aire o Climatización son un cuerpo humano u otra cosa similar que piensa y razona por si sola, y que siempre los saca de algún problema de temperatura por el simple hecho de encender o apagar el equipo.

Y si le agregamos los problemas, los errores, la utilización, las enfermedades, la incomodidad, la negligencia, la ignorancia, la terquedad, la prepotencia, y en general, una mala

---

cultura del desarrollo tecnológico, ya que es la forma en que algunas personas se comportan y realizan sus actividades sin importar que es lo que ocurre a su alrededor y mucho menos lo que ocurre con el Acondicionamiento del Aire o Climatización, por eso tenemos tantos problemas en la actualidad, que a su vez serán problemas en el futuro.

Es curioso pero verídico que al referirse con movimientos, acciones, actividades, clima, seres vivos, y situaciones, exista una gran cantidad de confusiones ocasionadas por la mala aplicación de los términos, por lo tanto hay que mencionarlas aunque suene repetitivas.

Los problemas que se relacionan con el Acondicionamiento del Aire o Climatización tienen su fundamento en la mala utilización de los mismo, por eso se dan, tantos detalles que son los mismo, pero que se llevan a cabo de diferente forma.

Las bacteria son las principales ganadoras en la utilización del Acondicionamiento del Aire o Climatización y estas bacterias afectan a la salud de las personas de hay su importancia.

La principal deficiencia del Acondicionamiento del Aire o Climatización es el calor que producen por su funcionamiento, y ese calor influye en todo lo relacionado a estos equipos de Acondicionamiento del Aire o Climatización, pero también se tiene que explicar que sucede con ese calor, ya que siempre esta presente en el funcionamiento del equipo.

Los errores son tan comunes que parecieran que son normales y que no afectan a nadie si se repiten un sin numero de veces, pero no es así, por eso se llaman errores por ocasionan siempre algo diferente al objetivo ya sea real e ideal.

Las enfermedades que es lo que mas le preocupa al ser humano, ya que si no se controlan o se combaten el hombre puede morir.



---

Las edificaciones, los medios de transporte y los procesos de la industria son siempre afectados por el mal uso del Acondicionamiento del Aire o Climatización.

Las soluciones no son recetas de cocina pero ayudan a combatir la ignorancia pero dan pie a que se deduzca, se analice el problema y se tomen las mejores decisiones para el bien personal y bien de los demás.

Por ultimo podemos decir que el mal uso del Acondicionamiento del Aire o Climatización efectivamente causa problemas en la salud de las personas por los cambios repentinos y golpes bruscos de la temperatura en cualquier momento de la vida de las personas.

---

## BIBLIOGRAFÍA

- ASHRAE Handbook, editado por ASHRAE, Atlanta (Georgia, EE. UU).
- ASHRAE Manual de fundamentos (Manual básico sobre Técnicas), Atecyr, Editorial Index, Madrid 1988.
- Manual de Aire Acondicionado, Carrier. Editorial, Marcombo, 1970.
- El Acondicionamiento del Aire, Pizzetti, C. Madrid.
- Refrigeración y Acondicionamiento del Aire, Stoecker, W.F. Ediciones Castillo, Madrid 1966.
- Instalaciones de Ventilación y Climatización en la Planificación de Obras, Gerhad Lampe. Ing. Dipl. Ingeniero Mecánico, Ed. H.Blume Ediciones – Rosario 17, Madrid 5. (TH7653J58)
- Manual de Climatización, José Manuel Pinazo Ojer, Ed. Universidad Politécnica de Valencia. (TH7687P55 VI 1995)
- Refrigeración y Acondicionamiento del Aire, W.F. Stoecker Ed. Mcgraw-Hill.
- A B C del Aire Acondicionado, Ernest Tricomi, Ed. Marcombo. (TH7687T73218)
- Humedad y Temperatura en los Edificios, Maurice Croiset, Ed. Editores Técnicos Asociados S.A. (España). (TH7323C75)
- Energía Solar y Edificación, SV Szokolay, Ed. Editorial Blume, Barcelona. (TH7413S5962)
- Mantenimiento Rutinario, J/R Avila Espinoza, Ed. Sociedad Mexicana de Mantenimiento A.C. (TH7687A7234, 1991)
- Climatización de Confort e Industrial, Pere Ezquerria i Piza. Editorial Marcombo Boixareu 1992.
- Heating and Air Conditioning of Buildings, Oscar Faber and Jr. Kell, Ed. The Architectural Press, London. (TH7228F32, 1979)
- Humedad y Temperatura en los Edificios, Condensaciones y Confort Térmico de Verano y de Invierno, Maurice Croiset, ED. Editores Técnicos Asociados S.A. Barcelona 1996. (TH7223C75)

- 
- Curso Superior de Calefacción, Missenard Andre, Ed. Paraninfo, Madrid. (TH7222M57)
  - Heating, Ventilating and Air Conditioning, Faye C. McQuiston, Jerald D. Parker, Ed. John Wiley & Sons New York – Santa Barbara – London – Sydney – Toronto. (TH7222M66)
  - Alternativas Energéticas, Antonio Alonso, Luis Rodriguez Viqueira, Ed. Fondo de Cultura Económica S.A. de C.V. (TJ163.2C62)
  - Fundamentos de Aire Acondicionado y Refrigeración, Ingeniero Eduardo Hernández Goribar, Ed. Limusa 1978. (TH7687H45)
  - Aire Acondicionado y Refrigeración, Burgess H. Jennings, Ed. Compañía Editorial Continental S.A. México (C.E.C.S.A). (TH7687J455)
  - Guía practica de Ventilación, W.C. Osborne, B. Sc Eng. Ed. Blume (TH7653O82)
  - Sistemas de Control para Calefacción, Ventilación, Aire Acondicionado, Roger W. Haines, Ed. Marcombo S.A. (TH7466H34) Ej. 3
  - Calefacción y la Refrigeración por Radiación, F. André Missenard, Ed. Paraninfo (TH7421M57)
  - Acondicionamiento del Aire (Principios y Sistemas), Edward G. Pita, Ed. C.E.C.S.A. (TH7687P5818)
  - HVAC Water Chillers and Cooling Towers Fundamentals, Application, and Operation, Herbert W. Stanford III, Ed. Marcel Dekker. Inc. (TH7687.7S73 2003)
  - Producción de Frío, Enrique Torrella Alcaraz, Departamento de Termodinámica Aplicada, Ed. Universidad Pontificia de Valencia. (TH76687.2T476 1996)
  - Transferencia de Calor, José A. Manrique, Ed. Harla
  - Termodinámica de José A. Manrique Valadez, Ed. Oxford
  - Remedios, Curaciones y Tratamientos Medicos, Reader's Digest.
  - El Asombroso Cuerpo Humano, Reader's Digest.

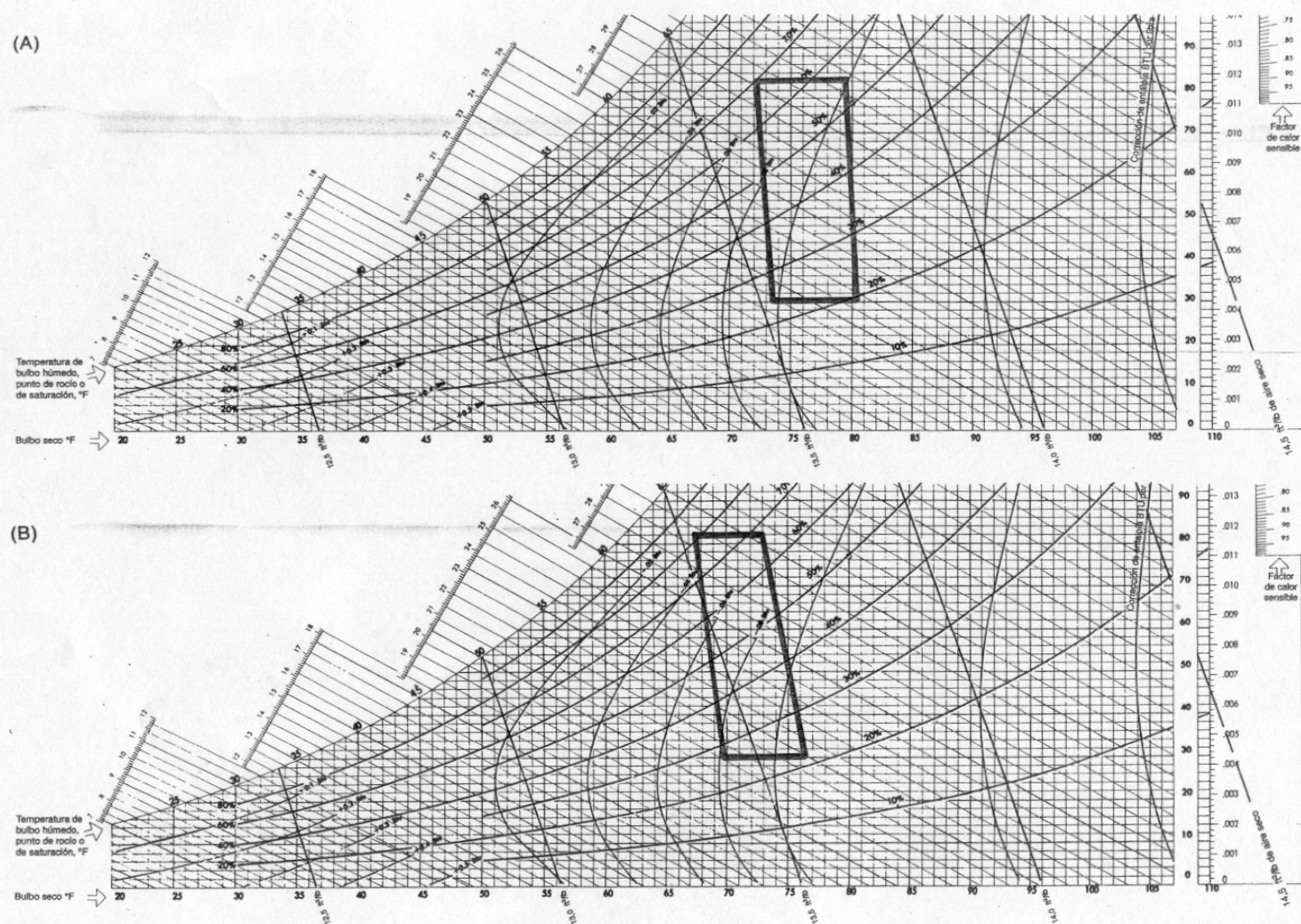


Figura 39-7. Diagramas generalizados de comodidad para diversas condiciones de temperatura y humedad. (A) Verano. (B) Invierno. Adaptados del diagrama psicrométrico de Carrier Corporation.

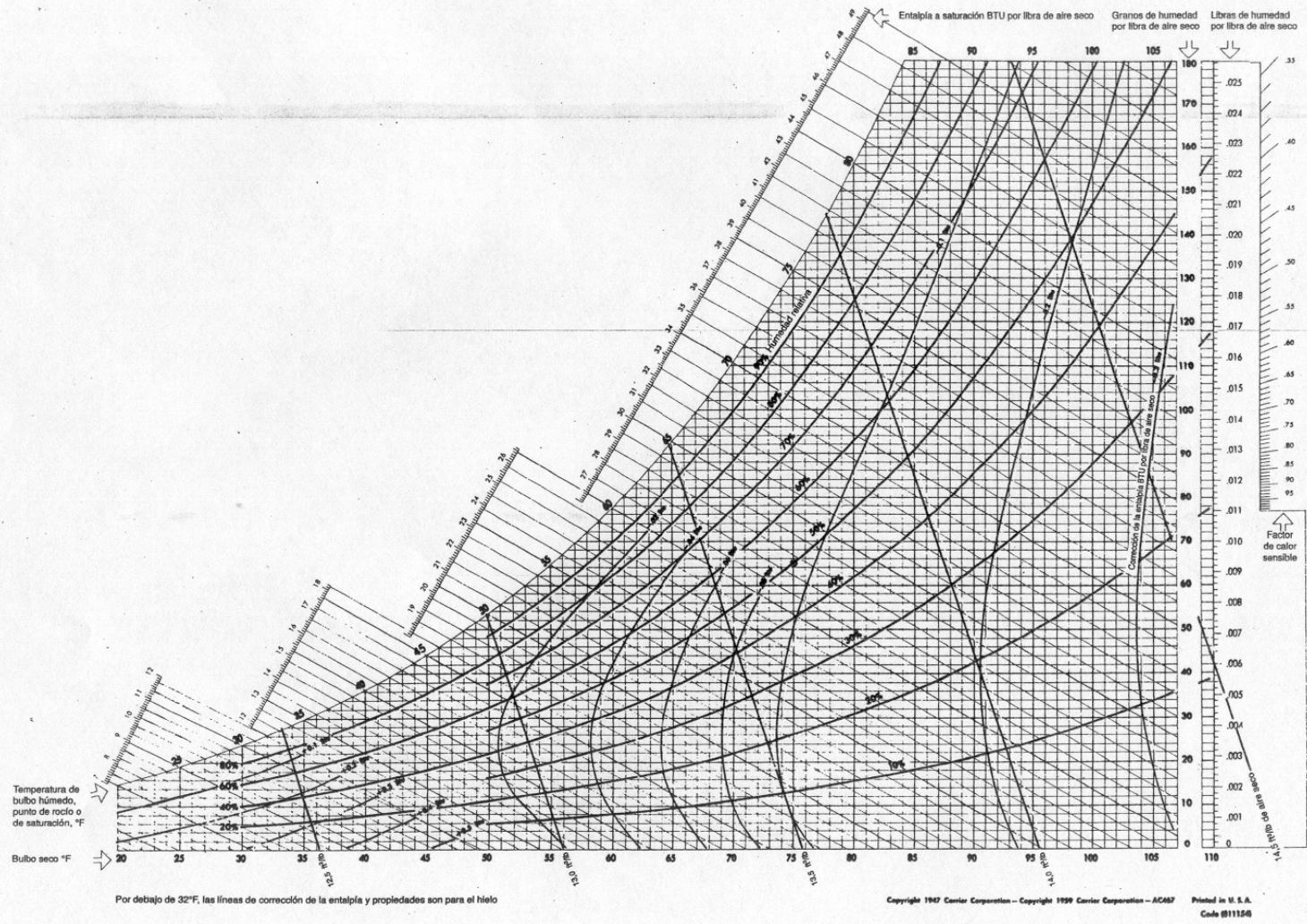


Figura 39-25 A. Diagrama psicrométrico en unidades anglosajonas. Reproducido por cortesía de Carrier Corporation.

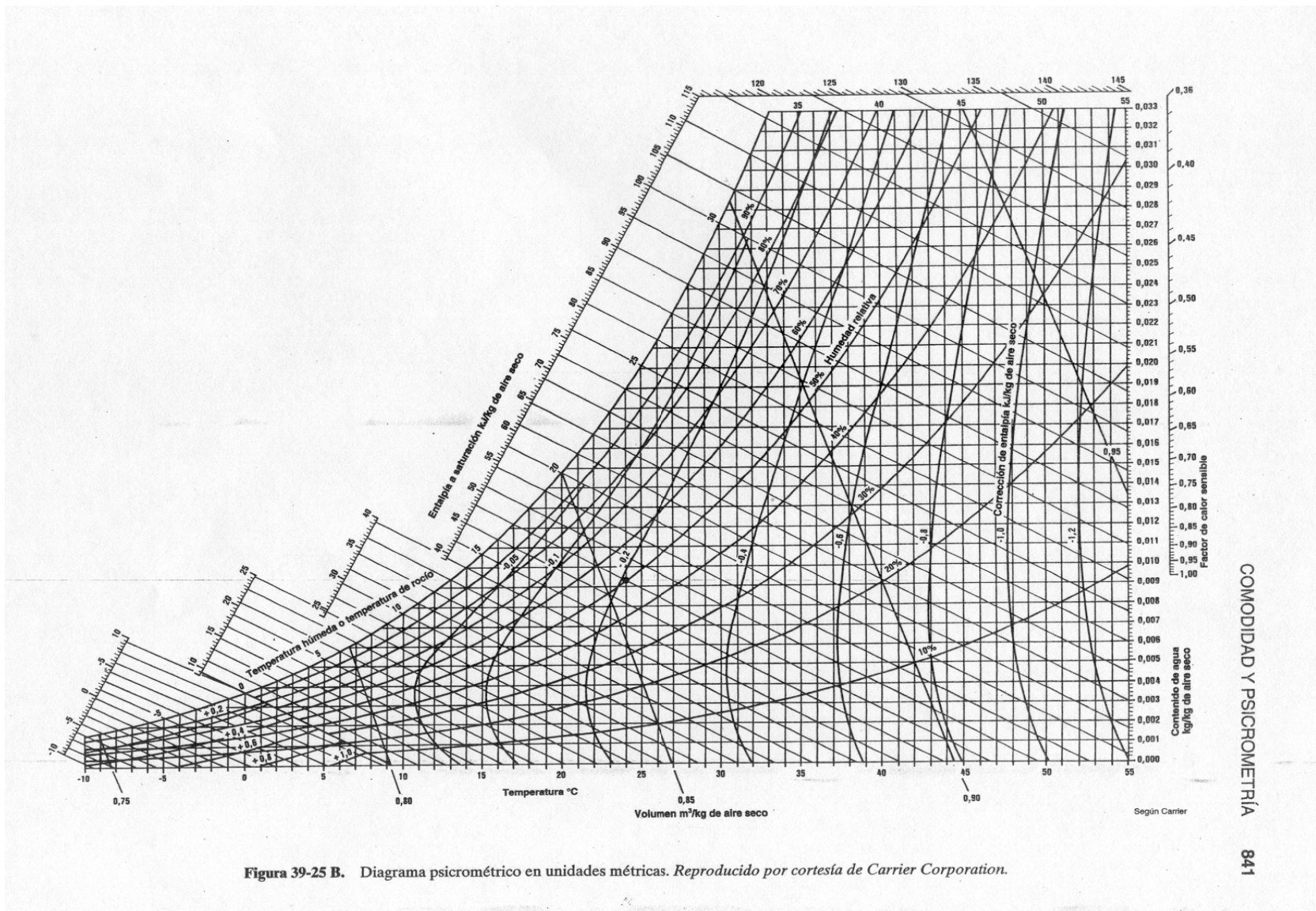


Figura 39-25 B. Diagrama psicrométrico en unidades métricas. Reproducido por cortesía de Carrier Corporation.

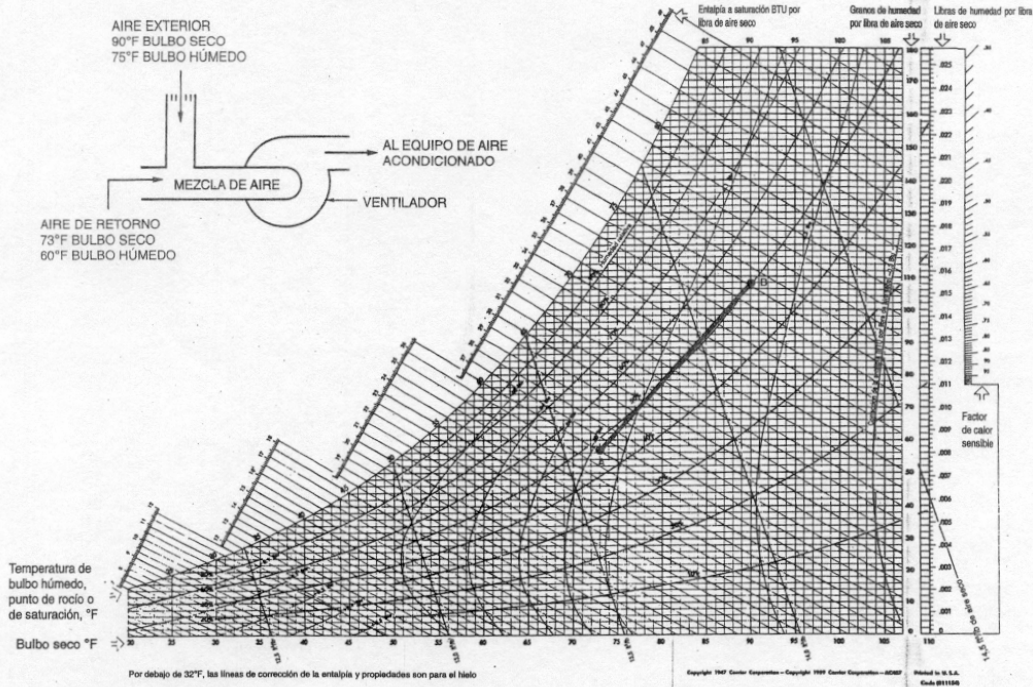


Figura 39-35. El punto A es la condición del aire interior y el punto B la condición del aire exterior. Cuando se mezclan, la condición del aire se hallará en la línea que va de A a B. Adaptado de Carrier Corporation Psychrometric Chart.

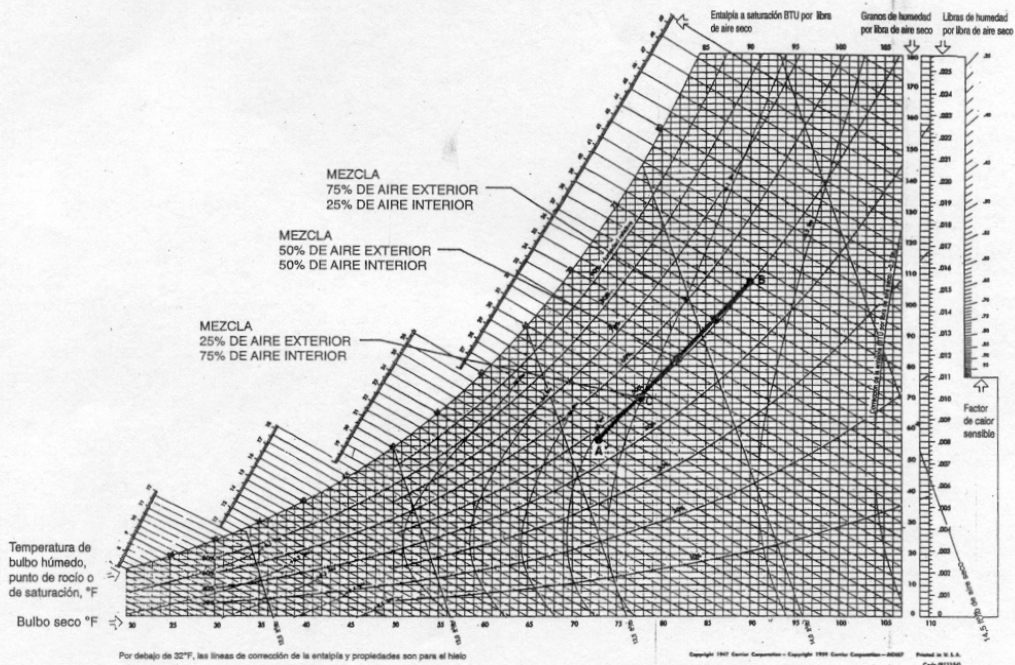


Figura 39-36. Mezclas de diferentes porcentajes de aire exterior e interior. Adaptado de Carrier Corporation Psychrometric Chart.

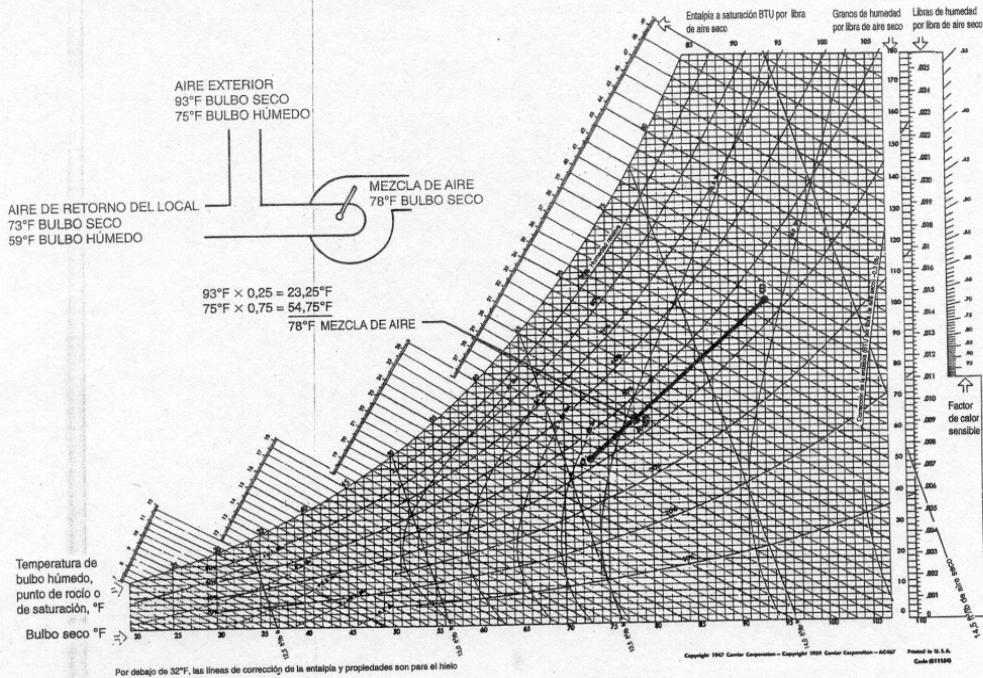


Figura 39-37. El problema práctico para hallar la condición de la mezcla de aire queda reflejado en este gráfico. El punto C corresponde a la mezcla de aire. Adaptación de Carrier Corporation Psychrometric Chart.

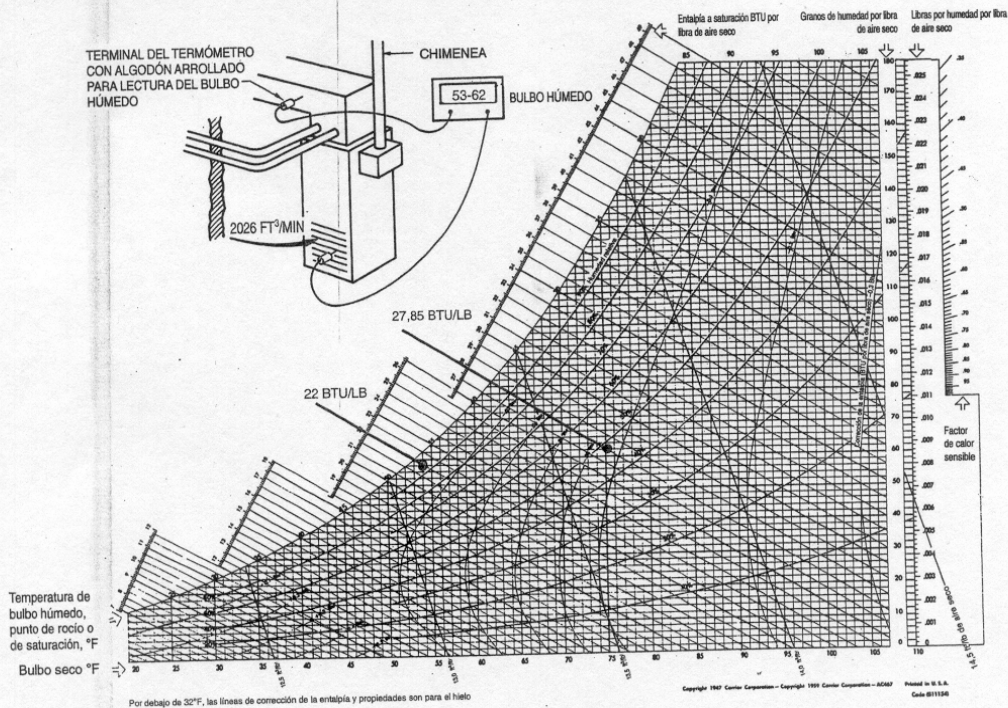


Figura 39-38. Comprobación de la capacidad para el modo de enfriamiento. Adaptado de Carrier Corporation Psychrometric Chart.



Figura 22. Diagrama psicrométrico del aire húmedo, según ASHRAE.

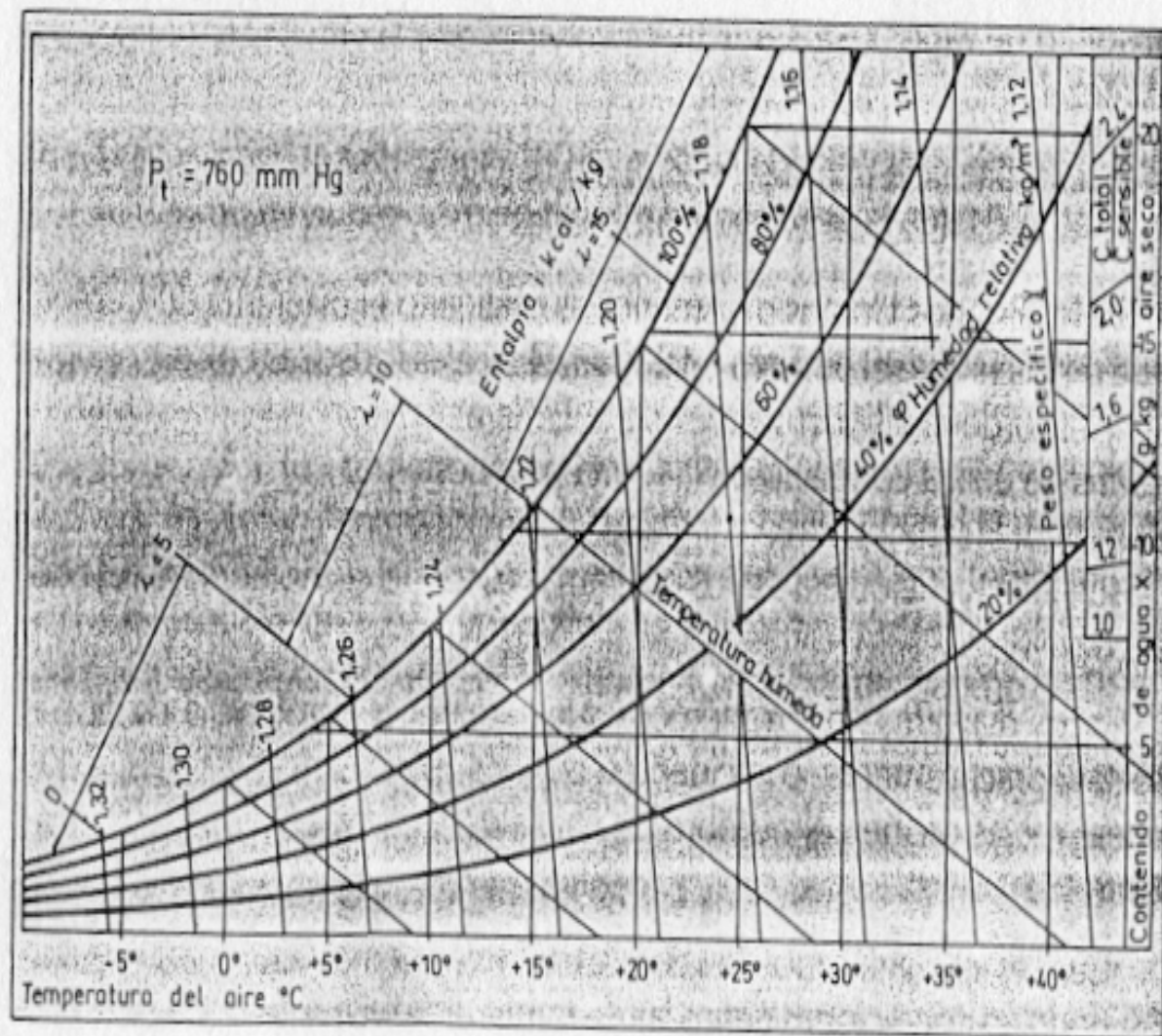
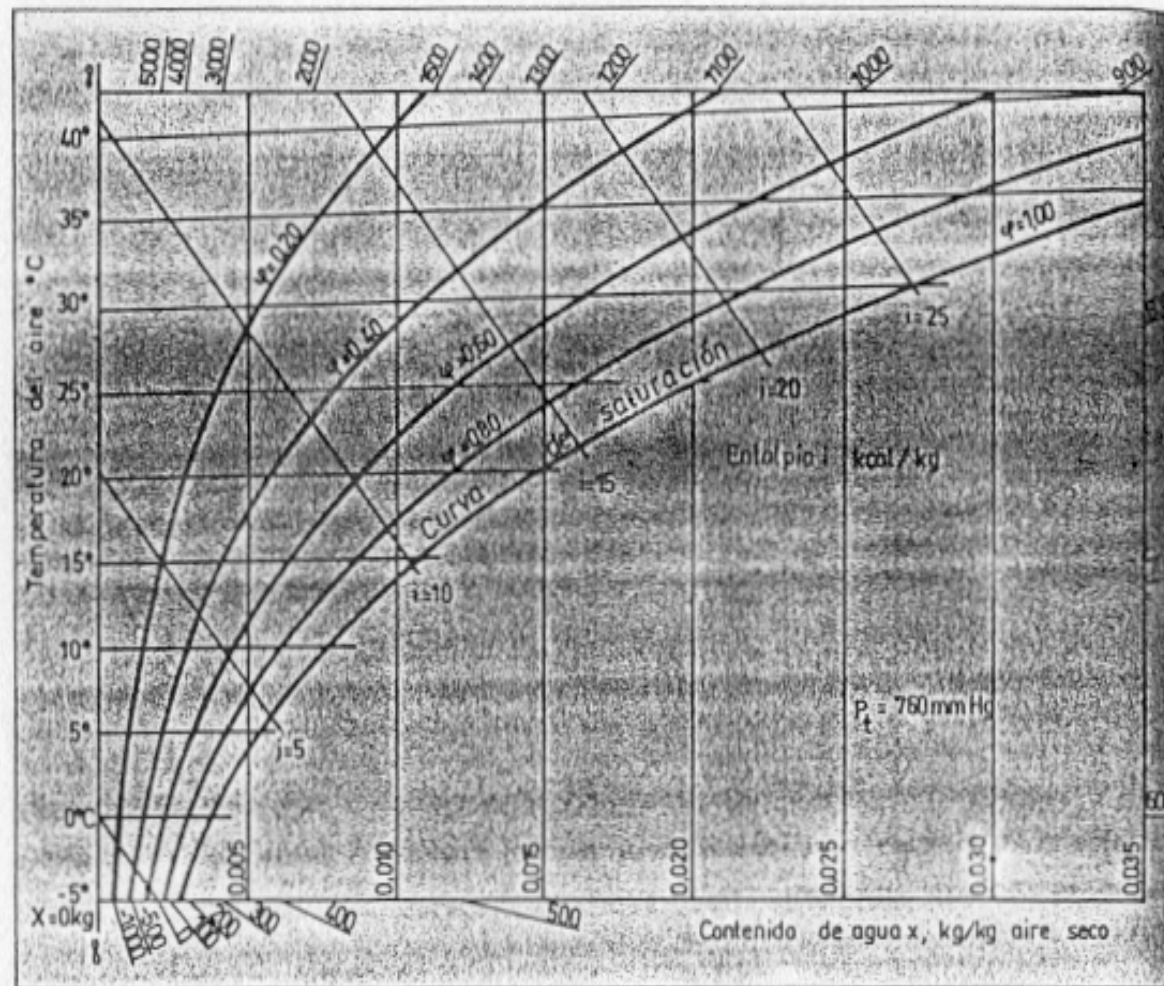
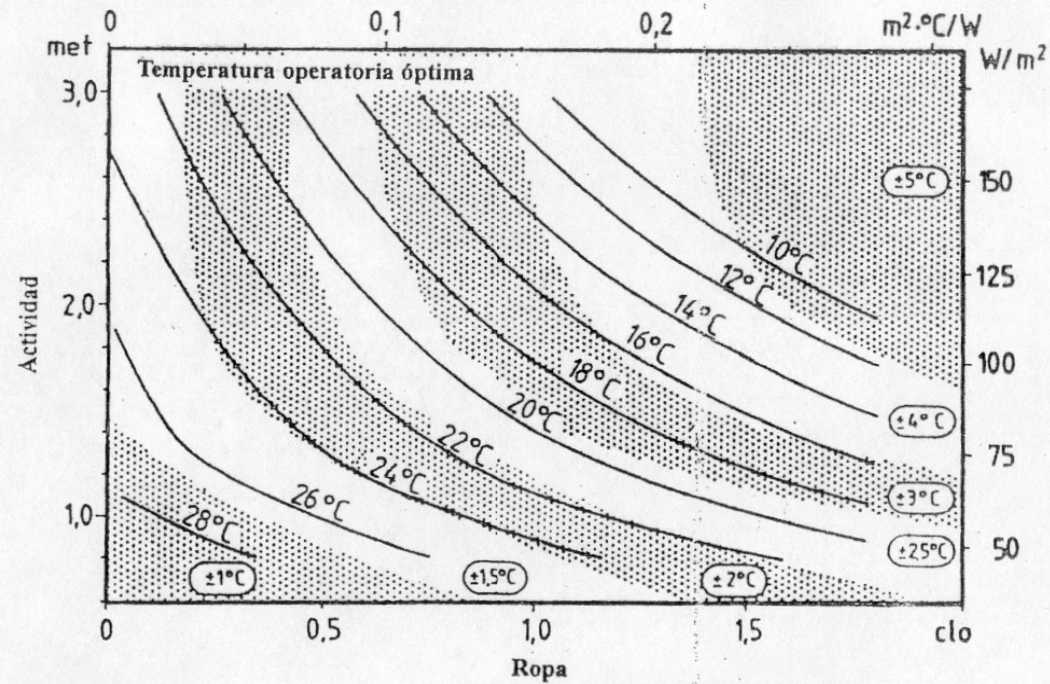


Figura 21. Diagrama psicrométrico del aire húmedo, según Mollier.





NOTA - Las áreas sombreadas indican la zona de bienestar  $\pm \Delta t$  alrededor de la temperatura óptima, en el interior de la cual se cumple  $-0,5 < PMV < 0,5$ . La velocidad relativa del aire debida a los movimientos corporales se estima igual a cero para  $M < 1$  met y  $v_{ar} = 0,3(M-1)$  para  $M > 1$  met. Humedad relativa = 50%.

Fig. D.1 - Temperatura operatoria óptima (correspondiente al  $PMV = 0$ ) en función de la actividad y la ropa.

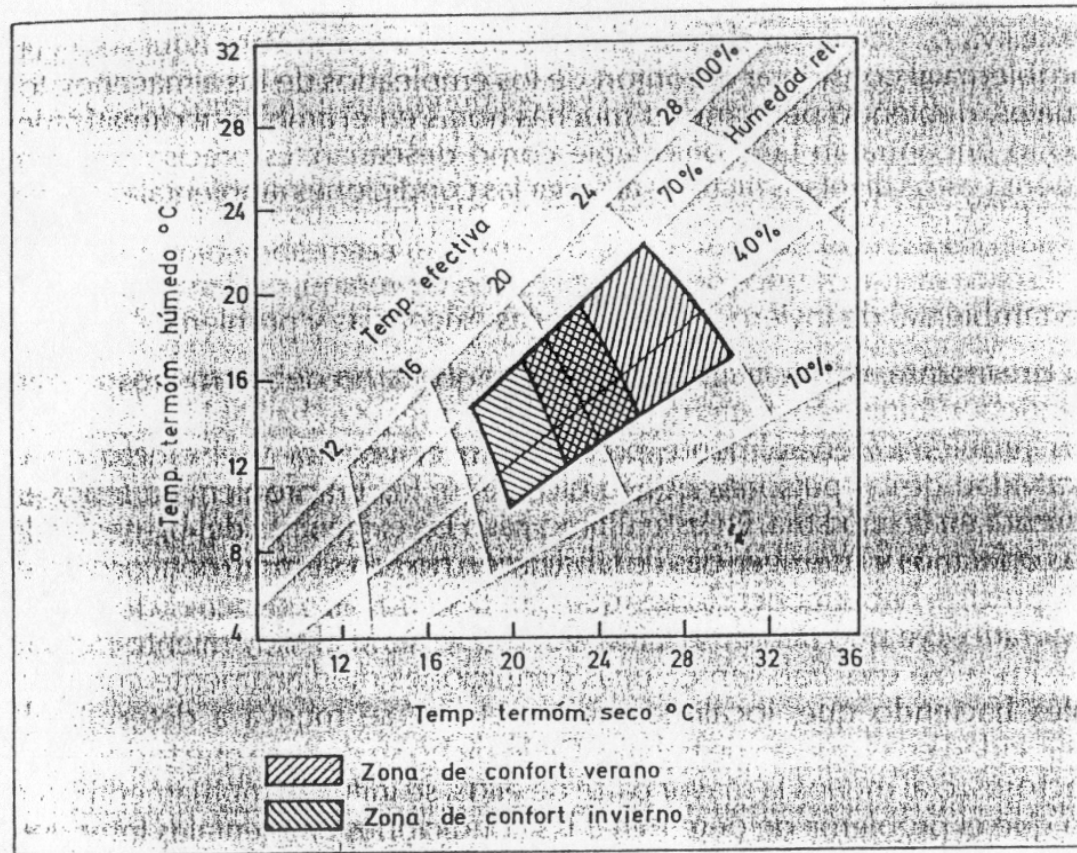
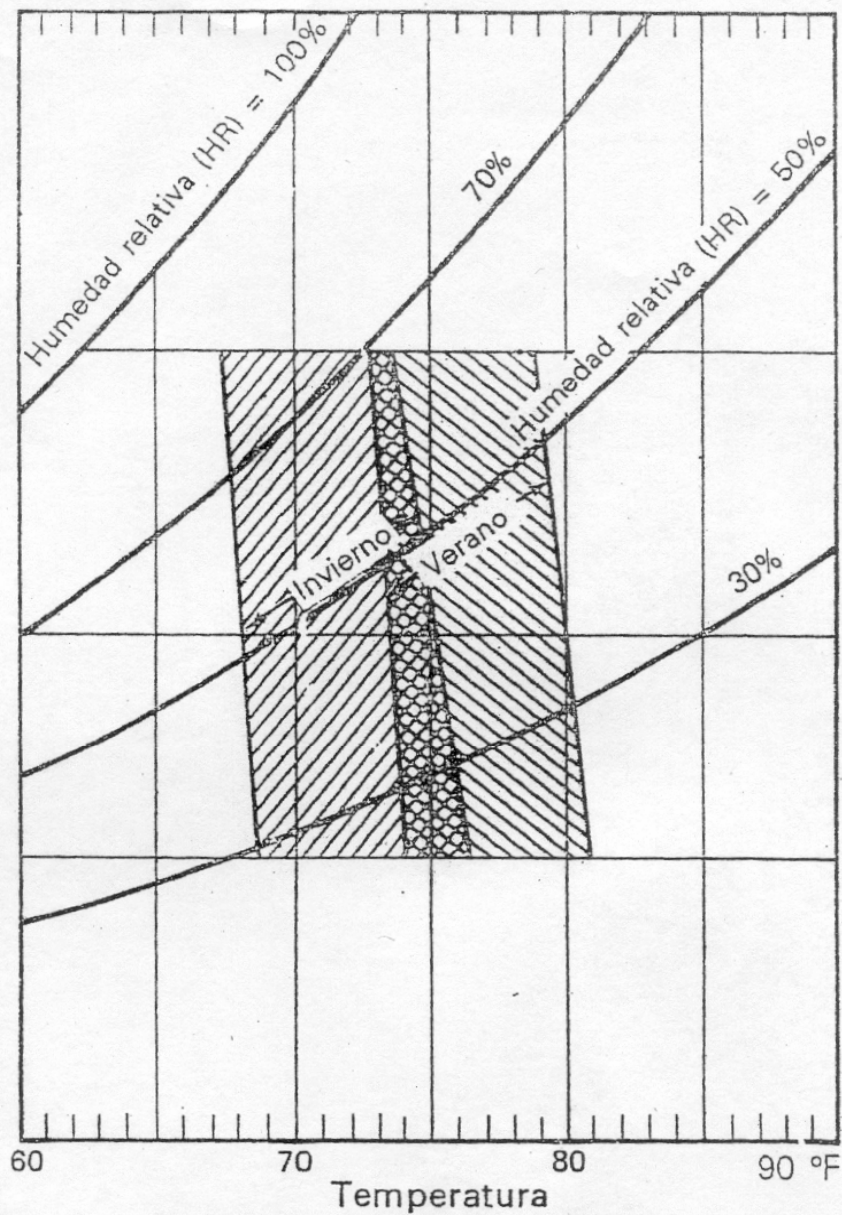


Figura 20. El diagrama de confort indica los valores de la temperatura y de la humedad que, asociados, dan una sensación de confort a las personas normalmente vestidas. La existencia de unas zonas de confort significa que la sensación de confort es variable según los individuos.



**Figura 1.10.** Zonas de confort de temperatura y humedad de aire en interiores. Estas zonas se aplican a personas con ropa propia de verano o de invierno y con actividades sedentarias. (Reproducida con permiso del *Fundament's ASHRAE HANDBOOK* de 1985.)