

Índices de confort térmicos en la planeación de sitios turísticos

José Manuel Ochoa de la Torre*

Irene Marincic Lovriha**

Mario Antonio Urcelay Sánchez***

Resumen

En el presente trabajo se analiza la utilización de diferentes índices de confort térmico útiles para la evaluación de las condiciones climáticas en los sitios turísticos de México, presentándose un estudio de caso.

Introducción

El turismo es una de las industrias de mayor crecimiento en la actualidad en México y el mundo. Su tasa de crecimiento es superior a la de la economía en su conjunto, esto a pesar de amenazas como el terrorismo, desastres naturales, crisis económicas o la inseguridad y la incertidumbre política, ante los cuales se ha demostrado en diversos acontecimientos, que su proceso de recuperación ha sido mucho más ágil que el resto de las actividades económicas (SecTur, 2006).

El impacto del clima sobre el ser humano abarca prácticamente todos los aspectos de su vida, que van desde el tipo de viviendas que construye a la ropa que usa y a largo plazo puede incluso determinar su aspecto físico o su carácter. Entre las actividades influidas por los factores meteorológicos y climáticos están, sin duda, las de carácter económico, aunque, entre éstas, son las desarrolladas preferentemente al aire libre, como las actividades turísticas, las que se ven afectadas en mayor grado.

La evaluación de las condiciones de confort térmico de los usuarios de un sitio con vocación turística puede resultar útil para aprovechar el clima como recurso turístico natural y tomar decisiones en el proceso de planeación de los sitios turísticos a diferentes escalas, que van desde la ubicación geográfica, la planeación urbana, hasta el diseño arquitectónico y del paisaje.

El confort térmico, algunas definiciones

La sensación de bienestar térmico está definida, según normas internacionales, como la ISO7730:2005 (ISO, 2005) o la ANSI/ASHRAE Standard 55 (ASHRAE, 1992), como “el estado de ánimo que expresa satisfacción con el ambiente térmico”. Esta definición hace parecer a la sensación de confort térmico como subjetiva, es decir, como la opinión de un sujeto o persona sobre su sensación de frío o calor. Sin embargo no sólo es nuestro

estado de ánimo el que define si tenemos frío o calor y si estamos o no cómodos con esa situación. Saber si tenemos frío o calor es parte de un proceso cognitivo que integra muchos estímulos influidos por factores físicos, fisiológicos y psicológicos, entre otros.

En términos fisiológicos, la sensación de confort puede definirse como la situación en la que nuestro cuerpo está haciendo el menor esfuerzo para regular su temperatura interna, lo que involucra no sólo nuestro estado de ánimo, sino otros factores como la actividad que estemos realizando, la complejidad física, el sexo, la edad o la vestimenta.

También puede definirse en términos físicos, cuando el intercambio de calor entre el medio ambiente y nuestro cuerpo es suficiente para mantener su temperatura interna. Esto implica que en un balance térmico positivo nuestro cuerpo estará ganando energía, por lo tanto tendremos calor y si el balance es negativo estaremos perdiendo energía, entonces la sensación térmica será de frío.

Factores y parámetros que afectan el confort térmico

La sensación de confort térmico que tiene una persona en un espacio dado está influida por ciertos parámetros que se refieren a los aspectos físicos del lugar. Por un lado tenemos los parámetros ambientales, donde incluyen temperatura del aire, humedad relativa, velocidad y dirección del viento, radiación solar y temperatura radiante. Por otro lado, están las propiedades termo-físicas de los materiales y objetos que componen el sitio. Estos parámetros nos indican por ejemplo cuanta radiación solar es reflejada por el suelo o una pared, o cuanta es transmitida a través de una sombrilla de playa o la persiana de una habitación, así mismo nos darán información sobre la efectividad de una barrera de árboles para proteger un sitio del viento o si el aislamiento térmico de los muros de un edificio es apropiado.

Los factores personales, como su nombre lo indica, relacionan la sensación de confort con las características físicas y fisiológicas del sujeto, como sexo, edad, constitución corporal, actividad física, estado de salud e historial térmico.

También tenemos los factores arquitectónicos, que se refieren a la configuración espacial del sitio. Éstos cubren aspectos como la adaptabilidad del espacio, es decir, en qué medida el sujeto puede modificar los límites del espacio en el que se encuentra y los dispositivos de control de que dispone, como persianas, toldos, ventanas, aberturas, entre otros, que le permitirían hacer más confortable su espacio.

Y por último, los factores cognitivos. Se les ha denominado de esta manera porque nos indican el nivel de conocimiento del usuario sobre el sitio que habita y cómo se ha adaptado a éste. Incluyen el conocimiento del entorno y del clima, su vestimenta y sus expectativas de confort. En la tabla 1 se muestra cómo se relacionan los factores y parámetros descritos (Ochoa, 2009).

Tabla 1. Factores y parámetros que intervienen en la sensación de confort térmico

Parámetros de confort		Factores de confort		
Ambientales	Materiales	Fisiológicos	Cognitivos	Arquitectónicos
Temperatura del aire	Reflectividad	Sexo	Aclimatación	Movilidad del sujeto
Humedad relativa	Absortividad	Edad	Vestimenta	Dimensiones y proporciones del espacio

Velocidad del viento	Transmisividad	Constitución corporal	Expectativas de confort	Dispositivos de control pasivos
Radiación solar	Conductividad Térmica	Actividad	Conocimiento del clima	Dispositivos de control activos
Temperatura radiante	Emisividad	Estado de salud	Conocimiento del entorno	
	Capacitancia	Historial térmico		
		Tiempo de permanencia		

Durante el proceso de planeación y diseño de un sitio turístico es de suma importancia tomar en cuenta todos los factores de confort para plantear las estrategias de diseño, dependiendo por ejemplo del grupo de edad o género al que esté dirigido el proyecto, el tipo de vestimenta que usualmente llevará, si hará actividades deportivas o estará descansando y el tiempo que permanecerá en cada espacio, entre otros. Esto nos permitirá, por ejemplo, definir las especies vegetales y su acomodo en las áreas ajardinadas, el mobiliario para la zona de la piscina e inclusive conceptos de mayor escala como la orientación y el diseño de las ventanas del edificio de un hotel o el trazo general de la urbanización de un desarrollo vacacional. Para el caso de los espacios que cuenten con aire acondicionado, un estudio de confort puede ser útil para programar los termostatos, el horario y época de uso de los equipos con mayor precisión, así como establecer otras estrategias pasivas. Lo anterior no solo hace más comfortable la estadía del turista, lo que podría redundar en un mayor tiempo de estancia o en la reincidencia para futuras vacaciones, o bien mejorar los niveles de ocupación en las temporadas bajas; también significa ahorros importantes en los costos de operación, al hacer más eficiente el uso de la energía para acondicionamiento ambiental.

Evaluación del confort térmico

La manera más usual de evaluar el confort es mediante los llamados “índices de confort”. De acuerdo a la manera como están desarrollados y a los factores y parámetros que toman en cuenta, los índices de confort se puede clasificar en: empíricos, racionales e híbridos (Fernández 2003).

Los índices empíricos se basan en encuestas, donde se le hacen preguntas a una muestra representativa de personas sobre su sensación de confort y otros aspectos relacionados, como su vestimenta, sus expectativas o el tiempo que lleva en ese lugar, y se relacionan con mediciones simultáneas de los parámetros ambientales. Los índices racionales son los que utilizan modelos que calculan el balance térmico de una persona y lo relacionan con sus respuestas fisiológicas a distintas condiciones ambientales, para determinar su sensación de frío o calor. Por último tenemos los índices híbridos, éstos se determinan de manera racional y posteriormente se complementan con una relación empírica, o el caso inverso. Es un índice en que parte de un enfoque empírico, que se complementa con cálculos de transferencia de calor y respuestas fisiológicas. Existe una amplia bibliografía sobre el tema, autores como Victor Olgyay (1963), Baruch Givoni (1976) o P.O. Fanger (1972), son los pioneros de los índices racionales; muchos trabajos posteriores están fundamentados en alguno de estos tres autores.

Los índices de confort adaptativo

El enfoque más reciente para la evaluación de la sensación de confort, son los modelos adaptativos, que parten del principio de que si las condiciones ambientales, en este caso térmicas, no son las apropiadas para que los usuarios de un espacio dado estén confortables, estos pueden hacer los cambios necesarios (y de hecho los hacen) para sentirse térmicamente confortables.

Algunos de los cambios que los usuarios pueden realizar, serían incrementar o disminuir la cantidad de ropa, por ejemplo si hace frío ponerse un suéter, o cambiar la actividad física, por ejemplo frotarse las manos. Si el edificio lo permite, también sería posible hacer alguna adaptación, como abrir una ventana para ventilar o cerrar una cortina si entra demasiado sol, o bien moverse a una parte del espacio que tenga mejores condiciones.

La mayoría de estos índices relacionan la temperatura ambiente promedio mensual en el exterior (**T_o**) con la temperatura del aire que el usuario desearía tener en el interior de un edificio, a esta temperatura se le llama temperatura de neutralidad (**T_n**). Por lo regular los modelos se obtienen a partir de regresiones lineales de datos medidos, por lo que suelen tener la forma de la ecuación de una recta.

A partir del trabajo de Humphreys (1978) se han publicado multitud de modelos desarrollados para una diversidad de sitios con condiciones climáticas diferentes, quienes apoyan este tipo de modelos afirman que sería necesario hacer un modelo para cada localidad, incluso que se debería tener un modelo para cada grupo socio-económico-cultural. Gómez-Aspeitia et. al. (2007) hacen un amplio análisis y recopilación de estos modelos.

Evaluación del confort térmico en sitios turísticos, estudios de caso

A manera de ejemplo, se evaluarán diferentes casos utilizando índices de confort adaptativos. Los modelos desarrollados son válidos para grupos de personas de una población estable y más o menos aclimatada, sin embargo los sitios turísticos tienen visitantes que conforman un grupo humano cambiante y muy diverso social, cultural y económicamente hablando. Sin embargo, como turistas, las personas generalmente no permanecen en el sitio el tiempo suficiente para aclimatarse, además no realizan actividades ni usan la ropa que llevaría la población “normal” del sitio, así mismo sus expectativas de confort son también muy diferentes, en general son más tolerantes.

Espacios interiores

Dado que no existe un estudio realizado para este tipo de población en espacios interiores, se utilizará para el estudio de caso el modelo desarrollado por Humphreys y Nicol (2000) el cual está presentado en la ecuación 1:

$$T_n = 13.5 + 0.54 T_o$$

Ec. 1

donde **T_n** es la temperatura de neutralidad, es decir la temperatura del aire en el interior del edificio que los usuarios consideran confortable y **T_o** la temperatura del aire promedio mensual en el exterior. Para la **T_n** existe un rango en el que la temperatura puede fluctuar y se sigue considerando como confortable, según sus autores, para sujetos no aclimatados (como es el caso de los turistas) el rango es de $T_n \pm 2$ °C. En personas aclimatadas ese rango puede ampliarse considerablemente.

Este es un modelo de uso generalizado que demostró ser bastante preciso, según las evidencias mostradas por los autores. El modelo citado se seleccionó debido a que se desarrolló a partir de una base de datos muy amplia que abarca más de 21,000 encuestas aplicadas en 160 edificios de diversos tipos y 13 países alrededor del mundo (R. De Dear, 1997).

Espacios exteriores

Las condiciones de los espacios exteriores requieren un modelo más complejo, que involucre los parámetros ambientales medidos usualmente en las estaciones meteorológicas locales, como son temperatura del aire (°C), humedad relativa (%), velocidad del viento (m/s) y radiación solar (W/m²). Al contrario que en el interior de un edificio, estos parámetros no sólo varían con mayor rapidez, sino que lo hacen en órdenes de magnitud mayores, por lo mismo, la estimación del confort no se puede hacer con valores medios, sino que se tendrá que hacer con valores horarios, aunque se pueden usar los valores promedio de cada mes.

Para este caso se utilizará el modelo desarrollado por Nikolopoulou et. al. (2004). Este fue desarrollado en el marco de un proyecto europeo, que abarcó 7 ciudades de 5 países (Grecia, Italia, Inglaterra, Suiza y Alemania), con una muestra de 10,000 entrevistas horarias en las diferentes estaciones del año.

En lugar de la **T_n** este modelo utiliza lo que los autores llamaron *Actual Sensation Vote (ASV)* que es la sensación de confort basada en una escala de 5 puntos que va de muy frío en -2, a muy caluroso en +2. Las condiciones de confort corresponden a ASV = 0, sin embargo se considera que entre 1 y -1 las condiciones son aceptables, y el usuario puede adaptarse con los mecanismos anteriormente descritos.

El modelo se presenta en la ecuación 2:

$$ASV = 0.049 T_{air_met} + 0.001 Sol_met - 0.051 V_met + 0.014 RH_met - 2.079 \quad (Ec. 2)$$

donde:

T_{air_met} = temperatura del aire (°C)

Sol_met = Radiación solar (W/m²)

V_met = Velocidad del viento (m/s)

RH_met = Humedad relativa (%)

Todos los parámetros son los medidos en la estación meteorológica más cercana.

Estudios de caso

Como estudios de caso se seleccionaron dos de los centros turísticos más importantes de México, no sólo por su afluencia turística sino por la diversidad de turistas internacionales que los visitan, estos son Cancún Q. R. y

Los Cabos B. C. S. Sin embargo, a pesar de ser ambos destinos de playa tienen climas muy diferentes: cálido húmedo y cálido seco respectivamente.

Para cada caso se calculó la temperatura de neutralidad (T_n) para la temperatura media mensual (T_o) y el Actual Sensation Vote (ASV) y para los solsticios y equinoccios de un año promedio. Lo anterior se puede ver en las gráficas de la imágenes 1 a 4.

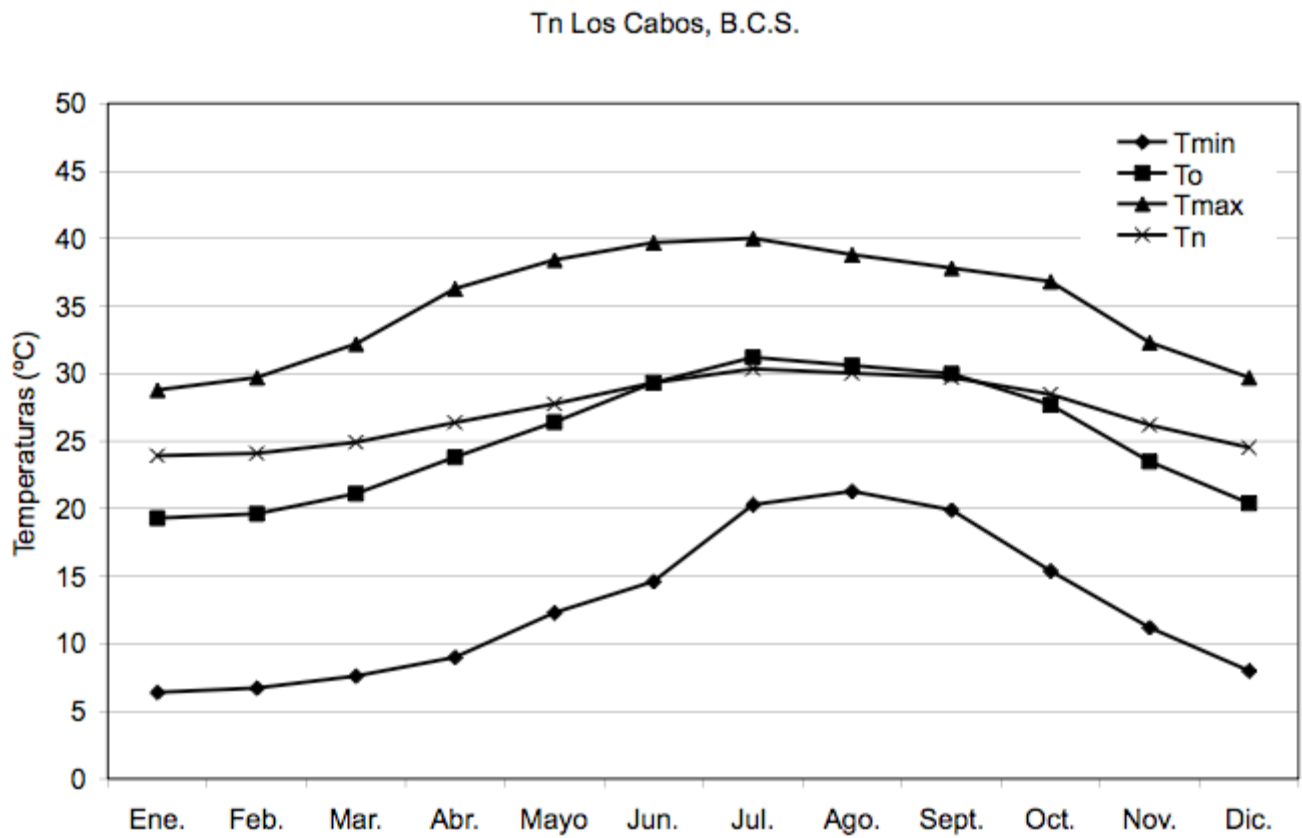


Figura 1. Tn calculada con la To mensual para Los Cabos

Tn para Cancún Q.R.

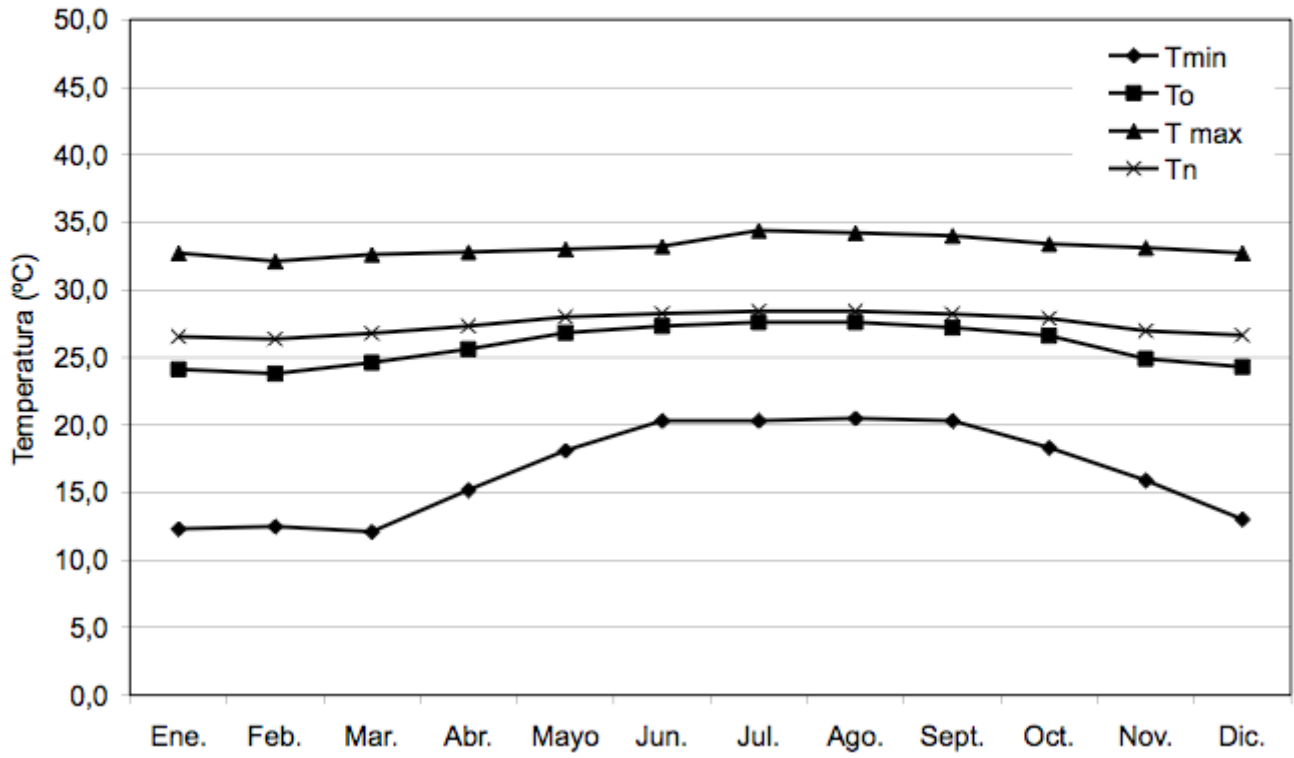


Figura 2. Tn calculada con la To mensual para Cancún

ASV para Los Cabos, B.C.S.

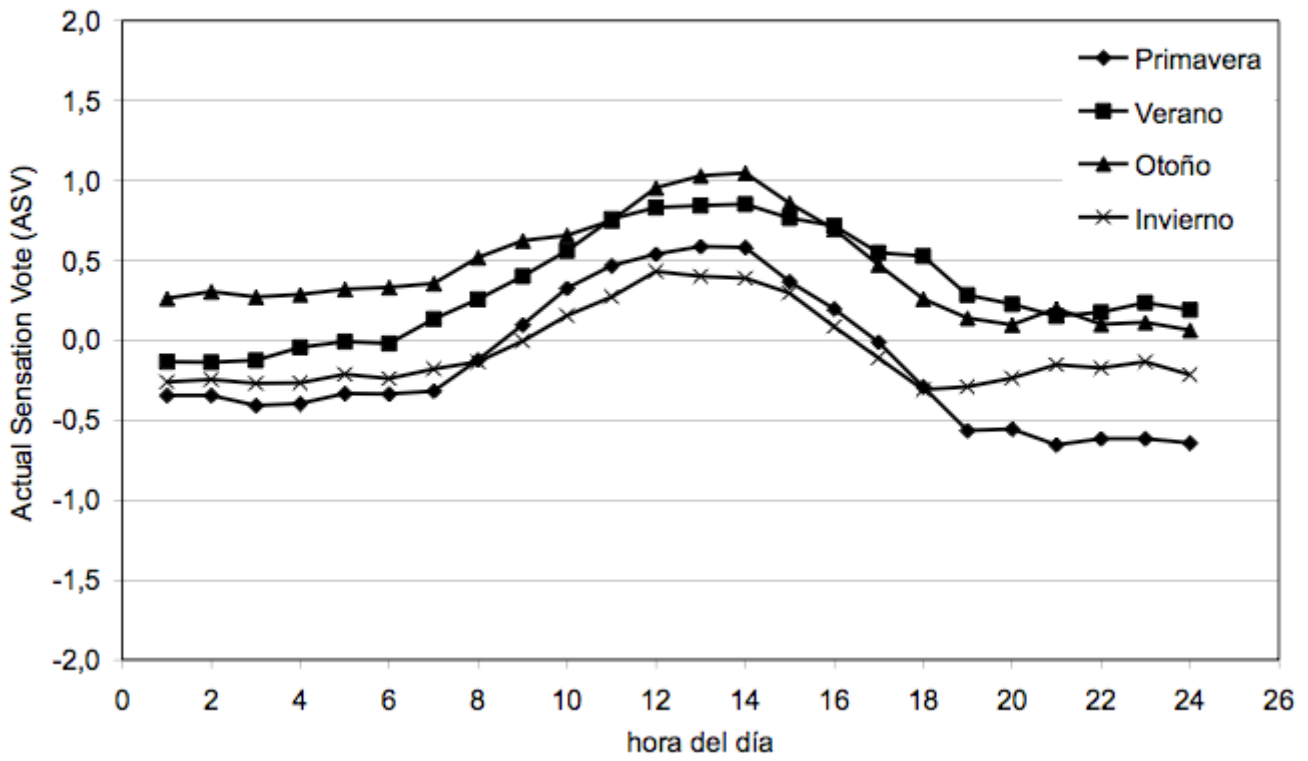


Figura 3. ASV calculado en los solsticios y equinoccios para Los Cabos

ASV para Cancun, Q. R.

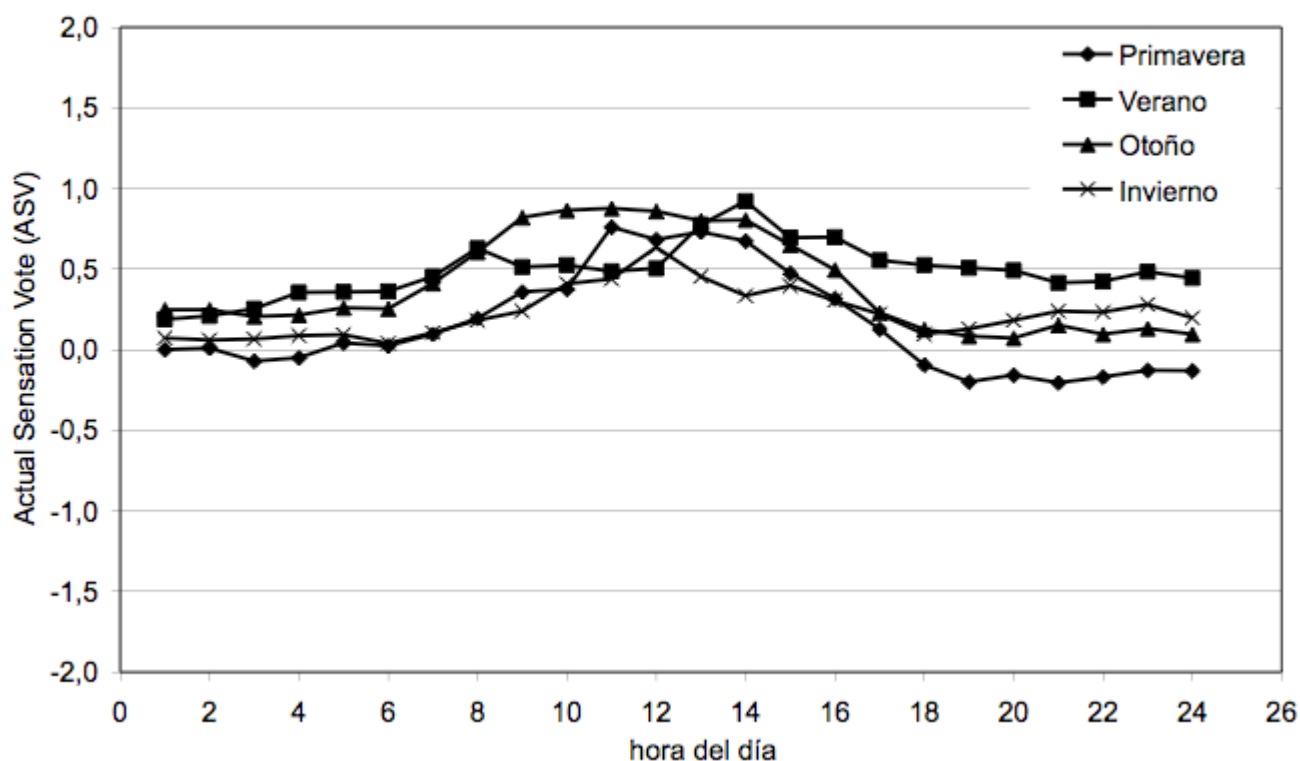


Figura 4. ASV calculado en los solsticios y equinoccios para Cancún

En las figuras 1 y 2 se pueden observar las diferencias entre los climas de los dos casos, en Los Cabos se aprecian marcados contrastes entre la temporada de invierno y verano, así como grandes diferencias entre las máximas y las mínimas, que llegan a ser casi de 20 °C. Esto se debe principalmente a la baja humedad del aire. Por otro lado la temperatura media queda fuera de la zona de confort, de $T_n \pm 2$ °C, sobre todo en invierno cuando la temperatura exterior desciende considerablemente, coincidiendo T_o y T_n durante el verano.

Por el contrario en Cancún, la diferencia entre las máximas y mínimas rara vez supera los 10°C y las temperaturas en general aparecen más estables a lo largo del año. En cuanto a la T_n , durante todo el año es superior a la T_o y salvo en invierno esta última se mantiene dentro de la zona de confort.

En las figuras 3 y 4 se muestran los resultados del cálculo del *Actual Sensation Vote (ASV)* para ambas localidades y se aprecian nuevamente las marcadas diferencias estacionales para Los Cabos con sensaciones en verano y otoño que van de caluroso a muy caluroso durante el día y noches frías o muy frías en invierno y primavera. En Cancún por el contrario la sensación es de ligeramente caluroso a caluroso durante prácticamente todo el año, salvo algunas noches frescas en invierno.

Cabe recordar que el índice ASV considera todos los parámetros climáticos, y los resultados que aquí se presentan corresponden a una persona expuesta al sol, al viento y a la humedad. Si quisiéramos mejorar sus condiciones de confort podríamos intentar reducir la radiación solar ubicando a la persona bajo la sombra de una palapa, aumentando el viento con un ventilador o disminuyéndolo con una barrera de vegetal.

De los resultados anteriores se puede inferir que Cancún es el destino más exitoso de México, no sólo por sus bellezas naturales y arqueológicas o por la opulencia de su infraestructura hotelera, cuenta también con un clima más o menos uniforme durante todo el año, lo que permite la planeación y el diseño de los desarrollos turísticos con mayor facilidad. Las estrategias de diseño podrían ser muy similares tanto para el invierno como para el verano, por otro lado las actividades turísticas se mantienen iguales a lo largo del año.

No es así para Los Cabos, donde la marcadas diferencias entre invierno y verano obligan a los proyectistas a tener estrategias de diseño diferentes para cada época, por ejemplo se pueden observar edificios con aire acondicionado y calefacción. En cuanto a los espacios exteriores y las actividades al aire libre se deben planear con más detalle, ya que algunos espacios podrían quedar subutilizados durante ciertas épocas del año, así como algunas actividades estarían restringidas al invierno o la verano.

Lo anterior también redundaría en la eficiencia y en el consumo de energía para acondicionamiento ambiental.

Conclusiones

De la revisión de los diversos estudios sobre confort térmico se puede concluir que la mayoría de estos está encaminada a la población habitual de un lugar, incluso las bases de datos más completas no consideran a la población flotante que representan los turistas.

El estudio detallado del confort ambiental previo y durante la planeación y el proceso proyectual de un desarrollo turístico puede mejorar sensiblemente el grado de satisfacción de los usuarios, esto tendría consecuencias no sólo en la posible prolongación de la estancia o en la reincidencia en futuras vacaciones, también se estaría incidiendo en un diseño más eficiente y por lo tanto más económico, así como en el uso racional de la energía y el costo de operación.

Finalmente, se propone desarrollar un estudio de confort particular para los sitios turísticos mexicanos, que considere tanto las expectativas de los turistas, como la de los trabajadores del sector, ya que por el momento, como se constató en este trabajo, no se cuenta con indicadores específicos, concentrándose no sólo en el turismo de playa, sino abordando las otras modalidades en crecimiento.

Bibliografía

ASHRAE, American Society of Heating Refrigerating and Air Conditioning Engineers. *ANSI-ASHRAE 55-1992 Thermal environmental conditions for human occupancy*. ASHRAE, Atlanta, 1992.

De Dear, R. A. "Global database of thermal comfort field experiments", *ASHRAE transactions*, ASHRAE, Atlanta, 1998, p. 1141-1152.

Fanger, P. O. *Thermal Comfort*. McGraw-Hill Book Co., New York, 1972.

Fernández, A. "Historia de los índices de confort", *Estudios de Arquitectura Bioclimática Anuario 2003*, vol. V. Editorial Limusa. México, 2003.

Givoni, B. *Man Climate and Architecture*. Applied Science Publishers, Londres, 1976.

Gómez-Aspeitia, G., Bojórquez, G. Ruiz, R. P. “El confort térmico: dos enfoques teóricos”, *Palapa*, vol. II, núm. I, enero-junio de 2007, Universidad de Colima, Colima, 2007, p. 45-57.

Humphreys, M. A. “Outdoor temperatures and comfort indoors”. *Building Research and Practice*, vol. 6, num. 2, 1998. (citado por Aspeitia et.al., 2007).

Humphreys, M. A., Nicol, F. J., “Outdoor temperatura and Indoor thermal comfort-raising the precision of the relationship for the 1998 ASHRAE database fiels studies”, *ASHRAE Transactions*, 106 (2). ASHRAE, Atlanta, 2000, p. 991-1004.

ISO, International Organization for Standarization. *ISO7730:2005(E) International Standard. Ergonomics of the thermal environment — Analytical determination and interpretation of thermal comfort using calculation of the PMV and PPD indices and local thermal comfort criteria*. International Organization for Standarization, Ginebra, 2005.

Marincic, I.; Ochoa, J. M.; Alpuche, M.G. y Gómez-Azpeitia, G. “Adaptive Thermal Comfort in Warm Dry Climate: Economical Dwellings in Mexico”. *26th Conference on Passive and Low Energy Architecture PLEA 2009*, Quebec City, 2009 (en prensa).

Nicol, J. F., Humphreys, M. A. “Adaptative thermal comfort and sustainable thermal standards for buildings”, *Energy and Buildings*, núm 34 (2002), Elsevier, Ámsterdam, 2002. p. 563-572.

Nikolopoulou, M., Lykoudis, S., Kikira, M. “Modelli di comfort termico per gli spazi aperti”, *Progettare gli spazi aperti nell'ambiente urbano: un approccio bioclimático*, Centre for Renewable Energy Sources – CRES, Department of Buildings, Grecia, 2004, P. 2-8.

Ochoa, J.M. y Marincic, I. *Thermal comfort in urban spaces: The case of very warm and dry climate*. International Conference on Passive and low energy cooling for the built environment, PALENC 2005, vol. II, p. 785-789, Santorini, 2005.

Ochoa, José M. *Ciudad, vegetación e impacto climático. El confort en los espacios urbanos*. Erasmus Ediciones, Barcelona, 2009.

Olgyay, V. *Design with climate: bioclimatic approach to Architectural Regionalism*. Van Nostrand Reihold, New York, 1963.

Palme, M., Isalgué, A., Coch, H., Serra, R., Marincic, I., Fanchiotti, A. “Dynamic sensation of comfort in buildings: the temperature changes effects”. *AIVC 28th Conference and 2nd International Conference on Passive and low energy cooling and advance ventilation technologies in the 21st Century Palenc 2007*. Creta, Grecia, 27-29 de septiembre del 2007. Editores: M. Santamouris y P. Wouters. Heliotopos Conferences, Creta, 2007 . Vol. II, pp. 746-750.

Propín, E. y Á. Sánchez-Crispín “La estructura regional del turismo en México”, *Ería*, 59, *Revista de Geografía de la Universidad de Oviedo*, Oviedo, 2002, pp. 386-394.

Turismo, Secretaría de. *Visitantes internacionales hacia México, el turismo de internación 2000-2005*. Secretaría de Turismo, Dir. Gral. de Información y Análisis. México, 2006.

Ficha bibliográfica:

OCHOA DE LA TORRE, J., I. MARINCIC LOVRIHA Y M. URCELAY SÁNCHEZ. Índices de confort térmicos en la planeación de sitios turísticos. *Topofilia. Revista de Arquitectura, Urbanismo y Ciencias Sociales*. Hermosillo: Centro de Estudios de América del Norte, El Colegio de Sonora, 1 de abril de 2009, vol. I, núm. 3.

* Profesor Investigador del Departamento de Arquitectura, Universidad de Sonora. Correo electrónico: jmochoa@arq.uson.mx

** Profesora Investigadora del Departamento de Arquitectura, Universidad de Sonora. Correo electrónico: imarincic@arq.uson.mx

*** Profesor Investigador del Centro de Estudios Superiores del Estado de Sonora. Correo electrónico: murcelay05@yahoo.com.mx