Artículos

Incidencia de estrategias pasivas en el comportamiento termo-energético de una vivienda en verano, con diferentes escenarios de orientación en Mendoza

Betman, Alicia; Balter, Julieta; Ganem, Carolina

Alicia Betman
abetman@mendoza-conicet.gob.ar
CONICET, Argentina
Julieta Balter
abetman@mendoza-conicet.gob.ar
CONICET, Argentina
Carolina Ganem
abetman@mendoza-conicet.gob.ar
CONICET, Argentina
Universidad Nacional de Cuyo, Argentina

ARQUITECNO
Universidad Nacional del Nordeste, Argentina
ISSN: 0328-0896
ISSN-e: 2668-3988
Periodicidad: Semestral
núm. 20, 2022
arquitecno202@gmail.com

Recepción: 02 Septiembre 2022
Aprobación: 14 Noviembre 2022

URL: http://portal.amelica.org/ameli/journal/674/6743586009/

DOI: https://doi.org/10.30972/arq.0206255

Resumen: El objetivo de este trabajo es valorar la incidencia de estrategias pasivas en verano y su influencia en el comportamiento térmico y energético de una vivienda en estudio. Un mismo proyecto dio lugar a dos escenarios de orientación: Este-Oeste y Sur- Norte.
Mediante simulación dinámica en *Energy Plus*, se estudiaron cinco días del mes más representativo de verano (enero en Hemisferio Sur).
Los resultados de la aplicación de aislación en envolvente, DVH, y ventilación natural nocturna, demostraron mejoras en el comportamiento térmico. Para el escenario Este-Oeste se redujo la temperatura interior en el orden de 2.5°C y el consumo de energía auxiliar en 60%, mientras que para el Sur-Norte se disminuyó 3°C de temperatura interior y 70% de consumo.
Se concluye que, si el proyecto no parte de las condiciones consideradas óptimas (orientación) mediante la incorporación de estrategias pasivas se puede obtener reducciones energéticas y condiciones de confort interiores significativas.

Palabras clave: Eficiencia energética, Envolvente, Simulación.

Abstract: The objective of this work is to assess the incidence of passive strategies in summer and its influence on the thermal and energy behavior of a dwelling under study. The same project gave rise to two orientation scenarios: East-West and South-North.
Through dynamic simulation in Energy Plus, five days of the most representative summer month (January in the Southern Hemisphere) were studied.
The results of the application of insulation in the envelope, DVH, and natural night ventilation, showed an improvement in thermal behavior. For the East-West model, the interior temperature was reduced by 2.5°C and auxiliary energy consumption by 60%, while the South-North model reduced interior temperature by 3°C and consumption by 70%.
It is concluded that, if the project does not start from the conditions considered optimal (orientation), through the incorporation of passive strategies, significant energy reductions and interior comfort conditions can be obtained.

Keywords: Energy efficiency, Envelope, Simulation.

INTRODUCCIÓN

El confort térmico del ser humano en el entorno construido es directamente relevante para los principales problemas contemporáneos del cambio climático, siendo la principal causa de aumentos desmedidos en los consumos energéticos (Andreoni Trentacoste y Ganem Karlen, 2021). Por lo tanto, el diseño arquitectónico a partir del conocimiento del clima de la región resulta indispensable para abordar un proyecto eficiente desde el punto de vista energético y que garantice dicho confort. (Fernández et al., 2021).

Una de las variables más influyentes en el comportamiento térmico interior de los espacios es la orientación de los mismos. Las construcciones en el hemisferio sur orientadas hacia el sentido del Ecuador, es decir el norte, permiten en invierno obtener ganancia solar directa y en verano evitarla. Esto se produce gracias a la presencia de protecciones solares de carácter horizontal como aleros. Por ejemplo, para un día típico de verano un alero de 0.40 m de profundidad permite sombrar al 100% una ventana de 1.00 metro de altura al mediodía solar. En este sentido, las viviendas orientadas al Este-Oeste presentan una dificultad al minimizar las posibilidades de ubicar las aberturas en la dirección óptima (Norte). Esta condición es característica en Mendoza, dado que la ciudad y sus alrededores cuentan con una cualidad distintiva, que es la posibilidad de contar con vistas hacia la precordillera de Los Andes (Oeste). Esta situación, hace que muchas veces los usuarios prioricen esta orientación para disfrutar de sus atractivas vistas. En efecto, surgen problemas de confort principalmente en verano, dado que en horas de la tarde los rayos solares impactan sobre las aberturas, aumentando las temperaturas interiores.

También está ocurriendo un fenómeno derivado de la globalización: la universalización y descontextualización del lenguaje arquitectónico. Actualmente, muchas viviendas se construyen imitando patrones y estrategias acordes a otras ubicaciones. Esta situación, resulta opuesta al concepto de lugar. En consecuencia, los significados que dan vida a los lenguajes arquitectónicos globalizados tienen poca relación con conceptos como sostenibilidad, bioclimatismo, cultura local, tradición local, equilibrio y ahorro energético. (Velásquez Garcia, 2018). Esto se manifiesta en Mendoza donde las viviendas presentan, en su mayoría, grandes superficies vidriadas sin protecciones, y una baja calidad constructiva de sus envolventes, siendo este uno de los principales factores que afecta al logro del confort interior. Se estima que el 95% de las viviendas existentes no están aisladas en su envolvente vertical y presentan aislamiento insuficiente en techos. (Ganem Karlen, 2006).

A nivel local, las investigaciones sobre las estrategias pasivas en la envolvente han aumentado considerablemente, ofreciendo un importante aporte al ámbito de la arquitectura. (Balter et al. 2021). Se identificaron potencialidades que presentan las viviendas de la ciudad de Mendoza para permitir conseguir el confort en verano a través de estrategias pasivas. Mediante la incorporación de ventilación natural nocturna se obtuvo 82% de horas en confort en verano, pudiendo prescindir de equipos de enfriamiento convencionales y contribuyendo así al ahorro energético. (Andreoni Trentacoste y Ganem Karlen, 2017).

Por consiguiente, el diseño de la envolvente edilicia se considera el punto de inicio del proceso de diseño bajo el punto de vista energético, y se la debe considerar como un filtro de energía, permitiendo que pase en cada momento solo la que interesa. La envolvente ayuda a conseguir un altísimo grado de aislamiento: para obtener ahorros energéticos es fundamental atender a las pérdidas de calor y transmisiones térmicas existentes en la piel del edificio (EECN, 2018).

El objetivo de este trabajo es estudiar la influencia de aplicar estrategias pasivas en verano; aislación en envolvente, sistema doble vidrio hermetico (DVH) en las aberturas y ventilación natural nocturna, en diferentes escenarios de orientación: Este–Oeste (E-O) y Sur -Norte (S-N) y ponderar el caso que represente las mejoras termo-energéticas más significativas.

CASO DE ESTUDIO

El área de aplicación del estudio se encuadra en la localidad de Mendoza, situada en el límite oeste de Argentina a 32º 40′ latitud sur y 68º 51′ longitud oeste; y a 750 msnm. Mendoza se encuentra en la zona bioambiental IVa (Norma IRAM 11603) que corresponde según la Norma a un clima templado frío continental. Esta subzona se caracteriza por temperaturas medias anuales de 17°C, y escasas precipitaciones, llegando a un promedio anual de 213 mm. Presenta grandes amplitudes térmicas anuales y estacionarias: el mes más caluroso del año es enero, con temperaturas medias de 25.3°C (máximas medias de 30.1°C y mínimas medias de 18.4 °C), mientras que julio es el mes más frío, con temperaturas medias de 7.8°C (máximas medias de 14.7 °C y mínimas medias de 3.4 °C) (SMN). La Tabla 1 presenta los principales datos climáticos, promedio de los últimos 20 años.

El caso edilicio estudiado está emplazado en un barrio de baja densidad en la periferia de Mendoza. La vivienda cuenta con 120 m^2 cubiertos, y 16 m^2 de superficie semi-cubierta resuelta con un sistema de pergolado con bandas dispuestas cada 0.35 m. (ver Figura 2). Se encuentra ubicada entre medianeras, es decir que posee viviendas aledañas en los laterales.

En términos de materialidad de la envolvente, cuenta con muros exteriores de ladrillo de 0.20 m con revoque y pintura sin aislación, y la cubierta está compuesta por machihembrado de madera, hormigón armado y membrana. Las ventanas son de vidrios simples de 0.03 m y carpintería de aluminio. Las divisiones interiores de las vivienda se consideraron como tabique de yeso liviano de 0.10 m de espesor.

Figura 1
Imagen de la ciudad de Mendoza
Imagen de Google

Tabla 1

Período	Datos climáticos	Valores
Valores anuales	Temperatura máxima media	22.6 °C
	Temperatura mínima media	11.0 °C
	Temperatura media	15.9 °C
	Irradiación horizontal global	18 MJ/m2
	Humedad relativa	54.70%
	Precipitación media	218 mm
Julio (invierno)	Temperatura mínima media	3.4 °C
	Temperatura media	7.8 °C
	Temperatura máxima media	14.7 °C
	Amplitud térmica	11.3 °C
	Velocidad media del viento	7.6 km/h
	Irradiación horizontal global	9.9 MJ/m2
Enero (verano)	Temperatura máxima media	30.1 °C
	Temperatura media	25.3 °C
	Temperatura mínima media	18.4 °C
	Amplitud térmica	11.7 °C
	Velocidad media del viento	10.8 km/h
	Irradiación horizontal global	25.7 MJ/m2
Grados-día de calentamiento anual (Tb = 18 °C)		1384
Grados-día de enfriamiento anual (Tb = 23 °C)		163

Datos climáticos de Mendoza
Servicio Meteorológico Nacional

La envolvente de la vivienda no presenta valores dentro de los recomendados por IRAM 11065. El coeficiente k para muros responde a un valor 2.9 W/m^2.K no alcanzando el nivel C de la norma, que supone un valor máximo de 2 W/m^2.K para la zona bioambiental IV. Con respecto a la cubierta, ésta también presenta una condición desfavorable dado que con un valor de 0.96 W/m^2.K no llega al nivel C de la norma, que supone un valor máximo de 0.76 W/m^2.K para la zona bioambiental IV. Ver Tabla 2.

El Factor de Forma de Envolvente de Piso: FAEP, se expresa como el cociente entre la superficie expuesta y la superficie de piso. (Esteves, 2003). El valor obtenido para el volumen que presenta forma irregular, es de 2,5. Este número representa un valor medio de compacidad, (siendo el nivel recomendable hasta 2), motivo por el cual si la envolvente no se resuelve de manera adecuada al contexto micro-climático, se corre el riesgo de que comportamiento térmico interior se aleje de los rangos de confort debido al intercambio de calor con el ambiente exterior.

Tabla 2

MODELO BASE - Valores máximos de trasnmitancia térmica para verano (W/m2.K)						
ZONA BIOAMBIENTAL IV	MURO			TECHO		
	NIVEL A	NIVEL B	NIVEL C	NIVEL A	NIVEL B	NIVEL C
	0.5	1.25	2	0.19	0.48	0.76
VALOR OBTENIDO	* 2.9 SUPERA AL NIVEL C			*0.96 SUPERA AL NIVEL C		

Cálculo de nivel de muro y techo según IRAM 11605
Elaboración propia

METODOLOGÍA

Modelo de simulación

Para la simulación dinámica se utilizó el software *Energy Plus versión* 9.2, con complemento del software *Sketch Up* y *Open Studio*. El archivo climático corresponde a la estación meteorológica del aeropuerto "El Plumerillo" de Mendoza.

Energy Plus es un programa de simulación térmica y energética de edificios que ha sido desarrollado por DOE (Department of Energy, Estados Unidos, 2009), a partir de códigos de BLAST y DOE2. Permite calcular las cargas térmicas por el método de balance de energía. Trabaja en régimen dinámico y permite interrelacionar las prestaciones de los sistemas energéticos con las características de materialidad de la envolvente del edificio.

Como parámetro de confort se utilizó el Estándar ASHRAE 55. Esta normativa tiene como objetivo establecer las condiciones térmicas aceptables para los ocupantes de los edificios, de acuerdo con un conjunto de factores asociados al ambiente interior (temperatura, radiación térmica, humedad y velocidad del aire), así como a los propios ocupantes (nivel de actividad y vestimenta). En condiciones de humedad relativa de 45% (valor promedio aproximado para la estación de verano en la ciudad de Mendoza) y ausencia de corrientes de aire la temperatura de confort empieza a los 20 ºC, y la temperatura más alta de confort en verano se define a los 24ºC.

Se dividió la vivienda en seis zonas térmicas agrupadas por funcionalidad y geometría.

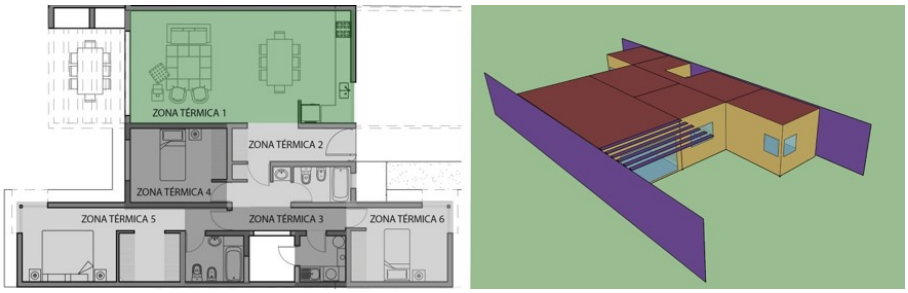

Figura 2
Plano de la vivienda y volumetría en OpenStudio
Elaboración propia

Si bien la corrida abarca todas las zonas térmicas, en este trabajo se analiza la situación de la Zona Térmica 1 (estar comedor en Figura 2) por ser la de mayores dimensiones, y por ser el espacio que cuenta con la posibilidad de aplicar ventilación cruzada.

Para la zona térmica a analizar se supuso una tasa de infiltración constante de 1.5 renovaciones de aire por hora.

Tabla 3

		MATERIALES MÁSICOS					MATERIALES NO MÁSICOS
Construcción	Capas	Rugosisdad	Espesor (m)	Conductividad (W/m°C)	Densidad (Kg/m3)	Calor Específico (J/kg °C)	Resistencia térmica (m2-K/W)
Muro exterior	Revoque	Rugoso	0.025	1800	1.16	1000	
	Espuma de Poliuretano*	Medio Rugoso	0.05	0.019	20	1700	
	Ladrillo	Medio Rugoso	0.2	1600	0.81	835	
	Revoque	Rugoso	0.025	1800	1.16	1000	
	Yeso	Suave	0.02	800	0.4	840	
Muro interior	Tabique						0.31
Piso	Contrapiso	Rugoso	0.12	1600	0.78	780	
	Carpeta	Rugoso	0.12	1600	0.78	780	
Cubierta	Membrana						0.55
	Carpeta	Rugoso	0.12	1600	0.78	780	
	Espuma de Poliuretano*	Medio Rugoso	0.05	0.019	20	1700	
	Machimbre	Medio Rugoso	0.25	600	0.11	1380	
		* Material aislante presente en el modelo mejorado					

Detalle de la materialidad de la vivienda
Elaboración propia

Se realizó la simulación para los dos escenarios este-oeste y sur-norte en dos diferentes condiciones:

1-MODELO BASE: se trabajó con la materialidad característica de la tipología a analizar: muros de mampostería con revoque y yeso interior, cubierta de machimbre con hormigón y carpinteria de aluminio con vidrio simple de 0.03 m. En la tabla 3 se muestran los valores y componentes de las construcciones.

2-MODELO MEJORADO: se incorporó un material aislante en la cara exterior tanto de muros como de cubierta. Se seleccionó espuma de poliuretano, con espesor de 0.05 m para cumplimentar con los diferentes niveles de transmitancia establecidos por la Norma IRAM 11605 y de acuerdo a lo propuesto por Mercado et al.(2010).

La incorporación del material aislante mejora notablemente la envolvente frente a la IRAM 11065 (Tabla 4). Los nuevos valores calculados de k se posicionan en nivel A, con un valor de 0.41 $W/m^2.K$ para muros (siendo el máximo para la zona bioambiental IV de 0.5 $W/m^2.K$ en nivel A); y en nivel B con un valor de 0.32 $W/m^2.K$ para techos (siendo el máximo para la zona bioambiental IV de 0.48 $W/m^2.K$ para el nivel B y 0.19 $W/m^2.K$ para el nivel A. Ver Tabla 4.

Tabla 4

MODELO MEJORADO- Valores máximos de trasnmitancia térmica para verano (W/m2.K)						
ZONA BIOAMBIENTAL IV	MURO			TECHO		
	NIVEL A	NIVEL B	NIVEL C	NIVEL A	NIVEL B	NIVEL C
	0.5	1.25	2	0.19	0.48	0.76
VALOR OBTENIDO	0.41				0.32	

Cálculo de nivel de muro y techo según IRAM 11605
Elaboración propia.

También, se incorporó ventanas de doble vidrio hermético (DVH) con vidrios de 0,003m y cámara de aire de 0,006 m.

Además, se incorporó ventilación natural en horas de la noche mediante la utilización de calendario (schedules), desde las 22:00 hs hasta las 8:00 hs, respondiendo a la apertura de ventanas en el horario estándar de descanso.

Para el estudio de la influencia de la ventilación natural en el comportamiento térmico y energético, se utilizaron los valores correspondiente a los registros climáticos de Mendoza en la dirección de la ventilación Sur-Norte, en función de la dirección principal Sur en la frecuencia de vientos en enero, y una velocidad de 12 km/h. Para la ventilación Este – Oeste, se toma en consideración la dirección principal Este en la frecuencia de vientos en enero, con una velocidad de 7 km/h.

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Temperaturas

A continuación, se presentan los resultados de los dos escenarios simulados para cinco días típicos de verano en el mes de enero. Los días 1, 2, 3, 4, y 5 (19, 20, 21, 22 y 23 de enero respectivamente). Los valores de las temperaturas interiores corresponden a la zonta térmica 1 (estar comedor).

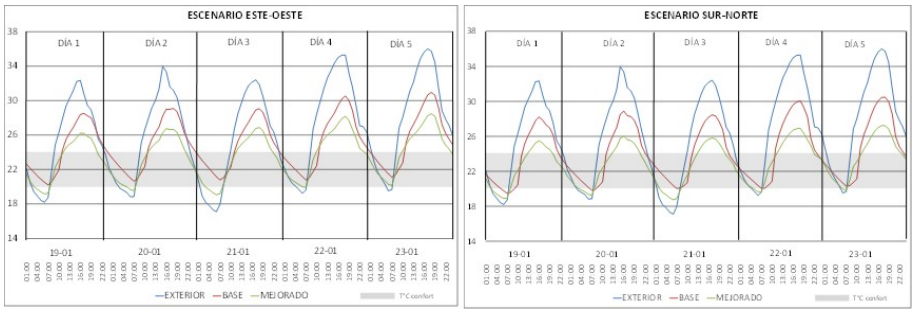

Figura 3

Temperaturas escenario Este-Oeste y Temperaturas escenario Sur- Norte
Elaboración propia

Escenario Este-Oeste

En la Figura 3 se observa la curva de temperatura exterior, junto con las curvas de temperaturas interiores de los dos modelos para el escenario E-O. Las temperaturas interiores del modelo base imitan las elevadas curvas de temperatura exterior, encontrándose alejadas de las condiciones de confort. El modelo mejorado presenta temperaturas más bajas que el base, principalmente en horarios máximos de temperatura exterior (de 16:00 hs a 20:00 hs). Esto se manifiesta en reducciones del orden de 2°C en los días 1 y 3 y superando el orden de los 2.5°C en los días 2, 4 y 5, que resultan los días de temperaturas más altas. Con respecto a los horarios nocturnos, el modelo mejorado mediante el aprovechamiento de la ventilación natural, obtiene temperaturas más bajas gracias al refrescamiento de la masa.

Con respecto a los promedios de las máximas calculadas para el período mensual, el modelo mejorado desciende más de 1.5°C posicionándose más cerca de la temperatura del confort. Estos resultados también se ven reflejados en los valores de la amplitud térmica donde la brecha entre máximas y mínimas del mejorado se aproxima a lo estipulado por ASHRAE.

Tabla 5

	EXTERIOR	ESTE-OESTE BASE	ESTE-OESTE MEJORADO	SUR-NORTE BASE	SUR-NORTE MEJORADO
MÁXIMA ABSOLUTA	36	31.1	28.5	29.6	27.3
PROMEDIO DE MÁXIMAS	29.4	26.9	25.2	26.5	24.3
MEDIA	23.4	23.2	22.1	22.6	21.6
PROMEDIO DE MÍNIMAS	17.2	19.9	18.9	19.4	18.6
MÍNIMA ABSOLUTA	12.7	16.6	16.4	16.3	16.2
DIFERENCIA ENTRE PROM. DE MIN. Y MAX.	12.2	6.9	6.3	7.1	5.7

Temperaturas escenario Este-Oeste y escenario Sur-Norte (valores en °C)
Elaboración propia

Escenario Sur- Norte

Para el escenario S-N (Figura 3) ocurre una situación similar a la presentada en el escenario E-O: frente a las altas temperaturas exteriores el modelo base responde imitando la curva, es decir que se encuentra distante de las condiciones de confort.

El modelo mejorado presenta una curva cuyos máximos tienden a aproximarse a la zona de confort, resultando aún más óptimo que su análogo en la orientación E-O. Para los horarios máximos de temperatura exterior en los días 1 y 3 presenta reducciones del orden de 2.5°C y en los días 2, 4 y 5 éstas superan el orden de los 3°C. Además, presenta una disminución de las temperaturas interiores durante la franja horaria que va desde las 22:00 hs a las 8:00 hs, demostrando el aprovechamiento de la ventilación natural nocturna.

Respecto a los promedios de las máximas para el mes de estudio, el modelo mejorado desciende aproximadamente 2 °C con respecto al modelo base. En cuanto a la brecha de promedio de máximas y mínimas, esta se encuentra prácticamente en lo estipulado por ASHRAE.

La curva del modelo mejorado S-N resulta entonces, el caso que más se aproxima a la franja de confort, en consecuencia se espera un menor requerimiento de energía auxiliar para su refrigeración.

Consumos

Los consumos se tomaron para la zona térmica 1, en el período del mes completo de enero.

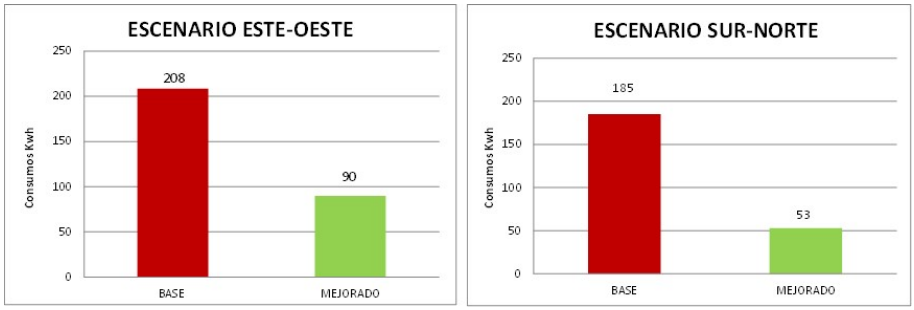

Figura 4

Consumos para refrigeración de la Zona térmica 1 para el período de verano en escenario E-O y S-N
Elaboración propia

Escenario Este-Oeste

La Figura 4 muestra los consumos en kWh para el período total del mes de enero de las dos propuestas simuladas para el escenario E-O. El modelo base presenta el mayor consumo con un valor aproximado de 208 kWh. El modelo mejorado presenta un notable progreso: la incorporación de aislación en la envolvente y ventilación natural nocturna, implica una disminución de cargas energéticas para refrigeración -considerando 24°C interiores-, del orden del 60%, obteniendo un valor de 90 kWh.

Esto se debe a que, mediante la incorporación de estrategias pasivas la temperatura interior de la vivienda se acerca a los índices de confort, de modo tal que los equipos de refrigeración no trabajarán de forma continua ni exigida.

Escenario Sur- Norte

Para el escenario S-N (Figura 4) el modelo base presenta un consumo mensual de 185 kWh, mientras que el modelo mejorado muestra una disminución del orden del 70% para cargas energéticas de refrigeración -considerando 24°C interiores-, logrando un valor de 53 kWh. Este último resulta entonces, tal cual lo esperado, el caso óptimo del estudio donde debido a la incorporación de estrategias pasivas, la necesidad de energía auxiliar para obtener confort interior se ve notablemente reducida.

Finalmente y con el objetivo de continuar con este análisis en trabajos a futuro, se evaluó la propuesta óptima, es decir la S-N mejorada, con la incorporación de una protección solar perfeccionada. Se reemplaza el pergolado con bandas horizontales por una alero tipo losa (ciego) es decir que no presenta vanos por donde pueda pasar la radiación. Para tal fin se comparó la propuesta S-N mejorada con respecto a una segunda opción de alero continuo, y se obtuvo un consumo de 29 kWh para el mes de enero, es decir, un 55% menos que con el pergolado espaciado. Es decir que, al optimizar el control de la radiación en la fachada norte, sobre la abertura principal de la zona, se reducen notablemente los consumos de energía auxiliar para confort térmico, tratándose siempre de estudio para la situación de verano.

Esto sugiere que, además de las estrategias pasivas utilizadas, la incorporación de superficies de sombra mejoradas a la propia arquitectura de la construcción promete conseguir mejores resultados. En consecuencia, es un interesante punto de partida para el análisis.

CONCLUSIONES

La incorporación de estrategias pasivas es un recurso esencial para lograr confort térmico para la estación de verano en viviendas insertas en el clima templado- árido-continental de Mendoza. Para los dos escenarios

analizados, los resultados confirman la importancia de la implementación de las propuestas seleccionadas: aislación en la envolvente, sistema DVH en las aberturas y ventilación natural nocturna.

Los valores obtenidos de la simulación demuestran que la aplicación de estrategias pasivas provocan una efectiva mejora en el comportamiento térmico interior, obteniendo una disminución de las temperaturas, y por ende valores más cercanos al rango de confort. El impacto de las estrategias aplicadas se distingue de acuerdo a los horarios diarios: por un lado, la optimización en la materialidad de la envolvente se refleja en la disminución de las temperaturas máximas; mientras que la apertura de ventanas por la noche disminuye las temperaturas mínimas y al mismo tiempo permite el refrescamiento de la masa térmica durante el día.

Con respecto a los consumos de energía auxiliar para refrigerar los ambientes en el mes de enero se ven marcadamente reducidos, resultando un 60% para el escenario E-O y un 70% para el S-N. Esto significa que el costo de un edificio va mucho más allá de su construcción: también se debe considerar la demanda de energía y el mantenimiento durante su vida útil. Es en este punto donde una vivienda bien orientada, aislada, con dispositivos de control solar y con una eficiente ventilación natural, contribuye al equilibrio entre la economía y la construcción.

El escenario E-O con las estrategias propuestas, presenta importantes mejoras desde el punto de vista del confort y del consumo. Si bien en este estudio se mantuvo el alero de bandas horizontales, se puede pensar en el futuro en protecciones de carácter vertical, propicias para esta orientación. Esto manifiesta que, existen todavía aspectos desde el punto de vista pasivo que pueden aún mejorar las condiciones interiores. Se puede inferir entonces que, si el proyecto no parte de las condiciones consideradas óptimas (orientación de las aberturas al norte) mediante la incorporación de estrategias pasivas se puede obtener reducciones energéticas y condiciones de confort interiores sumamente satisfactorias.

En vistas de estos resultados, el presente estudio es el punto de partida para obtener pautas que permitan evaluar los diseños de dispositivos de control solar óptimos para cada orientación, en climas áridos-templados. De modo tal que, en función de la influencia de las diferentes propuestas posibles de control de radiación solar, se obtengan mayores condiciones de confort interior, reduciendo aún más los consumos de energía auxiliar.

REFERENCIAS

Andreoni Trentacoste, S. E., y Ganem Karlen, C. (2017). influencia del uso y gestión de la envolvente en el comportamiento térmico de verano de una vivienda en la ciudad de Mendoza, Argentina. *Revista Hábitat Sustentable*, 7 (1). 64–75.

Andreoni Trentacoste, S. E., y Ganem Karlen, C. (2021). El rol activo del usuario en la búsqueda de confort térmico de viviendas en clima templado árido. *Revista Hábitat Sustentable*, 11(1). 8–21.

ANSI/ASHRAE. (2013). *Standard 55-2013. Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy*. Atlanta.

Balter, J., Ganem, C., y Barea, G. (2020). Mejoras en el desempeño energético de edificios en verano mediante la integración de envolventes ventiladas en fachadas norte y cubiertas. el caso de Mendoza, Argentina. *Revista Hábitat Sustentable*, 10(2), 94–105.

EECN (2018) Estrategias para Edificios de Energía Casi Nula. *Aeice Construcción Eficiente*. –

Esteves, A. y Gelardi, D. (2003). Docencia en Arquitectura Sustentable: Programa de Optimización de Proyectos de Arquitectura basado en el balance térmico. *Avances en Energías Renovables y Medioambiente,* 7, N° 2, 10.31-10.34.

Fernandez Amalita, Saez Vanesa Celina, Garzon Beatriz Silvia (2021) Evaluación del comportamiento térmico edilicio: un caso en el Valle Calchaquí Tucumano. *Revista Arquitecno*, N° 17, 53–62.

Ganem, Carolina.(2006) Rehabilitación ambiental de la envolvente de viviendas. El caso de Mendoza. *Tesis Doctoral.* Universidad Politécnica de Cataluña, España.

IPCC [en línea] Intergovernmental Panel on Climate Change. (2021) Climate Change 2021: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment *Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Geneva, Switzerland.* [consulta: 20 de octubre de 2021].

IRAM (1996, 2012). IRAM 11605 Condiciones de habitabilidad en edificios. IRAM 11603 Clasificación bioambiental de la República Argentina. Instituto de Racionalización Argentino de Materiales (IRAM).

Mercado,V., Barea G., Esteves A.,y Filippín C. (2018) Efecto de la ventilación natural en el consumo energético de un edificio bioclimático. Análisis y estudio mediante energy plus. *Revista Hábitat Sustentable* 8(1). 54–67.

Mercado, V.,Esteves, A., Filippín, C. (2010) Comportamiento térmico energético de una vivienda social de la ciudad de Mendoza, Argentina. *Revista Ambiente Construido*. Brasil.

Velásquez Garcia, J. C. (2018). El significado de los dispositivos de control solar externos en el lenguaje arquitectónico de una arquitectura regionalista decolonial para el Distrito de Chiclayo. *Tesis de Maestría*. Universidad César Vallejo. Perú.