
Estrategias y guía de diseño bioclimático aplicadas en vivienda. Tres casos de estudio en diferentes eco-regiones de la Provincia de Salta

Miguel, Sebastián

samiguel@ucasal.edu.ar

Universidad Católica de Salta. Facultad de Arquitectura y Urbanismo. Instituto de Sustentabilidad Energética y Diseño Bioambiental. Salta. Argentina.

Línea temática 2. Palabras, categorías, método
(Términos clasificatorios, taxonomías operativas)

Palabras clave

Diseño, Bioclimático, Vivienda, Energía, Solar

Resumen

Este trabajo analiza y estudia tres casos de vivienda en el noroeste de la Provincia de Salta que incorporan el diseño bioclimático. Como metodología de estudio se utilizan las recomendaciones y clasificaciones bioambientales de las Normas IRAM de acondicionamiento térmico para edificios de vivienda. Se realizan encuestas de percepción del confort de los usuarios de las viviendas analizadas con el fin de verificar el grado de satisfacción y su vinculación con las decisiones proyectuales incorporadas. Los resultados muestran diferentes resoluciones técnicas y constructivas para lograr el confort térmico de las viviendas analizadas utilizando sistemas de bajo costo para cada zona bioclimática de emplazamiento. Los sistemas de producción de aire y agua caliente en cada caso resultan adecuados a partir de las características de radiación solar. Se concluye que para el noroeste de la Provincia de

Salta, es factible aprovechar las ganancias de la radiación solar para 1) calefacción en invierno y 2) aprovechar el calor generado para la producción de agua caliente sanitaria y aire caliente para calefacción. Por otra parte, durante los meses de verano se aplican estrategias de control solar a través de 3) la incorporación de dispositivos de fácil accionamiento y bajo costo y 4) el diseño eficiente propio de las envolventes.

Introducción

El diseño arquitectónico bioambiental debe tener en cuenta los factores vinculados a las condiciones bioclimático del sitio del emplazamiento de las obras y los proyectos de arquitectura. A su vez, debe tener en cuenta, el contexto social, económico y la temporalidad de su proyectación y/o ejecución. Por lo tanto, 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 a tener en cuenta, se consideran aquellos tales como la radiación solar, las temperatura del sitio, las condiciones de humedad, el viento, las precipitaciones, 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. En consecuencia, la reducción del consumo energético es un factor fundamental para contribuir a la mitigación de estos efectos. Por lo tanto, debemos procurar un diseño eficiente y la construcción de edificios de manera responsable con el ambiente.

La arquitectura sostenible, a través de los edificios blioclimáticos, 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 la calefacción, la refrigeración y la iluminación (Flores Larsen, 2016)

La energía requerida para calefacción es el rubro de mayor importancia en la demanda energética de viviendas en invierno, especialmente en climas fríos (Evans y De Schiller, 2001) Por lo tanto, el estudio de estos tres casos, permitirán comprender cómo lograr desde el diseño incorporar tecnologías simples y efectivas de bajo costo.

Por otra parte, la energía solar térmica, es una forma de aprovechamiento de la energía del sol para producir calor con diferentes fines tales como la producción de agua caliente sanitaria y aire caliente para calefacción. (Placco y Saravia, 2016). Las características de radiación solar de los casos analizados permiten aprovechar este recurso de manera eficiente.

Objetivo

El objetivo de este trabajo es el estudio y análisis de tres casos de viviendas en el noroeste de la Provincia de Salta que incorporan el diseño bioclimático. A su vez se toman en cuenta las recomendaciones de las Normas IRAM de acondicionamiento térmico para edificios de vivienda.

Por otra parte, se realiza una encuesta de percepción del confort de los usuarios de las viviendas analizadas con el fin de confrontan los resultados del relevamiento de los sistemas constructivos ejecutados y las decisiones proyectuales incorporadas.

Metodología

Para el estudio de las viviendas del Noroeste de Salta se llevó a cabo una metodología de estudio y análisis que puede considerarse como una guía para el análisis de edificios existentes o bien permite establecer criterios a seguir durante el proceso proyectual de un edificio bioclimático en proceso de diseño.

- A) Se seleccionaron tres casos de estudio en diferentes Zonas Bioclimáticas de la Argentina de acuerdo a la clasificación que se establece para el territorio argentino de la Norma IRAM 11603 (2012) en la provincia de Salta.
- B) Cada caso presenta una tecnología diferente de calefacción que utiliza las ganancias de la radiación solar y de ventilaciones naturales. 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 sobre la percepción del confort interior y modos de uso de la vivienda basados en trabajos similares para otras zonas de la Argentina y Chile (Martinez y Gonzalo, 2001) (Blasco et al, 2016) (Espinosa Cancino y Cortés Fuentes, 2015)

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) Ha realizado modificaciones al edificio de su versión original para mejorar las condiciones térmicas de confort interior. Se utilizó como escala de medición: mas de una, solo una, ninguna.
- 4) Que valoración tiene la incorporación de energía solar térmica a los requerimientos de calefacción del edificio/ agua caliente. Se utilizó como escala de medición: Muy buena, buena, regular, malo.

Resultados

A) Se realizó un relevamiento del Caso 1 (Cachi) en el mes de marzo de 2020, del Caso 2 (Cafayate) en el mes de julio de 2020 y del caso 3 (El Alfarcito) en Enero de 2021, con el objeto de estudiar sus características geográficas y climáticas, constructivas y de funcionamiento.

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 msnm. Sus coordenadas geográficas son: Latitud sur: 25°07'00'' y Longitud oeste: 66°11'00'' La temperatura media anual: 12,29°C (Bianchi y Cravero, 2010). La heliofania efectiva promedio de junio es 6 hs y de 8 hs en diciembre (Grossi Gallegos y Righini, 2007). La radiación solar global anual sobre plano horizontal es de 2297,04 kWh/m² (Sarmiento Barbieri et al, 2017).

Caso 2: Vivienda unifamiliar en Cafayate, Salta

Vivienda unifamiliar construida en 2013 por el arquitecto Otto Krausbeck. Ubicada en la localidad de Chimpa-Cafayate a 190 Km. de la ciudad de Salta y a 1612 msnm. Sus coordenadas geográficas son: Latitud sur: 26°05'15'' y Longitud oeste: 65°52'29'' La temperatura media anual: 14,86°C (Bianchi y

Cravero, 2010) La heliofania efectiva promedio de junio es 5 hs y en diciembre es de 8 hs (Grossi Gallegos y Righini, 2007). La radiación solar global anual sobre plano horizontal es de 2194,44 kWh/m². (Sarmiento Barbieri et al, 2017)

Caso 3: 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 msnm. Sus coordenadas geográficas son: Latitud sur: 24°29'00'' y Longitud oeste: 65°53'00'' La temperatura media anual: 9,49°C (Bianchi y Cravero, 2010) La heliofania efectiva promedio de junio es 6 hs y de 8 hs en diciembre (Grossi Gallegos y Righini, 2007). La radiación solar global anual sobre plano horizontal es de 2142,78 kWh/m² (Sarmiento Barbieri et al, 2017).

La (Tabla 1) sintetiza los datos de ubicación geográfica, las temperaturas medias y radiación solar global sobre el plano horizontal de los tres casos de estudio

Tabla 1: Datos geográficos, climáticos y de radiación de los tres casos de estudio.

	LATITUD	LONGITUD	ALTITUD	TEMP MEDIA	RADIACION SOLAR GLOBAL S/PLANO	
					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 VIVIENDA UNIFAMILIAR CAFAYATE	-26,05	-65,52	1612	15,69	2194,44	1755,55
CASO 2 ALBERGUE ESTUDIANTIL EL ALFARCITO	-24,29	-65,53	2800	9,49	2142,78	1714,22

Elaboración propia, en base a datos de (Sarmiento Barbieri et al, 2017).

B) Sistemas solares pasivos de calefacción y de ventilaciones naturales.

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 (San Juan et al, 2013).

En los 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 exponen a la radiación solar, garantizando el recurso que se utilizará para calefaccionar los ambientes deseados.

En los sistemas relevados, la temperatura interior de los ambientes, durante el invierno, es mayor que en el exterior. Por lo tanto, existe una presión positiva hacia afuera. Es así como el calor es el responsable de mover las masas de aire desde la más caliente a la más fría. Por lo tanto, resulta de importancia impedir que el calor se pierda. Esto puede lograrse a partir de incorporar en la envolvente del edificio calefaccionado con estos sistemas, 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, la Norma IRAM 11603 (2012) 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 las mayores amplitudes del país.

De acuerdo a un análisis de temperaturas realizado para el Caso 1 podemos 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.

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 y circulación al sur.

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 u térmicas y el interior de la vivienda cuenta con un cielorraso de yeso aplicado que genera una cámara de aire. El edificio cuenta con un sistema solar de calentamiento de agua a través de un colector solar plano de 0.90 m x 1,40 m con serpentina de cañerías interiores y cubierta de policarbonato orientado al norte. (Figura 1)

Figura 1: Caso 1- Vivienda en Cachi



Fotografías y dibujos de elaboración propia.

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 (Gonzalo, 2004). 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 (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 sea máxima en invierno y no ingresen en verano a partir de los aleros diseñados y las dimensiones de las aberturas.

Para el Caso 2: El clima corresponde a la Zona Bio-climática IIIa: Templado cálido, la Norma IRAM 11603 (2012) recomienda orientación favorable para los edificios NO-N-NE-E. 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 las mayores amplitudes del país. Se sugiere evitar la orientación oeste y utilizar sistemas de protección a la radiación solar y utilizar colores claros en el exterior.

De acuerdo al análisis de temperaturas realizado para la zona, podemos interpretar que de mayo a septiembre se registran temperaturas medias por debajo de los 15 grados, con amplitud térmica entre el día y la noche. Durante los meses de octubre a abril las temperaturas medias oscilan entre los 16 y los 21 grados. Por lo tanto, se debe considerar la implementación de algún sistema de calefacción para garantizar el confort térmico del edificio durante el invierno y sistemas de refrescamiento natural para el verano.

La vivienda Cuenta con 211 m² cubiertos y 3 dormitorios, se dispone en planta baja con orientación este-oeste y ventilaciones cruzadas en todos los locales. Las áreas de servicio se ubican sobre algunos muros laterales o en el centro de la planta.

Aspectos constructivos: Estructura sismo resistente de Hormigón Armado. Los muros exteriores están compuestos de mampostería de ladrillo hueco con aislaciones en su interior, cámara de aire no estanca y gaviones de piedra del lugar. Los pisos son de cemento alisado gris claro. Las carpinterías son de hierro con doble vidriado hermético. Los aventanamientos orientados al este y al oeste cuentan con postigos metálicos de chapa doblada corredizos para el control solar y su diseño permite la ventilación natural filtrada. La cubierta está resuelta con estructura de viguetas y ladrillos cerámicos y un contrapiso compuesto por tierra, esferas de poliestireno expandido y una carpeta final de cemento con terminación al exterior a través de una membrana asfáltica aluminizada. En el interior tiene un cielorraso de yeso aplicado. El edificio cuenta con un sistema solar de calentamiento de agua a través de un termotanque solar acumulador de agua caliente de 200 litros orientado al norte. (Figura 2)

Figura 2: Caso 2- Vivienda en Cafayate



Fotografías y dibujos de elaboración propia.

Funcionamiento del sistema de calefacción por ganancias directas del caso 2:

En este caso, se sigue el mismo principio que para el caso 1: sistema directo. La ganancia directa está dada por la captación y conversión térmica de la radiación solar incidente en los aventanamientos orientados al norte del área de estar-comedor.

Para el Caso 3: el clima corresponde a la Zona Bioclimática V: Frio, la Norma IRAM 11603 (2012) recomienda las buenas aislaciones de pisos, muros y 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, podemos 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.

El 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

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 revoques 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. El edificio cuenta con un sistema solar de calentamiento de aire a través de un colector solar plano de 0.60 m x 1,50 m con serpentina de cañerías interiores y cubierta de policarbonato orientado al norte. (Figura 3)

Figura 3: Caso 3- Albergue el Alfarcito.



Fotografías y dibujos de elaboración propia.

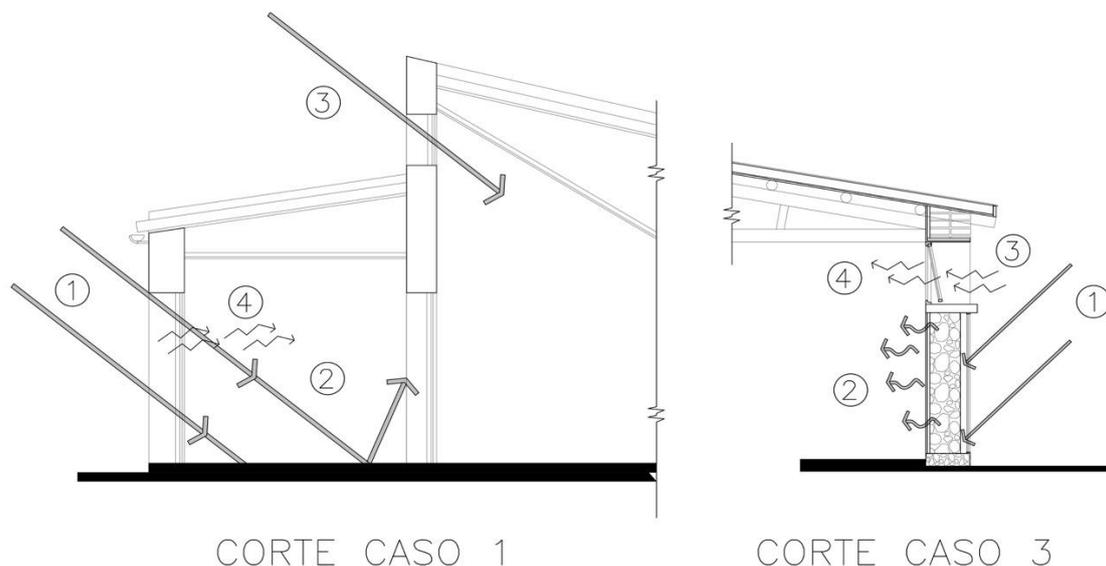
Funcionamiento del sistema de calefacción a través de muros acumuladores para el Caso 3:

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 vidrioado 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 (Gonzalo, 1988).

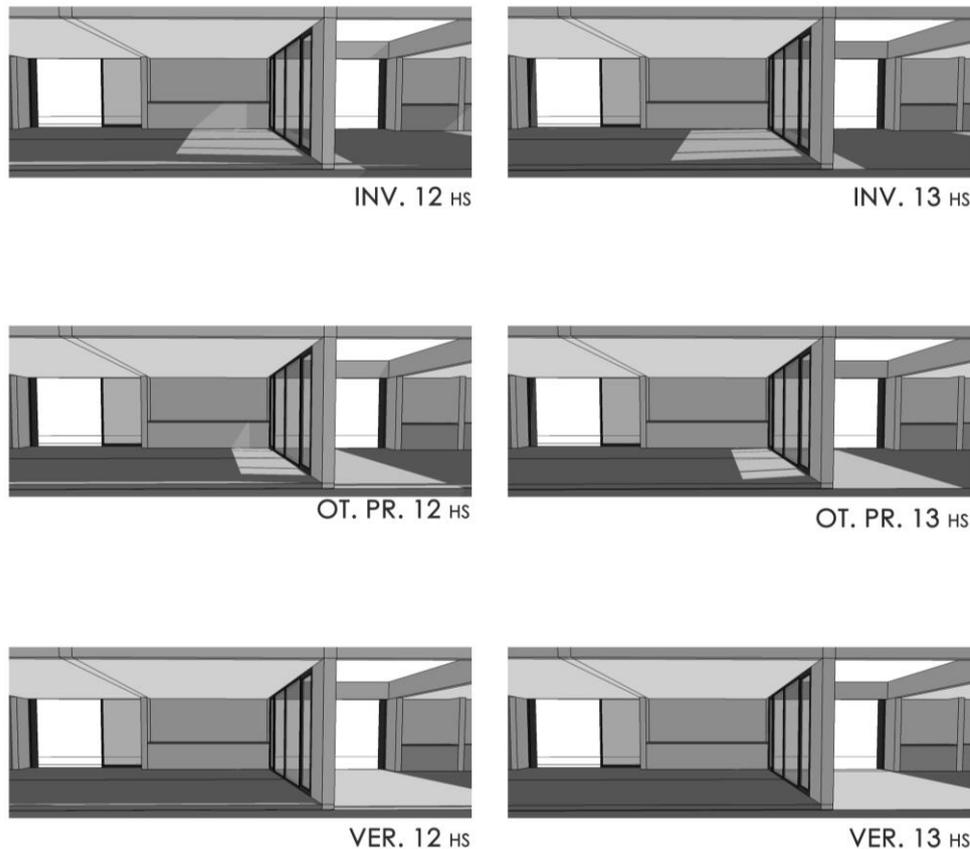
A continuación se sintetizan gráficamente en la (Figura 4) los sistemas de ganancia directa para calefacción de los casos de estudio 1 y 3. En la (Figura 5) se grafica un estudio de asoleamiento con software libre sketchp para verificar que las ganancias directas se dan en invierno y se evitan en verano.

Figura 4: Funcionamiento de los sistemas de ganancia solar directa Casos 1 y 3



1-Ingreso de radiación del norte en invierno 2- calefacción por radiación y convección desde el muro o piso, 3-Iluminación natural, 4-ventilación natural regulable. Elaboración propia.

**Figura 5: Funcionamiento de los sistemas de ganancia solar directa
Caso 2.**



Simulación para verano, otoño y primavera e invierno a las 12:00 y 13:00 hs.
Elaboración propia.

C) 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*.

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: adultos que habitan la vivienda. Para el Caso 3 se encuestaron a dos usuarios: un adulto que realiza tareas de administración del edificio y un adolescente que lo habita.

A continuación se sintetizan las respuestas de los encuestados, en cada caso, a las 4 preguntas realizadas, que se detallaron precedentemente (Tabla 2).

Tabla 2: Resultados de la encuesta a los usuarios que habitan los edificios de los Casos 1 a 3.

	1-CONDICION DE CONFORT INTERIOR		2-REALIZA PRACTICAS/RUTINAS PARA LOGRAR CONFORT	3-HA REALIZADO MODIFICACIONES AL EDIFICIO PARA MEJORAR EL CONFORT	4-VALORACION DE LA INCORPORACION DE ENERGIAS RENOVABLES TERMICAS
	VERANO	INVIERNO			
CASO 1					
USUARIO 1	BUENA	MUY BUENA	HABITUALMENTE	SOLO UNA	BUENA (2)
USUARIO 2	REGULAR	MUY BUENA	HABITUALMENTE	MAS DE UNA	BUENA (2)
USUARIO 3	BUENA	MUY BUENA	HABITUALMENTE	SOLO UNA	MUY BUENA (2)
USUARIO 4	MUY BUENA	MUY BUENA	HABITUALMENTE	MAS DE UNA	MUY BUENA (2)
USUARIO 5	BUENA	MUY BUENA	HABITUALMENTE	NINGUNA	BUENA (2)
CASO 2					
USUARIO 1	BUENA	BUENA	HABITUALMENTE	MAS DE UNA	MUY BUENA (2)
USUARIO 2	BUENA	BUENA	HABITUALMENTE	MAS DE UNA	MUY BUENA (2)
CASO 3					
USUARIO 1	BUENA	MUY BUENA	NUNCA	NINGUNA	BUENA (1)
USUARIO 2	MUY BUENA	MUY BUENA	POCO FRECUENTE	NINGUNA	MUY BUENA (1)
(1) AIRE CALIENTE PARA CALEFACCIONAR BAÑOS (2) AGUA CALIENTE SANITARIA					

Elaboración propia.

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 (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) En los meses de invierno el sistema de ganancias al norte funciona de manera adecuada y el calor se mantiene durante toda la tarde y noche. Durante la mañana y la tarde en invierno, los aventamientos de dormitorios orientados al este y al oeste reciben radiación directa que permiten ganancias directas. En verano se deben cerrar los postigos que cubren las ventanas a media tarde para evitar la radiación del oeste y se mantienen las ventanas abiertas para generar ventilaciones naturales cruzadas. Se debería incorporar vegetación de hoja caduca en los frentes este y oeste para filtrar el aire en verano y bajar la temperatura antes que ingrese a la vivienda.

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) Los sistemas de calefacción pasiva, de iluminación y ventilaciones naturales resultan muy eficientes y la vivienda se va adecuando a las diferentes necesidades de confort en cada mes del año.

Algunas observaciones y comentarios adicionales de los usuarios para el caso 3:

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.

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. Asimismo, la regulación de las ventilaciones naturales a través de dispositivos simples y de fácil accionamiento, permite asegurar las condiciones de confort en verano.

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 y 2 (vivienda en Cachi y el Cafayate respectivamente) 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 3 (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.

Conclusiones

El diseño arquitectónico bioambiental 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 la utilización de materiales del sitio, 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.

El trabajo muestra que para el noroeste de la Provincia de Salta, es factible aprovechar las ganancias de la radiación solar para calefacción en invierno y para aprovechar el calor con el fin de generar agua caliente sanitaria y aire caliente para calefacción. Por otra parte, durante los meses de verano se aplican estrategias de control solar a través de la incorporación de dispositivos de fácil accionamiento y bajo costo y a través del diseño eficiente de las envolventes.

Bibliografía

- Blasco Lucas, 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.
- Bianchi, A.; Cravero, S. (2010) Atlas Climático digital de la República Argentina. Ediciones Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria.
- Constanza Francisca Espinosa Cancino, C. y Cortés Fuentes, A. (2015) Confort higro-térmico en vivienda social y la percepción del habitante. Revista INVI vol.30 no.85 nov. 2015 Santiago de Chile.
- Evans,J. y De Schiller, S. (2001) Evaluador energetico: metodo de verificación del comportamiento energético y ambiental de viviendas. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente Vol. 5, 2001, pp 49. Buenos Aires
- Flores Larsen, S (2016) Edificios Bioclimáticos (Editores) Laborde, M. y Williams R. Energía solar. Ciudad Autónoma de Buenos Aires: ANCEFN Academia Nacional de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, 2016. pp. 68
- Gonzalo, G. (1988) The bioclimatic design in the traditional architecture of North Argentina. Energy and Buildings for temperate climates. Oxford Pergamon Press.
- Gonzalo, G. (2004) Manual de Arquitectura Bioclimática. pp 314. Ed. Nobuko, Buenos Aires.
- Grossi Gallegos, H.; Righini, R. (2007) Atlas de energía solar de la República Argentina. SECYT-UNLu.
- Martinez,C. y 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 Vol. 5, 2001, pp 21. Buenos Aires.
- Norma IRAM 11603 (2012) Acondicionamiento térmico de edificios. Clasificación bioambiental de la República Argentina. Instituto Argentino de Normalización.
- Placco, C. y Saravia, L. (2016) Generación de Energía eléctrica solar térmica, p.38. En Energía Solar. Williams, R. y Laborde, M. Editores. Academia Nacional de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Buenos Aires.

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. 1º ed Universidad Nacional de La Plata, La Plata.

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. Grupo: Planificación Energética y Gestión Territorial. Instituto de Investigaciones en Energía No Convencional. CONICET-UNSa. Salta. Argentina.