

# Resumen

Tradicionalmente, los espacios abiertos al aire libre han sido utilizados por los habitantes como lugares clave para la vida social, donde la gente pasa su tiempo libre. Sin embargo, debido a problemas de confort térmico, se ha reducido su uso. Es necesario mantener estos espacios activos mejorando el nivel de confort térmico. Hasta ahora, los estudios anteriores han carecido de un enfoque morfológico integral de las áreas urbanas y su impacto en el confort térmico. Entre los diversos componentes del entorno construido, las superficies verticales ocupan una gran parte del área, y el papel de estas superficies en la radiación térmica ha sido descuidado en los estudios a escala urbana. Este estudio tiene como objetivo desarrollar una respuesta efectiva para el confort térmico humano en espacios urbanos al aire libre, considerando la configuración geométrica de las superficies verticales. El estudio comienza con una revisión exhaustiva de estudios indios previos que se centran en el confort térmico en exteriores. Después de adquirir los conocimientos necesarios en el campo y comprender las lagunas existentes en los estudios de confort térmico en India, se presta atención a los sitios y las respectivas zonas climáticas. El estudio se centra en dos espacios abiertos comerciales en el clima compuesto de Delhi y cuatro barrios residenciales diferentes en Jaisalmer, analizando el efecto de las superficies verticales en el confort térmico humano al aire libre. Se llevaron a cabo simulaciones utilizando el software Envi-met para obtener varios índices climáticos, que se analizaron junto con parámetros físicos definidos por la relación altura-ancho, el factor de visión del cielo y la orientación de las superficies verticales. Se realizaron mediciones de campo para validar los resultados obtenidos de las simulaciones de Envi-met, y también se realizó una encuesta para comprender el nivel subjetivo de confort térmico. Los resultados se analizaron para la temporada de verano, ya que el invierno no es dominante y tiene una duración corta en el año. El estudio revela que las superficies verticales y su geometría tienen un efecto significativo en el confort térmico exterior. Las geometrías urbanas complejas pueden generar diferentes niveles de confort térmico en proximidad cercana, observándose variaciones en el nivel de confort térmico debido a los cambios en las geometrías de las superficies verticales alrededor de los espacios abiertos. El acceso solar, la sombra y la velocidad del viento también influyen en el confort térmico, siendo evidente el efecto de los parámetros geométricos en las sensaciones térmicas de los usuarios. Una mayor relación altura-ancho puede ayudar a mejorar el nivel de sensación térmica, aunque la influencia del factor de visión del cielo es menos prominente. La variación de la temperatura radiante media es mucho más pronunciada que la temperatura ambiente y la temperatura equivalente fisiológica. Las superficies verticales ubicadas en dirección sur, oeste y suroeste son beneficiosas para mantener el confort térmico en esas ubicaciones, mientras que la presencia de una superficie vertical en dirección norte en el espacio abierto puede no ser beneficiosa. Aunque una mayor relación altura-ancho puede proporcionar un mejor confort térmico, no siempre es cierto, y combinarlo con una orientación adecuada de la superficie es clave para lograr el máximo confort en cualquier espacio. Las ubicaciones delimitadas desde las direcciones noreste y suroeste, así como noroeste y sureste, tienen valores de temperatura más bajos. Por lo tanto, los

espacios abiertos y las calles pueden diseñarse teniendo en cuenta estas direcciones. La sombra generada por las superficies verticales es un factor guía para que los usuarios utilicen el espacio durante ciertos períodos del día. Proporcionar superficies verticales permite que el espacio obtenga la máxima sombra durante las horas más calurosas del día, siendo las direcciones sur y oeste las que proporcionan sombra por más tiempo. La relación altura-ancho junto con la orientación de las superficies verticales pueden determinar las horas de acceso solar a ese espacio abierto. Este estudio encontró una fuerte correlación positiva entre las horas de acceso solar y la temperatura radiante media, y las ubicaciones con menos de cuatro horas de acceso solar tuvieron un mejor desempeño que el resto de las ubicaciones. Los espacios abiertos deben estar bien ventilados, ya que la velocidad del viento puede reducir significativamente la temperatura fisiológicamente equivalente. Por lo tanto, los espacios abiertos pueden diseñarse de manera que se cree un efecto de canalización del viento, orientando el espacio abierto en línea o de manera oblicua a la dirección predominante del viento. La duración de la incomodidad térmica durante el día puede reducirse mediante la configuración correcta de las superficies verticales. Si los valores térmicos comienzan a aumentar a última hora de la mañana y comienzan a disminuir a primera hora de la tarde, el tiempo de estancia del usuario en el espacio exterior será mayor. La relación altura-ancho, el factor de visión del cielo y la orientación son parámetros típicos utilizados en los estudios para definir la composición física de los espacios abiertos urbanos. Sin embargo, este estudio sugiere buscar parámetros más allá de estos para lograr una mayor precisión en el análisis. También sugiere que los futuros estudios deben considerar la interacción entre el interior, la fachada y el exterior en lugar de estudiar el entorno exterior de forma aislada. Los resultados y conclusiones alcanzados en este estudio no se pueden aplicar a las superficies verticales existentes en áreas urbanas y barrios, y solo se pueden implementar antes de que finalice la actividad de construcción. Este estudio es el primer intento en la región cálida y seca de India, y ayudará a guiar a otros investigadores en estudios de confort térmico para otras ciudades con climas similares. A través de este estudio, se espera que los espacios al aire libre recuperen su importancia y puedan utilizarse con la misma eficacia que antes, incluso comparables a los espacios interiores. Las funciones que merecen ubicación al aire libre pueden volver al exterior desde el interior, lo que reduce la necesidad de construir edificios para cumplir con estas funciones al aire libre. Este estudio proporcionará pautas para arquitectos, arquitectos paisajistas, planificadores e ingenieros para diseñar espacios abiertos al aire libre cómodos desde el punto de vista térmico. Además, se abordará seriamente problemas a gran escala como el efecto de isla de calor urbano. Los espacios exteriores ya no se considerarán como espacios adicionales una vez que se construyan los edificios, y desde la etapa conceptual, los diseñadores considerarán el espacio exterior al diseñar los edificios y las funciones interiores. Este estudio también sentará las bases para futuras investigaciones, ya que abre varias direcciones que requieren atención. Considero que la investigación en este campo tiene un alcance amplio en el futuro, dado que la temperatura de la Tierra está aumentando debido al calentamiento global. Es responsabilidad de los arquitectos diseñar espacios de manera que la experiencia del usuario no se vea afectada mientras se mantiene el nivel de confort térmico.