

LAS CONDICIONES AMBIENTALES

Consideraciones fundamentales

por Domènec del Pozo

EL AMBIENTE.

Podemos definir el ambiente como un conjunto de criterios físicos que caracterizan el fluido o medio en el cual se desarrolla un organismo.

En un local donde se encuentran alojados animales, se producen:

- Intercambios térmicos entre sus organismo, los fluidos entre los que se encuentran, así como entre los diferentes objetos contenidos en dicho local o recinto.
- Una polución del aire, producido por los animales.
- Diversas interacciones entre el ambiente del local y la actividad vital de los animales.

EL AIRE Y SUS CARACTERISTICAS.

El aire que respiramos, está formado por una mezcla de distintos gases, y contiene una determinada cantidad de vapor de agua. Desde el punto de vista químico, la composición aproximada es la siguiente:

	Aire fresco	Aire respirado
Oxígeno	21 %	16 %
Nitrógeno	76 %	76 %
Gases raros	1 %	2 %
CO ₂	0'038 %	5 %
CO	0'003 %	0'003 %
Vapor de agua.	variable	variable

Los criterios físicos que lo definen son:

1. El peso específico, que se define como el de un metro cúbico de gas, a 0°C y a la presión de 760 mm.Hg. El peso específico depende de la temperatura y, disminuye, con la elevación de ésta.
2. El volumen específico, que es el ocupado por 1 Kg. de gas (considerando el aire como un gas), a 0°C. y a la presión atmosférica.
3. La temperatura (t); que, objetivamente, se suele medir en grados Celcius o centígrados. Si se toma como punto de partida el cero absoluto (-273°C.) (cero absoluto = temperatura del helio líquido), la temperatura absoluta de un cuerpo es $T = 273 + t$, y se expresa en grados Kelvin o Rankin (°K ó °R).
4. La presión (tensión): Se expresa en milímetros de columna de mercurio, ó en milímetros de columna de agua.

1 mm. Hg. = 13,6 mm. c.a.

La presión de aire húmedo, es igual a la suma de presiones del aire seco y de la presión parcial del vapor de agua, si éste ocupara sólo el volumen ocupado por el aire húmedo.

$$P(ah) = P(as) + P(vap)$$

Supongamos un local o recinto lleno de aire seco donde, por un sistema cualquiera, se introduce agua. El agua se vaporizará y quedará en forma de vapor, hasta que la presión de saturación para la temperatura dada no sea alcanzada; cuando dicha presión se alcance, si se introduce una cantidad de agua superior a aquella que el aire pueda absorber, podremos observar que quedará una cierta cantidad de agua sin evaporar.

°C.	-5	0	20	50	80	100
Presión en mm. Hg.	3'10	4'58	17'51	92'3	355'1	760

Fig. 1. – Tabla de presiones de saturación.

Si en un recinto donde el aire se encuentra saturado, se hace variar la presión, se observa que si esta aumenta, se produce una condensación; si la presión disminuye, el aire puede absorber una mayor cantidad de vapor de agua. A una cierta temperatura dada, la presión parcial del vapor de agua corresponde a una cantidad de vapor de agua, también dada.

5. El estado higrométrico, que se mide por una relación de porcentaje.

$$HR = \frac{\text{presión real} \times 100}{\text{presión de saturación}}$$

lo cual es equivalente a

a:

$$HR = \frac{\text{cantidad de vapor real} \times 100}{\text{cantidad saturante}}$$

6. El calor específico, que puede definirse como la cantidad de calor necesario para elevar la temperatura de 1 Kg. de un cuerpo, en 1°C.

- Calor específico del vapor de agua 0'46 Kcal.
- Calor específico del aire seco 0'24 Kcal.

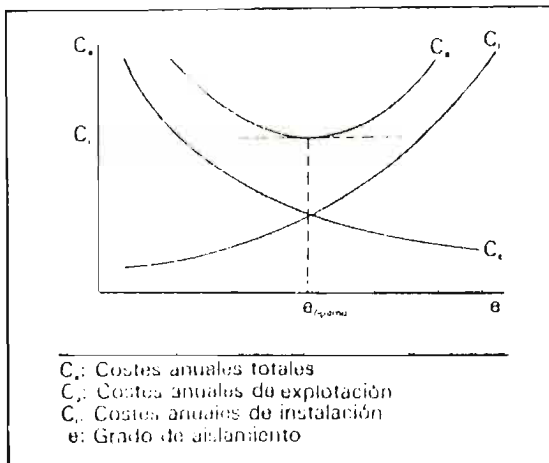
7. La cantidad de calor del aire -llamada, en determinadas condiciones, entalpía-: Es la suma de las cantidades de calor necesarias para elevar la temperatura del aire húmedo (1 Kg.), desde 0°.C., hasta la temperatura t, es decir, para elevar 1 Kg. de aire seco y X Kgs. de agua en forma de vapor, desde 0°.C., hasta t°.C. Para vaporizar 1 Kg. de agua hay que aportar 597 Kcal. (calor latente de vaporización).

$$0.24 t + X(0.46 + 597) =$$

cantidad de calor de 1 Kg. de aire, conteniendo X Kgs. de vapor de agua.

Los principales parámetros del aire, pueden obtenerse en los diagramas psicrométricos del mismo. Gracias a estos ábacos, conociendo dos parámetros del aire, se pueden definir los demás y resolver los principales problemas del estado del aire, que pueden darse en el estudio y realización de ambientes determinados. Por ejemplo, podríamos preguntarnos: ¿Cuál es la temperatura del punto de rocío?

Se conoce el mecanismo del fenómeno del rocío. El aire húmedo tiene un contenido de vapor de agua, prácticamente constante pero, a causa de la variación de la temperatura durante las 24 horas del día, el grado higrométrico varía y es menor durante las horas cálidas. Durante la noche, la corteza terrestre y los objetos se enfrían, a causa de la radiación hacia el espacio. Si la temperatura de los objetos baja, acercándose a la temperatura correspondiente a la presión de saturación, se observa sobre las superficies la formación de gotitas de agua, que provienen de la condensación del vapor del aire; el mismo fenómeno se produce en los locales cerrados, y se manifiesta por las molestas y perjudiciales condensaciones.



Determinación del grado de aislamiento óptimo.

INTERCAMBIOS TERMICOS.

Desde el punto de vista térmico, al estudiar el ambiente, deben considerarse los aportes y las pérdidas.

Aportes:

1. De las instalaciones interiores.

Algunas destinadas a muy diversos usos (motores,

iluminación, etc.), desprenden calor por el solo hecho de su funcionamiento; otras, están especialmente concebidas para producir calor (instalaciones de calefacción).

2. De los animales.

El organismo animal está caracterizado por la necesidad fisiológica de mantener constante una cierta temperatura interna, siendo ésta, característica de la especie. Es, asimismo, función de la edad y presenta, además, ligeras variaciones de individuo a individuo.

Los diversos fenómenos vitales, así como el trabajo, producen energía calorífica -entre otras-, que el organismo debe disipar, so pena de ver elevarse su temperatura hasta un nivel donde la vida no es posible. Por la misma razón, si esta disipación de calor es excesiva, el organismo puede enfriarse de forma exagerada y resultar, también amenazado de muerte. (En lo que concierne al hombre, se considera que la temperatura óptima del hábitat, es alrededor de 18 a 20°C. Esta temperatura óptima es variable, en función, entre otros factores, del trabajo que se desarrolla y de los vestidos).

Aportes y Pérdidas:

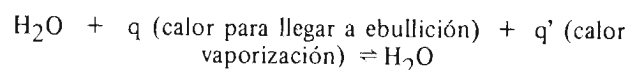
Podemos considerar el organismo animal (superficie corporal), como un cuerpo caliente y húmedo; los intercambios térmicos entre dicho organismo y el ambiente de su entorno, se producen por:

- Radiación recíproca entre éste y las paredes y objetos que lo rodean, hasta el establecimiento del equilibrio térmico.
- Conducción: transferencia directa, de cuerpo a cuerpo, del calor, hasta el equilibrio térmico.
- Convección: las moléculas de aire transportan el calor, siguiendo los movimientos debidos a las diferencias de densidad, hasta encontrar el equilibrio térmico.
- Evaporación.

Un organismo animal, emplazado dentro de un recinto cerrado cualquiera, tiende a estar en equilibrio térmico, de tal forma que el balance de pérdidas y ganancias, convección y evaporación sea nulo.

El calor emitido por los animales, se presenta bajo dos formas: calor sensible y calor latente.

- El calor sensible, es la cantidad de calor transmitido por el organismo al ambiente, siguiendo las tres formas de transmisión del calor: conducción, convección y radiación. Esta transferencia se efectúa por la superficie del organismo y es proporcional a dicha superficie.
- El calor latente, representa la cantidad de calor dispensado por el animal, para vaporizar la cantidad de agua que el mismo desprende por su respiración. Recordemos en este sentido que:



3. De las paredes:

Las paredes no son totalmente estancas, ya que se dejan atravesar por el flujo térmico, cuyo sentido de paso va siempre del ambiente de temperatura más alta, hacia el de temperatura más baja. En invierno, cuando la temperatura exterior es menor, se producen pérdidas caloríficas. En verano, a causa de la insolación, la temperatura de la cara

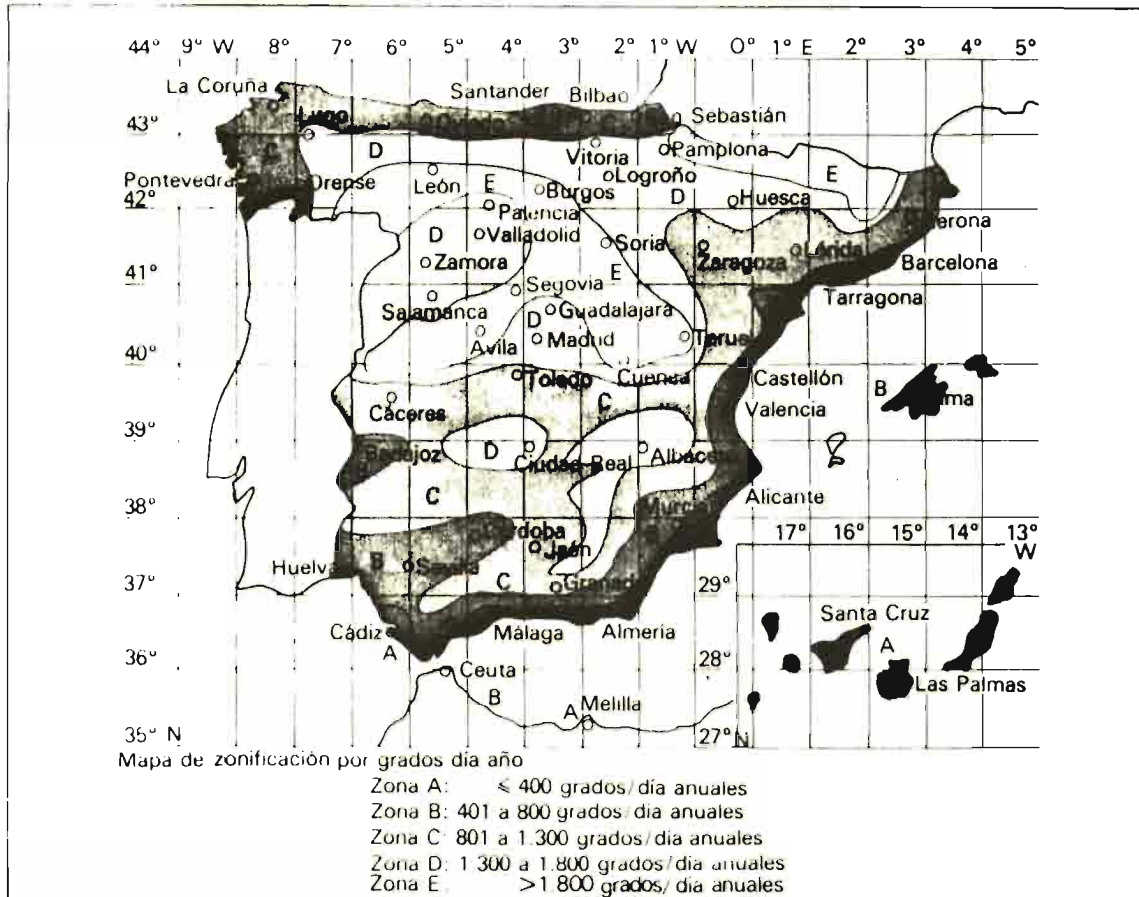


Figura 1

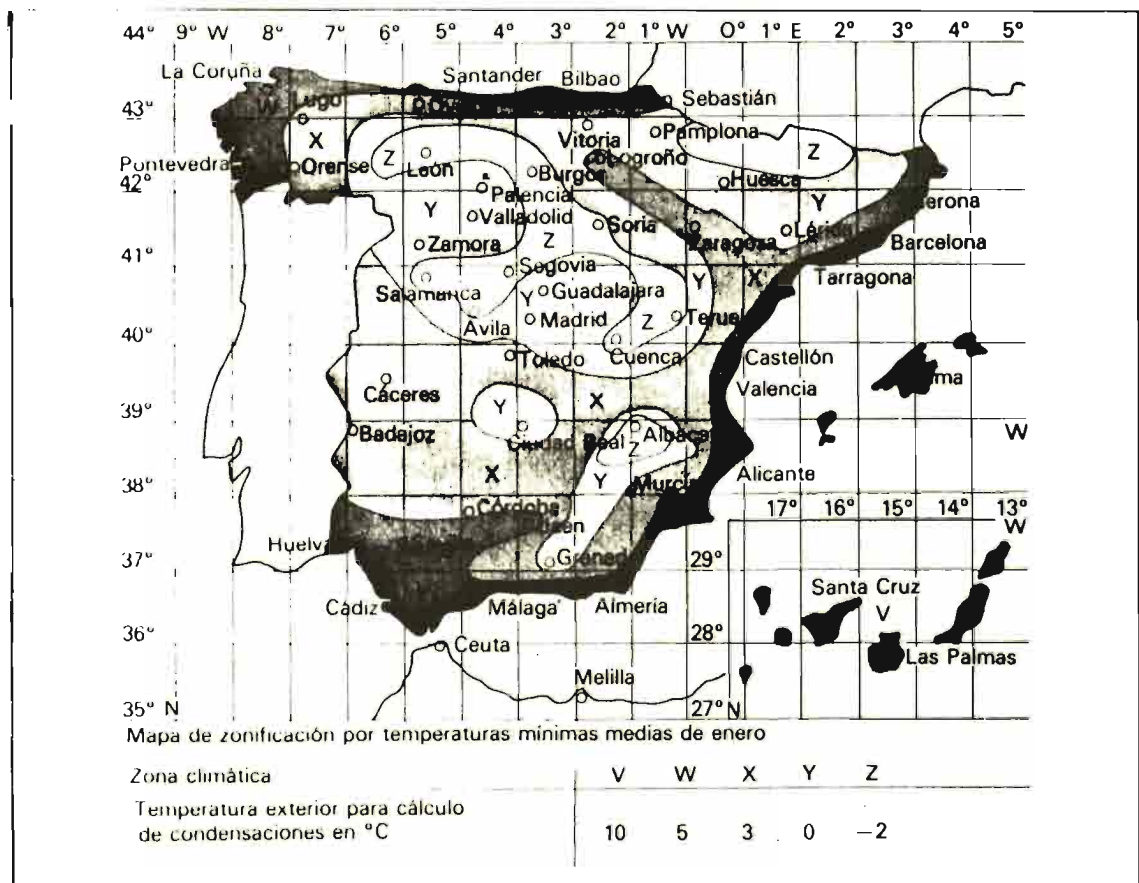


Figura 2

externa de las paredes es más elevada que la de la cara interna; se produce pues, una elevación de temperatura de ésta última que será, a su vez, transmitida al ambiente por conducción, convección y radiación.

4. De la ventilación:

A causa de la renovación del aire interior por aire exterior, podemos constatar aportes de calor, si el aire exterior se encuentra a una temperatura superior a la del interior y, pérdidas, en caso contrario. Podemos expresar algebraicamente los diversos fenómenos térmicos de un local, por medio de un balance térmico:

$$Q = q \text{ (equipos)} + q' \text{ (animales)} \pm q'' \text{ (paredes)} \pm q''' \text{ (ventilación/calefacción)}$$

en el cual se cumplirá que:

- Si: $Q = 0$ Se trata del equilibrio térmico y el local mantendrá su temperatura.
- $Q > 0$ Se producirá un aumento de la temperatura del interior del local.
- $Q < 0$ Se producirá una disminución de la temperatura del interior del local.

TABLA I

Valores máximos de K en kcal/h m² °C (W/m² °C)

Tipo de cerramiento		Zona climática según figura 2			
		V y W	X	Y	Z
Cerramientos exteriores	Cubiertas	1,20 (1,40)	1,03 (1,20)	0,77 (0,90)	0,60 (0,70)
	Fachadas ligeras (200 Kg./m ²)	1,03 (1,20)	1,03 (1,20)	1,03 (1,20)	1,03 (1,20)
	Fachadas pesadas (200 Kg./m ² .)	1,55 (1,80)	1,38 (1,60)	1,20 (1,40)	1,20 (1,40)
	Forjados sobre espacio abierto	0,86 (1,00)	0,77 (0,90)	0,69 (0,80)	0,60 (0,70)
Cerramientos con locales no calefaktados	Paredes	1,72 (2,00)	1,55 (1,80)	1,38 (1,60)	1,30 (1,60)
	Suelos o techos	- (-)	1,20 (1,40)	1,03 (1,20)	1,03 (1,20)

TABLA II

Valor límite máximo de K_G en kcal/h m² °C /W/m² °C)

Tipo de energía para calefacción	Factor de forma f (m ¹)	Zona climática según figura 1				
		A	B	C	D	E
Caso I Combustibles sólidos, líquidos o gaseosos	0,25	2,10 (2,45)	1,61 (1,89)	1,40 (1,61)	1,26 (1,47)	1,19 (1,40)
	1,00	1,20 (1,40)	0,92 (1,08)	0,80 (0,92)	0,72 (0,84)	0,68 (0,80)
Caso II Edificios sin calefacción o calefaktados con energía eléctrica directa por efecto Joule	0,25	2,10 (2,45)	1,40 (1,61)	1,05 (1,19)	0,91 (1,05)	0,77 (0,91)
	1,00	1,20 (1,40)	0,80 (0,92)	0,60 (0,68)	0,52 (0,60)	0,45 (0,52)

TABLA III

Coefficiente a en kcal/h m³ °C (W/m³ °C)

Tipo de energía para calefacción	Zona climática según figura 1				
	A	B	C	D	E
Caso I Combustibles sólidos, líquidos o gaseosos	0,30 (0,35)	0,23 (0,27)	0,20 (0,03)	0,18 (0,21)	0,17 (0,20)
	0,30 (0,35)	0,20 (0,23)	0,15 (0,17)	0,13 (0,15)	0,11 (0,13)
Caso II Edificios sin calefacción o calefaktados con energía eléctrica directa por efecto Joule	0,30 (0,35)	0,20 (0,23)	0,15 (0,17)	0,13 (0,15)	0,11 (0,13)
	0,30 (0,35)	0,20 (0,23)	0,15 (0,17)	0,13 (0,15)	0,11 (0,13)

POLUCION DEL AIRE.

La mayoría de las actividades vitales, consisten en transformar la energía en trabajo, por medio de reacciones químicas de oxidación -análogas a las de las combustiones-, a causa de las cuales es preciso, de una parte, proveer de oxígeno y, de otra, eliminar los residuos de la reacción: gas carbónico (CO₂), agua, (H₂O) y calor.

El oxígeno circula a través del organismo por el torrente sanguíneo, utilizando como soporte la hemoglobina; es a nivel del pulmón donde se realiza la eliminación del CO₂ sanguíneo y el aprovechamiento del oxígeno.

Las excretas (heces y orina), se descomponen y fermentan, con producción de gases tales como el amoníaco (NH₃), el anhídrido sulfuroso (SH₂), el metano (CH₄), así como productos de la serie aromática: indol, escatol, manol, etc. Todos estos productos tienen en común el ser más o menos malolientes, tóxicos o irritantes, en función de su composición y de su concentración. Algunos, incluso, mezclados con proporciones determinadas de aire, pueden ser detonantes (en fosas profundas, el metano, por ejemplo).

La condensación juega un papel importante en el transporte de gérmenes de un local a otro. De igual forma, en los vestidos del hombre que permanece en un local contaminado, con una temperatura tal que puede producirse condensación, los gérmenes se fijarán sobre esos vestidos, que servirán de soporte y de vector, hasta un nuevo local en el que serán, sin duda, recirculados por los mismos movimientos del aire.

Aparte de esta polución por los animales y por el hombre, conviene señalar que los equipos de calefacción funcionan, generalmente, por combustión, consumiendo oxígeno y empobreciendo el ambiente de este elemento. En aquellos equipos de calefacción que funcionan a base de llama libre, se produce también desprendimiento de gas carbónico y de agua, que aumentan los producidos por la respiración.

Desde el punto de vista de la higrometría, la actividad respiratoria de los ocupantes, la evaporación de una cierta cantidad de líquidos procedentes de las deyecciones, del agua de limpieza o la de alimentación, enriquecen, también, el ambiente en vapor de agua.

LA RELACION ENTRE AMBIENTE Y LOS PROCESOS VITALES.

1.— Aspectos sanitarios.

El aire contiene siempre en suspensión partículas inertes o vivas, cuya cantidad es función del lugar (densidad de población, circulación, actividades humanas, industrias, calefacción, etc.).

Las partículas inertes son de origen inorgánico (partículas de carbón, metálicas, o procedentes de la disgregación del suelo y de las rocas), y de origen orgánico (polvos de origen vegetal o animal, pelos, células muertas, etc.). Estas partículas, forman lo que nosotros de una manera muy general, denominamos "polvo". Normalmente, no existen en gran cantidad en la atmósfera.

De dimensiones y formas extremadamente variables, se ponen en movimiento por medio de una acción mecánica (movimientos del aire, vientos, movi-

mientos de convección, circulación, limpieza, etc.), quedando en suspensión un lapsus de tiempo, más o menos largo, en función de su peso.

Las partículas vivas, están representadas por una serie de organismos de orden microscópico: hongos, levaduras, bacterias y virus. Se pueden distinguir dos tipos de partículas vivas:

- a) Las partículas patógenas, específicas para cada enfermedad, en la que ellas son el agente causal.
- b) Las partículas saprófitas (parásitos), en general no patógenas, pero que en ciertas condiciones pueden serlo, y que constituyen una fuente permanente de patogeneidad potencial.

Después de las experiencias de Pasteur, sabemos que el aire sirve de vehículo a los gérmenes. El contenido en gérmenes de la atmósfera es muy variable; en un local cerrado, los animales enfermos, aparentemente sanos, eliminan gérmenes saprófitos o patógenos por las diferentes vías de excreción (heces, orina, saliva, y mucosidades de las vías respiratorias). Estos gérmenes viven y se multiplican si las condiciones del medio son las adecuadas; en caso contrario, pueden presentar formas latentes o de resistencia, ser destruidas, o ver su acción patógena atenuada.

Para vivir y alimentarse, los gérmenes tienen necesidad de una fuente de energía, de proteínas y de agua; un medio caliente y húmedo resulta favorable a la conservación, la multiplicación y la potenciación de su poder patógeno. Hoy se admite que el contagio por vía aérea (pulmonar) es, de entre todas las diferentes formas de contagio, la más eficaz (entendiéndose por contagio, la transmisión del agente infeccioso al animal).

Los gérmenes eliminados por los animales domésticos, pueden presentarse en forma de pequeñas "gotitas" microbianas o de polvos secos; las primeras, pueden ser eliminadas directamente por los animales, a través de una simple acción mecánica (estornudos, toses), o provenir de gérmenes depositados en suelos, equipos, etc., que son deshidratados por la acción de los sistemas de ventilación y de calefacción, y puestos en suspensión por medio de esa misma acción mecánica. Estos gérmenes son, generalmente, fijados al polvo en suspensión que les sirve de soporte, llegando de esta forma a las capas de aire caliente y húmedo que se encuentran en la parte alta del local, donde al condensar la humedad, quedan envueltos en una fina película de agua.

El organismo está preparado para defenderse de las contaminaciones, pues las vías respiratorias altas, están tapizadas por un epitelio dotado de cilios que forman un auténtico filtro; no obstante, si bien es cierto que la barrera epitelial fija y retiene el polvo y los gérmenes "secos", las pequeñas gotitas microbianas, a causa de su esfericidad y de su tensión superficial, la atraviesan fácilmente.

2.— Aspectos físicos y biofísicos:

Tenemos la costumbre de caracterizar el ambiente de un local por su temperatura, tomada con un

termómetro seco ordinario pero, en general, se aprecia por la sensación de confort. Esta sensación de confort, se sitúa en el punto de equilibrio donde la producción de calor del organismo, es igual a sus pérdidas. Toda desviación de la sensación de confort, provoca una sensación de malestar, que pone en marcha el sistema de regulación homeotérmica.

Cuando la desviación es negativa (descenso de temperatura), la diferencia de temperatura entre el ambiente y la superficie corporal aumenta; en consecuencia, las pérdidas se acrecientan y el organismo tenderá a orientar la desviación a su valor inicial:

- descendiendo su temperatura superficial, por reducción de la circulación sanguínea periférica.
- si esto es insuficiente, aumentando su producción calórica (trabajo muscular, ingesta de alimentos, etc.).

Inversamente, si la desviación es positiva (aumento de la temperatura), la diferencia entre el ambiente y la de la superficie corporal disminuye. El organismo tenderá entonces a restablecer esta desviación:

- aumentando su temperatura superficial, por aceleración de la circulación sanguínea periférica.
- reduciendo la producción calórica.
- eliminando una cierta cantidad de calor, por evaporación de una cierta cantidad de agua, ya sea a través de la superficie de la piel (transpiración), o bien, a nivel del pulmón (ventilación pulmonar).

Resulta muy difícil definir un ambiente, con los criterios objetivos que corrientemente utilizamos (temperatura-higrometría).

El problema está en tratar de caracterizar -precisamente-, la desviación (en más o menos), por referencia a la sensación de confort.

La sensación de calor que recibe un animal, es función de:

- La temperatura seca del aire (t_s).
- La temperatura radiante media de las paredes (R).
- La velocidad del aire (v).
- El grado higrométrico (HR).

y se expresa en ° Misserard, temperatura resultante (t_r).

Por definición, la temperatura resultante, es la indicación idéntica de los termómetros seco y húmedo, en un recinto donde el aire está saturado y en reposo, y en el que la temperatura media radiante de las paredes, es igual a la temperatura del aire. Dos locales o recintos equivalentes (produciendo la misma sensación de calor), se ven afectados por la misma temperatura resultante. No obstante, si hacemos una abstracción con respecto a la evaporación, la sensación de calor no dependerá más que de la temperatura seca del aire, y de la temperatura media de las paredes.

Se llama temperatura seca resultante (T_{sr}) de dicho local, a la temperatura del recinto equivalente (que provoca la misma sensación de calor), en el que las paredes están a la misma temperatura que el aire, manteniendo idénticos los demás parámetros (higrometría y velocidad).

Es interesante remarcar, que las diversas modificaciones fisiológicas del organismo (ritmo cardiaco, respiratorio, temperatura de la piel, emisión de vapor de agua o de CO₂), son idénticas para una misma temperatura resultante.

El material necesario para determinar con cierto rigor los criterios para el estudio del ambiente, es:

- Un psicrómetro sonda, que se compone de un termómetro seco y de uno húmedo, y que permite determinar la t_s del aire, la t_s del mismo, así como determinar la higrometría.
- Un termómetro resultante seco, que se compone de un termómetro seco sumergido en una bola metálica, pintada de negro mate, y que permite medir la influencia de la radiación.
- Un anemómetro, que indica la velocidad del aire.

Un ábaco permite, en función de estos diversos parámetros, determinar la temperatura resultante de un recinto determinado.