

- ▲ **Palabras clave/** Arquitectura local, diseño situado, políticas habitacionales, hábitat rural.
- ▲ **Keywords/** Local architecture, situated design, housing policies, rural habitat.
- ▲ **Recepción/** 19 de abril 2021
- ▲ **Aceptación/** 9 de julio 2021

Sustentabilidad, confort térmico y arquitectura vernácula en políticas habitacionales rurales. Caso noroeste cordobés, Argentina

Sustainability, Thermal Comfort and Vernacular Architecture in Rural Housing Policies. The Case of Northwestern Córdoba, Argentina

María Rosa Mandrini

Arquitecta, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.

Doctora en Arquitectura y Urbanismo, Universidad Nacional de San Juan, Argentina. Investigadora asistente del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas del Centro Experimental de Vivienda Económica, Córdoba, Argentina. mrmandrini@gmail.com

RESUMEN/ El objetivo de este trabajo es plasmar las diferencias que se generan en materia de sustentabilidad y confort ambiental con la implementación de políticas habitacionales en el territorio rural noroeste de la provincia de Córdoba, Argentina. Se analiza el desempeño climático de dos tipos de vivienda (una vernácula y una de carácter global). El análisis compara principalmente los materiales utilizados para envoltentes en complemento con las estrategias pasivas apropiadas, entendiendo que el confort térmico no se puede separar de las prácticas cotidianas de los habitantes. Se concluye que la tipología vernácula presenta un comportamiento térmico más adecuado para la zona bioambiental analizada, contribuyendo con ahorro energético, economía familiar y cuidado del medioambiente, y aportando de ese modo al sostenimiento de la calidad de vida de sus habitantes. Este trabajo pretende aportar resultados particulares para colaborar con la transformación de políticas habitacionales hacia modos de habitar locales y situados. **ABSTRACT/** The purpose of this paper is to show the differences in terms of sustainability and environmental comfort with the implementation of housing policies in the northwestern rural territory of the province of Córdoba, Argentina. The weather performance of two types of housing (one vernacular and one global) is discussed. The analysis mainly compares the materials used for envelopes in addition to the appropriate passive strategies, understanding that thermal comfort cannot be separated from the everyday practices of inhabitants. The findings reveal that the vernacular typology has a more adequate thermal behavior for the bioenvironmental area discussed, contributing with energy savings, household economy, and environmental protection, thereby helping sustain the quality of life of its inhabitants. This work intends to contribute with particular results to collaborate with the transformation of housing policies towards local and situated ways of living.

INTRODUCCIÓN

El enfoque de "hábitat sustentable" constituye un área de desarrollo científico y tecnológico de gran relevancia en las investigaciones contemporáneas. Se trata de un área de conocimiento orientada al uso eficiente de recursos y a la reducción

del impacto ambiental en el diseño, la construcción y el mantenimiento del hábitat y la arquitectura para alcanzar desarrollo sostenible¹. La Organización de las Naciones Unidas (2018)² difunde principios vinculados con la arquitectura bioclimática, la eficiencia energética y el uso de materiales

constructivos de bajo impacto ambiental (Mandrini 2019), orientados a garantizar el funcionamiento de la economía en un contexto de crecientes limitaciones en la disponibilidad de recursos naturales. Uno de los tantos factores que aportan a la mejora de la calidad de vida de quienes

1 Desarrollo sostenible: "Aquel que responde a las necesidades del presente de forma igualitaria, pero sin comprometer las posibilidades de sobrevivencia y prosperidad de las generaciones futuras". Este término fue utilizado en el informe "Nuestro Futuro Común" (más conocido como "Informe Brundtland") de la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, publicado en 1987 por la Organización de las Naciones Unidas.

2 La Organización de las Naciones Unidas (ONU) ha publicado la Agenda 2030 que promueve el uso responsable de los recursos naturales a partir de un uso eficiente de materiales constructivos que además impacten de manera positiva en la salud y bienestar de las personas y del ambiente, entre otras acciones.

habitan es el confort térmico. La Norma IRAM 11659-1 (2004) 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. El confort térmico no depende únicamente de los parámetros ambientales sino que incluye otros elementos del entorno interior o exterior; así como factores del sujeto que percibe estos parámetros y de su relación física y psicológica con el ambiente, además de aspectos culturales y sociales (Mandrini, Pérez y Sipowicz 2014). A esto se suman los factores producidos por la envolvente de la edificación (como la distribución y la relación entre ambientes) y el sentido de adaptabilidad de la persona a ese ambiente establecido. Es por ello que su cuantificación resulta compleja, subjetiva y variable (Nematchoua *et. al.* 2014, en Arrieta y Maristany 2018).

El interior de una edificación requiere acondicionamiento higrotérmico³ para lograr niveles adecuados de confort térmico. Esta medida también colabora en “mantener la salud de sus habitantes, en liberarse de los efectos que produce la condensación de humedad y en ahorrar energía” (Ministerio del Interior, Obras Públicas y Vivienda 2019). Es importante que la habitabilidad del interior de la vivienda sea la adecuada para lograr confort térmico y, de esa forma, mejorar la calidad de vida (Cuitiño, Esteves, Maldonado y Rotondaro 2015).

Uno de los indicadores que regulan la calidad de la envolvente edilicia es la transmitancia térmica (K)⁴ para muros

y techos según tres niveles de calidad propuestos por la Norma IRAM 11605. La implementación de los valores propuestos por estas normas permitiría regular la calidad térmica de las construcciones (Salveti, Czajkowski y Gómez 2011). Uno de los principales costos energéticos involucrados en la producción del hábitat es el impacto ambiental de los materiales constructivos, además de la energía que se utiliza para lograr confort térmico adecuado en el transcurso de la vida útil de dicho hábitat. Una proporción importante del uso de energía se destina a calefacción, ventilación y aire acondicionado, en respuesta a la creciente demanda de mejor confort térmico dentro del entorno construido (Yang 2014, en Oga y Sulaiman 2018).

La industria de la construcción es una de las consumidoras más importantes de materias primas y recursos no renovables. Dicha actividad genera gran impacto ambiental, no solo durante los procesos de extracción y elaboración de las materias primas, sino también durante la construcción de edificios, su utilización y aún después, cuando la edificación es demolida y reciclada (Edwards 2008; Salvetti, Czajkowski y Gómez 2011). Los costos de la energía – sumados a la crisis económica– a partir de la pandemia mundial de Covid-19 en Argentina, exigen respuestas inmediatas en materia de tecnologías constructivas energéticamente eficientes (Oga y Sulaiman 2018).

Dentro de las tecnologías constructivas factibles de aportar a la sustentabilidad se encuentra la arquitectura y la construcción

con tierra, que utiliza el suelo natural estabilizado como insumo predominante. En la década del setenta del siglo pasado, resurge a nivel mundial cierto interés por el hábitat construido con tierra como resultado de un nuevo paradigma: el respeto por el medioambiente y los recursos naturales a partir de la consciencia mundial sobre su finitud. Asistiendo a esta premisa, se han organizado numerosos encuentros científicos a nivel mundial, se han hecho declaraciones con designios globales y se han creado instituciones específicas⁵. A nivel local, se conformó en 2011 la Red Protierra Argentina⁶ con profesionales de todo el país vinculados con la arquitectura y la construcción con tierra. Desde el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) existen numerosos institutos que promueven estudios a favor de este tipo de práctica constructiva⁷.

En ese marco, se reconoce que la arquitectura y la construcción con tierra⁸ aportan de manera considerable al paradigma de la sustentabilidad ya que pueden producir tanto obras nuevas como mejorar construcciones existentes; esto se debe a que presentan ventajas ambientales, de confort térmico y economía de recursos (Minke 2008; Rotondaro 2012; Cuitiño 2015; Rotondaro y Mandrini 2018) frente a otros sistemas constructivos.

A pesar de esta aceptación generalizada a nivel mundial sobre la arquitectura y la construcción con tierra, persisten contradicciones, algunas de las cuales se hacen visibles en el caso analizado en este trabajo. A nivel latinoamericano, existen

3 Se trata de adecuar las envolventes de la edificación para que las condiciones de temperatura de bulbo seco del aire y la humedad relativa del aire interior permitan que el ser humano se sienta confortable (Ministerio del Interior, Obras Públicas y Vivienda, 2019).

4 La transmitancia térmica es el flujo de calor, en régimen estacionario, dividido por el área y por la diferencia de temperaturas de los medios situados a cada lado del elemento constructivo considerado, siendo su recíproca la resistencia térmica (Cuitiño *et. al.* 2015).

5 La Conferencia de Estocolmo en 1972; los informes del Club de Roma sobre el límite del crecimiento de 1972, 1992, 2004 y 2012; la creación del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA); la Conferencia de Hábitat en Vancouver de 1976; el informe de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza de 1980; los Informes Brandt de 1980 y 1983; el Informe Global 2000 de 1981; la Carta Mundial para la Naturaleza de 1982; y el Informe Brundtland de 1987.

6 <http://redprotierra.com.ar/>

7 El Centro Experimental de la Vivienda Económica (CEVE) de Córdoba; el Centro Regional de Investigaciones sobre Arquitectura de Tierra Cruda (CRIATIC), de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo (FAU) en Tucumán; y el Laboratorio de Arquitecturas Andinas y Construcción con Tierra del Instituto de Investigaciones sobre Naturaleza y Sociedad de la Universidad Nacional de Jujuy.

8 La expresión “arquitectura y construcción con tierra” se acuñó en 2008 por la Red Iberoamericana PROTERRA e incluye todas las técnicas constructivas y las arquitecturas con empleo de suelos seleccionados estabilizados que, junto con otros materiales naturales e industrializados, conforman un campo definido dentro de la arquitectura a escala global.

políticas públicas habitacionales rurales, centradas en el reemplazo de viviendas vernáculas con el objetivo de mejorar las condiciones de salubridad de quienes las habitan⁹. En Argentina, desde el año 2009, el gobierno de la Provincia de Córdoba impulsa una política sanitaria habitacional llamada “Programa de Sustitución de Viviendas Precarias y Erradicación del Mal de Chagas (PSVPEMCh), en el marco del Plan de Desarrollo del Noroeste Cordobés (PDNC) del gobierno provincial¹⁰. Este Plan tiene por objetivo principal contribuir a la erradicación de la enfermedad de Chagas a partir de la sustitución de viviendas de adobe (usualmente llamada “vivienda-rancho”) por viviendas de materiales industrializados. En la misma dirección, es posible suponer que un diseño arquitectónico adecuado que abarque acondicionamiento higrotérmico y la correcta elección de materiales constructivos, podría contribuir a la perspectiva biocéntrica de la sustentabilidad. Este planteamiento propone como prioridad asegurar que las personas puedan satisfacer sus necesidades, sobre todo en regiones en condiciones de desigualdad históricas como América Latina (Mandrini 2019), poniendo el acento en garantizar la calidad de vida antes que el crecimiento económico como motor del desarrollo (Gudynas 2010). Es decir, podría aportar en garantizar y sostener la calidad de vida de quienes habitan ese espacio y contribuir, además, al ahorro energético, a la economía familiar y al cuidado del medioambiente.

PRESENTACIÓN DEL CASO DE ESTUDIO

Este trabajo se enmarca en un proyecto de investigación más amplio, proveniente de un Proyecto Orientado a la Demanda y a las Oportunidades (PIODO)¹¹. El caso de estudio del presente análisis se encuentra emplazado en el área cercana a San José de la Dormida, departamento de Tulumba, al norte de la provincia de Córdoba (lat.: 30°21'00"S; long.: 63°56'00"O), a 468 msnl. Se trata de una zona de bosque nativo, organizada en pequeños campos

productivos que tienen como máximo 50 hectáreas de superficie.

Según la Norma IRAM 11603 (1996) del Instituto Argentino de Normalización y Certificación, esta área pertenece a la zona bioambiental Ila (figura 1). El clima es cálido y el verano es la estación crítica, con temperaturas máximas superiores a los 30°C. Por lo tanto, las estrategias arquitectónicas deberán estar orientadas a lograr confort térmico para esta estación del año.



Figura 1. Localización del caso de estudio. Zona bioambiental Ila. Norma Iram 11.603 (fuente: Elaboración propia, 2021).

9 La política de vivienda rural en Uruguay es ejecutada por el Movimiento para la Erradicación de la Vivienda Insalubre Rural (Mevir), que fue creado en 1967 con el objetivo de construir viviendas higiénicas que sustituyan las habitaciones insalubres existentes en el medio rural (Ley 13.640). Su programa central es el Plan de Viviendas Nucleadas, que consiste en construir conjuntos habitacionales con materiales industriales en pequeños poblados del interior por medio del método de la ayuda mutua. El Programa Nacional de Vivienda Rural (PNHR) de Brasil es la rama rural del Programa Minha Casa, Minha Vida - MCMV y tiene como objetivo reducir el déficit de vivienda rural mediante la renovación o construcción de nuevas viviendas (Carvalho, Aline & Paula, Nayara & Pereira, Dafhini, 2017).

10 A partir del año 2014 el PSVPEMCh se inserta en una política mayor denominada “Programa de Desarrollo del Noroeste Cordobés” (PDNC). El Programa articula distintas iniciativas orientadas al desarrollo de dicho territorio, abarcando un amplio espectro de dimensiones, como servicios de agua y luz, caminos, viviendas, salud, educación, empleo, turismo y cultura

11 Este PIODO denominado “Desarrollo tecnológico situado en el hábitat rural. Alternativas integrales para el abordaje de sus funciones residencial, productiva y de socialización”, fue financiado por el Ministerio de Ciencia y Técnica (MINCYT) de la provincia de Córdoba, Argentina, 2018-2020.

METODOLOGÍA

Este artículo se basa en una metodología cualitativa que, según Irene Vasilachis (2006), se interesa por la forma en la que los participantes comprenden el mundo, por su experiencia, conocimientos y relatos. Se analiza, a partir de un estudio de caso, la forma en la que los espacios interiores dan respuesta a las condiciones externas propias de este clima, detectando las estrategias pasivas de enfriamiento que la familia campesina entrevistada utiliza en la época del año más crítica (verano). Si bien este caso de estudio particular resulta representativo para el análisis, forma parte de un proceso de investigación más amplio que comprende entrevistas con otras familias de la zona que aportan a las reflexiones finales de este trabajo. Vale la pena destacar que no existe pretensión ni posibilidad de universalizar los resultados obtenidos en esta investigación, ni tampoco de obtener resultados extrapolables a otras regiones o situaciones, pues los estudios de caso se caracterizan por poner énfasis en la profundización del caso seleccionado y no en la generalización de sus resultados (Blasco 1995).

Se realizaron cálculos de transmitancia térmica (K) para comparar el desempeño térmico de muros y techos de ambas tipologías en relación con el valor establecido en la Norma IRAM N°11605 (1996) para el Nivel B. Estos cálculos se usan solamente con el fin de complementar con datos numéricos los relatos de quienes habitan. Las herramientas metodológicas usadas fueron observación participante, entrevistas a familias, fotografías y notas de campo.

El análisis se centra en el comportamiento térmico de las viviendas vernáculas preexistentes (local) y el de las viviendas pertenecientes al PSVP (global), a partir de la política pública habitacional del PDNC. De aquí en adelante se denominarán viviendas vernáculas y viviendas del PSVP (Plan de Sustitución de Viviendas Precarias).

ANÁLISIS

De acuerdo con los datos sobre el clima de San José de la Dormida, es fundamental integrar en el diseño arquitectónico la provisión de sombras y establecer la ventilación cruzada para el confort térmico interior. Las recomendaciones de envolventes para climas cálidos son colores claros en paredes exteriores y techo, gran aislación térmica en techos y en paredes orientadas al este y oeste, y menos superficies de ventanas (IRAM, 1996). También resulta importante considerar la inercia térmica de los elementos constructivos de masa (muros y techos), ya que esta aporta a la regulación de la transferencia de calor entre el interior y el exterior de la vivienda, sostenida en el tiempo. En las caras superiores de una edificación (techo), la acción del sol puede atenuarse con la generación de sombras, el aumento de su inercia térmica, aislación térmica adecuada o con paneles ventilados. Los espacios intermedios entre interior y exterior, como patios, pérgolas, porches y galerías, pueden generar microclimas favorables y permitir también su ocupación según la época o la hora del día (Mandrini, Pérez y Sipowicz 2014). Para ello, se recomienda la incorporación de vegetación en el perímetro de la vivienda. En caso de que en el terreno exista vegetación, debe considerarse la posibilidad de conservarla así como de plantar especies autóctonas y adaptadas a la región (Ministerio del Interior, Obras Públicas y Vivienda 2019).

FORMAS CONSTRUCTIVAS Y FUNCIONALIDAD DE LAS VIVIENDAS

Las envolventes laterales de la vivienda vernácula del caso de estudio están construidas con la técnica de muro de adobe. Para ello se emplearon materiales disponibles en la zona (diversos tipos de plantas que proveen ramas, cañas, piedras y distintos tipos de suelos) y otros materiales de producción propia (cueros, grasas y pinturas).

La tipología vernácula está formada por siete construcciones separadas entre sí que conforman la totalidad de la vivienda. Esta consiste en una sumatoria de espacios interiores, intermedios y exteriores que dan forma a la vivienda campesina, a diferencia de la tipología del PSVP que está compuesta por un solo bloque construido. En el terreno del caso de estudio actualmente conviven ambos tipos de viviendas (imagen 1). Sin embargo, la tipología del PSVP presenta algunas limitaciones, de las cuales la más relevante identificada por las familias adjudicatarias del programa es la dificultad de mantener un confort climático estable al interior de la vivienda. En palabras de uno de los propietarios entrevistados: *“Las casas del plan en invierno son bastante, bastante frías y en verano son bastante, bastante calientes; en verano, cuando hace mucho calor, no se puede dormir prácticamente; termino sacando la cama afuera, que hay más circulación de aire y ahí duermo”* (Entrevista 2020).



Imagen 1. Convivencia de tipología vernácula de 1960 y 1990 (izquierda) y tipología del PSVP de 2012 (derecha) (fuente: De la autora, 2019).

CAMBIOS CONSTRUCTIVOS Y COMPORTAMIENTO TÉRMICO A PARTIR DE LA INCORPORACIÓN DE LA VIVIENDA PSVP

Por estar separadas entre sí por varios metros, las construcciones vernáculas propiciaban la ventilación cruzada. De esta forma, se lograba renovar constantemente el aire en la totalidad de los ambientes. A partir de la construcción de la tipología PSVP, los nuevos ambientes están unidos entre sí, lo que impide ese tipo de estrategia pasiva en la totalidad de la construcción. Una ventilación de este tipo es la estrategia de enfriamiento pasiva fundamental para Zona bioambiental II correspondiente a clima cálido (figura 1).

Tal como se planteó en la introducción de este artículo, la perspectiva de sustentabilidad actual reúne conceptos arquitectónicos como el diseño bioclimático, la eficiencia energética y el uso de materiales constructivos con bajo impacto ambiental, entre otros. En el transcurso del estudio de campo, las familias entrevistadas dieron cuenta de que existía la posibilidad de elegir materiales y sistemas constructivos locales usando el conocimiento propio de la situación climática. Es decir, utilizando el "reconocimiento de su inscripción ambiental" sobre las formas de aprovechamiento de la energía natural para lograr la situación térmica deseada (Cejas, Mandrini y González 2019).

Entre los años 1960 y 1990, las familias levantaron las construcciones con muros de adobe con revoques de suelo estabilizado (arcilla, arena y fibras vegetales). Los techos se construyeron con cielorraso de caña, polietileno, una capa de fibras de especies vegetales nativas a modo de aislante, una capa de suelo, arena y fibras vegetales conocida popularmente como "torta de barro"; y una terminación con mortero de cal y arena como protección. La terminación interior de pisos se realizaba mediante una compactación mecánica del suelo natural. En el año 2012, la vivienda del PSVP se construyó completamente con materiales provenientes de la industria: las paredes son de ladrillo cerámico hueco y con terminación de revoque exterior de mortero

cementicio y revoque interior de mortero a la cal. El techo fue construido con cielorraso plástico, aislante térmico de poliestireno expandido y una terminación de chapa galvanizada; en los pisos se ejecutó un contrapiso cementicio. Se eliminó uno de los árboles existentes y en su lugar se construyó el espacio de galería. Esto trajo cambios a nivel térmico al reemplazar la sombra de la vegetación por la sombra del techo de chapa. A continuación se presenta el análisis del comportamiento térmico de las envolventes (muros y techos).

CÁLCULO PARA DETERMINAR LAS CONDICIONES DE CONFORT HIGROTÉRMICO EN AMBAS TIPOLOGÍAS

El documento "Estándares mínimos de calidad para viviendas de interés social" del Plan Nacional de Viviendas perteneciente

determinación del K se utilizan el método y los coeficientes de conductividad térmica contenidos en la Norma IRAM 11601 (2002). El documento establece tres niveles que corresponden en grado decreciente a condiciones de confort higrotérmico: Nivel A: Recomendado, Nivel B: Medio, Nivel C: Mínimo. Se toma como referencia el Nivel B (medio) para condiciones de verano en muros y techo correspondientes a la Zona bioambiental II, según indica la Tabla 1. El Nivel B para muro es de 1,10 W/m².K y el Nivel B para techo es de 0,45 W/m².K. Para las envolventes de la tipología del PSVP, el coeficiente de transmitancia térmica de muro de ladrillo cerámico es de 1,27 W/m².K, y el de techo de chapa es de 0,61 W/m².K (tabla 2). En este caso no se cumple con el Nivel B recomendado (tabla 3).

ZONA BIOAMBIENTAL	ENVOLVENTE	ESTACIÓN	NIVEL A	NIVEL B	NIVEL C
I y II	Muro	Verano	0,45	1,10	1,80
I y II	Techo	Verano	0,18	0,45	0,72

Tabla 1. Valores de transmitancia térmica recomendados para condiciones de verano en muros y techo (fuente: Elaboración propia en base a datos del Ministerio del Interior, Obras Públicas y Vivienda. Presidencia de la Nación, 2019).

a la Secretaría de Vivienda del Ministerio del Interior, Obras Públicas y Vivienda de la Nación Argentina (2019) establece que, para que tanto el muro exterior como el techo verifiquen, el valor de K deberá ser igual o inferior al máximo establecido en la Norma IRAM 11605 (1996). Para la

Para las envolventes de la tipología vernácula, el coeficiente de transmitancia térmica del muro de adobe dio como resultado 1,05 W/m².K y el de techo de torta de barro, 0,39 W/m².K (tabla 2). Es decir, ambos tipos de envolventes sí cumplen con el Nivel B recomendado (tabla 3).

CALCULO K DE LOS COMPONENTES			
TIPO COMPONENTE	ESP. TOTAL	RES. TER. TOT.	K=1/RT
Muro ladrillo cerámico	0,22	1,301	1,27
Techo chapa zinc	0,07	1,63	0,61
Muro adobe	0,35	0,95	1,05
Techo torta de barro	0,26	2,55	0,39

Tabla 2. Cálculo K para los diferentes tipos de componentes, según Norma IRAM 11605 (fuente: Elaboración propia, 2021).

VERIFICA K PARA VERANO ZONA BIOAMBIENTAL II			
TIPO COMPONENTE	ECOLÓGICO (A)	RECOMENDADO (B)	MÍNIMO (C)
Muro ladrillo cerámico	NO	NO	SÍ
Techo chapa zinc	NO	NO	SÍ
Muro adobe	NO	SÍ	SÍ
Techo torta de barro	NO	SÍ	SÍ

Tabla 3. Verificación K de cada tipo de componente, según Norma IRAM 11605 (fuente: Elaboración propia, 2021).

ESTRATEGIAS PASIVAS LOCALES

Dentro de las prácticas cotidianas campesinas, las familias presentan históricamente estrategias para mantener el confort higrotérmico interior. Para la época de verano se destacan las siguientes tres estrategias: i) refrigeración pasiva local que consiste en aplicar agua (regar) sobre el piso interior. El agua toma la energía del ambiente para pasar de fase líquida a gaseosa, disminuyendo directamente la temperatura interior; ii) ventilación cruzada a partir de abrir puertas y ventanas cuando no ingresa sol directo al espacio; y iii) espacios intermedios de sombra materializados con pérgolas, enredaderas y árboles cercanos a la edificación (esta estrategia es complementaria a la anterior).

Mediante estas estrategias, en la tipología vernácula se logra un confort térmico estable, según manifiesta uno de los integrantes de las familias usuarias: *“En verano son muy, muy frescas, que uno duerme tranquilamente la siesta ahí, estando bien regada desde temprano, toda cerrada, duerme tranquilamente la siesta. En cambio, la casa del plan no: se acuesta a dormir la siesta y al rato se tiene que levantar porque son muy calientes”* (Entrevista 2020). Al tratarse de construcciones independientes, aisladas entre sí, surge la posibilidad de ventilar libremente (figuras 2 y 3). De esta forma se aprovecha al máximo la circulación de aire que controla la temperatura del ambiente y la humedad relativa, y se obtiene el máximo rendimiento de la edificación de

forma pasiva. Esto se logra resguardando las fachadas con sombra proveniente de pérgolas, enredaderas y árboles nativos, y usando la vegetación como regulador higrotérmico natural. A su vez, esta ventilación colabora en la calidad del aire interior y ello impacta directamente sobre la salubridad de la edificación y, en consecuencia, sobre la calidad de vida de quienes habitan, tal como lo expresa la idea de sustentabilidad desde la perspectiva biocéntrica.

En la tipología del PSVP -al tratarse de una tipología compacta donde los ambientes comparten muros y algunos espacios dan al interior de otros espacios- se ha perdido la posibilidad de ventilación cruzada en la totalidad de los ambientes (figuras 2 y 3). Además, al ubicarse a pocos metros de la vivienda vernácula existente, tampoco es posible aplicar ventilación cruzada libre en gran parte de la vivienda. En este caso, a pesar de usar el mismo método de refrescamiento aplicando agua al piso, sumado a que se trata de un contrapiso de cemento, la disminución de temperatura por evaporación es menor que en el caso anterior de piso de suelo natural compactado. Al mismo tiempo, se dificulta la refrigeración pasiva puesto que no existen espacios intermedios exteriores de sombra entre construcciones que contribuyan a disminuir la temperatura cerca de la

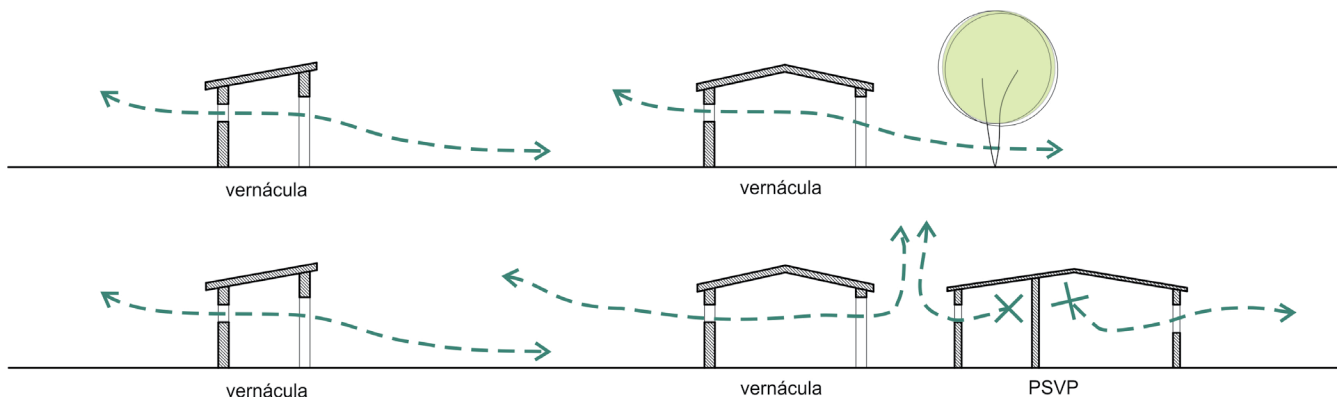


Figura 2. Esquema de ventilación cruzada, antes y después de la implementación del PSVP (fuente: Elaboración propia, 2021).



Figura 3. Posibilidades de ventilación cruzada para vivienda vernácula hasta 2012 (arriba), y a partir de la construcción de la vivienda del PSVP en 2012 (abajo) (fuente: Elaboración propia, 2021).

vivienda. En reemplazo del árbol existente se construyó una galería de chapa y sin cielorraso que, a pesar de generar sombra, no aporta a la estrategia de refrescamiento.

RESULTADOS

En relación con el comportamiento térmico, se puede afirmar que según los coeficientes de transmitancia térmica de techo y muros para el tipo de clima descrito la vivienda vernácula presenta un comportamiento térmico más adecuado. El coeficiente de transmitancia térmica del muro de adobe es

de 1,05 W/m2.k, valor que resulta superior al de un muro de ladrillo cerámico cuyo coeficiente de transmitancia térmica es de 1,27 W/m2.k, por lo cual el primero es más eficiente para la zona bioambiental analizada. En el caso del techo, el sistema vernáculo presenta un coeficiente de transmitancia térmica de 0,39 W/m2.K que supera al sistema de techo de chapa de 0,61 W/m2.K. En ambas situaciones (techo y muro) la vivienda vernácula cumple con el Nivel B requerido por los estándares propuestos por la Secretaria de Vivienda

de la Nación (2019), a diferencia de los sistemas de techo y muro de la tipología del PSVP. La vivienda vernácula presenta un comportamiento más adecuado para este clima en verano debido a la composición de sus envolventes (K), la posibilidad de refrescamiento por ventilación cruzada, la generación de sombras cercanas a las envolventes y la evaporación del agua de riego en el suelo. A esto se le suma el modo en que afecta la responsabilidad bioclimática de las familias usuarias en el comportamiento térmico de los espacios interiores. Poniendo en práctica sus saberes ambientales, locales, estas familias incorporan estrategias térmicas pasivas que -junto con el desempeño térmico de las viviendas- logran un confort térmico estable.

En términos materiales, los sistemas constructivos tradicionales como el adobe resultan más sustentables ambientalmente debido a sus componentes (suelo natural y fibra), generando un impacto ambiental mínimo en su extracción, producción, distribución y vida útil. Sumado a esto, se trata de materiales totalmente reciclables, es decir, no generan residuos de obra. En cambio, los procesos de elaboración del ladrillo cerámico son nocivos para el medio ambiente y para las personas que intervienen en su producción, sumado al impacto debido al consumo de energía fósil, la emisión de CO2 y los costos adicionales implícitos en el transporte de materiales y el requerimiento de mano de obra especializada (Oga y Sulaiman 2018). En términos generales, se observa un carácter local en la tipología de vivienda vernácula y un carácter global en la vivienda del PSVP; la primera presenta un diseño situado y particular a las necesidades, apropiada al clima, a la cultura y a las formas de uso de quienes la habitan. Mientras que la segunda presenta un diseño transferido, ajeno a sus costumbres y posibilidades. Para los modos de vida campesinos, la vivienda actúa como refugio y espacio de protección para los momentos de reposo. De

allí la importancia de obtener un desempeño térmico adecuado al interior debido a que el resto de las actividades cotidianas (domésticas, productivas y comunitarias) se realizan fuera de la vivienda, en los espacios intermedios de sombra como pérgolas o debajo de árboles. Las familias entrevistadas utilizan principalmente la vivienda del PSVP para guardar herramientas de trabajo o para recibir visitas de familiares. Sin embargo, continúan usando la vivienda vernácula para los momentos de descanso o reposo, es decir, donde encuentran un nivel climático más confortable al interior de los recintos. Se ha detectado que, además, las viviendas vernáculas no necesitan recurrir a sistemas de acondicionamiento mecánicos-eléctricos para adecuarse a su entorno físico, pues presentan una demanda energética nula o muy baja. Esto es destacable, ya que al tratarse de lugares que carecen de red eléctrica, es fundamental garantizar un buen comportamiento térmico al interior. Esta ventaja se traduce en ahorro energético, aporta a la sustentabilidad ambiental y económica y, al mismo tiempo, colabora con la calidad de vida en la línea de la sustentabilidad integral.

CONCLUSIONES

BIBLIOGRAFÍA

- Arrieta, G. y Maristany, A. (2018) Cambiando los paradigmas: revisión del concepto de confort higrotérmico desde los 60' hasta la actualidad. ASADES. *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente* Vol. 22, pp 01.01-01.12.
- Cejas, N., Mandrini M. y Gonzalez Laria J. (2019) Hábitat campesino desde un enfoque integral: análisis de una experiencia de diseño colectivo. *Revista Transformación Socio-Espacial*. Vol. 01. Num.01.
- Cuitiño, G., Esteves, A., Maldonado, G., Rotondaro, R. (2015) Análisis de la transmitancia térmica y resistencia al impacto de los muros de quincha. *Informes de la Construcción*, 67(537): e063, doi: <http://dx.doi.org/10.3989/ic.12.082>.
- Gudynas, E. (2010) Desarrollo sostenible: una guía básica de conceptos y tendencias hacia otra economía. *Otra Economía*, IV (6). Disponible en: <https://revistaotraeconomia.org/index.php/otraeconomia/article/view/1182>.
- IRAM (2004). IRAM 11659-1. Aislamiento térmico de edificios. Verificación de sus condiciones higrotérmicas. Ahorro de energía en refrigeración. Buenos Aires: IRAM.
- IRAM (1996) IRAM 11603. Acondicionamiento térmico en edificios. Clasificación bioambiental de la República Argentina. Buenos Aires: IRAM.
- IRAM (1996) IRAM 11605. Aislamiento térmico de edificios. Condiciones de habitabilidad en viviendas. Valores máximos admisibles de Transmitancia Térmica "K" (como máximo los valores correspondientes a Nivel B). Buenos Aires: IRAM.
- IRAM (2002) IRAM 11601. Aislamiento térmico de edificios Métodos de cálculo Propiedades térmicas de los componentes y elementos de construcción en régimen estacionario. Buenos Aires: IRAM.
- Mandrini, M., Pérez, M. y Sipowicz, E. (2014) Reflexiones sobre el confort ambiental de espacios públicos en climas templados. *Tecnología y Construcción (TyC)*. Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción (IDEC), FAU, Venezuela.
- Mandrini, M. (2019) Reconfigurar el concepto de sustentabilidad. Convivencias y tensiones en la construcción del hábitat campesino en el noroeste cordobés. Debates sobre el hábitat: una aproximación interdisciplinaria (Quevedo y Mandrini comp.). CONICET, Córdoba.
- Ministerio del Interior, Obras Públicas y Vivienda. Presidencia de la Nación (2019) Estándares mínimos de calidad para viviendas de interés social. Subsecretaría de Desarrollo Urbano y Vivienda, Secretaría de Vivienda y Hábitat. Disponible en: <https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/if-2019-72275570-apn-dnasyfmi.pdf>
- Minke, G. (2008) *Manual de construcción en tierra. La tierra como material de construcción y su aplicación en la arquitectura actual* (Tercera edición en castellano). Uruguay: Editorial Fin de Siglo.
- Oga, L. y Sulaiman, H. (2018) Diseño sustentable basado en simulación de oficina/vivienda para el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) - Deán Funes Córdoba, Argentina. "V Congreso Sudamericano de Simulación de Edificios". IBPSA. Septiembre 2018/Valparaíso (Chile).
- Organización de las Naciones Unidas, 2018. Agenda 2030: desafíos y estrategias para el desarrollo sostenible en América Latina y el Caribe. Grupo de las Naciones Unidas para el Desarrollo (UNDG). Disponible en: www.undg.org/lac.
- Rotondaro, R. (2012) Influencia de la innovación tecnológica en las tradiciones constructivas y proyectuales: el caso de la Arquitectura de Tierra Contemporánea del NOA. Seminario de Críticas N°180. Instituto de Arte Americano e Investigaciones Estéticas.
- Rotondaro, R.; Mandrini, M. (2018) Bloques de tierra comprimida y tapia: dos técnicas con capacidad portante. *Revista Estructuras*. Bioarquitectura: diseño y construcción con tierra. FAUD, Universidad Nacional de Córdoba.
- Salveti, B., Czajkowski, J., Gómez, A. (2011) Ahorro de energía en refrigeración de edificios para oficinas. Propuesta de indicadores de eficiencia y valores admisibles. *Cuadernos de Arquitectura Sustentable*. Laboratorio de Arquitectura y Hábitat Sustentable. Facultad de Arquitectura y Urbanismo. Universidad Nacional de La Plata.
- Vasilachis I. (2006) *Estrategias de investigación cualitativa*. Barcelona: Gedisa.