

RANGOS DE CONFORT ESTIVAL DE VIVIENDAS EN CÓRDOBA COMO REFERENCIA PARA EL ACONDICIONAMIENTO NATURAL

Gabriela Arrieta ^{1,2}, Arturo Maristany ¹

¹ Universidad Nacional de Córdoba (UNC), Facultad de Arquitectura Urbanismo y Diseño (FAUD),
Centro de investigaciones Acústicas y luminotécnicas (CIAL)

² Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

El Cordobazo s/n – Ciudad Universitaria – Córdoba Capital - C.P:5000 - <http://cial.faudi.unc.edu.ar>

Tel: 0351 433-3037 e-mail: g.arrieta@live.com.ar

RESUMEN: Este trabajo, complementario al realizado en el invierno 2019, presenta los resultados de un estudio de campo realizado en la ciudad de Córdoba con el objetivo de verificar los rangos de confort, a partir de la valoración subjetiva de las condiciones de temperatura interior y humedad relativa, en las que habitan las personas en viviendas de la ciudad durante el verano.

El estudio se realizó en 12 viviendas, consiguiendo un total de 259 encuestas respondidas durante los meses de enero y febrero del año 2020, considerando un periodo representativo de verano. Se estimaron temperatura y humedad relativa neutra y rangos de confort con el método de medias por intervalo de sensación térmica (MIST), comparando el rango de confort con el establecido por otros autores referentes.

El objetivo de este estudio es, a partir de las condiciones de temperatura relevadas en las viviendas, verificar los rangos de preferencia térmica valorados en verano y si, tomando los mismos como referencia, es posible incluir estrategias de acondicionamiento pasivo para reducir la climatización mecánica en el periodo estival sin perder de vista las actuales exigencias de confort térmico.

Palabras claves: Confort térmico interior, adaptación pasiva, verano.

INTRODUCCIÓN

El clima de la ciudad de Córdoba, es particularmente complejo porque está afectado por enormes amplitudes térmicas diarias. Para este tipo de climas, a diferencia de los extremos, las estrategias de diseño son menos rigurosas. Esto se traduce en una gran posibilidad para definir pautas relativas y flexibles, orientadas a lograr viviendas eficientes que colaboren para el acondicionamiento térmico a través de la adaptabilidad de sus envolventes y que eviten la dependencia de los mecanismos de acondicionamiento artificial (Arrieta, G., y Maristany, A., 2019). El estudio de la sensación térmica percibida en la vivienda permite establecer lineamientos de diseño para la habitabilidad térmica con base en la percepción de los sujetos (García Gómez et al., 2011). El Método por Intervalo de Sensación Térmica (MIST) tiene por objetivo determinar el valor medio de temperatura o humedad de todas las respuestas 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; García Gómez et al, 2011; Herrera Sosa, 2013) en diferentes climas, obteniendo de cada uno de éstos la temperatura neutra (Tn) y rangos de confort según valoraciones subjetivas de los habitantes encuestados en cada caso, con el fin de establecer lineamientos para la habitabilidad térmica.

La normativa de referencia (IRAM 11603, 1996b), ubica a Córdoba como zona bioambiental IIIa, de clima templado cálido, con amplitudes térmicas mayores a 14°C. Previendo veranos relativamente calurosos, con temperaturas que oscilan entre los 20°C y los 26°C e inviernos no muy fríos, con medias entre 8°C y 12°C y mínimas rara vez menores a 0°C. En general, de inviernos benignos y veranos no muy calurosos. Según los datos climáticos de 11 años de la ciudad de Córdoba obtenidos del Servicio Meteorológico Nacional (desde 2007 al 2017 inclusive) se evidencia que el clima de la ciudad de Córdoba, si bien está dentro de las condiciones que establece la normativa IRAM para el clima templado cálido, las enormes amplitudes térmicas estacionales, mensuales y diarias (figura 1) hacen que las estrategias de diseño estandarizadas, preestablecidas para esta situación, no sean la solución ideal para conseguir confort térmico interior.

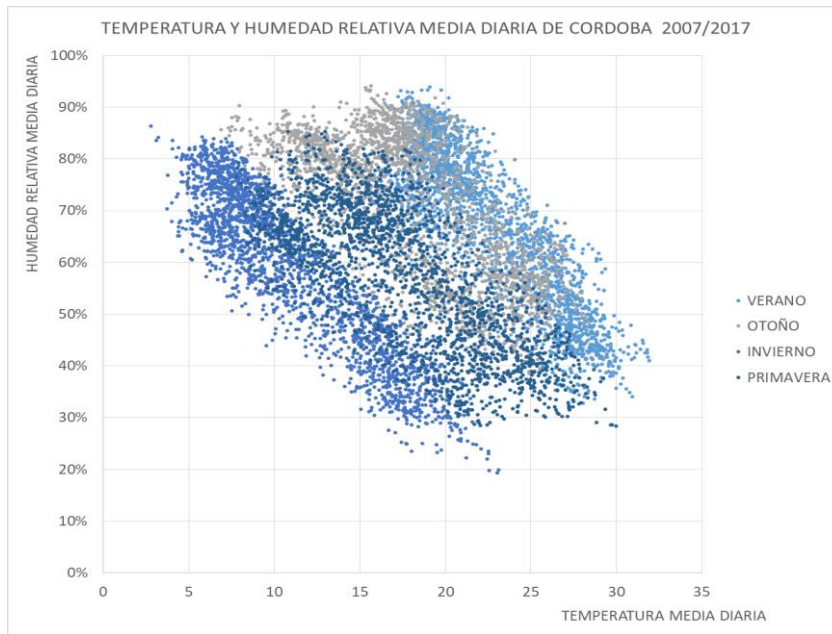


Figura 1: Gráfico de dispersión de Temperaturas medias diarias y HR media diaria de Córdoba desde el 2007 al 2017 inclusive según el servicio meteorológico nacional, diferenciado según estaciones. Elaboración propia.

En la figura 2 se visualizan las condiciones de temperatura, así como la amplitud térmica estacional, a partir de la selección de 3 días consecutivos típicos de cada estación (enero / abril / julio / octubre). Se distribuyeron los datos de temperatura y HR del periodo de 11 años según las cuatro estaciones con el objetivo de identificar cómo se distribuyen dentro de cada una de ellas a lo largo de los años, con las siguientes conclusiones.

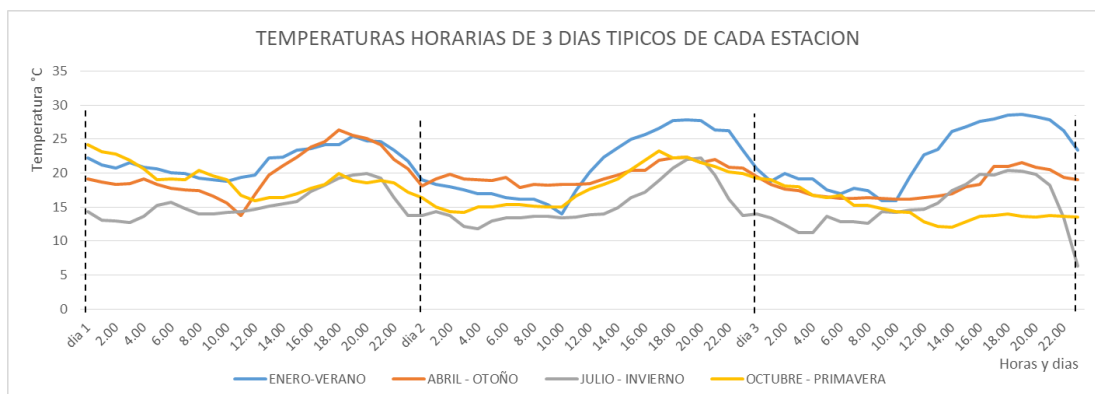


Figura 2: Temperaturas horarias de 3 días típicos de cada estación. Datos del servicio meteorológico nacional. Elaboración propia.

Verano: Durante los periodos de diciembre, enero y febrero, las temperaturas se mantuvieron entre los 15°C y los 35°C sobrepasando ocasionalmente por encima o por debajo de estas líneas. Los valores de la Humedad Relativa dentro de este periodo, se mantuvo uniformemente variable desde el 20% hasta casi el 90%.

Otoño: Durante el otoño, las temperaturas fueron gradualmente en descenso, manteniéndose entre los 10°C y 30°C en el inicio de la temporada y entre 5°C y 25°C hacia el final del otoño. Manteniéndose la amplitud térmica de unos 15°C durante todo el periodo. Respecto de la HR, se mantuvo constante en una oscilación entre el 25% y 100%.

Invierno: Durante el periodo de invierno de los años estudiados, se detecta que las temperaturas varían de forma constante y continua entre los 5°C y 25°C aproximadamente. Manteniendo los 20°C de amplitud térmica constantes al igual que en el resto del año. En cuanto a la HR del periodo estacional invernal, se mueve entre el 20% y 100% durante toda la estación.

Primavera: Durante el inicio del periodo estacional, se registraron temperaturas de entre los 5°C y los 25°C, ascendiendo uniformemente hasta llegar al final del periodo entre los 15°C y 35°C. En cuanto a la HR, sigue siendo oscilante como el resto del año con grandes y constantes variaciones entre el 20% y 90%.

Se observa que, si bien las estaciones están bien definidas en su temperatura, la diferencia térmica diaria es constante durante todo el año. Las recomendaciones y estrategias de diseño estandarizadas para la Zona Bioambiental IIIa, orientadas al tipo de clima templado cálido, difieren de aquellas que son determinadas mediante la aplicación de diversas metodológicas de análisis climático a partir de los datos del SMN. Entre estas metodologías las más reconocidas y utilizadas son el diagrama psicrométrico de Givoni, el diagrama bioclimático de Olgyay y los triángulos de confort de Evans, (Evans, 2011; Givoni, 1981; Olgyay, 1963), todos, mediante diferentes aproximaciones, proponen estrategias bioclimáticas a adoptar en función de las condiciones higrotérmicas características de una época del año y para un determinado clima.

De las caracterizaciones del clima de Córdoba obtenidas, según las metodologías mencionadas, se desprenden estrategias recomendadas para que los edificios alcancen el mayor confort posible sin recurrir a los medios mecánicos (tabla 1). Las estrategias que propone la IRAM 11603 para la zona caracterizada por clima templado cálido, son diferentes a las que los autores referentes proponen para las condiciones de Córdoba resultantes de sus diagramas.

Para que los recursos y estrategias utilizados sean válidos y eficientes, se deberían tomar parámetros de referencia más próximos y acordes a la realidad de la ciudad. Por otro lado, y teniendo en cuenta las amplitudes térmicas que caracterizan el clima de Córdoba, se encuentran disponibles los modelos adaptativos, que no son considerados de referencia en la construcción en Córdoba, siendo un modelo fundamental por la importancia que dan a las variaciones de temperaturas exteriores en su influencia en el confort interior. Los modelos llamados adaptativos establecen, principalmente, que no puede considerarse solo el intercambio de calor entre el cuerpo y el entorno para entender el confort térmico. Sino que, además, hay acciones voluntarias o involuntarias que el ser humano es capaz de realizar para alcanzarlo. La posibilidad de adaptabilidad térmica permite el diseño de edificios con rangos de temperatura menos rigurosos, y por lo tanto, una dependencia reducida del acondicionamiento mecánico (Van Der Linden, et.al, 2006). Normativas vigentes como (ASHRAE STANDARD 55, 2004; UNE-EN 15251, 2008) consideran este modelo en su ecuación para obtener la Temperatura de confort.

Autor	Confort verano		Confort invierno		Principales estrategias sugeridas
	°C	%	°C	%	
Olgay	21,5 - 27,5	30 - 65	20 - 24	30 - 60	Radiación
Givoni	18 - 23	20 - 80	21 - 26	20 - 80	Masa térmica / radiación / calefacción adicional/ ventilación adicional
Evans	18 - 28	Amplitud térmica 8°C	18 - 28	Amplitud térmica 8°C	ganancias solares - ganancias internas - inercia térmica
IRAM 11603	23 - 25 - 27	50 - 55	18 - 20 - 21	50 - 55	Viviendas agrupadas - inercia térmica - evitar orientación oeste - aberturas con protección solar - colores claros

Tabla 1: resumen de zona de confort para cada autor, definición del clima de Córdoba y estrategias constructivas propuestas por cada uno. Elaboración propia.

Por otro lado, la normativa propone un nivel de confort lineal, lo que es casi imposible conseguir para climas con hasta 20°C de amplitud térmica diaria durante todo el año. En un contexto donde se toma conciencia del aumento gradual y constante del consumo energético, en gran parte eléctrico. “Los espacios construidos cuentan con cerca del 40% de la energía global consumida y contribuye con más del 30% de las emisiones totales de CO₂. En gran proporción, esa energía es usada para el confort térmico de esas construcciones” (Yang et al, 2014, p.164). El correcto diseño y uso de la arquitectura tiene un gran potencial para revertir esta situación. Los modelos adaptativos, que consideran las variaciones exteriores, serían la solución para lograr rangos de confort más amplios, aceptados dentro de los espacios interiores en climas con grandes amplitudes térmicas diarias, pero las normas vigentes que los consideran, determinan rangos aún más exigentes que las referencias lineales utilizadas actualmente, sobre todo en invierno, demandando casi todo el tiempo consumo de energía innecesario.

Método MIST en el verano de Córdoba:

Se analiza el periodo de verano 2019/2020 a través del Método por Intervalo de Sensación Térmica, con el fin de determinar a qué temperatura se encuentran las viviendas estudiadas en Córdoba, y que grado de confort tienen sus usuarios, permitiendo entre otros aspectos despegar el requerimiento de acondicionamiento mecánico de la valoración de confort “0” asegurada.

Se realizó un estudio de las valoraciones de los usuarios, enfocándose en las sensaciones subjetivas de confort de las personas que habitan viviendas en la ciudad de Córdoba y su correspondencia con la temperatura interior. Para ello, se tomaron como casos de estudio 12 viviendas de la ciudad, sin tener requisitos de tipología específica, se consideró una muestra heterogénea en ubicación, orientación, antigüedad y materialidad para lograr un monitoreo representativo de la tipología vivienda en general. (Tabla 2).

Tipología	Condición	Nivel de piso	Techo	Terminación	Materialidad	Terminación	espesor	Ubicación	Orientación
Vivienda unifamiliar	entre medianeras	0	Inclinado	Tejas	Bloque cemento	Bolseado	20 cm	Periurbana	Sur
Departamento	entre medianeras	9	plano	Habitado	Bloque cerámico	Revoque grueso y fino	20 cm	Centro	Norte
Departamento	entre medianeras	2	plano	losa	Bloque cerámico	Ladrillo visto	20 cm	Centro	sur Este
Vivienda unifamiliar	aislada	0	plano	Habitado	Retak	Revoque grueso y fino	20 cm	Periurbana	Norte
Departamento	aislada	9	plano	losa	ladrillo común	Revoque grueso y fino	20 cm	centro	Sur Este
Departamento	aislada	2	plano	Habitado	ladrillo común	Ladrillo visto	20 cm	centro	Este
Vivienda unifamiliar	entre medianeras	0	Inclinado	Losa	Bloque cemento	Bolseado	20 cm	Periurbana	Sur
Departamento	aislada	3	plano	Losa	Bloque cerámico	Revoque grueso y fino	20 cm	Centro	Norte
Vivienda unifamiliar	Aislada	0	Plano	Losa de viguetas	Ladrillo común	Revoque grueso y fino	30 cm	Periurbana	Norte
Vivienda unifamiliar	aislada	0	plano	Losa	Bloque cerámico	Fachada Ventilada	30 cm	Centro	Norte
Vivienda unifamiliar	Aislada	0	Inclinado	Chapa con aislación	Bloque cerámico	Revoque grueso y fino	20 cm	Periurbana	Norte
Vivienda unifamiliar	aislada	2	inclinado	losa	ladrillo común	Ladrillo visto	28 cm	Periurbana	Noroeste

Tabla 2: Relevamiento de viviendas estudiadas. Elaboración propia.

Estas 12 viviendas fueron monitoreadas simultáneamente durante los meses de enero y febrero del 2020 a través de sensores Hobo *data logger* (HDL) en los espacios interiores de estar, se registraron temperatura de bulbo seco y humedad relativa cada 60 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 éstas. El ensayo se realizó durante los meses de enero y febrero del 2020, considerando los meses de verano. 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, que 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 (Tabla 3).

1	¿Está utilizando en este momento algún medio de acondicionamiento mecánico?	- SI - NO
2	Utiliza otra forma para lograr confort?	- Accionamiento de ventanas - Movimiento de cortinas interiores - Parasoles exteriores - Cambio de vestimenta - Cambio de sitio dentro de la habitación - Varias combinadas - No, ninguna
3	¿Qué siente usted en este momento? (marcar la casilla apropiada) Tengo...	- -3 Mucho frío - -2 Frío - -1 Un poco de frío - 0 Ni frío ni calor - 1 Un poco de calor - 2 Calor - 3 Mucho calor
4	Se encuentra usted...	- Cómodo - Algo incómodo - Incómodo - Muy incómodo - Extremadamente incómodo
5	En este momento preferiría tener...	- -3 Mucho más frío - -2 Más Frío - -1 Un poco más de frío - 0 Ni más frío ni más calor - 1 Un poco más de calor - 2 Más Calor - 3 Mucho más calor
6	Teniendo en cuenta únicamente sus preferencias personales, ¿aceptaría usted este ambiente térmico en lugar de rechazarlo?	- Si - No
7	En su opinión, este ambiente térmico es...	- Perfectamente tolerable - Un poco difícil de tolerar - Bastante difícil de tolerar - Muy difícil de tolerar - Intolerable.

Tabla 3: Cuestionario de 6 preguntas de opciones múltiples utilizado para el estudio MIST. Elaboración según normas ISO 10551.

Los usuarios de las viviendas monitoreadas respondieron las preguntas en relación a cómo se sentían con el ambiente térmico. Se realizaron un total de 259 encuestas en simultáneo con las mediciones para conocer las valoraciones subjetivas de las personas bajo las condiciones monitoreadas.

Rangos de confort MIST

El objetivo de este procedimiento es determinar el valor medio de temperatura o humedad de todas las respuestas 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. Se realizaron dos o más encuestas diarias a los habitantes de las 12 viviendas estudiadas y se vincularon las sensaciones

valoradas en relación a las temperaturas registradas simultáneamente en el ambiente interior. De esa forma se calculó el valor promedio de la temperatura y de la humedad en la que los sujetos valoraron sentirse en confort (valor 0), pero también de quienes expresaron sentir calor o frío (valores +1 y -1).

Posteriormente se establecieron los rangos de distribución para cada categoría de respuesta. Se calculó la desviación estándar y a partir del valor medio de temperatura o humedad correspondiente (TnMedia, HRnMedia) se calculó la adición de $\pm 1DS$ (Desviación Standard). Este primer rango incluye teóricamente 68% de las personas que expresaron tener una misma sensación térmica. Se repite el procedimiento y se adiciona $\pm 2DS$ a la TnMedia o HRnMedia, con lo que teóricamente se incluye al 95% de la población que emitió un mismo voto de sensación térmica.

Por último, se realizó una regresión lineal con los valores que fueron obtenidos, a fin de determinar las rectas correspondientes a los límites extensos de los rangos definidos por TnMedia y HRnMedia $\pm 2DS$, y a los límites reducidos definidos por TnMedia o HRnMedia $\pm 1DS$. Se aplicó el mismo procedimiento con los valores de TnMedia y HRnMedia. La intersección de cada una de las líneas de regresión con la ordenada cero (que representa la sensación térmica de confort: ni calor, ni frío) determinan el valor de la temperatura neutra según el método MIST, así como los valores límites de los rangos de confort térmico. Esta metodología ha sido aplicada por otros autores (Bojórquez et al, 2010; Bojórquez et al, 2015; García Gómez et al, 2011; Herrera Sosa, 2013) en diferentes climas, obteniendo de cada uno de éstos la temperatura neutral (Tn) y rangos de confort según valoraciones subjetivas de los habitantes encuestados en cada caso, con el fin de establecer lineamientos para la habitabilidad térmica.

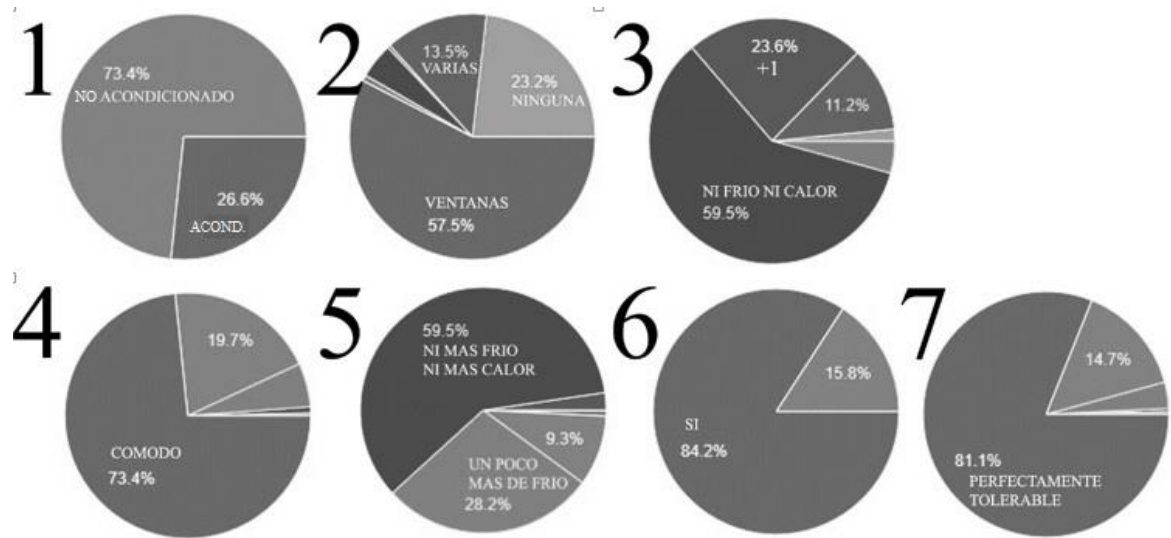


Figura 3: Resumen de las respuestas obtenidas de las encuestas.

En los gráficos de la figura 3 se muestra la distribución general de las respuestas a las preguntas de la encuesta de verano. Aunque la mayoría de las viviendas no estuvieron acondicionadas mecánicamente, más de la mitad valoró sentirse en el punto de confort 0 (“ni frío ni calor”). Si se desglosa esta observación, se detecta que las valoraciones 0 “ni frío ni calor” y la valoración +1 “un poco de calor” ocupan casi un 80% de las respuestas. En ambos casos (con y sin acondicionamiento mecánico), es decir que estén o no las viviendas acondicionadas, casi 3/4 de las personas se encuentran en el rango de confort esperado para verano. (Figura 4).

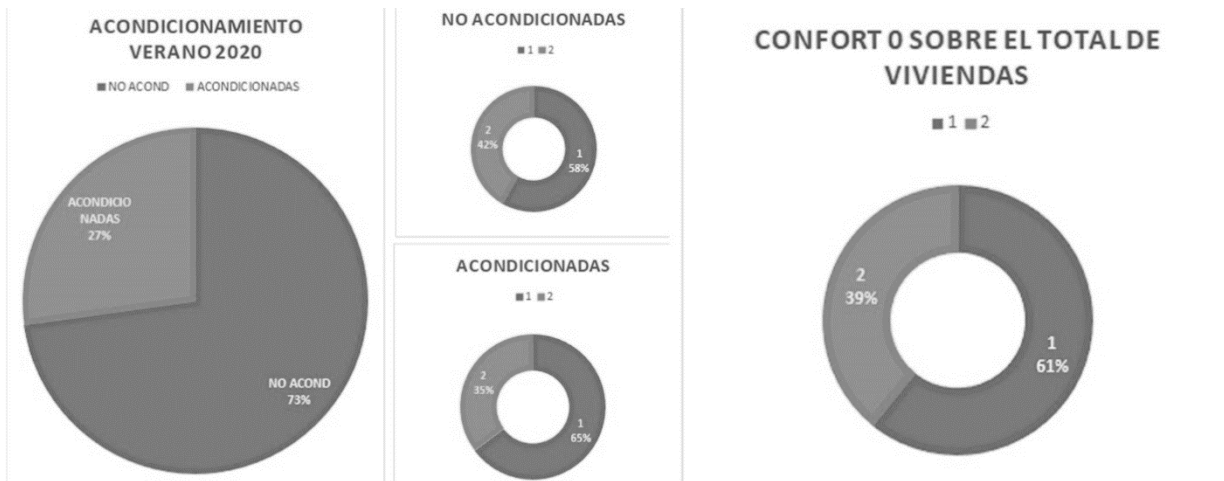


Figura 4: Valoraciones de confort en relación a la utilización o no de acondicionamiento mecánico. Elaboración propia.

Del total de las personas encuestadas el 73% no utiliza acondicionamiento mecánico durante el periodo de estudio. Este porcentaje es similar al de las personas que valoran confort 0 y declaran no estar utilizando acondicionamiento, pero también las que sí declaran estar usándolo, lo que demuestra, que no por estar acondicionado mecánicamente es un ambiente térmico óptimo según la valoración de los usuarios (como se esperaría).

ANÁLISIS DE DATOS

Las temperaturas de Córdoba, van desde menos de 17°C a los 35°C durante el periodo de estudio (enero y febrero 2020). Se vincularon estas temperaturas exteriores con los valores interiores registrados en las viviendas durante el mismo periodo. Las temperaturas interiores, se mantuvieron entre los 25 y 33°C en su mayoría. Se detecta entonces que, a pesar de ser viviendas de clase media, de formas, tipologías, antigüedad, sistemas de protección, orientaciones, materialidades y diseños ampliamente variables, se mantienen con cierta inercia térmica en relación a las temperaturas exteriores. Favoreciendo las condiciones de confort esperadas. (Figura 5). Se verifica, que las viviendas monitoreadas, se mantuvieron en temperaturas interiores cercanas a las sensaciones valoradas de confort a pesar de las variaciones térmicas exteriores registradas.

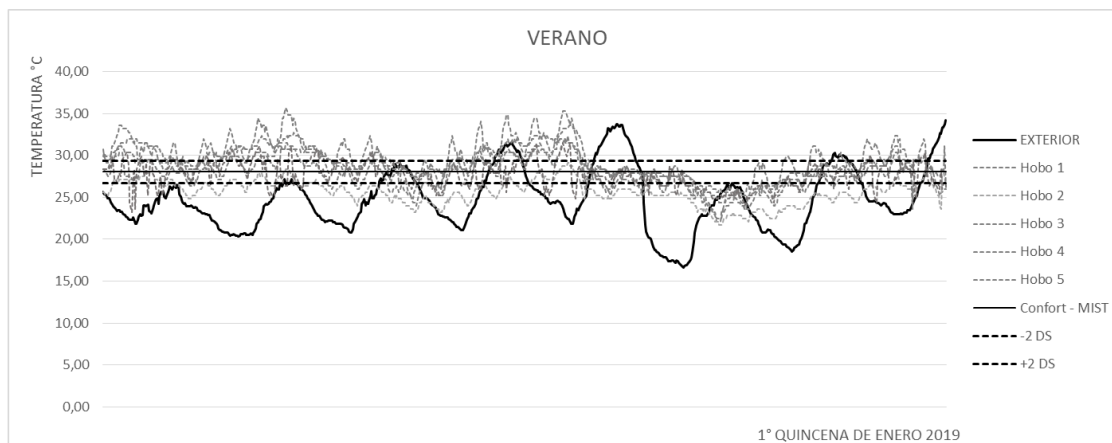


Figura 5: variaciones de la temperatura interior monitoreada en viviendas y exterior según la estación meteorológica del C.I.A.L. Relación con temperatura de confort según MIST verano 2020. Elaboración propia.

En la figura 6, se muestra el rango de confort obtenido a través de valoraciones subjetivas encuestadas en relación a las condiciones monitoreadas en viviendas de la ciudad de Córdoba. Alcanzando un rango de confort algo diferente al establecido por la norma. El rango de confort para el 68% de las personas, se ubica entre los 27.6°C y los 28.4°C, con una Tc valorada en 28°C. Para el 95% de los usuarios durante el verano, se concentra entre los 27.2°C y 28.8°C siendo bastante menos exigentes que todos los autores estudiados y de acuerdo a las temperaturas estacionales exteriores. Los documentos reglamentarios son fundamentales para la aceptación e implementación de una estrategia en la práctica arquitectónica y de ingeniería, sin embargo, aunque los documentos reglamentarios se actualizan periódicamente, persisten algunas ambigüedades en la aplicación de modelos adaptativos de confort térmico en el diseño y operación de edificios (Carlucci et al, 2018).

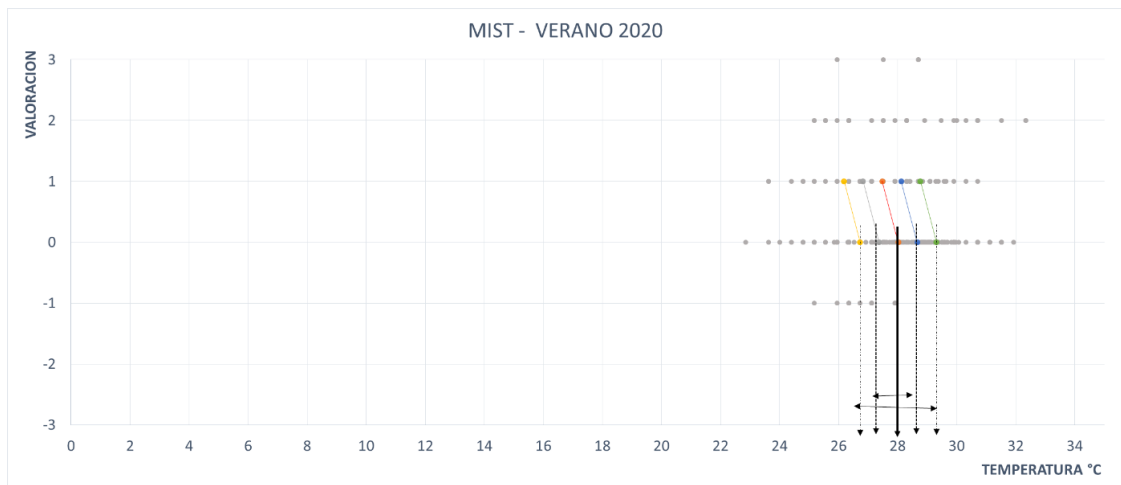


Figura 6: Método por Intervalos de Sensación Térmica realizado en viviendas de Córdoba. Periodo verano 2019/2020. Elaboración propia.

La enorme amplitud térmica diaria, mensual y estacional, juega un rol fundamental en la definición de estrategias de diseño arquitectónico en la ciudad de Córdoba, que pierden relevancia cuando no apuntan específicamente a la problemática real del clima. En la tabla 1 se resumieron los distintos autores mencionados, las temperaturas confort según cada uno de ellos y estrategias propuestas.

Se analizaron los datos diferenciando las situaciones con o sin acondicionamiento (Figura 7). Se puede leer que las viviendas que no están acondicionadas durante el verano 2020 tienen un rango de tolerancia de 2.22°C, valorando la sensación de confort entre los 26.7°C hasta los 28.9°C.

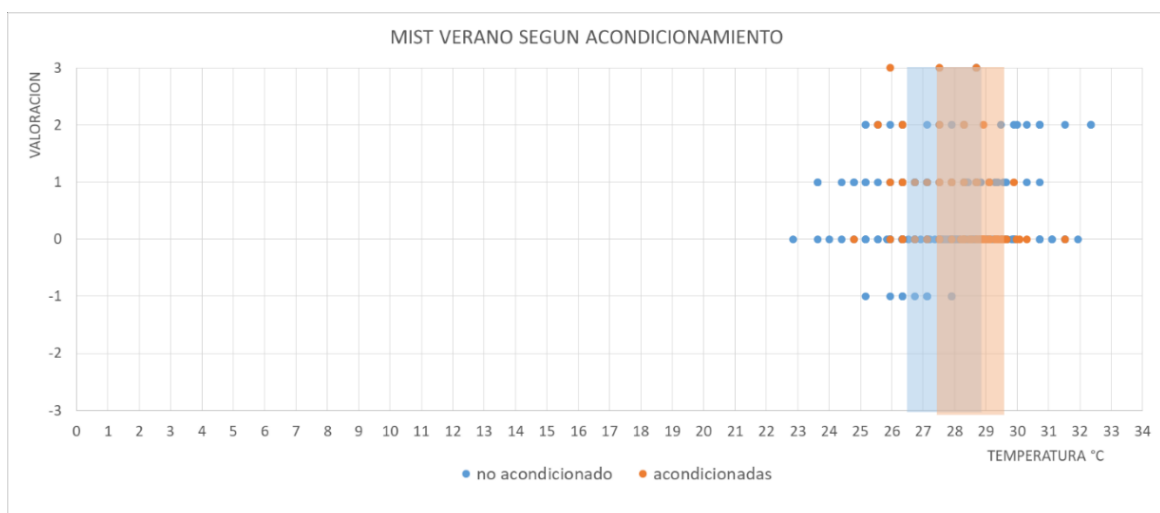


Figura 7: Relación MIST verano 2020 en viviendas según uso de acondicionamiento mecánico y los rangos de confort extendido de cada uno.

Las viviendas acondicionadas durante este mismo periodo, tienen un rango de confort para el 95% de conformidad de 2,15°C, pero en temperaturas un poco más elevadas, que van desde los 27.4°C a los 29.5°C. Las viviendas no acondicionadas en cambio, mantienen un rango de confort para el 95% de conformidad unos grados más frío (entre los 26.7°C a 28.9°C). Visualizando que aquellos espacios sin acondicionamiento adicional registran un rango mucho más amplio de temperaturas que varían de los 23 a los casi 32. Sin embargo, las viviendas no acondicionadas se mantienen entre los 26 y 30. Demostrando temperaturas mucho más confortables para la época.

A lo largo del desarrollo del MIST, se verifica que, durante el periodo de verano, las personas valoran sentir confort durante gran parte del tiempo, alcanzando para el 95% de conformidad, una valoración de confort hasta los 29,3°C (2°C más de lo que las referencias normativas establecen). Es necesario ciertamente, diferenciar el plano teórico (donde se establecen los rangos de confort) del plano práctico, en el que los usuarios encienden el acondicionamiento mecánico cuando por algún motivo sienten estar fuera de confort. Si se direccionara la arquitectura al mayor y mejor uso de las envolventes y el acondicionamiento pasivo, en climas con grandes amplitudes térmicas se lograría mejorar significativamente las condiciones interiores sin depender del acondicionamiento mecánico.

La adaptabilidad de las personas y su valoración de confort, varía de acuerdo al tipo de clima como así también de los aspectos biológicos, fisiológicos y psicológicos considerados actualmente por los modelos adaptativos. Si se compara el estudio realizado por (Bojórquez et al, 2015) en verano en México con el del presente artículo realizado en verano de Córdoba, Argentina, (Tabla 4) se verifica la considerable diferencia entre la Temperatura de confort valora para cada caso. Siendo varios grados más alta en México, por tratarse de un clima cálido-húmedo que en Córdoba con clima templado-cálido. Confirmando la importancia del clima local, las condiciones exteriores y expectativas personales en la sensación de bienestar de las personas.

TIPO DE VIVIENDA	TEMPERATURA DE CONFORT TERMICO	LIMITE MINIMO DE CONFORT TERMICO	LIMITE MAXIMO DE CONFORT TERMICO
Vivienda economica	32,3°C	27,9°C	35,1°C
Vivienda auto producida	34,5°C	28,3°C	36,1°C
Viviendas estudiadas en Cordoba	28,02°C	26,7°C	29,31°C

Tabla 4: Temperatura y rangos de confort según estudio realizado por (Bojórquez et al, 2015), comparado a los resultados del estudio MIST en Córdoba. Elaboración propia.

CONCLUSIONES

Córdoba, está definido como clima templado cálido y la normativa de referencia tiene recomendaciones de diseño en esa dirección. Considerando los resultados para las condiciones de Córdoba monitoreadas en los últimos 11 años por el servicio meteorológico nacional los diagramas realizados determinan estrategias de diseño algo diferentes. Siendo la principal característica de este clima la amplitud térmica estacional, mensual y diaria es fundamental considerar el confort térmico interior bajo los modelos adaptativos, que consideran estas variaciones, dejando quizás atrás, o al menos complementando las estrategias estrictamente estandarizadas.

Del total de personas encuestadas, durante el verano del 2019 el 73% no utiliza acondicionamiento mecánico durante el periodo estudiado. Este porcentaje es similar al de las personas que valoran confort 0 y no están acondicionadas, pero también las que sí están acondicionadas, lo que muestra como primer dato importante, que no por estar acondicionado se logra, como es de esperarse, un ambiente térmico óptimo.

Por otro lado, la valoración de las personas determina un rango de confort que toma solo 2°C, siendo estrecho en comparación con las amplitudes térmicas exteriores, pero notoriamente menos exigentes que la normativa y los autores analizados, en función a las condiciones del clima local.

Las viviendas que no están acondicionadas, valoran comfortable un rango de temperaturas más extenso, que tiene que ver con las variaciones exteriores, pero ubican la temperatura de confort poco más de un grado por debajo de aquellas que están acondicionadas, pudiendo tener que ver esto con las temperaturas cercanas a los 23 que alcanzan las viviendas monitoreadas. Esto se relaciona a la condición climática que, según los diagramas desarrollados, aun estando en el periodo estival, alcanza temperaturas frías y húmedas respecto de las condiciones valoradas como óptimas por los autores estudiados. Demostrando que, con el uso criterioso del acondicionamiento adaptativo en este tipo de climas, pueden lograrse condiciones interiores muy beneficiosas.

Este estudio, complementando el anterior realizado en el periodo invernal (Arrieta y Maristany, 2019), reafirma que las viviendas de la ciudad de Córdoba, podrían acondicionarse a través de métodos adaptativos durante el periodo estival si se ajustaran al clima de Córdoba las estrategias de diseño recomendadas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arrieta, G., y Maristany, A. (2019). Revisión de los rangos de confort invernal de viviendas en Córdoba, como condición para el acondicionamiento natural. *Averma*, 23(2314–1433), 103–113.
- Bojórquez, G., Gómez-Azpeitia, G., García-Cueto, R., Luna, A., y Romero, R. (2010). Confort Higrotérmico para actividades en espacios exteriores: Período cálido. *6CTV Mexicali2010*, 1–15. 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., y Luna, A. (2015). Temperatura neutral y rangos de confort térmico para exteriores, período cálido en clima cálido seco. *Ambiente Construido*, 10(2), 133–146. <https://doi.org/10.1590/s1678-86212010000200009>
- Carlucci, S., Bai, L., de Dear, R., & Yang, L. (2018). Review of adaptive thermal comfort models in built environmental regulatory documents. *Building and Environment*, 137(March), 73–89. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2018.03.053>
- Evans, M. (2011). Los triángulos de confort: Una nueva herramienta para la sustentabilidad. *MACDES*.
- García Gomez, C., Bojórquez Morales, G., y Ruiz Torres, P. (2011). Sensación térmica percibida en vivienda económica y auto-producida, en periodo cálido, para clima cálido húmedo. *Ambiente Construido*, 11(4), 099–111. <https://doi.org/10.1590/s1678-86212011000400008>
- Givoni, B. (1981). *Building Bioclimatic Chart*.
- 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 11603. (1996a). IRAM 11603: Acondicionamiento térmico en edificios. Clasificación bioambiental de la República Argentina. *Norma Argentina*.
- IRAM 11603. (1996b). *IRAM 11603. ACONDICIONAMIENTO TÉRMICO DE EDIFICIOS. Clasificación Bio Ambiental de la República Argentina*. Instituto Argentino de Normalización.
- Olgay. (1963). *Diagrama bioclimático de Olgay*. <http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:EOMoOOkeTNgJ:editorial.cda.ulpgc.es/ftp/ambiente/03-MasterUrb%2BPaisaje/2002-Acond-Ambiental-urbano/2-Comodo%2BClima/Comodidad/Diagrama%2520bioclimatico%2520de%2520Olgay-2p.doc+&cd=9&hl=es-419&ct=clnk&>
- UNE-EN ISO 10551:1995. (2002). Ergonomía del ambiente térmico. Evaluación de la influencia del ambiente térmico empleando escalas de juicio subjetivo (ISO 10551:1995).
- 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.

Yang, L., Yan, H., & Lam, J. C. (2014). Thermal comfort and building energy consumption implications - A review. *EL SEVIER*, 115, 164–173.

<https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2013.10.062>.

REVIEW OF THE RANGES OF SUMMER COMFORT OF HOUSING IN CORDOBA AS A CONDITION FOR NATURAL CONDITIONING

ABSTRACT: This work is complementary to the study carried out in winter 2019, it presents the results of a field study carried out in the city of Córdoba with the aim of verifying the comfort ranges from the subjective assessment of the conditions of interior temperature and relative humidity where people live in city houses during the summer.

The study was carried out in 12 homes, obtaining a total of 259 surveys answered during the months of January and February of the year 2020, considering a representative period of summer. Neutral relative humidity and temperature and comfort ranges were estimated with the thermal sensation interval means (MIST) method, comparing the comfort range with that established by other referring authors.

The objective of this study is, based on the temperature conditions surveyed in the homes, to verify the ranges of thermal preference valued in summer and whether, taking them as an objective, it is possible to include passive conditioning strategies to reduce mechanical air conditioning in the summer period without losing sight of the current demands for thermal comfort.

Keywords: Interior thermal comfort, passive adaptation, summer