

VERIFICACIÓN DE PAUTAS DE DISEÑO SUSTENTABLE EN UNA VIVIENDA SERRANA EN CÓRDOBA

Marta Bracco^{1,1}, Silvina Angiolini^{1,2}, Lisardo Jerez^{1,3}, Ana Pacharoni^{1,3}, Gabriela Sánchez^{1,3},
Roberto Tambussi^{1,3}, Pablo Avalos^{1,3}, Mariana Gatani^{1,3,4}

FAUD, Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo de la Universidad Nacional de Córdoba,
Av. Vélez Sarsfield 264, Córdoba, Tel.: 54-351-4332096, fax: int. 133.
e-mail: mbracco@arnet.com.ar - www.faudi.unc.edu.ar.

RESUMEN:

El caso de estudio que se presenta constituye una referencia adecuada de pautas de diseño, uso eficiente de los recursos tecnológicos disponibles y, una propuesta metodológica de análisis y evaluación de pautas de diseño para Córdoba. El proyecto es analizado bajo parámetros tecnológicos, económicos y sociales. Se describen las pautas de diseño, atendiendo la situación de emplazamiento, orientaciones, y tecnología empleada. Se exponen los resultados obtenidos sobre: transmitancia térmica, condensación superficial, evaluación del comportamiento térmico con mediciones in situ; y análisis económico comparativo con una construcción de tipo tradicional. Las conclusiones establecen que con el uso de inercia en la envolvente norte, aislaciones en las cubiertas, uso de ventilación cruzada, y la intervención del usuario, se logra un comportamiento térmico óptimo en verano y aceptable en invierno. El sobrecosto de construcción es 11,95 %, en relación a una construcción tradicional. Podrían incorporarse mejoras en las envolventes laterales para optimizar su comportamiento en invierno.

Palabras clave: pautas de diseño, comportamiento higrotérmico, ahorro energético.

INTRODUCCION

En los últimos tiempos, la gestión de tecnología sustentable y el uso de sistemas pasivos de acondicionamiento térmico energético son objeto de numerosos estudios y prácticas de diseño y construcción. En toda la extensión de la Argentina, existe una variedad grande de climas, condiciones y situaciones ambientales que están dando lugar a experiencias regionales acerca del uso y manejo de las tecnologías de construcción en relación a los factores ambientales. El relevamiento, registro, análisis y aplicación del conocimiento adquirido están dejando huella en un conjunto de “buenas prácticas” que deben ampliar su espacio de reconocimiento y divulgación en el ambiente de la investigación y la práctica profesional de la arquitectura, y así sentar bases para una mejora constante.

Para lograr el confort humano sin depender de las energías contaminantes, el clima y la naturaleza nos brindan algunos recursos; por eso, resulta indispensable el conocimiento del clima local y sus variables para definir estrategias de diseño. Ante la crisis energética actual en Argentina, existe la necesidad de concientización en el uso de técnicas alternativas para alcanzar eficiencia energética en los edificios, y particularmente en la vivienda, a través de estrategias tecnológicas, tales como diseño adecuado de las envolventes, para lograr confort en la vivienda sin necesidad de un excesivo gasto energético con su consecuente contaminación ambiental.

En este trabajo se presentan pautas relevadas en una vivienda recientemente construida en las Sierras de Córdoba, haciendo énfasis sobre aquellos de carácter tecnológico referidos al diseño de las envolventes. Mostrar un ejemplo sobre uso racional de la energía (URE), y medir y evaluar el grado de eficiencia térmica energética de las viviendas analizadas son los objetivos principales del presente trabajo. Estos datos son cruzados con variables económicas a fin de evaluar la viabilidad del diseño adecuado de las envolventes. El grado de satisfacción de los usuarios de la vivienda es medido mediante entrevista a sus propietarios

METODOLOGIA

Se trabajó con el análisis de una vivienda recientemente construida en las Sierras de Córdoba. La metodología empleada consiste en relevar y evaluar componentes tecnológicos de la vivienda que promuevan el uso eficiente de la energía y/o materiales en pos de uso de energías renovables y envolventes eficientes, concentrándose en la verificación de indicadores de diseño sustentable. Son confrontados con la situación local-regional a fin de validar los indicadores sugeridos en trabajos anteriores (Gatani et al 2008 y 2009) para evaluar los requerimientos climáticos de habitabilidad y los parámetros de aceptación cultural. Se analiza la vivienda desde un enfoque tripartito de variables de tipo tecnológica -ambiental, económica

¹ Equipo de investigación “Gestión de tecnología sustentable y energías alternativas: definición de indicadores de diseño en Córdoba”. SECYT – UNC – FAUDI / 2008 – 2009

^{1,1} Profesora titular. - ^{1,2} Profesora adjunta. - ^{1,3} Profesores asistentes. - ^{1,3,4} Investigadora CONICET.

y social. Variable de tipo ambiental considera la implantación de la vivienda y el diseño del paisaje circundante. Aspectos sociales son presentados en cuanto a los usuarios destinatarios de la vivienda.

Las principales etapas metodológicas son:

- a- Relevamiento de las condiciones climáticas de la región
- b- Relevamiento de la vivienda: localización y emplazamiento, lineamientos generales de diseño, sistema constructivo utilizado.
- c- Aplicación de métodos de cálculo teórico tal como se describe en Tabla 1.
- d- Medición y simulación
- e- Encuesta a los usuarios

1	Análisis térmico	Se verificó el coeficiente K de transmitancia térmica de las envolventes exteriores. Los resultados se verificaron con los que establece la norma para Córdoba, para verano e invierno. (Normas IRAM 11.603)
2	Riesgo de condensación	Se verificó el riesgo de condensación superficial e intersticial
3	Soleamiento	Se verificó el ingreso de sol en fachada NorOeste, en el solsticio de invierno y verano para las 15 horas, con datos de altura y azimut.
4	Cálculo del coeficiente de pérdida de calor global G cal	Se calculó el valor de este coeficiente teniendo en cuenta los valores de K de todos los componentes de las envolventes (muros, techos, y cerramientos no opacos), las áreas de cada uno de los mismos, el volumen interior de la vivienda a calefaccionar, y las renovaciones de aire del edificio, y se lo compara con el G máximo admisible para una temperatura de confort de 18°C
5	Cálculo de la carga térmica anual	Se calculó la CARGA TERMICA ANUAL basada en la Norma IRAM (11604: 2001) que posibilita estimar el ahorro derivado de las mejoras sobre las características térmicas de los edificios.
6	Medición y Simulación	Se realizó una evaluación del comportamiento térmico de verano e invierno con mediciones in situ utilizándose 3 sensores de adquisición de datos higrotérmicos HOBO, en ambas estaciones, entre el 18/12/2009 y 28/12/2009 (verano) y entre el 10/07/2010 y 24/07/2010 (invierno); ubicados en los siguientes lugares: estar, dormitorio y exterior Se realizó el procesamiento de la información con programa data logger 3.1 y se obtuvieron los resultados de medición real. Se procedió a simular con SIMEDIF, comparando con las mediciones reales a fin de poder simular futuros comportamientos.
7	Evaluación Económica	Se evaluó el incremento en el costo. Se analizaron y compararon los precios de los ítems representativos
8	Encuesta al usuario	Mediante entrevista al usuario se busca conocer el grado de satisfacción en relación al confort.

Tabla1: etapas de análisis

Referencias climáticas de Córdoba.

Posee un clima de estaciones bien marcadas, cálida húmeda y fría seca. Zona bioambiental IIIa: templada cálida. Los veranos son calurosos y húmedos, con temperaturas máximas medias que superan los 30°C y mínimas medias de 17°C (IRAM 11603:1996), con una temperatura máxima extrema de 39°C en Noviembre.- La diferencia térmica diaria es muy importante, considerándose una característica del clima local. La estación lluviosa coincide con la época cálida, siendo de 581,2 mm la precipitación entre los meses de Nov-Dic- Ene y Feb. En diciembre la heliofania relativa es alta, 66,9 %. Los meses cálidos poseen un bajo porcentaje de días con vientos fuertes, entre el 16% y el 24%. La frecuencia que notoriamente se destaca es la NE, con vientos cálidos con una velocidad aproximada de 17 km/h. En el período frío (considerando Junio, Julio y Agosto) las temperaturas medias oscilan entre 5°C la mínima media y 19,1°C la máxima media (IRAM 11603:1996), con una temperatura mínima extrema de -5,2 °C en Julio.- La diferencia térmica diaria es importante, como así también la cantidad de días claros, donde el aprovechamiento solar es óptimo, siendo el 27,66% en junio y 40,66% en julio y 43,66% en agosto.- Es una estación netamente seca, con 14,13 mm de precipitaciones promedio para los meses mencionados.- En los meses fríos hay alrededor de un 20% de días con vientos fuertes, incrementándose abruptamente en agosto. La frecuencia que notoriamente se destaca es la N, con vientos cálidos y secos, con una velocidad aproximada de 16 km/h. Posteriormente las frecuencias siguientes, son la NE, con una velocidad aproximada de 20 km/h y la Sur, con vientos fríos, con una velocidad aproximada de 16 km/h. (Angiolini et al. 2007)

RESULTADOS DE LA EVALUACION DE LA VIVIENDA.

Localización y emplazamiento.

La vivienda se encuentra ubicada a 2 Km. del pueblo de San Clemente, en las Sierras de Córdoba a 18 Km. de Potrero de Garay, en un predio de 5 hectáreas, al pie de las Altas Cumbres y frente a la Quebrada del Condorito. Latitud Sur 31° 42' – longitud Oeste 64° 36' – altura sobre el nivel del mar 936 metros.

Lineamientos generales de diseño.

_Se trata de una vivienda unifamiliar de uso temporal con proyección a ser utilizada como vivienda permanente, proyectada y ejecutada por los Arqtos. Marta Bracco y Luis Salvay, que posee una sup. cubierta de 261,20 m2 y semicubierta de 60,35m2. Es propiedad de una familia constituida por padres y 4 hijos mayores de 20 años, característica que se tuvo en cuenta para el proyecto.



Fig.1. Implantación de la vivienda en el sitio.



Fig. 2: Implantación en el sitio. Visuales

Implantación en el sitio.

El partido adoptado es una tipología desarrollada linealmente, en el sentido noreste- suroeste, estructurada a partir de un muro de piedra interior y exterior, paralelo a la cadena montañosa de las Altas Cumbres con un quiebre que dialoga con la Quebrada del Condorito. Este muro de piedra atraviesa la vivienda, como columna vertebral a lo largo de la misma, sobresaliendo en todos sus extremos y mimetizándose con el paisaje natural.

Ubicación de locales

La vivienda se resuelve en una sola planta, sin desniveles interiores, para lo cual, se buscó la implantación en el terreno que requiriera el menor movimiento de tierra posible, respetando la topografía del lugar y dando prioridad a las visuales hacia la Quebrada del Condorito y el Río San José. Consta de una amplia y continua área social, con cocina integrada y a su vez, separada por un desayunador, comedor y estar con hogar a leña; los dormitorios se ubican a ambos extremos para posibilitar la independencia de los hijos. Un dormitorio principal en suite en el extremo SO, con vestidor, 2 dormitorios en el extremo NE., unidos por un pasillo conector, baño, sala de música, y cerrando el lado SE., la cochera y los servicios: depósito, despensa, lavadero y espacio para equipos solares.

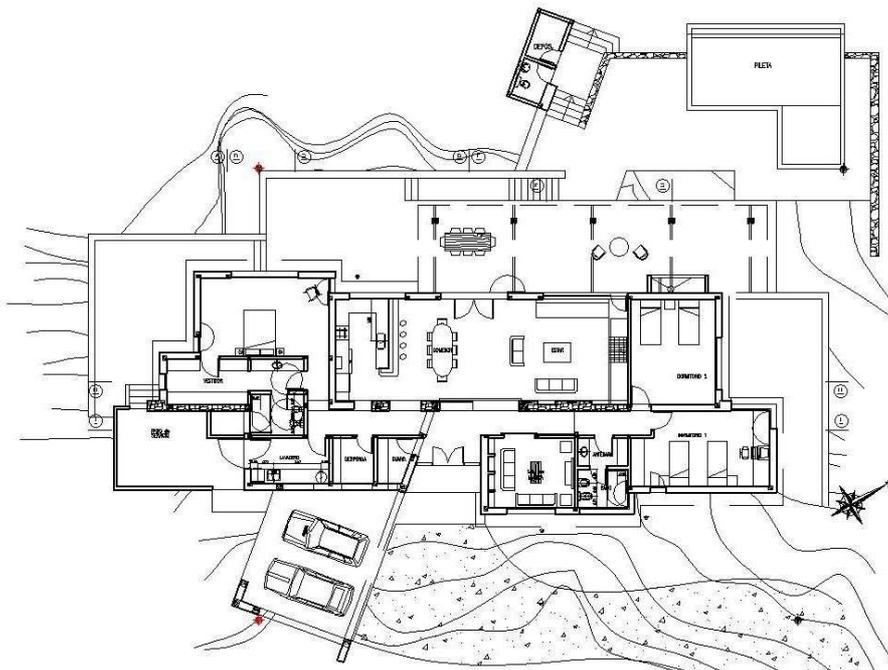


Fig.3 -Planta General de la vivienda

* *Recursos de diseño:* El diseño y construcción prioriza el aprovechamiento de los recursos naturales: radiación solar, iluminación natural y corrientes convectivas para ventilar naturalmente.

Es fundamental la ubicación y tamaño de aberturas, para las visuales hacia el norte y noroeste; y para aprovechar al máximo la iluminación natural. En el estar, además de las ventanas y puerta ventana al noroeste, se proyectó una ventana cenital al sur sobre el ingreso. Todos los ambientes, incluso baños, vestidor y depósitos, tienen importantes ventanas para la iluminación natural. También se ha previsto ventanas cruzadas en el dormitorio principal para la ventilación nocturna en verano. El pasillo conector que cruza toda la vivienda ayuda a la ventilación natural.

Como sistemas pasivos para aprovechamiento de energía solar en invierno se adoptan muros con inercia térmica y ganancia directa de la radiación solar por ventanas orientadas al norte y noroeste.

Para el verano, se protegen las aberturas de la radiación solar con galería al noroeste y cortinas en el interior y se aprovecha la ventilación cruzada para el refrescamiento nocturno.

**Tratamiento del entorno:* conservación del entorno natural y mínimo movimiento de tierra.

**Infraestructura:* considerando que la zona no posee infraestructura, se trae agua aprovechando el desnivel natural desde una vertiente cercana y se almacena en los tanques elevados. Para la energía eléctrica se instalan colectores fotovoltaicos, acumuladores y convertidor de energía, que alimentan a todo el sistema de iluminación de la vivienda. Para proveer de agua caliente de uso sanitario se instala un colector solar plano.

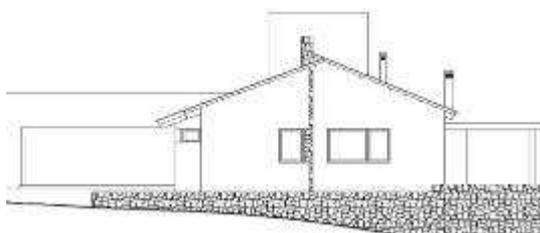


Fig. 4. Fachada Nor-Este.

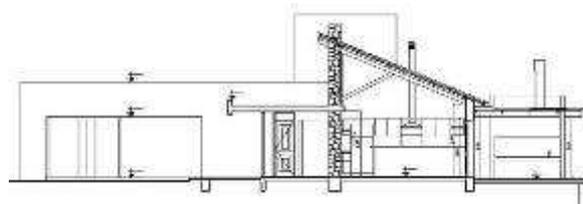


Fig. 5.- Corte Sureste – Noroeste (Sector comedor – galería)

**Sistema constructivo utilizado:* tradicional, racionalizado.

**Envolvente Lateral:* Muros con inercia: Los muros exteriores de ladrillo común de espesor 0.30 m., con revoque grueso y fino en ambas caras y pintado de blanco, muros interiores de 0.15 m, de ladrillo común y muro de piedra del lugar de 0.45 m de ancho, que atraviesa longitudinalmente la vivienda sobresaliendo en todos sus extremos

Aberturas: Todas la carpintería es de aluminio Anodal, línea Tecno 03, con terminación pintado blanco con doble vidrio hermético para asegurar la aislación y estanqueidad.

Envolvente superior: Combina techos planos e inclinados.

Techos inclinados: en el interior cabriadas de madera, cabios de madera de anchico, machimbre de Kiry de 3/4", membrana hidrófuga Tyvek, aislación térmica de lana de vidrio 70 mm., listones de madera y chapa acanalada color gris.

El área de servicio tiene techos planos de Hormigón con aislación térmica de vermiculita de 70 mm de espesor y barrera de vapor con pintura asfáltica (base acuosa), terminación de bovedilla y pintura acrílica impermeable.

CÁLCULO TEÓRICO

Análisis térmico y verificación riesgo de condensación

Se realizó la determinación del coeficiente K (Transmitancia Térmica²/ Condensación superficial e intersticial) de todas las envolventes, muros y techos, tomando como datos: Temperatura interior de diseño de invierno 18°C y Temperatura exterior de diseño de invierno 0,5°C.

Se presenta la verificación con los valores de Norma 11605/96 (W/m2K); y del riesgo de condensación intersticial y superficial.

MURO Ladrillo común.Esp.: 0.30	MURO PiedraEsp.: 0.45	TECHO INCLINADO	TECHO PLANO
K = 1,98 (Verifica C-verano)	2,26 (No verifica)	0,36 (verifica C y B invierno y verano)	0,97 (Verifica C invierno)
Cond. Intersticial NO	NO	NO	NO
Cond. Superficial NO	NO	NO	NO

Tabla2 - Valores de transmitancia térmica de la envolvente exterior, verificación de Norma IRAM 11605/96 (W/m2K) y Riesgo de condensación

Soleamiento

Fachada Noroeste.

². Maristany Arturo. (CIAL-FAUD-UNC.) - Planilla de cálculo de Propiedades térmicas de elementos constructivos

Se verifica el ingreso de sol a las 15 horas, en invierno, con un azimut de 45° de N a O, y una altura de 19°, al estar comedor, permitiendo una gran ganancia solar, e ingreso en dormitorios y cocina. En verano, con un azimut de 90° de N a O, y una altura de 48°, se verifica que no ingresa sol al estar comedor, época en la que no es beneficioso. Sí ingresa en dormitorio principal y en la cocina, pero se resuelve con cortina Black-out interior.

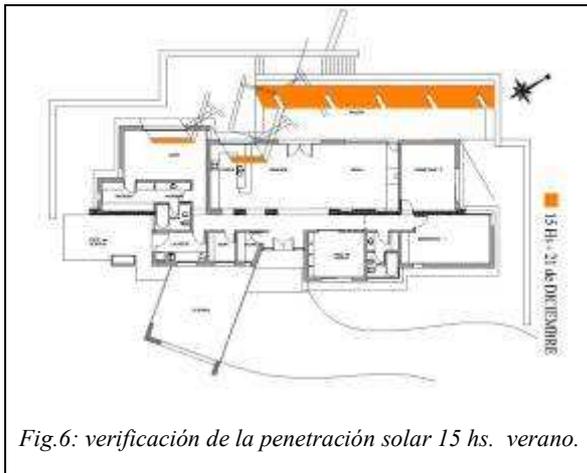


Fig.6: verificación de la penetración solar 15 hs. verano.

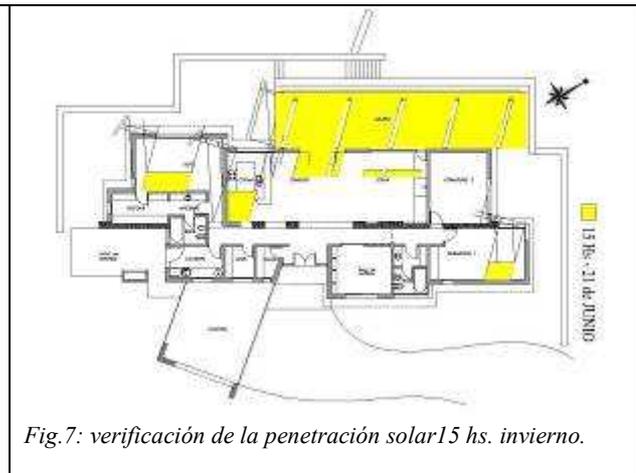


Fig.7: verificación de la penetración solar 15 hs. invierno.

Envolvente lateral

Se establecen porcentajes sobre la totalidad de superficie de envolventes laterales para determinar cual predomina, si la envolvente con inercia térmica o transparente y su relación con el confort térmico como estrategia de recurso pasivo. Se desestima la envolvente superior por estar aislada.

ENVOLVENTE LATERAL	VIVIENDA SAN CLEMENTE
Masa Térmica	84,20%
Transparente	15,8 %
Aislada	No posee
TOTAL	100%

Tabla 3: Porcentajes de superficies laterales sobre los tipos construidos.

Calculo de coeficiente global de pérdidas de calor

En base a los criterios fijados por la Norma IRAM 11604 se calcula el coeficiente G para dicha vivienda y se la compara con el G máximo admisible para una temperatura de confort de 18°

G Admisible: 1,389

G de cálculo: 1,468 NO VERIFICA

(Para Córdoba según 703 grados días)

Calculo de carga térmica anual

La Carga Térmica anual permite calcular y comparar las cargas térmicas anuales de la vivienda calefaccionada y posibilita estimar el ahorro derivado de las mejoras sobre las características térmicas.

$$Q: \frac{24 \times 703 \times 1,368 \times 877}{1000} : 20.241 \text{ Kw h}$$

Siendo: 24 horas día, 703 grados días,
1,368 Gcal,
877 volúmen vivienda.

Resultados de las mediciones y validación

En lo gráficos de las figuras 8 y 9 se muestran los resultados de temperaturas obtenidos del relevamiento real, sin usuario y con el usuario en el período de invierno. Las temperaturas registradas en el exterior alcanzaban amplitudes de 12 a 14°C, con mínimas de -3°C y máximas de 15°C

Se observa que sin la presencia de habitantes la temperatura a lo largo del día, en el interior, se mantiene constante, con variaciones de entre 3°C y 4°C aproximadamente, pero por debajo del confort, basado en los valores de temperaturas media, máxima y mínima fijados por la IRAM 11603

Mientras que con el usuario usando hogar a leña en el estar como sistema de calefacción se logran niveles de confort, pero se acentúan las temperaturas máximas y mínimas en el estar y se mantienen estables en el dormitorio.

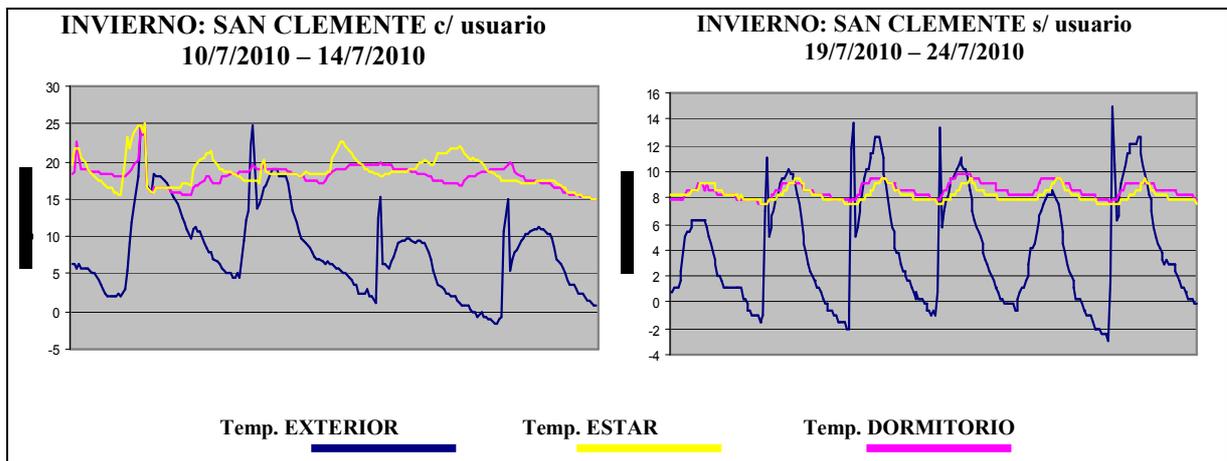


Fig.8 Grafico de medición de temperaturas en período de invierno con y sin usuario.

Período de verano, en la Fig. 10 se muestran los resultados de temperaturas del relevamiento real. Se evidencia como se mantienen constantes las mismas tanto en el estar como el dormitorio con escasas variaciones diarias, dentro de los parámetros de confort, mientras en el exterior se registraban diferencias de 8- 9°C entre máximas y mínimas

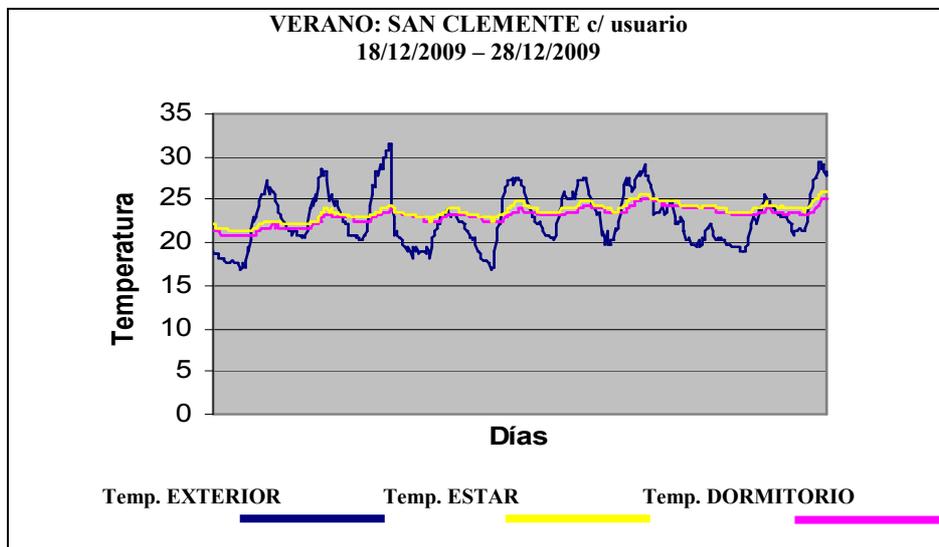


Fig.9 Medición de temperaturas en el período de verano con usuario

SIMULACIÓN - SIMEDIF

Gráfico resultante para Verano de San Clemente, entre días 15/1 al 23/1,

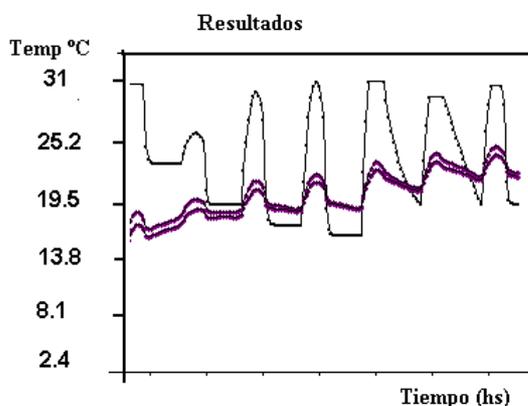


Fig.10. Simulación para verano.

El período de simulación estuvo comprendido entre 15/01/2010 y el 13/01/2010 (Fig. 11), caracterizados por días claros y de alta insolación y corresponde al dormitorio medido. Con el fin de alcanzar las condiciones iniciales para el período de monitoreo se simulan 10 días previos. Se considera la vivienda sin ocupación. Los resultados mostraron un muy buen ajuste entre los datos medidos y simulados. Existe un buen acuerdo entre las series de datos de temperaturas medias, las amplitudes y las horas del día en los que se producen los valores de máximas y mínimas. Corroborando la situación medida la simulación permitirá medir el comportamiento del dormitorio con mejoras.

EVALUACIÓN ECONÓMICA

Se compararon valores de materiales utilizados en la vivienda analizada respecto a una construcción tradicional, arrojando como resultado que la vivienda tiene un sobrecosto del **11.95%**, respecto a una construcción tradicional, siendo el ítem de mayor incidencia el de las aberturas de aluminio, de gran calidad y doble vidriado hermético (3mm+3mm), y el uso de mayor aislación en techos planos e inclinados.

Casa TIPO TRADICIONAL	Valorización Económica	Casa SAN CLEMENTE	Valorización Económica	Variación Porcentual
	M.O. y Materiales		M.O. y Materiales	
Tareas realizadas en una vivienda tipo tradicional en las sierras	por udad de medida	Tareas realizadas en la vivienda	por udad de medida	
Cerramiento horizontal				
Techo Inclinado: Losa de H° con viguetas pretensadas y ladrillo cerámico hueco 13 cm con capa de compresión de 5 cm. Con cubierta de tejas	\$ 199,00	Techo Inclinado: Cabios de madera (anchico), machimbre de Kiry ¾", Barrera de vapor TYVEK, aislac. térmica con lana de vidrio 70 mm. Cubierta de chapas acanalada gris, esp. 0.002.	\$ 297,50	49,50%
Techo Plano: Losa H° con viguetas pretensadas y ladrillo cerámico hueco 13 cm con capa de compresión de 5cm, H° de relleno y pendiente, aislante hidrófugo y bovedilla. No transitable.	\$ 178,00	Techo Plano: Losa H° con viguetas, ladrillo cerámico hueco y capa de compresión, Cubierta: H° pendiente y vermiculita. Terminada con bovedillas y pintura impermeable fibrada.	\$ 186,00	4,49%
Vidrios				
Vidrios esp.: 3mm en carpintería de aluminio	\$ 191,00	Doble Vidrio 3mm+3mm en carpintería de aluminio ANODAL, línea TECNO 03	\$ 246,00	28,80%
PRESUPUESTO GENERAL Valor por m2 de construcción	\$ 1.595,00	PRESUPUESTO GENERAL Valor por m2 de construcción	\$ 1.785.60	11,95%

Tabla 4: Evaluación económica.

EVALUACION SOCIAL

En relación al grado de satisfacción de la vivienda y sus condiciones de confort, se realizó una entrevista a sus propietarios. En la misma se formularon preguntas de tipo cualitativo referidas a:

- **la percepción de la temperatura en verano e invierno**
- **nivel de bienestar**
- **el control de la vivienda mediante cortinas y accionamiento de aberturas -cierres**
- **Fuentes extras de energía en la vivienda**

La entrevista a propietarios de la vivienda comprobó pautas consideradas en la etapa de diseño. Respecto a la percepción de la temperatura, los usuarios la perciben, dentro de la vivienda, como normal en verano y como algo fría en invierno. El nivel de bienestar alcanzado es confortable en verano e invierno. El control en el uso de la vivienda fue evaluado con la frecuencia del control de radiación mediante cortinas y control de temperatura mediante apertura de ventanas. Ambos controles, declararon ser siempre usados. Respecto de la necesidad de mecanismos extras de acondicionamiento térmico, los usuarios manifestaron que no han incorporado mecanismo para acondicionar la vivienda en verano, que no lo consideran necesario. En invierno, existe sólo una fuente de calor adicional – hogar a leña- , que funciona parte del día.

CONCLUSIONES

El diseño de esta vivienda prioriza el aprovechamiento de los recursos naturales: radiación solar, iluminación natural y corrientes convectivas para ventilar naturalmente y lograr ahorro energético. El adecuado emplazamiento permite aprovechar y controlar la energía solar; la construcción de muros con inercia térmica y la ganancia directa por ventanas, permiten lograr una vivienda energéticamente eficiente. La incorporación de aislación térmica en la envolvente superior es utilizada como estrategia de conservación de la energía.

Del análisis realizado se subrayan los siguientes recursos de diseño sustentable utilizados en cuanto a:

- Implantación en el sitio respetando la topografía del lugar, priorizando las visuales y una adecuada orientación, con un eje predominantes Este – Oeste que expone mayor desarrollo en las orientaciones NE – N – NO, que permiten captar la mayor radiación solar en invierno y de fácil protección en verano.
- Ubicación de locales: Principales hacia el N.O – N – N.E y Servicios (baños, lavadero, depósitos, cochera) hacia el Sureste. El dormitorio por su situación (orientación N.E -N.O) se encuentra mas favorecido al momento de ganar y mantener energía en período invernal con respecto al estar, orientado al N.O. Sucede de igual manera para la situación de verano donde la temperatura en el dormitorio es inferior a la temperatura en el estar. Se constata lo favorable de la orientación Norte de los locales de la vivienda para la situación de verano e invierno.

- Sistemas pasivos para aprovechamiento de energía solar: se adoptan muros con inercia térmica y ganancia directa de la radiación solar por ventanas orientadas al norte y noroeste, en invierno. Para el verano, se protegen las aberturas de la radiación solar con galería al noroeste y cortinas en el interior.
 - Movimiento de aire por medio de ventilación cruzada para el refrescamiento nocturno, con aberturas opuestas distribuidas estratégicamente en los distintos ambientes y aprovechando el pasillo conector.
 - Aislamiento de la envolvente superior: verifica los valores de K mínimo, según Normas IRAM 11605/96, para el clima de Córdoba.
 - Envolventes laterales opacas El uso de inercia térmica – masa- en todas las envolventes laterales, es efectiva para la condición de verano, retrasando el paso del calor hasta 9 hs. A partir de este momento la ventilación cruzada permite que los ambientes encuentren el confort. Es una situación particularmente eficiente en la fachada N. Para la condición de invierno el uso de la inercia térmica en todas las envolventes laterales, no presenta un buen comportamiento. Resulta insuficiente para lograr bienestar interior, que suma la condición de viento exterior. El calor no puede ser conservado durante mucho tiempo y demanda energía adicional para alcanzar confort en el interior de la vivienda.
- La pérdida de calor en invierno por las envolventes laterales, podría mejorar con aislación en las envolventes más expuestas, al sur y al oeste, ya que se ven afectados además por el constante viento.
- Envolventes laterales transparentes: todas las carpinterías son de aluminio con doble vidrio hermético para asegurar aislamiento y estanqueidad.
- La adecuada relación envolvente opaca – envolvente transparente es clave para el clima de Córdoba, para hacer controlable la relación ganancia- conservación- pérdida de la energía
- El empleo de mano de obra del lugar, favorece la actividad productiva de la zona.
 - Entrevista a los usuarios: Los resultados objetivos del comportamiento higrotérmico se corroboran con los resultados preceptuales obtenidos mediante la entrevista a los usuarios, quienes manifiestan su grado de concientización y satisfacción en el control de la radiación y temperatura, logrando resultados óptimos en verano sin necesidad de mecanismos extras de acondicionamiento térmico y en invierno, utilizan como fuente de calor adicional, un hogar a leña, que funciona a partir de la puesta del sol. Respecto del grado de confort alcanzado, se reconoce que la vivienda habitada alcanza mayores niveles de habitabilidad en verano que en invierno.
 - Variable económica: La vivienda tiene un sobre costo del 11.95%, respecto a una construcción tradicional, siendo un porcentaje aceptable en función del ahorro energético que representa.

REFERENCIAS

- Angiolini, Pacharoni, Sánchez, Bracco (2007). Comparación del gasto energético para acondicionamiento térmico en vivienda social de distintos períodos en Córdoba. Revista ASADES 2007 - resúmenes, pág. 54 - Comunicación 11. XXX. Reunión de trabajo ASADES., San Luis, Noviembre 2007.
- Balcomb et al (1983) Passive Solar Design Handbook Vol. 1-2-3 United States Department of Energy
- Filippín, Celina. Uso eficiente de la energía en edificios, 1º ed. La Pampa: Amerindia, 2005.
- Instituto Argentino de Racionalización de Materiales (1996) Norma 11603 Acondicionamiento Térmico en edificios. Clasificación bioambiental de la República Argentina.
- Gatani, Mariana; Bracco, Marta; Angiolini, Silvina; Jerez, Lisardo; Pacharoni, Ana; Sanchez, Gabriela; Tambussi, Roberto; Avalos, Pablo. “Definición de indicadores de análisis de diseño sustentable, el caso de una vivienda serrana en Córdoba” – ASADES 2008 – Resúmenes de la XXXI Reunión de Trabajo de ASADES – organizado por Laboratorio de Ambiente Humano y Vivienda. INCIHUSA – CONICET – Mendoza 11 al 14 de Noviembre 2008
- Gonzalo, Guillermo. (2003) Manual de arquitectura bioclimática, 2º edición. CP 67, Buenos Aires.
- Lambertucci, Rogelio et al. (2006-2007)). Evaluación de la Eficiencia energética en edificios en la ciudad de Córdoba. 2º Etapa: evaluación y comparación del comportamiento energético de diferentes tipos constructivos de envolvente de viviendas y escuelas de la Ciudad de Córdoba, en relación al costo de producción. FAUD. UNC.
- Maristany, Arturo. Modelo de calculo térmicos y lumínicos para viviendas bioclimática en Cordoba. Informe final Beca de Investigación. SECyT. UNC. Dir. : Juan Wernly. Cordoba, 1995
- Martínez C. (2005).Comportamiento térmico – energético de envolvente de vivienda en S.M. de Tucumán en relación a la adecuación climática. Revista avances en Energías renovables y Medio Ambiente, vol. 9, 2005
- Mazria, Edward. El libro de la energía solar pasiva. Ediciones Gustavo Gili, SA. México, 1985
- Volantino V. (2007)- Eficiencia energética en construcciones – www.inti.gov.ar

ABSTRACT:

The case study presented constitutes an appropriate reference on guidelines design, efficient use of available technological resources and a methodological proposal for analysis and evaluation of design guidelines for Córdoba.

The project is analyzed under technological, economic and social parameters. It describes guidelines of design, playing attention to the situation of location, directions, and technology used. The results obtained on: thermal transmittance, surface condensation, evaluation of the thermal behavior with measurements in situ; and comparative economic analysis with a traditional type construction are presented. The conclusions state that with the use of inertia in the North enveloping, isolated roofs, use of cross ventilation and intervention by the user, achieves an optimal thermal behavior in summer and acceptable in winter. The extra cost in construction is 11, 95% in relation to the traditional type construction. Improvements in lateral enveloping could be incorporated to optimize its behavior in winter.

Keywords: Guidelines design, hygrothermal performance, energy saving