

LA INFLUENCIA DE LA CONFIGURACIÓN DE LOS ANDADORES URBANOS EN UN CLIMA CÁLIDO HÚMEDO. CASO DE ESTUDIO: FRACCIONAMIENTO JESÚS ELÍAS PIÑA

*The influence of the urban pedestrian circulation
configuration in hot humid regions.*

Study case: housing complex Jesús Elías Piña.

DRA. EN ARQ. MIREYA ALICIA ROSAS LUSETT
Profesora Investigadora de la Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo
Universidad Autónoma de Tamaulipas, México
mire.rosas@gmail.com

DR. EN C.E. VÍCTOR MANUEL GARCÍA IZAGUIRRE
Profesor Investigador de la Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo
Universidad Autónoma de Tamaulipas, México
vgarcia@uat.edu.mx

DR. EN ARQ. JOSÉ ADÁN ESPUNA MÚJICA
Profesor Investigador de la Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo
Universidad Autónoma de Tamaulipas, México
jespuna@uat.edu.mx

Fecha de recibido: 20 noviembre 2013

Fecha de aceptado: 12 mayo 2014

pp: 141-156



FAD | UAEMéx | Año 9, No 16
Julio - Diciembre 2014

RESUMEN

La ciudad y el puerto de Tampico poseen un clima cálido húmedo, cuyas características hacen que, tanto las viviendas como los conjuntos habitacionales, en su totalidad, deban ser estudiados para determinar las mejores condiciones a su infraestructura. En ese sentido, se ha efectuado el estudio de caso del fraccionamiento de interés social Jesús Elías Piña, ubicado en la zona y el cual está integrado por viviendas unifamiliares y edificios multifamiliares de tres niveles. Esta configuración urbanística ha requerido generar circulaciones peatonales que presentan diversas orientaciones, así como variaciones en su relación ancho-altura; lo cual resulta de interés para valorar la influencia de los cañones para el confort del peatón.

El estudio de caso tenía como objetivo establecer la manera de reducir las ganancias de calor y determinar qué materiales, de acuerdo a su albedo y emitancia, las reducen por radiación.

Esto implicó adecuar una metodología que había sido empleada en un contexto urbano diferente, lo que a su vez enfrentó al grupo de investigadores a establecer un segundo objetivo que consistía en validar la metodología y los baremos que se le aplicaron a la nueva configuración del estudio, esto para responder las preguntas: ¿el confort del peatón depende del cañón urbano?, ¿de su orientación?, ¿del tipo de vegetación que tiene?, ¿de los materiales con los que está formado?, respuestas que se presentan en esta investigación.

Palabras clave: andadores, balance de energía, confort térmico.

ABSTRACT

The suburb of social interest Jesus Elias Piña located in Tampico, México in a warm humid climate, consists of small houses and three level buildings in condominiums, which have pedestrian circulations with different orientations, width and height; which are of interest in order to evaluate the influence of these different canyons for pedestrian comfort.

The objective is to establish a way to reduce heat rising and determine what materials, according to their albedo and emittance, reduce profits by radiation.

For the development of this study, a methodology, which has already been applied into a different urban context from this research, would be reapplied; this would lead as a second objective, to validate this methodology and scales that were applied to the new configuration of the study, as well as to answer the following questions: will the pedestrian comfort depend on the urban canyon, on its orientation, on the type of vegetation it has, or on the kind of materials used? Answers are presented in this research.

Key words: pedestrian circulations, energy balance, thermal comfort.

INTRODUCCIÓN

En años recientes, con la globalización que se ha presentado, ciertas ideas y teorías se han modificado. El diseño urbano no ha sido la excepción, sin embargo, se han causado algunos impactos que resultan significativos, influyendo directamente en el hábitat edificado y, a su vez, en los aspectos de sustentabilidad urbana, alterado por la marcada influencia de las preexistencias y condicionantes climáticas que presente una zona geográfica en donde este asentamiento esté ubicado. Moreno (1993) infiere que las áreas urbanas se constituyen, generalmente, de sectores singulares dentro del clima de la región, donde los edificios y superficies pavimentadas que ahí se encuentran, generan cambios en los aspectos naturales que previamente existían a la construcción de éstos, en contraste con el entorno rural previo.

Inmersos ya en el siglo ^{XXI}, esta premisa globalizadora ha promovido un aumento desmesurado y explosivo de la densidad de población, ocasionando un mayor consumo de recursos energéticos e hídricos, fenómeno que comparten tanto las grandes ciudades como los centros urbanos de mediana o baja densidad.

Éstas, cada vez más extensas y crecientes ciudades, han llevado a desarrollar fraccionamientos con edificios de varios niveles o verticales, esto como una alternativa a disminuir el ritmo del crecimiento urbano, tendencia constructiva que presenta ventajas y demuestra viabilidad para reducir la tasa de incremento en la extensión o área de la mancha urbana, comparándola contra otros tipos de expansión territorial convencionales.

Sin embargo, este tipo de fraccionamientos, también conllevan cierta problemática, tales como modificación de la dirección de los vientos, aumento de la temperatura del aire, esto afecta las actividades que se realizan en el exterior, adicional a que los usuarios tienen que compartir espacios públicos, que, en algunos fraccionamientos, han sido modificados o anulados.

El estudio de los espacios exteriores, en los fraccionamientos habitacionales, es de gran valor, ya que es un espacio de relaciones casuales, de recorrido diario de diversas actividades y encuentro, en el cual inevitablemente debe transcurrir el convivir y el devenir del habitador. El incremento del tiempo de uso, de los espacios de mejor calidad, permite una ocupación diaria más frecuente por parte de diferentes tipos de peatones, los que se relacionan con el grado de confortabilidad que presentan los espacios.

Este hecho hace necesario estudiar la convivencia de los habitantes de estos espacios y su interrelación con las áreas exteriores, aportando información sobre lo que puede pasar con los nuevos fraccionamientos con características similares, tomando como caso de estudio el

fraccionamiento Jesús Elías Piña, ubicado en una zona climática cálida húmeda, que se caracteriza por tener una temperatura que oscila entre los 20 y 26° C.

CASO DE ESTUDIO

Este fraccionamiento está formado por cuatro manzanas de forma irregular con tres tipologías distintas de vivienda (unifamiliar y multifamiliar) los cuales se interconectan mediante 12 andadores peatonales y cinco vialidades secundarias, como puede apreciarse en las figuras 1 y 2.

El objetivo que pretende la presente investigación, es conocer cómo trabajan los cañones urbanos de acuerdo a la orientación para el confort o discomfort del peatón, para lo cual se establecerán:

- Las horas críticas en los que la radiación solar aumenta la producción de calor, encontrando la manera de reducirlo
- Analizar qué materiales, de acuerdo a su albedo y emitancia, reducen las ganancias de radiación.

Es un hecho que el confort térmico es un concepto subjetivo que expresa el bienestar físico y psicológico del individuo cuando las condiciones de temperatura, humedad y movimiento del aire son favorables a la actividad que desarrolla, según se indica en la norma ISO 7730 “el confort térmico es una condición mental en la que se expresa la satisfacción con el ambiente térmico”.

Las variables que se determinaron para ser analizadas y lograr el objetivo que pretende el proyecto de investigación, son:

1. Temperatura de radiación.
2. Humedad relativa.
3. Temperatura del aire.
4. Velocidad del aire.

Establecido el conjunto habitacional de estudio, el cual lo conforman 12 andadores, con diferentes orientaciones, como se muestran en la figura 1, se seleccionaron de tres cañones:



Figuras 1 y 2. Ubicación del Fraccionamiento Jesús Elías Piña.

Fuentes: 1. Google Earth y 2. Elaboración propia.

Figura 3. Andadores seleccionados.

Fuente: Guillermo Briseño.

- A. Andador Huachinango, orientación NO-SE.
- B. Andador Mojarra, orientación N-S. (ver figura 3).
- C. Andador de la Guapota, orientación O-E.

La elegibilidad de los andadores peatonales de la muestra estuvo basada en los siguientes aspectos de inclusión:

- Ya que existen cuatro andadores con orientación este-oeste, siete con orientación noroeste-sureste y uno con orientación norte-sur, se escogió un andador de cada orientación, eligiendo el más homogéneo en su relación ancho altura.

Por lo que, de los tres andadores seleccionados, se eligió una muestra para estudiar los gastos de energía de una persona en los diferentes corredores peatonales por hora. Esto se llevó a cabo por medio de una encuesta a los usuarios de las diferentes orientaciones, los cuales contestaron, según su apreciación, cómo se sentían (frío, ligeramente fresco, fresco, confortable, ligeramente caluroso, caluroso, muy caluroso), con estos datos se llegó a conocer los rangos del balance de confort para el clima cálido húmedo de Tampico, Tamaulipas, mismos que se indican en la tabla 1.

Este baremo, de acuerdo a las mediciones realizadas en el sitio de las pérdidas o ganancias de energía de una persona en los espacios exteriores para el clima cálido húmedo de Tampico, está dividido en tres columnas; la primera se refiere a los valores en que oscila el balance de energía de una persona, la segunda es la sensación que se tiene con los anteriores valores, mientras que la tercera, representa la simbología con la cual se identifica cada una de las sensaciones del confort.

Tabla 1. Balance de energía de una persona W/m^2 , Tampico, Tamaulipas.

Balance (W/m^2)	Interpretación
$B < - 325$	Muy frío (posible hipotermia)
$-325 < B < 175$	Frio
$-175 < B < 75$	Ligeramente Frio
$325 > B > - 75$	Confortable
$525 > B > 325$	Ligeramente caluroso
$625 > B > 525$	Caluroso
$B > 625$	Muy caluroso (posible insolación)

Fuente: Elaboración propia.

Esto implicó que se establecieran los siguientes tipos de estudio:

- **Longitudinal.** Se realizaron mediciones el 22 de septiembre del 2011, a las 9:00, 11:00, 13:00, 15:00, 17:00 y 19:00 hora local, para calcular las variables de estudio: temperatura de radiación, temperatura del aire, humedad relativa y movimiento del viento.
- **Transversal.** Se analizó el comportamiento de los pavimentos, en términos de temperatura, con diferentes materiales; se compararon los datos más altos, más bajos, con las horas, haciéndose un análisis del albedo de los materiales, así como de la vegetación existente.

Para obtener las mediciones de las variables se ubicaron nueve puntos en cada uno de los andadores; tres a un metro de distancia de cada fachada y tres al centro, como se muestra en la figura 4. Con la medición obtenida en éstos se cubría el objetivo de evaluar la repercusión de la clasificación de tipologías de sección del andador en el balance de confort, definiendo como principales características:

- Materiales superficiales de fachada y pavimentos
- Proximidad al parámetro
- Proporción y orientación de fachadas

Mediante la herramienta informática del programa CONFORT-EX, desarrollado por Ochoa (2009) se calculó el confort de cada uno de los andadores.

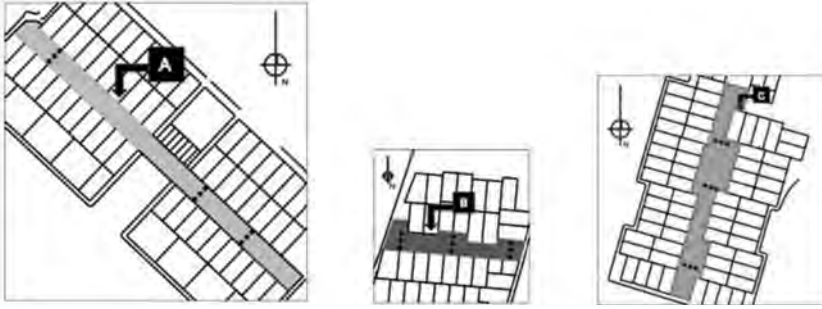


Figura 4. Puntos de medición de las variables de estudio de los andadores.
Fuente: Guillermo Briseño.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

ANÁLISIS ANDADOR HUACHINANGO

A. Orientación

Andador Huachinango con orientación NO-SE, el cual tiene un ancho de 24 metros.

B. Fachadas

Como límites verticales son edificios de tres niveles en ambos lados, ver figura 5, cuyo material es el hormigón, acabado superficial pintura colores: blanco, amarillo y verde claro, con un albedo de 35 y una emisividad de 90.

C. Pavimento

El suelo es de concreto en un 73.18 %, con un albedo de 30 y una emisividad de 80.

D. Vegetación

Existen algunas jardineras en el andador, con un 26.05 % de césped, albedo de 25 y emisividad de 90; en planta se encuentra el 0.76 % de arbolado frente a la fachada NO; se aprecia en la figura 6.

E. Relación ancho-altura

Predomina la altura sobre la distancia (h/d), el cual da como resultado 0.9 en este andador.

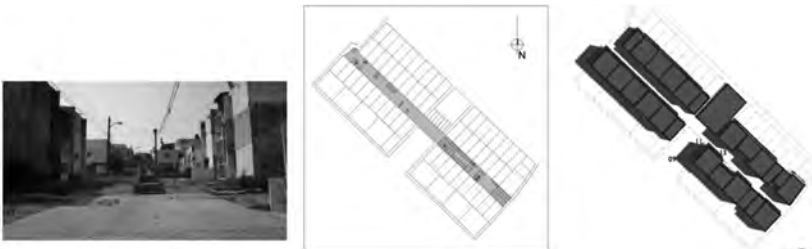


Figura 5. Fotografía andador Huachinango. Fuente: J. A. Espuna.

Figura 6. Áreas verdes y superficies pavimentadas, andador Huachinango. Fuente: Elaboración propia.

Figura 7. Movimiento de sombras de 9:00 a 13:00 hrs; equinoccio de otoño, andador Huachinango. Fuente: Elaboración propia.

Como se puede observar en la figura 7, el andador recibió la radiación solar desde las 11:00 hasta las 15:00 horas, sobre todo al suroeste del corredor, teniendo cuatro horas de radiación solar directa.

En términos generales, el andador presenta las siguientes condicionantes meteorológicas:

- La temperatura del aire fluctuó entre 28° y 36° C, con una humedad de 44 a 75% y una velocidad del viento entre 0 y 1.7 m/s.

Tal y como se observa en la tabla de balance de confort de este andador, se puede establecer lo siguiente:

1. El andador en su conjunto mantiene un rango en la condicionante de confort o desconfort en cada hora medida; es decir, a todo lo largo y/o ancho del andador, por lo que, es confortable en la misma hora en todo el escenario.
2. Las horas de confort están de 9:00 a 11:00 h y de 17 h en adelante.
3. Sin embargo, las de desconfort se presentan desde las 11:00 hasta las 17 h, siendo las más críticas las de 13:00 a 15:00 h.

Las condicionantes descritas anteriormente, refuerzan lo que pudiera ser un factor determinante para la obtención de estos resultados, es decir:

1. El andador, aun cuando tiene límites verticales, superiores a 3 niveles, éstos no generan sombras que minimicen el desconfort, fundamentalmente por su orientación y por el ancho del andador.
2. Los materiales que predominan, tanto en el pavimento como en las fachadas, hacen que la radiación de onda larga y corta repercutan en el desconfort del espacio.
3. El balance de mayor confort se presenta en la fachada noreste de la parte central y la de mayor incomodidad se encuentra al inicio y al final de la fachada suroeste
4. Finalmente, tal y como se observa en la figura 6, prácticamente no existe vegetación que favorezca dicho bienestar y en los pocos lugares que existe, genera una mínima diferencia de mejora de desconfort, cuestión que pudiera mejorarse si el arbolado fuese de mayor follaje y tamaño.

Tabla 2. Balance de confort en W/m². Equinoccio de otoño en el andador Huachinango.

HORA	F NE 1	Centro1	F SO1	F NE 2	Centro2	F SO2	F NE 3	Centro3	F SO3
09:00	282.84	226.2	295.34	298.51	256.65	255.41	282.84	226.2	295.34
11:00	512.19	458.03	520.14	525.51	538.94	461.13	512.19	458.03	520.14
13:00	627.57	678.16	671.97	557.83	597.12	610.13	632.03	678.16	671.97
15:00	583.05	583.6	698.63	557.49	567.11	671.59	583.05	582.86	698.63
17:00	393.88	352.4	470.98	373.61	355.49	455.81	393.88	352.4	470.98

Fuente: Elaboración propia.

ANÁLISIS ANDADOR GUAPOTA

A. Orientación

Se encuentra al E-O, el cual tiene un ancho de 10 metros.

B. Fachadas

Como límites verticales son viviendas de dos y tres niveles en ambos lados, cuyo material es el hormigón, como acabado superficial está pintada con colores blanco, amarillo y verde claro, con un albedo de 35 y una emisividad de 90.

C. Pavimento

El suelo es de concreto en un 81.56 %, con un albedo de 30 y una emisividad de 80.

D. Vegetación

Existen algunas jardineras en el andador y tienen el 15.39% de césped, un albedo de 25 y una emisividad de 90; el arbolado en planta ocupa el 3.06% y se encuentra frente al oeste del andador, como se aprecia en la figura 9.

E. Relación ancho - altura

Al inicio del andador su h/d es de 0.45, en medio es de 0.7 y al final del mismo es de 0.5.

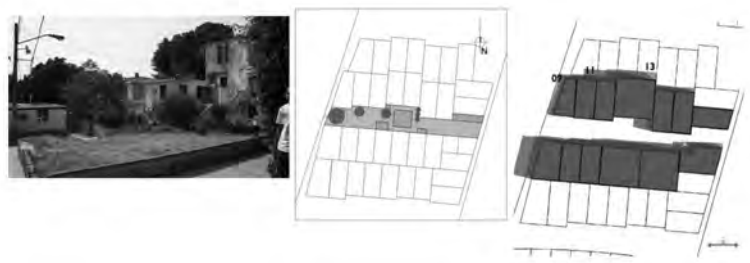


Figura 8. Andador la Guapota. Fuente: J. A. Espuna, 2013.

Figura 9. Áreas verdes y superficies pavimentadas, andador la Guapota. Fuente: Elaboración propia.

Figura 10. Movimiento de sombras en otoño, andador la Guapota. Fuente: Elaboración propia.

Como se puede apreciar en la figura 10, el corredor recibió la radiación solar desde las 11:00 hasta las 15:00 horas, sobre todo al suroeste del mismo, teniendo 4 horas de radiación solar directa.

En términos generales el andador presenta las siguientes condicionantes meteorológicas:

- La temperatura del aire fluctuó entre 21° y 36° C, con una humedad de 43.5 a 75 %, y con una velocidad del viento entre 0 y 2.8 m/s.

Tal y como se observa en la tabla de balance de confort de este corredor, se pueden establecer lo siguiente:

1. El andador en su conjunto mantiene el confort al oeste del mismo, el desconfort se presenta al centro y este.
2. Las horas de mayor bienestar se presenta de 9:00 a 11:00 h y de 17:00 horas en adelante.
3. Las horas de mayor incomodidad ante el ambiente, se presentan de las 13:00 a las 15:00 horas, sólo al centro y este del andador.

Las condicionantes descritas anteriormente refuerzan lo que pudiera ser un factor determinante para la obtención de estos resultados, es decir:

1. Las horas críticas se presentan de 13:00 a 15:00 horas, por lo que las protecciones solares deberán colocarse a partir de 45°, en referencia de la horizontal.
2. Se comprueba otra vez la importancia de la vegetación como protección solar para disminuir el gasto de energía de una persona en los espacios exteriores. Por lo que se presenta el mayor confort al oeste del andador, esto sucede porque existe un árbol el cual favorece la comodidad del peatón.
3. El material que predomina en el andador y fachadas es el hormigón, sin embargo ha sido más importante la relación ancho altura que guarda el corredor. Al ser h/d, es menor que el anterior andador, ya que presenta más áreas sombreadas con menos gastos de energía en la persona.

HORA	FN 1	Centro 1	FS 1	FN 2	Centro 2	FS 2	FN 3	Centro 3	FS 3
09 00	71.37	47.68	69.14	254.92	220.86	280.19	239.24	181.55	266.91
11 00	286.58	269.51	326.13	437.23	439.83	467.38	448.95	422.99	501.16
13 00	416.62	360.78	403.93	600.01	601.71	605.40	555.95	564.60	581.69
15 00	398.40	358.85	380.94	568.24	543.20	610.84	592.98	569.98	637.51
17 00	232.84	146.96	223.55	390.12	363.54	439.47	406.92	368.22	422.89

Tabla 3. Balance de confort, en W/m². Equinoccio de Otoño en el andador la Guapota.
Fuente: Elaboración propia.

ANÁLISIS ANDADOR MOJARRA

A. Orientación

De N-S, con un ancho al norte y sur de 12 metros y al centro del andador de 24 metros, tiene como límites verticales viviendas de un nivel, edificios de dos y tres niveles, y suelo pavimento de concreto.

B. Fachadas

Como límites verticales tiene viviendas de dos y tres niveles en ambos lados, cuyo material es el hormigón, con un acabado superficial de pintura de color blanco, amarillo, verde claro y café, con un albedo de 35 y una emisividad de 90.

C. Pavimento

El suelo es de concreto en un 82.2 %, albedo de 30 y una emisividad de 80.

D. Vegetación

Existen algunas jardineras en el andador que tienen 8.12% de césped, con un albedo de 25 y una emisividad de 90; frente a la fachada NO se encuentra una hilera de árboles con un 9.70 % de superficie arbolada.

E. Relación ancho - altura

Al inicio y final del andador la relación es de 0.2 y 0.4 al centro del mismo.

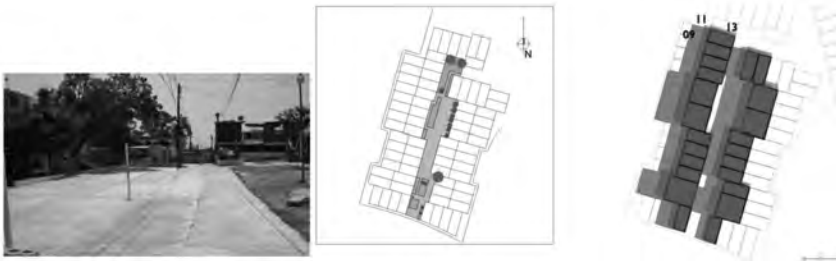


Figura 11. Andador Mojarra. Fuente: J. A. Espuna, 2013.

Figura 12. Áreas verdes y superficies pavimentadas, andador Mojarra. Fuente: Elaboración propia.

Figura 13. Movimiento de sombras en otoño, en andador Mojarra. Fuente: Elaboración propia.

Como se puede apreciar en la figura 13, el corredor recibió la radiación solar desde las 9:00 hasta las 15:00 horas, en total 6 horas.

Las temperaturas del aire fluctuaron entre 20° y 36° C, con una humedad de 43 a 75%, y una velocidad del viento entre 0 y 3 m/s.

Tal y como se observa en la tabla de balance de confort de este corredor, se puede establecer lo siguiente:

- El andador en su conjunto mantiene un rango en la condicionante de confort o desconfort en cada hora medida; es decir a todo lo largo y/o ancho, cuando está confortable, lo es en su conjunto o viceversa.

- Las horas de comodidad están en los extremos horarios, es decir entre 9:00 a 11:00 horas y de 17:00 horas en adelante.
- Las horas de desconfort se presentan desde las 13:00 hasta las 15:00 horas, sin llegar al calor extremoso.

Las condicionantes descritas anteriormente, refuerzan lo que pudiera ser un factor determinante para la obtención de estos resultados, es decir:

1. En este caso el corredor, aun cuando tiene límites verticales superiores a 3 niveles, independientemente de las sombras que genera la orientación, favorece el confort del andador.
2. Los materiales que predominan, tanto en el pavimento como en fachadas, hacen que la radiación de onda larga y corta repercutan en el desconfort del espacio.
3. El balance de mayor confort se presenta en la fachada este, más en la fachada oeste presenta algunos puntos con mayor comodidad, por las partes arboladas existentes.

Tabla 4. Balance de confort en W/m². Equinoccio de otoño en el Andador Mojarra.

HORA	FE 1	Centro 1	FO 1	FE 2	Centro 2	FO 2	FE 3	Centro 3	FO 3
09:00	267.53	225.37	272.97	254.93	220.94	280.20	224.75	212.10	246.00
11:00	476.85	409.50	436.46	437.36	440.20	467.51	505.31	427.62	496.23
13:00	575.34	583.98	522.82	600.21	602.26	606.59	664.90	579.93	617.18
15:00	567.82	618.69	567.19	568.40	543.65	611.00	600.09	576.75	700.06
17:00	399.07	363.79	408.35	390.14	363.65	439.48	398.33	358.26	504.75

Fuente: Elaboración propia.

CONCLUSIONES

Para responder a las preguntas que se hicieron al inicio de esta investigación, se presenta lo siguiente:

¿El confort del peatón depende del cañón urbano?

Los resultados arrojan que no es así. La ganancia solar es la variable que mayor repercute en el balance del confort del peatón en los espacios exteriores. En el cañón es importante considerar la forma del espacio, su orientación en relación al ancho-altura, la transmisividad de la vegetación, control de la radiación solar (sombras) y las características termofísicas de los materiales y la inercia térmica, las pérdidas por ventilación, así como la actividad que realiza el usuario en los espacios.

¿De su orientación?

En cuanto a este factor, la fachada suroeste es la más favorecida. El Andador A “Huachinango” con orientación NO-SE se presenta con las mayores ganancias en el balance de energía, al noroeste y sureste y sobre la fachada suroeste.

Por lo cual, esta orientación es la del mayor discomfort. Tiene una relación ancho-altura de 0.9, siendo el mayor de todos los andadores; por lo cual, es un área más amplia y recibe más horas de radiación de onda larga y onda corta, presentando la temperatura del aire mayor que en los otros andadores.

Este andador registró dos horas de confort y seis de discomfort.

¿Del tipo de vegetación que tiene?

Se determinó que ésta lo favorece, siempre y cuando sean árboles que tengan el follaje uniforme a lo largo del tronco, especies que resistan al sol, tomando en cuenta la transmisividad solar de sus ramas, es decir, una especie más densa impedirá que ingrese menos radiación de onda larga, se deberán buscar especies caducifolias para que en invierno permitan que ingrese la radiación solar. Todo lo anterior se determinó en función, de que al estar uno de los andadores en una orientación que pudiera pensarse fuera desfavorable por dar al poniente, los resultados obtenidos en esa área resulta que es la de mejor confort, condición que es ampliamente favorecida por los árboles que están sembrados ahí. Esto lleva a determinar que la vegetación de los andadores que presentan zonas arboladas favorece un mejor balance de confort, debido a la vegetación, que refleja y absorbe gran parte de la radiación solar, dejando pasar una pequeña parte al pavimento.

Para las barreras de árboles hay que tener en cuenta la forma y disposición del follaje, se recomiendan, como árboles de sombra, especies nativas de la región, de hoja caduca y de crecimiento rápido como: la jacaranda, el sabino y palo mulato, así mismo, en los edificios se sugiere instalar cubiertas vegetales, cubrir azoteas y fachadas con plantas trepadoras.

¿De los materiales con los que está formado?

El pavimento de concreto repercute mucho en el discomfort, sin embargo pudiera pensarse que las áreas con césped, debieron haber salido mejor evaluadas, cosa que no sucedió. Esto lleva a considerar lo siguiente:

- La temperatura superficial de los pavimentos y fachadas fue superior a la temperatura ambiente en todos los casos medidos, las fachadas claras presentaron menos ganancia de temperatura superficial a diferencia de las rojas.

- Las horas críticas en las que la radiación solar aumenta la producción de calor, fueron evaluadas para encontrar la manera de reducirlas y potenciar la pérdida de evaporación.

Recomendaciones:

- Se debe procurar resguardar las fachadas suroeste, sur y oeste, desde las 11:00 hasta las 15:00 horas, con protectores solares a partir de una altura solar de 45° con respecto a la horizontal, incorporando elementos vegetales, horizontales de sombra como arbolado, pérgolas y toldos.
- Es necesario evitar pavimentos de bajo albedo como el hormigón, se sugieren materiales porosos de colores en tonos claros.
- Se recomiendan pavimentos permeables, que permitan una mayor captura del agua de lluvia, buscando reducir el agua de escorrentía, este tipo de pavimento permite que el agua se infiltre, se recargue la capa acuífera subterránea y el flujo vaya a los arroyos.
- Se sugiere sembrar árboles o poner pérgolas frente a la fachada suroeste, para evitar que la radiación de onda larga llegue a los pavimentos o suelos.

FUENTES DE CONSULTA

BIBLIOHEMEROGRAFÍA

1. CONAFOVI, Comisión Nacional de Fomento a la Vivienda (2005), *Diseño de áreas verdes en desarrollos habitacionales*, CONAFOVI, México.
2. García Chávez, José Roberto; Fuentes Freixanet, Víctor (2005), *Viento y arquitectura. El viento como factor de diseño arquitectónico*. Trillas, México.
3. Gehl, Jan (2006), *La Humanización del espacio urbano. La vida social entre los edificios*. Reverte. Barcelona, España.
4. Givoni, Baruch (1998), *Climate considerations in building and urban design*, John Wiley & Sons, Inc. United States of America.
5. Guerra, Cejudo, Molina, Álvarez, Velázquez y Vila (1994), *Control climático en espacios abiertos*. Evaluación del proyecto Expo'92. Junta de Andalucía y CIEMAT. Sevilla, España.
6. Guerra, Cejudo, Molina, Álvarez, Velázquez y Vila (1995), *Guía básica para el acondicionamiento climático de espacios abiertos*. Junta de Andalucía y CIEMAT. Sevilla, España.
7. Moreno García, María Del Carmen (1993), *Estudio del clima urbano de Barcelona. La isla de calor*, Solgraf, Barcelona, España.
8. Ochoa de la Torre, José Manuel (2009), *Ciudad, vegetación e impacto climático. El confort en los espacios urbanos*. Erasmus, Barcelona, España.
9. Rosas Lusset, Mireya Alicia (2010), *Proposals to improve the conditions of outer*

space. The environmental comfort of the pedestrian circulation in the coastline.
Future Technology, Press UK. Abu Dhabi, UAE.

MESOGRAFÍA

1. EULEB, European high quality Low Energy Buildings (2007), “Final Report Partly funded by Intelligent Energy Europe” Project-No.: EIE-2003-172 EULEB, [En línea] http://www.euleb.info/download/eie-2003_172_euleb_fr_20070228.pdf, consultado en junio de 2013.