

TEMA 10

ÍNDICES Y DIAGRAMAS BIOCLIMÁTICOS

Introducción

Para garantizar su salud física, las personas deben mantener la temperatura interna de su cuerpo dentro de unos límites bastante estrechos (Fernández, 1996). En el medio ambiente interior, la temperatura y la humedad relativa son los factores más importantes, mientras que en el medio ambiente exterior es necesario agregar el efecto del viento y la radiación solar. Así mismo, se pueden utilizar diversos índices de confort dependiendo de la estación del año o del tipo de clima del lugar, y si es que éste se encuentra más expuesto al calor o al frío (Campos et al. 2005).

Los índices bioclimáticos tienen la finalidad de encontrar la relación entre los elementos del tiempo atmosférico y el confort térmico humano, definiendo a este último como la ausencia de malestar con el ambiente térmico existente (Torres, 2010). El confort térmico está directamente relacionado con la humedad, viento, temperatura y radiación solar del ambiente, así como con el tipo de actividad física, la vestimenta y el metabolismo de cada individuo.

Entre los índices bioclimáticos más comunes se encuentran los siguientes:

Temperatura efectiva

La Temperatura efectiva es la representada por el efecto combinado de la temperatura ambiente, la humedad relativa y el movimiento del aire, en la sensación de calor o frío que percibe el cuerpo humano, equivalente a la temperatura del aire en reposo que produce un efecto idéntico.

Para el cálculo de este índice son necesarios los datos de temperatura del bulbo húmedo y del bulbo seco.

$$TE=0.4 (Tbs+Tbh)+4.8$$

Donde

Tbs= temperatura del bulbo seco

Tbh= temperatura del bulbo húmedo.

Ejercicio guiado

Datos (Junio):

Bulbo húmedo: 15.8°C

Bulbo seco: 21.5°C

Velocidad del viento: 8.5 m/s

Presión: 810.3 mb

	Consta nte	Tbs	Tbh	Suma Tbh+Tbs	Multiplicación por constante	Suma consta nte	Consta nte	Resulta do
TE	0.4	21.5	15.8	37.3	14.92	19.72	4.8	19.72

Temperatura aparente

La Temperatura aparente es la sensación térmica que percibe el cuerpo humano dependiendo de la temperatura del aire y la velocidad del viento.

$$Ta=-2.7+1.04 (T) + [2(e)]-0.65v$$

Donde

T=temperatura del bulbo seco

e=presión de vapor

v=viento

Para el cálculo de e (presión de vapor) es necesario resolver lo siguiente:

$$e = esbh-AP (Tbs-Tbh)$$

Tbs = temperatura del bulbo seco

Tbh = temperatura del bulbo húmedo.

P = presión

A = constante equivalente a 0.00079

esbh = $8.51 + 0.037 (Tbh)^2$

Ejercicio guiado

Datos (Enero):

Bulbo húmedo: 9.7°C

Bulbo seco: 15.2°C

Velocidad del viento: 8.0 m/s

Presión: 811.0 mb

Ta	Constante	Constante	Bulbo húmedo	Cuadrado Tbh
$esbh = 8.51 + 0.037 (Tbh)^2$	8.51	0.037	15.8	94.09

Multiplicación de la constante por el cuadrado de la Tbh	Suma de la constante al resultado de operación anterior	Resultado esbh
3.48133	11.99133	11.99133

Cálculo presión de vapor	esbh	Constante A	Presión	Tbs	Tbh	Tbs-Tbh
$e = esbh - AP (Tbs - Tbh)$	11.99133	0.00079	811	15.2	9.7	5.5

Presión constante por	AP (Tbs-Tbh)	esbh-AP (Tbs-Tbh)	Resultado e
0.64069	3.523795	8.467535	8.5

Constante	constante	Tbs	e	Constante	Viento
2.7	1.04	21.5	8.5	0.65	8

[2(e)]	0.65v	[2(e)]-0.65v	1.04 (T)	2.7+1.04 (T)	Resultado
17	5.2	11.8	22.36	19.66	34.16

Temperatura Resultante

En 1937 Missenard definió a la temperatura resultante (TR) como el equivalente a la temperatura del aire en calma que experimentaría un sujeto sedentario, sano, a la sombra, vestido con ropa de trabajo, si la humedad relativa fuera del 100% (Jáuregui et al. 2008). Su expresión matemática es:

$$TR = T_{bs} - 0.4(T_{bs} - 10) \left(1 - \frac{HR}{100}\right)$$

Donde T_{bs} es la temperatura del bulbo seco en grados centígrados y HR la humedad relativa en porcentaje. En la siguiente tabla se describen las sensaciones de confort de acuerdo con el resultado de la temperatura resultante.

Escala de sensaciones	
2-12	Muy frío
13-16	Frío
16-19	Fresco confortable
19-24	Neutro cómodo
24-26	Umbral superior de la comodidad
27-30	Caluroso
30-32	Bochorno calor extremo

La zona de confort, independientemente de la temperatura, debe estar limitada a humedades que no excedan el 85% y no descendan del 25%. Una humedad muy alta dificulta la respiración, mientras que una muy baja irrita la garganta (Croiset, 1976).

Ejercicio guiado

Encuentre la temperatura resultante del mes de julio para Toluca (datos promedio).

Datos: T_{bs} : 14°C, HR : 71%

$$TR = T_{bs} - 0.4(T_{bs} - 10) \left(1 - \frac{HR}{100}\right)$$

$$TR = 14 - 0.4(14 - 10) \left(1 - \frac{71}{100}\right)$$

$$TR = 14 - 0.4(14 - 10)(0.29)$$

$$TR = 14 - 1.16(0.29)$$

$$TR = 14 - 0.3364$$

$TR = 13.66$ De acuerdo con la escala de sensaciones, el resultado es FRIO.

Poder Refrigerante del Viento

Este índice combina la temperatura medida y la velocidad del viento (Campos et al. 2005). En 1945, Siple y Passel determinaron experimentalmente el enfriamiento que se producía en un cilindro de plástico lleno de agua, a diferentes velocidades del viento y bajo distintas temperaturas (Fernández, 1996). Al aplicarlo al cuerpo humano la expresión que relaciona estas variables es:

$$W = (10.9\sqrt{v} + 9 - v) (33 - t)$$

En la que W es el poder refrigerante del aire expresado en $\text{kcal}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{h}^{-1}$; v es la velocidad del viento en m/s ; y t la temperatura del aire en $^{\circ}\text{C}$.

Sensaciones de confort según Siple y Passel			
W	Notación	Confortabilidad	Descripción
0-149	-2	Hipotónico	Se desencadena la termolisis, el bienestar sólo se alcanzaría mediante la cesión de calor.
150-299	-1		
300-599	0	Confortable	Relajantes. Estrés cutáneo nulo, no entra en funcionamiento ningún mecanismo de autorregulación.
600-899	+1	Hipertónico	Se requiere calor, por lo que se inicia un proceso de termogénesis, el valor del índice es positivo y creciente (+1 y +2)
900-1999	+2		

Ejercicio guiado

Determine el poder refrigerante del viento del mes de enero para Toluca (datos promedio).

Datos: $T = 8.9$; $v = 7.1$ m/s

$$W = (10.9\sqrt{v} + 9 - v)(33 - t)$$

$$W = (10.9\sqrt{7.1} + 9 - 7.1)(33 - 8.9)$$

$$W = (29.04 + 9 - 7.1)(24.1)$$

$$W = (30.94)(24.1)$$

$W = 745.65$ De acuerdo con la tabla de sensaciones, el resultado es HIPERTÓNICO +1.

Ejercicio

Obtener la Temperatura Efectiva, Temperatura Aparente, Temperatura Resultante y el Poder Refrigerante del Viento a partir de los siguientes datos:

Datos (Junio):

Bulbo húmedo: 15.8°C

Bulbo seco: 21.5°C

Velocidad del viento: 8.5 m/s

Presión: 810.3 mb

Resultados: Temperatura Efectiva = Temperatura Aparente = Temperatura Resultante = Poder Refrigerante del Viento =

Bibliografía

- ✚ Campos, Alicia; Alicia Capelli; Cintia Piccolo. 2005. El Clima Urbano de Bahía Blanca. Editorial Dunken. Buenos Aires, Argentina. 184pp.
- ✚ Croiset, Maurice. 1976. Humedad y temperatura en los edificios: Condensaciones y confort térmico de verano y de invierno. Editores técnicos asociados. Segunda edición. Barcelona. 247pp.

- ✚ Fernández, F. 1996. Manual de Climatología aplicada. Clima, medio ambiente y planificación. Espacios y sociedades. Serie mayor No. 2. España. 285pp.

- ✚ Jáuregui, Ernesto; Adalberto Tejeda; Elda Luyando; Mario Casasola y Guillermo García. 2008. Asentamientos humanos: Bioclima, isla de calor y consumo eléctrico (informe). Instituto Nacional de Ecología. México. 28pp.