

La Envolvente edilicia

Viviendas en climas de grandes amplitudes térmicas



Gabriela Magalí Arrieta

Palabras clave: Confort térmico – envolventes - adaptación pasiva.

Introducción

Actualmente predomina una tendencia de los usuarios a exigir condiciones extremas de confort térmico en los espacios interiores trayendo impactos directos en el aumento del consumo energético de las ciudades, cada vez más densamente pobladas, contribuyendo al aumento global, gradual y constante de la temperatura terrestre (Arrieta & Maristany, 2018). En este contexto, las construcciones de viviendas con envolventes operables ofrecen una oportunidad, donde el clima interior puede adaptarse al exterior, consiguiéndose un acercamiento a la zona de confort, acompañando las variaciones del clima exterior.

En investigaciones anteriores, considerando los registros del clima de Córdoba, Argentina, se detectó que las temperaturas exteriores tienen en su mayoría, grandes variaciones diarias, alejándose demasiado de los niveles lineales de confort óptimos que propone la norma de referencia vigente en la construcción. Frente al nuevo paradigma, es necesario reconsiderar los niveles óptimos de confort térmico que se pretenden alcanzar en la arquitectura residencial. Considerando la adaptación pasiva a través de la envolvente, mejorando la eficiencia energética, aprovechando el clima exterior, sus variaciones, y la capacidad de adaptación del ser humano.

Envolvente y confort

La envolvente edilicia puede ser de dos tipos, de sellada u operable. En los edificios con envolventes operables, el clima interior puede adaptarse al exterior, consiguiendo un

acercamiento a la zona de confort con variaciones similares aunque en menor escala que las del clima exterior. En este tipo de edificios se considera además la capacidad innata del ser humano de adaptabilidad y se logra evitar así generar stress térmico por exposición prolongada a condiciones térmicas estáticas. No puede lograrse esta adaptabilidad en los casos de edificios con envolventes selladas, donde las temperaturas están definidas independientemente del clima exterior, se alcanzan a través de medios mecánicos y por estos motivos, son constantes. Este enfoque da lugar al concepto de confort adaptativo, necesario frente a la creciente demanda de mejores condiciones de confort térmico en ambientes interiores residenciales, y los problemas que esta tendencia trae consigo, como lo es el consumo excesivo de energía, dando su real importancia al creciente y constante calentamiento global, y considerando que el ser humano tiene de forma innata la capacidad biológica de adaptarse a climas variados y sus fluctuaciones temporales.

El confort higrotérmico tiene estrecha relación con la valoración subjetiva de cada persona para describir tales sensaciones de forma positiva, negativa o neutra. Son muchos los autores que se interesaron por definir el confort higrotérmico y especificar los parámetros que en él intervienen. A pesar de las amplias definiciones que existen de confort higrotérmico, todas coinciden en que es una sensación de valoración positiva en relación a las condiciones higro-térmicas del ambiente circundante.

A través de los años, este concepto ha variado en significado, como desarrollan (Arrieta & Maristany, 2018) los años 60's, caracterizados mundialmente por el crecimiento económico y los avances científico-tecnológicos. Contexto en el que, Banham propone en su texto "A Home is not a House" (Banham Reyner, 2012) Una burbuja abastecida por una gran cantidad de energía para satisfacer las necesidades de la vida cotidiana. Se implantaba la idea de que la energía y la tecnología podían resolver de forma absoluta la vida de las personas, como el nuevo horizonte a seguir. El cambio de paradigma en los 70's luego de la crisis del petróleo, que había sido el combustible más utilizado hasta el momento y había posibilitado el desarrollo tecnológico de la última década, demostró en el mundo entero la importancia de este recurso natural. Se estanca en su pico máximo de consumo comenzando a disminuir, y junto con este, disminuye también la utilización y el desarrollo de tecnologías en pleno auge. Para principios de los 80 casi todos los países latinoamericanos habían sido afectados por una profunda y prolongada recesión económica de los últimos años. La crisis y los procesos de ajuste de los ochenta derribaron el "sueño de la burbuja" y otros pensamientos futuristas del momento. Se produjo una disminución en el consumo de energías y con ello un estancamiento del desarrollo tecnológico. Iniciando los años 90', se empieza a hablar de la conciencia sustentable. Durante este tiempo, el diseño arquitectónico tendió a desligarse de su contexto climático, centrándose en la creación de un clima interior regulado artificialmente para abordar las inclemencias climatológicas (Rodríguez, 2007 por Jara, 2015). En este sentido, el modelo adaptativo, no hizo más que validar lo que la arquitectura vernácula o bioclimática viene planteando hace varios años atrás. Este modelo sugiere que los rangos de confort varían, y que uno de los principales factores que definen aquello; es el clima. En los años que le sucedieron, comenzó a abordarse el tema del desarrollo sostenible con especial interés. Se comenzó a definir el concepto de "sostenible", se abrió el debate sobre el efecto invernadero y las emisiones gaseosas en el planeta y las consecuencias de no asumir la responsabilidad respecto del medio ambiente.

La percepción del ambiente y el confort higrotérmico no es algo que dependa únicamente de los parámetros ambientales, es decir, de la temperatura del aire, la humedad relativa, velocidad del aire y la temperatura radiante. Es un fenómeno que incluye muchos más factores del entorno ya sea interior o exterior y del sujeto que percibe estos parámetros como así también de su relación física y psicológica con el ambiente. Incluso habría que considerar factores culturales y sociales, tales como costumbres en el atuendo y en los hábitos al usar el espacio, incluso en la alimentación. (Chávez del Valle, 2002b). Dicha sensación de confort, es de suma importancia para mantener una buena productividad, salud psicofísica y humor de las personas. Para mantener o alcanzar el confort higrotérmico de las personas en los espacios interiores, es posible alcanzar condiciones óptimas de temperatura y humedad a través de acondicionamiento artificial, lo que implica un gran consumo de energía en sectores de climas extremos o con grandes amplitudes térmicas, como es el caso de Córdoba. Pero también es posible alcanzar niveles muy buenos de temperatura y humedad en espacios interiores, a través de la correcta utilización de sus envolventes.

El entorno construido está definido en gran parte por las envolventes, y estas son las responsables en diferentes medidas, de mitigar y controlar las condiciones del entorno, permitiendo o no su influencia en el interior. El diseño de las envolventes que, por sus características y resoluciones de fachadas y cubiertas les corresponde una responsabilidad importante de su interacción con el ambiente, es un factor fundamental en el logro de edificios sustentables de gran eficiencia energética y bajo impacto ambiental (De Schiller & Evans, 2005).

Normativa de referencia

En Córdoba no hay Palabras clave: Confort térmico – envolventes - adaptación pasiva. normativas de cumplimiento obligatorio en relación al confort térmico de espacios interiores. Por lo que, se puede tomar solo como referencia la norma IRAM 11659-1, (2004) que define como zona de confort, aquella cuyas condiciones de temperatura y humedad relativa brindan sensación de bienestar térmico a la mayor parte de los seres humanos. Los niveles de confort para verano en viviendas y locales habitables se establecen en 23°C (nivel A: recomendado), 26°C (nivel B: medio) y 27°C (nivel C: mínimo), con rangos de HR del 40 al 60% (Figura 1).

En la figura 1 se relacionan las temperaturas medias de Córdoba capital del periodo estival, nov.2017 / mar.2018 con las referencias lineales que propone la norma vigente en Argentina, IRAM 11659 para los espacios interiores habitables.

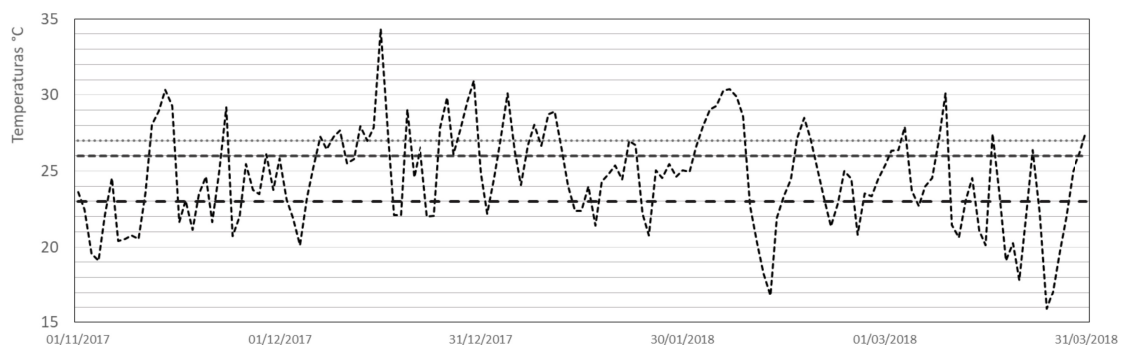


Fig 1: Niveles de Confort estival según IRAM 11659, y Temperaturas medias de la ciudad de Córdoba - noviembre 2017/ marzo 2018. Centro de Investigaciones Acústicas y Luminotécnicas CIAL - FAUD - UNC. Estación Meteorológica CIAL- UNC Córdoba, Argentina [base de datos]. Elaboración propia.

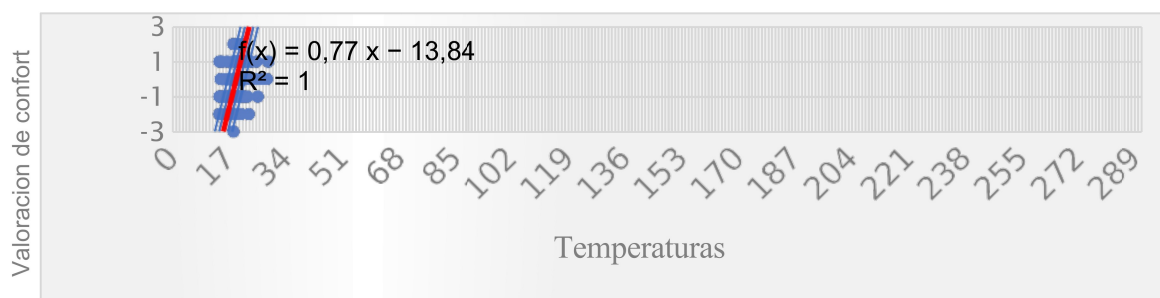


Fig 2: Niveles de Confort invernal según IRAM 11659, y Temperaturas medias de la ciudad de Córdoba - Junio 2019/ Julio 2019. Centro de Investigaciones Acústicas y Luminotécnicas CIAL - FAUD - UNC. Estación Meteorológica CIAL-UNC Córdoba, Argentina [base de datos]. Elaboración propia.

En la figura 2 se relacionan las temperaturas medias de Córdoba Capital durante el periodo invernal 2019 con las referencias lineales que propone IRAM para espacios interiores residenciales definidas en un máximo de 21°C, normal de 20°C y 18°C como mínimo. En ambos casos se muestra que la gran amplitud térmica de la ciudad estudiada hace que casi siempre las temperaturas estén bastante alejadas de los niveles referenciales lineales. Si para conseguir el confort interior que fija la norma, que en ocasiones varia hasta 15°C de las reales, la propuesta es acondicionar térmicamente los locales interiores de forma artificial, deriva en la alta demanda de energía que en la mayoría de los casos es eléctrica. Si se pretende en cambio la adaptación del ambiente interior, se puede referenciar a las normas vigentes de confort adaptativo, como (ASHRAE STANDARD 55, 2004; UNE-EN ISO 15265, 2005) que a diferencia de IRAM, no proponen referencias lineales, sino que consideran las variaciones locales.

Valoraciones en el rango de confort invernal para Córdoba

Como se describe anteriormente, la normativa vigente de referencia en la construcción, propone un valor de confort lineal y constante, que en el caso de Córdoba específicamente, son imposibles de mantener con acondicionamiento pasivo, por las grandes amplitudes térmicas que lo caracterizan. Con el objetivo de determinar cuál es el rango de temperatura que los usuarios valoran como confortable dentro de sus viviendas, cuando las variaciones exteriores son de más de 12 diario se realizó un estudio a través del MIST (Método por intervalos de sensación térmica) donde se registraron valoraciones subjetivas y mediciones objetivas y en base a ello se sacaron algunas conclusiones.

Dentro de esta investigación, Arrieta & Maristany, (2019) estudiaron las valoraciones de los usuarios enfocándose en las sensaciones subjetivas de confort en el ambiente térmico de las personas que habitan en la ciudad de Córdoba y su correspondencia con la temperatura interior. Para ello, se utilizó la metodología del Método por intervalos de sensación térmica (Figura 3), tomando como casos de estudio 12 viviendas de Córdoba, con heterogeneidad constructiva para lograr un monitoreo representativo de esta tipología en la ciudad estudiada. Estas viviendas fueron monitoreadas durante los meses

de junio y julio del 2019 a través de sensores Hobo data logger (HDL) en los espacios interiores de estar, se registraron temperatura de bulbo seco y humedad relativa cada 15 minutos.

Complementando estas mediciones, se realizaron encuestas con el objetivo de vincular las temperaturas interiores en que se mantienen las viviendas y las sensaciones del usuario promedio en relación a estas. El ensayo se realizó durante los meses de junio y julio del 2019, considerando el periodo de invierno. Los sujetos de estudio fueron hombres y mujeres en el rango de entre los 20 a 60 años que estuvieran dentro del recinto monitoreado en el momento de completar la encuesta. Se desarrolló un instructivo de como completar las encuestas. Éstas, fueron enviadas a través de un formulario online diseñado en base a la norma ISO 10551 (UNE-EN ISO 7730, 2006), que el usuario debía completar un mínimo de dos veces diarias mientras estuviera en el recinto monitoreado. El objetivo de este procedimiento fue determinar el valor medio de temperatura y humedad de todas las repuestas en cada nivel de sensación térmica percibida de acuerdo a cada una de las siete categorías de respuesta de confort según UNE-EN ISO 10551:1995, 2002. Esta metodología ha sido aplicada por otros autores (Bojórquez et al, 2010; Bojórquez et al, 2015; Garcia Gomez et al, 2011; Herrera Sosa, 2013) en diferentes climas, obteniendo de cada uno de éstos la temperatura neutral (T_n) y rangos de confort según valoraciones subjetivas de los habitantes encuestados en cada caso, con el fin de establecer lineamientos para la habitabilidad térmica.

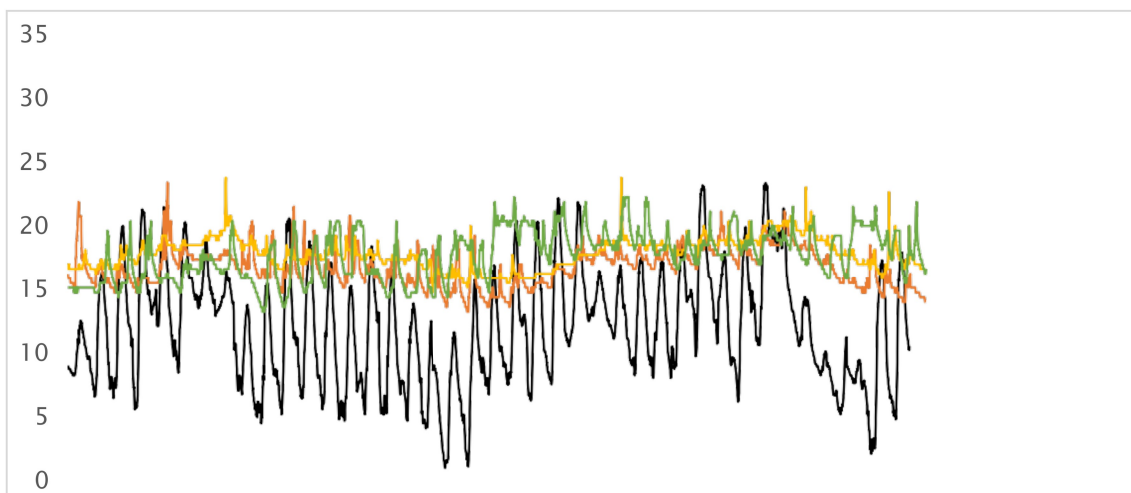


Fig. 3: Método por intervalo de sensación térmica, valoraciones y temperaturas interiores registradas. Junio/Julio 2019. Elaboración propia.

El rango de confort para invierno que se obtuvo a través de este método se mantiene dentro de los resultados esperados, considerando el total de las valoraciones encuestadas, el 68% de las personas describe sentirse en confort entre los 18°C y 20,4°C y el 95% lo hace entre los 16°C y los 21,7°C (Figuras 4 y 5). Aunque se pueden detectar diferencias en el rango de confort valorado por las personas en viviendas acondicionadas mecánicamente y las

que no tienen acondicionamiento adicional. Si bien las temperaturas medias de confort son iguales, en los ambientes sin calefacción el rango de confort es más amplio y hay mayor tolerancia a temperaturas más bajas. Mientras que con calefacción el rango es más estrecho, no se mencionan las bajas temperaturas y hay sobrecalentamiento de los locales

fuera del rango de confort.

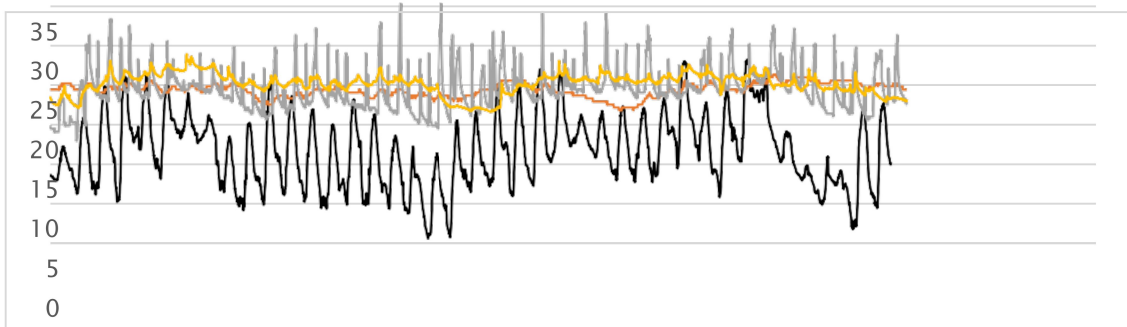


Figura 4: Temperaturas interiores de viviendas no calefaccionadas julio 2019 .Relación con el rango de confort valorado por sus habitantes y Temperaturas medias exteriores de la ciudad de Córdoba. Centro de Investigaciones Acústicas y Luminotécnicas CIAL - FAUD - UNC. Estación Meteorológica CIAL-UNC Córdoba, Argentina [base de datos]. Elaboración propia.

Sobre todo teniendo en cuenta las envolventes de aquellas unidades no calefaccionadas (Figura 5), a pesar de las diferencias en sus materiales, orientación, antigüedad y demás características constructivas, mantienen las condiciones interiores con cierta inercia en relación al exterior. Logrando en primera instancia, condiciones bastante mejores a las exteriores de acuerdo a los niveles de confort valorados por sus usuarios.

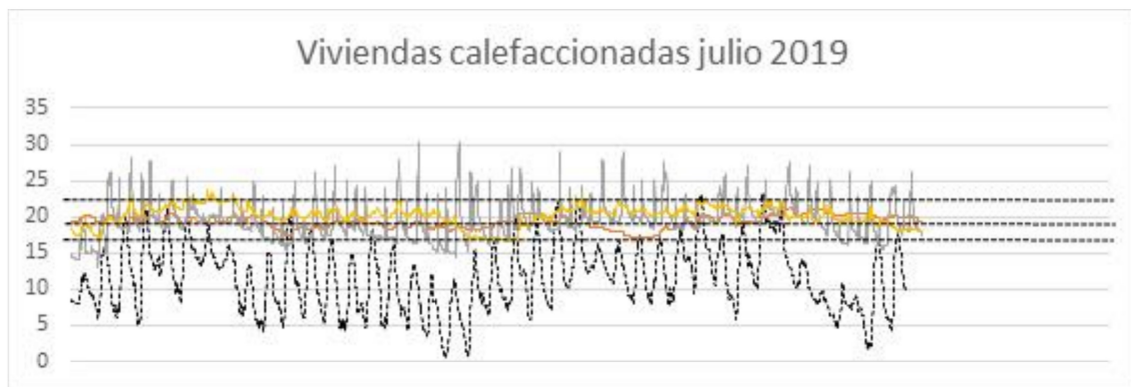


Figura 5: Temperaturas interiores de viviendas calefaccionadas julio 2019, relación entre rango de confort valorado por sus habitantes y Temperaturas medias exteriores de la ciudad de Córdoba. Centro de Investigaciones Acústicas y Luminotécnicas CIAL - FAUD - UNC. Estación Meteorológica CIAL-UNC Córdoba, Argentina [base de datos]. Elaboración propia.

Conclusiones

La ciudad en estudio, está definida por un clima intermedio y las condiciones son poco radicales, por lo tanto los recursos arquitectónicos necesarios no están estandarizados como en los casos de climas más extremos. Es sobre todo en estas condiciones cuando el diseño de las envolventes juega un rol fundamental, que debe permitir conseguir el confort higrotérmico necesario para los usuarios sin sobrecargar la matriz energética recurriendo como única alternativa al acondicionamiento artificial. La climatización artificial en edificios de envolventes selladas, donde se intenta alcanzar un nivel constante de temperatura, consume demasiada energía en el clima de Córdoba por las enormes amplitudes térmicas diarias que lo caracterizan y que mantienen casi todo el tiempo, las condiciones interiores alejadas de la referencia lineal propuesta.

En este estudio se verifica que el rango de confort valorado por los usuarios es similar a

lo establecido por la norma, pero también se demuestra, que las temperaturas interiores de las viviendas no calefaccionadas se mantienen en general dentro de estos rangos confortables. Por lo que se puede mencionar que con un correcto uso de las envolventes y logrando una adaptación pasiva a través de éstas, podría lograrse el confort sin necesidad de recurrir al acondicionamiento mecánico.

Se debería considerar, la insistencia y promoción del desarrollo de envolventes de adaptación pasiva, que a través de su uso puedan brindar al usuario niveles óptimos de confort no lineales y sin el exceso de acondicionamiento mecánico, para evitar el estrés térmico, aprovechar la capacidad humana de adaptación al clima y poder aliviar la matriz energética del país.

Referencias bibliográficas

- Arrieta, G., & Maristany, A. (2018). Cambiando los paradigmas: Revision del concepto de confort higrotermico desde los 60' hasta la actualidad. *Averma*, 22(2314-1433), 01.01- 01.12.
- Arrieta, G., & Maristany, A. (2019). Revision de los rangos de confort invernal de viviendas en Cordoba, como condicion para el acondicionamiento natural. *Asades*.
- ASHRAE STANDARD 55. (2004). Thermal Enviromental Conditions for Human Occupancy.
- Banham Reyner. (2012). Un Hogar no es una Casa, 1-8.
- Bojórquez, G., Gómez-Azpeitia, G., García-Cueto, R., Luna, A., & Romero, R. (2010). Confort Higrotérmico para actividades en espacios exteriores: Período cálido. *6CTV Mexicali* 2010, 1-15. Retrieved from http://upcommons.upc.edu/revistes/bitstream/2099/12847/1/07_Bojorquez_Gomez-A_Garcia-C_Luna_Romero.pdf
- Bojórquez, Gonzalo, Gómez-Azpeitia, L. G., García-Cueto, O. R., Ruiz-Torres, R. P., & Luna, A. (2015). Temperatura neutral y rangos de confort térmico para exteriores, período cálido en clima cálido seco. *Ambiente Construído*, 10(2), 133-146. <https://doi.org/10.1590/s1678-86212010000200009>
- Chávez del Valle, F. J. (2002a). *zona variable de confort termico*. Universitat politecnica de Catalunya.
- Chávez del Valle, F. J. (2002b). Zona variable de confort térmico (Tesis doctoral). *Capitulo 2*, 36. Retrieved from <http://www.tdx.cat/handle/10803/6104>
- De Schiller, S., & Evans, J. M. (2005). Rol de la Envolvente en la Edificación Sustentable. *Revista de La Construcción*, 4, 5-12.
- García Gomez, C., Bojórquez Morales, G., & Ruiz Torres, P. (2011). Sensación térmica percibida en vivienda económica y auto-producida, en periodo cálido, para clima cálido húmedo. *Ambiente Construído*, 11(4), 099-111. <https://doi.org/10.1590/s1678-86212011000400008>
- Herrera Sosa, L. (2013). Temperatura y rangos de confort térmico en viviendas de bajo costo en clima árido seco. *Hábitat Sustentable*, 3(1), 26-36.
- IRAM 11659-1. (2004). Aislamiento térmico de edificios Verificación de sus condiciones higrotérmicas Ahorro de energía en refrigeración. *Norma Argentina*, 1-36.
- Jara, P. (2015). Thermmal comfort and its importance for the architectural design and enviromental quality of indoors spaces. *UTOPIATEORARAXIS*, 7, 106-121.
- UNE-EN ISO 10551:1995. (2002).

UNE-EN ISO 15265. (2005). Ergonomía del ambiente térmico. Estrategia de evaluación del riesgo para la prevención del estrés o incomodidad en condiciones de trabajo térmicas (ISO 15265:2004). *AENOR*, 21.

UNE-EN ISO 7730. (2006). Ergonomía del ambiente térmico. Determinación analítica e interpretación del bienestar térmico mediante el cálculo de los índices PMV y PPD y los criterios de bienestar térmico local (ISO 7730:2005). *AENOR*, 58.