

Publicación del
Consejo Federal
de Decanos de
Ingeniería de la
República
Argentina

Año 9 | Volumen 18 | noviembre 2021
ISSN 23140925

OPINIÓN

PROYECTOS

TEMAS DE INGENIERÍA

INGENIERÍA EN ARGENTINA

DESARROLLO TECNOLÓGICO

INGENIERÍA EN EL MUNDO

MUJERES EN INGENIERÍA

HISTORIAS Y ANÉCDOTAS
DE CONFEDI

AGENDA RADI

ARTÍCULOS PRESENTADOS
A RADI

VOLUMEN [18]


Consejo Federal de Decanos de Ingeniería República Argentina

Diseño bioclimático: estudio de sistemas pasivos de calefacción en viviendas del noroeste de Salta

Sebastián Miguel¹

1- Investigador de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo – Universidad Católica de Salta

Contacto: samiguel@ucasal.edu.ar



RESUMEN

El diseño bioclimático incorpora factores climáticos y del contexto donde se proyectan y construyen los edificios. El confort interior se logra al estudiar estas condiciones integrándolas a través de herramientas y pautas de diseño. Los sistemas de calefacción pasivos de vivienda utilizan el recurso solar en zonas frías y son capaces de mejorar las condiciones de confort aprovechando las ganancias térmicas.

Este trabajo analiza dos edificios de viviendas en el noroeste de la Provincia de Salta donde se han utilizado materiales y tecnologías constructivas de la zona. Se analizan las condiciones de radiación solar, las temperaturas medias anuales y los sistemas de calefacción solar pasivos adoptados como las ganancias directas y muros acumuladores de calor. El resultado de su funcionamiento es confrontado con la percepción de los usuarios de las viviendas analizadas respecto a los sistemas solares pasivos para calefacción como soluciones adaptadas al sitio y a las condiciones ambientales de las viviendas.

ABSTRACT

The bioclimatic design incorporates climatic factors and the context where the buildings are projected and constructed. Interior comfort is achieved by studying these conditions and integrating them through design tools and guidelines. Passive house heating systems use solar resources in cold areas and are capable to improve comfort conditions by taking advantage of thermal gains.

This work analyzes two residential buildings in the northwest of the Province of Salta where materials and construction technologies from the area have been used. The solar radiation conditions, the annual average temperatures and the passive solar heating systems adopted are analyzed by means of direct profits and heat accumulating walls. The result of its operation is link to users' perception of the houses analyzed considering passive solar systems for heating as solutions adapted to the site and the environmental conditions of the houses.

Palabras clave: : bioclimático, vivienda, calefacción, solar, diseño.

INTRODUCCIÓN

El diseño arquitectónico bioambiental considera diversos factores vinculados al estudio bioclimático y al sitio del emplazamiento del objeto de proyecto. Tiene a su vez en cuenta, el contexto económico, social y temporal de una obra de arquitectura. Estos parámetros se aplican desde la conceptualización del proyecto y atraviesan las instancias de la materialización de los edificios y la vida útil de los mismos.

Dentro de los factores bioclimáticos se puede considerar a factores como radiación solar, viento, precipitaciones, temperatura del sitio, entre otros. El enfoque ambiental tiene en cuenta a su vez, topografía, vegetación, altitud, así como la relación con cuerpos de agua y con los ecosistemas cercanos.

Por otra parte, el cambio climático está asociado al calentamiento global y al aumento de emisiones de gases de efecto invernadero. Por consiguiente, la reducción del consumo energético es un factor fundamental para contribuir a partir de los edificios que se diseñan y construyen.

La arquitectura bioclimática, a través edificios así diseñados, promueve la creación de espacios interiores confortables desde el punto de vista térmico y del aprovechamiento de la iluminación natural. A partir del estudio de las condiciones climáticas del lugar de emplazamiento, se puede reducir la energía requerida para calefacción, refrigeración e iluminación [1].

Este trabajo hace foco en dos casos de estudio de sistemas pasivos de calefacción de viviendas en el noroeste de la Provincia de Salta. Se integran los sistemas al diseño de arquitectura, que utilizan materiales de la zona, interpretan los requerimientos térmicos a las formas de vida de los usuarios y a la organización de los espacios de habitar.

La energía requerida para calefacción es el rubro de mayor importancia en la demanda energética de viviendas en invierno, especialmente en climas fríos [2]. Por lo tanto, el estudio de estos dos casos, permite comprender cómo lograr desde el diseño, incorporar tecnologías simples y efectivas de bajo costo.

Por otra parte, el estudio y análisis de la eficiencia de los sistemas relevados es contrastado con un relevamiento de percepción de los usuarios sobre los sistemas pasivos de calefacción y su utilización habitual basado en trabajos similares para otras zonas de la Argentina y Chile [3] [4] [5]. De este modo, se explora en este trabajo, de qué manera perciben los habitantes de estos edificios bioclimáticos las condiciones de confort térmica y cuál es la relación que tienen con los sistemas y dispositivos necesarios para lograrlo.

METODOLOGÍA

Para el estudio de sistemas pasivos de calefacción en viviendas del noroeste de Salta se llevó a cabo la siguiente metodología de trabajo:

A) Se seleccionaron dos casos de estudio en diferentes Zonas Bioclimáticas de la Argentina de acuerdo a la Norma IRAM 11601 en la provincia de Salta. Se realizó un relevamiento en el mes de marzo de 2020, para el Caso 1 de Cachi y en enero de 2021, para el Caso 2 en El Alfarcito, a los efectos de estudiar sus características geográficas y climáticas, constructivas y de funcionamiento.

B) Cada caso presenta una tecnología diferente de calefacción que utiliza las ganancias de la radiación solar. Se relevaron los sistemas y los edificios a los efectos de estudiar su funcionamiento y el comportamiento de sus envolventes relacionadas con su materialidad y eficiencia.

C) Con el objeto de explorar la percepción de los usuarios de los edificios analizados, se realizaron encuestas de confort interior y modos de uso de la vivienda.

Para el Caso 1, se encuestaron a 5 personas que habitan diferentes viviendas del conjunto de 15 viviendas iguales en su disposición interior, materialidad y forma constructiva, al igual que la orientación de sus locales. Para el Caso 2 se encuestaron a dos usuarios: un adulto que realiza tareas de administración del edificio y un adolescente que lo habita.

Cuestionario realizado:

1) Condición de confort que encuentra en la vivienda en verano y en invierno. Se utilizó como escala de medición: muy buena, buena, regular, malo.

2) El usuario realiza prácticas y rutinas para garantizar las condiciones de confort planificadas por los proyectistas. La escala de medición adoptada fue: habitualmente, poco frecuente, nunca.

3) ¿El usuario ha realizado modificaciones al edificio de su versión original para mejorar las condiciones térmicas de confort interior? Se utilizó como escala de medición: más de una, solo una, ninguna.

RESULTADOS

Caso 1: Vivienda social en Cachi, Salta

Vivienda unifamiliar que forma parte de un conjunto de 15 viviendas sociales desarrollado en 1984 por el Instituto Provincial de la Vivienda de Salta (IPV) y un grupo de profesionales del Instituto de Investigaciones de Energía No convencional (INENCO). Ubicada en la localidad de Cachi a 160 km de la ciudad de Salta y a 2.300 ms.n.m. Sus coordenadas geográficas son: Latitud Sur: 25°07'00" y Longitud Oeste: 66°11'00". La temperatura media anual: 12,29°C [6]. La heliofanía efectiva promedio de junio es 6 hs y de 8 hs en diciembre [7]. La radia-

ción solar global anual sobre plano horizontal es de 2297,04 kWh/m² [8] (Tabla 1).

Tabla 1: Caso 1 vivienda en Cachi. Síntesis de datos geográficos, temperaturas medias y radiación solar

	LATITUD	LONGITUD	ALTITUD	TEMP MEDIA	GLOBAL PL. HORIZ.	DIFUSA PL. HORIZ.
			(msnm)	(°C)	(kWh/m ²)	(kWh/m ²)
CASO 1						
VIVIENDA EN CACHI	-25,07	-66,11	2389	12,29	2297,04	1837,63

Caso 2: Edificio albergue de estudiantes en El Alfarcito, Salta

Edificio de albergue estudiantil que forma parte de las instalaciones del Colegio Secundario de Montaña desarrollado en 2009. Ubicada en la localidad de El Alfarcito a 90 km de la ciudad de Salta y a 2.800 ms.n.m. Sus coordenadas geográficas son: Latitud Sur: 24°29'00" y Longitud Oeste: 65°53'00". La temperatura media anual: 9,49°C [6]. La heliofania efectiva promedio de junio es 6 hs y de 8 hs en diciembre [7]. La radiación solar global anual sobre plano horizontal es de 2142,78 kWh/m² [8] (Tabla 2).

Tabla 2: Caso 2 Albergue El Alfarcito. Síntesis de datos geográficos, temperaturas medias y radiación solar

	LATITUD	LONGITUD	ALTITUD	TEMP MEDIA	GLOBAL PL. HORIZ.	DIFUSA PL. HORIZ.
			(msnm)	(°C)	(kWh/m ²)	(kWh/m ²)
CASO 2						
ESTUDIANTIL EL ALFARCITO						

Sistemas solares pasivos de calefacción

La captación de energía solar es utilizada para calefaccionar los ambientes interiores. Se puede realizar de manera directa a través de las áreas vidriadas o bien de manera indirecta mediante la utilización de muros colectores acumuladores [9].

En ambos casos analizados se estudian las orientaciones de las superficies expuestas a la radiación, la materialidad y tecnología de las envolventes (muros y cubiertas) y la organización de los usos del programa del edificio que se acondicionarán con la calefacción solar pasiva.

Para que estos sistemas sean efectivos, se deben considerar los niveles de radiación disponibles durante una cierta cantidad de horas en el día. La envolvente del edificio, a través de las superficies vidriadas, se expone a la radiación solar, garantizando el recurso, que se utilizará para calefaccionar los ambientes deseados.

En los dos sistemas analizados, durante el invierno, la temperatura interior de los ambientes es mayor que en el exterior, por lo tanto, existe una presión positiva hacia fuera. Es así como el calor es el responsable de mover las masas de aire desde las más calientes a las más frías. Por lo tanto, resulta de importancia impedir que el calor se pier-

da. Esto puede lograrse, calefaccionado con estos sistemas, al incorporar en la envolvente del edificio, una aislación térmica suficiente para propiciar la conservación de la energía.

Para el Caso 1, el clima corresponde a la Zona Bioclimática IVA: Templado frío [10]. La Norma recomienda orientación favorable para los edificios NO-N-NE-E-SE. También sugiere proyectar viviendas agrupadas y proveer los recursos necesarios para el mejoramiento de la inercia térmica, ya que es una región de grandes amplitudes térmicas, principalmente en verano cuando se dan los mayores valores del país.

De acuerdo a un análisis de temperaturas realizado para el Caso 1 (Figura 1) se puede interpretar, que entre los meses de marzo a octubre, se registran temperaturas medias por debajo de los 15 grados, con amplitud térmica entre el día y la noche. Por lo tanto, se debe considerar la implementación de algún sistema de calefacción para garantizar el confort térmico en la vivienda.

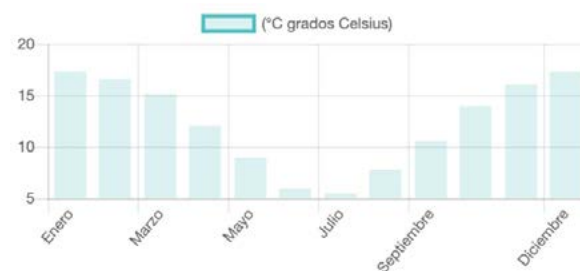


Figura 1: Temperaturas medias anuales de Cachi.

Organización de la vivienda de Cachi: Cuenta con 147 m² cubiertos y 3 dormitorios; se dispone en planta baja cuyos locales se vuelcan francamente a una galería - invernadero con orientación norte y locales de servicio con circulación al sur (Figura 2).



Figura 2: Exteriores e interiores de la vivienda de Cachi. Imágenes propias (marzo 2020).

Aspectos constructivos del proyecto de la vivienda de Cachi: Estructura sismo resistente de Hormigón Armado. Los muros exteriores son dobles de adobe estabilizado, con aislaciones en su interior. El estar-comedor-galería tiene el muro interior y los contrapisos resueltos en piedra que funcionan como acumuladores de calor. Las carpinterías son de aluminio y postigos metálicos. La cubierta es de chapa de fibrocemento con aislaciones hidrófugas y térmicas. El interior de la vivienda cuenta con un cielorraso de yeso aplicado que genera una cámara de aire (Figura 3).

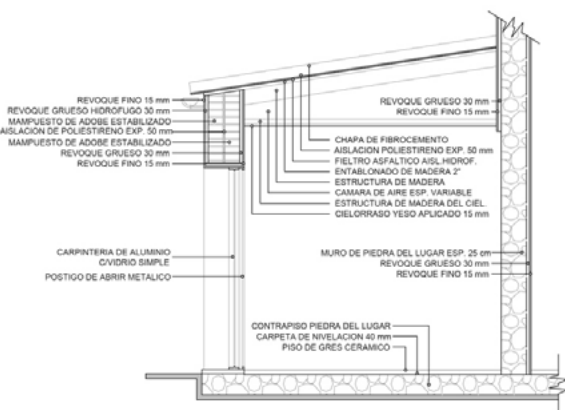


Figura 3: Detalle y sistema constructivo de la vivienda de Cachi.

Funcionamiento del sistema de calefacción por ganancias directas del caso 1.

En el sistema directo, la ganancia directa está dada por la captación y conversión térmica de la radiación solar incidente en los aventanamientos que deben diseñarse de manera adecuada respecto de la geometría solar [11]. Por lo tanto, el espacio interior se convierte, a través del aventanamiento, en un captador solar, un depósito térmico y a su vez en el sistema de distribución.

La radiación que incide sobre el aventanamiento es del tipo de onda corta y lo atraviesa impactando sobre los componentes con capacidad de absorción y emisión de la radiación infrarroja al ambiente. Esta radiación permanece en el recinto y no atraviesa nuevamente el aventanamiento.

Finalmente, el calor se desplaza por el local. En este caso, el estudio de la inclinación de los rayos solares en las diferentes estaciones del año permite que las ganancias y penetración al interior de la vivienda sean máximas en invierno y no ingresen en verano a partir de los aleros diseñados y las dimensiones de las aberturas. (Figura 4).

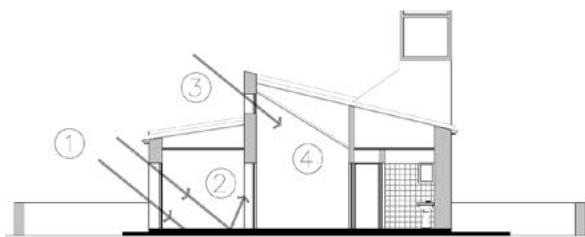


Figura 4: Funcionamiento de los sistemas de ganancia solar directa: 1-Ingreso de radiación del norte en invierno al estar-comedor-galería; 2-Distribución interior de la radiación por convección; 3-Iluminación directa, 4-Dormitorios.

Para el Caso 2: el clima corresponde a la Zona Bioclimática V: Frío. La Norma [10] recomienda las buenas aislaciones de pisos, muros, cubiertas y la reducción del tamaño de las aberturas en todas las orientaciones, pudiendo considerar de mayor tamaño aquellas orientadas al Norte. Asimismo se recomiendan las orientaciones NE-N-NO para obtener una máxima ganancia por radiación.

De acuerdo al análisis de temperaturas realizado para la zona, (Figura 5) se puede interpretar, que durante todo el año, se registran temperaturas medias por debajo de los 15 grados, con amplitud térmica entre el día y la noche. Por lo tanto, se debe considerar la implementación de algún sistema de calefacción para garantizar el confort térmico del edificio durante todo el año.

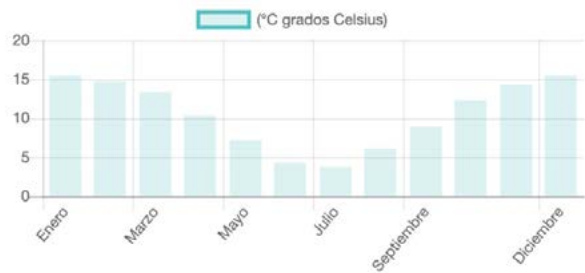


Figura 5: Temperaturas medias anuales en El Alfarcito.

Organización del edificio de albergue: Está organizado en dos módulos adosados para 80 hombres y 80 mujeres. Cuenta con 480 m² cubiertos con áreas de dormitorios orientados por lo general al Norte, reservando la orientación Sur para servicios y sanitarios. Todos los locales cuentan con aberturas superiores para la iluminación y la ventilación controlada. El terreno en el que se emplaza el edificio a su vez, se encuentra en pendiente. Por lo tanto, el edificio, en su eje longitudinal, se escalona exteriormente para tomar esta pendiente (Figura 6).



Figura 6: Exteriores e interiores del Albergue El Alfarcito. Imágenes propias (enero 2021).

Aspectos constructivos del proyecto de El Alfarcito: Estructura sismo resistente de Hormigón Armado. Los muros exteriores son de adobe a la vista exterior con junta tomada y en el interior revocos grueso y fino a la cal (espesor del muro total 50 cm). La cubierta está modulada con estructura de cerchas de madera y conformada por diferentes capas: entablonado de madera interior a la vista, aislación hidrófuga, capa de fibras vegetales y cubierta superior de torta de barro estabilizada.

Las carpinterías son de marco de chapa con doble vidriado hermético, al igual que las superficies vidriadas para materializar los muros acumuladores de calor que cuentan en su parte posterior con un muro de piedra del lugar pintado exteriormente de color oscuro (Figura 7).

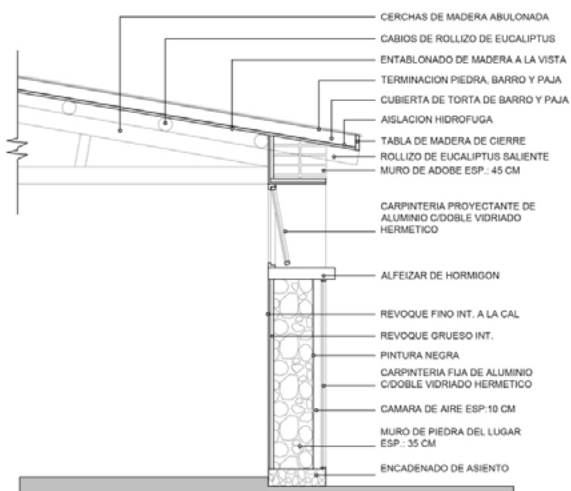


Figura 7: Detalle y sistema constructivo del Albergue El Alfarcito.

Funcionamiento del sistema de calefacción a través de muros acumuladores para el Caso 2.

El sistema de muros colectores o acumuladores se materializa con resoluciones constructivas masivas. La cara exterior tiene una terminación de un color oscuro para absorber la radiación solar. Por lo general, se lo protege de un vidriado cuyo efecto es disminuir las pérdidas térmicas del muro y generar una cámara de aire caliente en donde la energía solar, que se acumula, se transmite al muro y de allí luego al ambiente interior.

Este sistema es muy utilizado en la arquitectura vernácula porque aprovecha las propiedades térmicas de los materiales de la envolvente: se utiliza la inercia térmica del edificio y compensa las marcadas diferencias térmicas del exterior [12] (Figura 8).

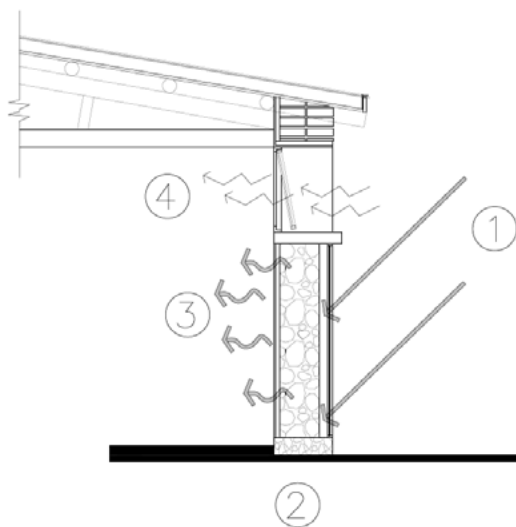


Figura 8: Funcionamiento de los sistemas de ganancia solar directa: 1- Ingreso de radiación del norte en invierno a la cámara de aire generada entre la carpintería y el muro; 2- Acumulación de la radiación en el muro de piedra; 3- Calefacción por radiación y convección desde el muro a los dormitorios, 4- Ventilación natural regulable.

Los resultados de la encuesta elaborada a los usuarios de los edificios analizados anteriormente, permite conocer de qué manera perciben y son protagonistas al momento de vivir en un *edificio bioclimático*.

A continuación se sintetizan las respuestas de los encuestados, en cada caso, a las tres preguntas realizadas, que se detallaron precedentemente (Tabla 3).

Tabla 3: Resultados de la encuesta a los usuarios de los edificios Casos 1 y 2

	1-CONDICION DE CONFORT INTERIOR		2-REALIZA PRACTICAS/RUTINAS PARA LOGRAR CONFORT	3-HA REALIZADO MODIFICACIONES AL EDIFICIO PARA MEJORAR EL CONFORT
	VERANO	INVIERNO		
CASO 1				
USUARIO 1	BUENA	MUY BUENA	HABITUALMENTE	SOLO UNA
USUARIO 2	REGULAR	MUY BUENA	HABITUALMENTE	MAS DE UNA
USUARIO 3	BUENA	MUY BUENA	HABITUALMENTE	SOLO UNA
USUARIO 4	MUY BUENA	MUY BUENA	HABITUALMENTE	MAS DE UNA
USUARIO 5	BUENA	MUY BUENA	HABITUALMENTE	NINGUNA
CASO 2				
USUARIO 1	BUENA	MUY BUENA	NUNCA	NINGUNA
USUARIO 2	MUY BUENA	MUY BUENA	POCO FRECUENTE	NINGUNA

Es interesante considerar algunas observaciones y comentarios adicionales de los usuarios para el caso 1:

1) En los meses de invierno el sistema de pisos y muros acumuladores funcionan de manera adecuada y el calor se mantiene durante toda la tarde y noche. Es necesario tener en cuenta que hay que cerrar los postigos que cubren las ventanas a media tarde para mantener el calor que ha ingresado dentro de la galería-estar, para que no se pierda en parte. Es preciso considerar que las carpinterías tienen vidrio simple de 4 mm de espesor en todos los casos.

Debido a la radiación, durante los meses de verano deben permanecer los postigos cerrados, ingresando de este modo muy poca iluminación natural al área de estar-comedor. Algunas de las viviendas del conjunto incorporaron parras y vides que crecen en época estival para controlar la radiación solar y tamizar la luz por medio de este tipo de vegetación de hoja caduca.

2) Las prácticas y rutinas que se realizan habitualmente son las de apertura y cierre de puertas, ventanas y postigos para garantizar el funcionamiento de los sistemas pasivos de calefacción y la generación de ventilaciones cruzadas.

3) Para que funcione el sistema de acumulación y conservación del calor en el piso y el muro interior de piedra no deben existir elementos (en este caso mobiliario) sobre estas superficies que obstaculicen la radiación solar. Por lo tanto, en este caso, la relación de ancho de la galería-estar-comedor es angosta para ubicar el equipamiento necesario de la vivienda.

4) Los sistemas de calefacción pasiva, de iluminación y ventilaciones naturales resultan muy eficientes y no representan un costo en la factura de electricidad ni se depende de la compra de gas envasado para la calefacción.

Algunas observaciones y comentarios adicionales de los usuarios para el caso 2:

1) Las temperaturas medias durante todo el año son bajas (enero 15 °C; invierno 3 °C) por lo tanto, es necesario contar con un sistema de calefacción para lograr el confort térmico interior constante.

El sistema de muros acumuladores de calor orientados al norte, garantiza una temperatura interior adecuada para las áreas de dormitorios. Habitualmente se practica la apertura de ventanas para la ventilación natural cruzada de los locales en horas de la mañana, luego se cierran para conservar el calor durante el resto del día.

2) Los sistemas de calefacción pasiva, de iluminación y ventilaciones naturales resultan muy eficientes. Se aprovechan las horas de radiación directa para mejorar las condiciones de confort interno en un clima adverso.

CONCLUSIONES

El diseño arquitectónico bio-ambiental permite interpretar las características climáticas y del contexto para mejorar las condiciones de confort. Esto se logra a partir del estudio de las condiciones térmicas, de radiación solar, las corrientes de aire naturales y los regímenes de precipitaciones entre otros.

Esta información permite confrontar normas que recomiendan las estrategias y herramientas proyectuales capaces de brindar guías y pautas a los diseñadores con la práctica y el quehacer profesional.

La implementación de sistemas pasivos de calefacción a través del aprovechamiento de la energía solar, posibilita resolver las necesidades de calefacción de viviendas con sistemas que se integran a las envolventes del edificio. Dichas envolventes pueden desarrollarse a través de sistemas constructivos utilizando materiales y técnicas constructivas locales.

El estudio de casos realizado, muestra que para el noroeste de la Provincia de Salta, es viable acondicionar viviendas a través de sistemas de calefacción mediante la captación solar directa.

Las encuestas realizadas a los usuarios de las viviendas indican que los sistemas desarrollados son adecuados para brindar y garantizar el confort térmico interior. En el Caso 1 (vivienda en Cachi) los usuarios son protagonistas activos de la manipulación de los cerramientos para garantizar y controlar el ingreso de la radiación (invierno) o no permitir su ingreso (verano). En el Caso 2 (Albergue de estudiantes El Alfarcito) el sistema de muros acumuladores de calor se encuentra siempre operativo. Los usuarios tienen la capacidad de regulación de las ventilaciones naturales durante las estaciones del año y las horas del día.

AGRADECIMIENTOS

Al Consejo de Investigaciones de la Universidad de Salta por el financiamiento del proyecto de Investi-

gación “Diseño bio-climático de viviendas para las diferentes eco-regiones de la Provincia de Salta”, aprobado por Resolución Rectoral 1326/19.

A los alumnos de la Carrera de Arquitectura que colaboraron en la producción Gráfica: Gerardo Yahualca Fanti, Antonella Díaz y Valentina Giachero.

REFERENCIAS

- [1] Flores Larsen, S. (2016). *Edificios Bioclimáticos* (Editores) Laborde, M. y Williams R. *Energía solar*. ANCEFN, CABA. pp. 68
- [2] Evans, J. ; De Schiller, S. (2001). Evaluador energético: método de verificación del comportamiento energético y ambiental de viviendas. *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente*, 5, 49.
- [3] Martínez, C.; Gonzalo, G. (2001). Análisis del comportamiento higrotérmico de los cerramientos exteriores en viviendas del IPV en San Miguel de Tucumán. *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente*, 5, 21.
- [4] Blasco, L., I.; Carestia, C.; Carossia, E.(2016). *Análisis térmico-energético estival de tipología FONAVI y vivienda bioclimática en la ciudad de San Juan, Argentina*. I Encuentro Nacional sobre Ciudad, Arquitectura y Construcción Sustentable
- [5] Constanza F.; Espinosa Cancino, C.; Cortés Fuentes, A. (2015). Confort higro-térmico en vivienda social y la percepción del habitante. *Revista INVI* , 30,85.
- [6] Bianchi, A.; Cravero, S. (2010). *Atlas Climático Digital de la República Argentina*. INTA, Buenos Aires.
- [7] Grossi Gallegos, H.; Righini, R. (2007). *Atlas de energía solar de la República Argentina*. SECYT-UNLu.
- [8] Sarmiento Barbieri, N.; Belmonte, S.; Dellicompagni, P.; Franco, J.; Escalante, K. (2017). *Atlas de Radiación Solar de la Provincia de Salta. Sistema de Información Geográfico Digital*, CONICET, Salta.
- [9] San Juan, G.; Rosenfeld, E.; Santinelli, G.; Discoli, C.; Viegas, G.; Dicroce, L.; Brea, B.; Melchiori, M.; Rojas, D. (2013). *Diseño bioclimático como aporte al proyecto arquitectónico*. UNLP, La Plata.
- [10] IRAM 11603 (1996). *Acondicionamiento térmico de edificios. Clasificación bioambiental de la República Argentina*. IRAM, Buenos Aires.
- [11] Gonzalo, G. (2004). *Manual de Arquitectura Bioclimática*. Nobuko, Buenos Aires. pp 314.
- [12] Gonzalo, G. (1988). *The bioclimatic design in the traditional architecture of North Argentina. Energy and Buildings for temperate climates*. Oxford Pergamon Press.



Foto: Facultad de Ingeniería - Universidad Nacional de Entre Ríos



*La RADI fue declarada de interés
para la comunicación social, la
ciencia y la educación por la
Legislatura de la Ciudad
Autónoma de Buenos Aires*