

DISEÑO Y CONSTRUCCION DE UN PROYECTO DEMOSTRATIVO BIOCLIMATICO EN SAN LUIS.

Beascochea A.¹, Follari J.^{2*}, Filippín C.^{2**} y Klush L.³

¹Universidad Nacional de La Pampa, Gil 353, Santa Rosa, La Pampa (6300) 54-2954-451609- aliciaebg@yahoo.com.ar;

^{2*} Universidad Nacional de San Luis, Chacabuco y Pedernera, San Luis (5700) 54 2652 430224 – jfollari@unsl.edu.ar

^{2**} CONICET, Av. Spinetto 785, Santa Rosa, La Pampa (6300) 54-2954-434222- cfilippin@cpenet.com.ar

³ Mutual UdeSL (Universidad Nacional de San Luis)

Ente Promotor: Mutual de la Universidad Nacional de San Luis

RESUMEN: Se describe el diseño, la tecnología y la construcción de una vivienda bioclimática (proyecto demostrativo) en la localidad de San Luis. Lineamientos generales del diseño: a- minimizar el consumo de energía convencional en el acondicionamiento térmico-luminico a través del calentamiento pasivo, ventilación e iluminación natural y una envolvente de baja transmitancia térmica, b- usar tecnología tradicional c- minimizar el sobre-coste de solarización y conservación. El 70% del área útil está solarizada (ganancia solar directa al Norte = 14.5% respecto al área útil). La resistencia térmica de la envolvente es = 2.18 y 2.44 m²°C/W para pared y techo, respectivamente. Los resultados de la simulación térmica predicen para el invierno una temperatura media interior de 17°C (área solarizada) y 15.8°C (área no solarizada) (temperatura media exterior = 10.2°C). El consumo diario de energía en calefacción sería de 1.6m³ de gas natural (T_{base}= 20°C). Para el verano (temperatura media exterior = 24.4°C) la vivienda alcanzaría una media de 24.7°C. El sobre costo de solarización-conservación es :

Palabras clave: Diseño bioclimático-Proyecto demostrativo - Solarización- Conservación-Sobre-coste

INTRODUCCIÓN

El 30% del consumo mundial de combustibles fósiles se destina a la construcción y funcionamiento de nuestras ciudades y pueblos. En el caso de Argentina, el consumo alcanza el 80% de la energía total generada. Además del grave deterioro ambiental que produce la utilización intensiva de derivados del petróleo, debemos asumir que se van a acabar tarde o temprano. Aún antes de eso debemos adaptarnos a usar racionalmente la energía o a ser muy eficientes y consumir lo menos posible. Esto implica cambios en los hábitos de los usuarios, pero si habitamos un edificio muy ineficiente es muy poco lo que se puede ahorrar. Por eso el Diseño Ambientalmente Conciente busca aprovechar los recursos naturales intentando reducir al mínimo las consecuencias negativas para el medio ambiente realizando en el edificio la eficacia y moderación en el uso de materiales de construcción, la energía y el espacio construido (Czajkoswski et al.,2007). Santamouris (2002) considera que un edificio que intenta ser energéticamente conciente requiere un balance entre dos cosas: - la performance térmica de la envolvente y la selección apropiada de las técnicas de calentamiento, enfriamiento e iluminación natural; - una calidad aceptable del clima interior en términos de confort y calidad del aire. En general estos criterios son la base de las buenas prácticas o estándares que demuestran la evolución de las tendencias sociales y técnicas.

Durante 2002 surge en la Mutual de Vivienda y Consumo UdeSL (Universidad de San Luis) la idea de hacer el loteo en un terreno de su propiedad para construir un barrio de 300 viviendas. La toma de conciencia de los retos medioambientales en el sector de la construcción tiene implicaciones sociales, ecológicas y económicas. Debe ser una estrategia global, objetiva y racional (Gauzin-Muller, 2001). Bajo este concepto, y considerando que es posible conciliar los objetivos sociales y ecológicos de la gestión medioambiental dentro de un marco económico realista, el comitente decidió que el diseño debía responder a los principios de la arquitectura bioclimática. En 2007 se realiza una presentación oral con una primera aproximación. Hacia fin del mismo año se inició la construcción de una de las viviendas (proyecto demostrativo), que sería sede futura de la Mutual, con el fin de estudiar su comportamiento térmico durante un año y, a partir de los resultados ratificar y/o rectificar las propuestas del diseño. El monitoreo de esta vivienda es parte de los objetivos del proyecto PAE 2004 (Programa de Áreas Estratégicas y Programas de Áreas de Vacancia (Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología Secretaría de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica).

¹ Proyecto arquitectónico

² Proyecto térmico

³ Dirección técnica

Localización y emplazamiento

La localidad de San Luis pertenece a la zona bioambiental III_a (Templado cálido) según la Norma IRAM 11.602. Está a 33°3' y 66°4' de latitud sur y longitud, respectivamente (altura sobre el nivel del mar: 713m). Las direcciones predominantes del viento son: N y E-SE (Chorrillero) que concentran más del 80% de él. La Tabla 1 muestra algunos datos climáticos. Corresponde a la zona moderada de riesgo sísmico (Figura 1). La urbanización responde a una distribución en damero. El predio donde se construirá el barrio de viviendas se ubica entre las Avenidas Daract y Fuerza Aérea Argentina. En la Figura 2 se observa el plano de la localidad y la ubicación del predio. La Figura 3 muestra la organización del barrio cuyos lineamientos generales de diseño fueron:

- Parcelamiento que permita distribuir las viviendas, no apareadas por decisión de los propietarios, con la mayor exposición al Norte para obtener la máxima insolación en el invierno. Cada parcela tiene 497m² (frente: 14m)
- Agrupamientos diversos unificados a través del uso del color, del revestimiento y del material de la cubierta
- Red de provisión de agua, gas, energía eléctrica, TE y TV subterránea ubicada en un plenum técnico entre el arbolado y la vereda
- Red independiente de recolección de agua de lluvia
- Incorporación de un espacio común con el fin de fomentar la actividad social y robustecer los vínculos comunitarios para proporcionar una variada y rica experiencia urbana
- Incorporación de dos bulevares que unen las Avenidas Daract y Fuerza Aérea

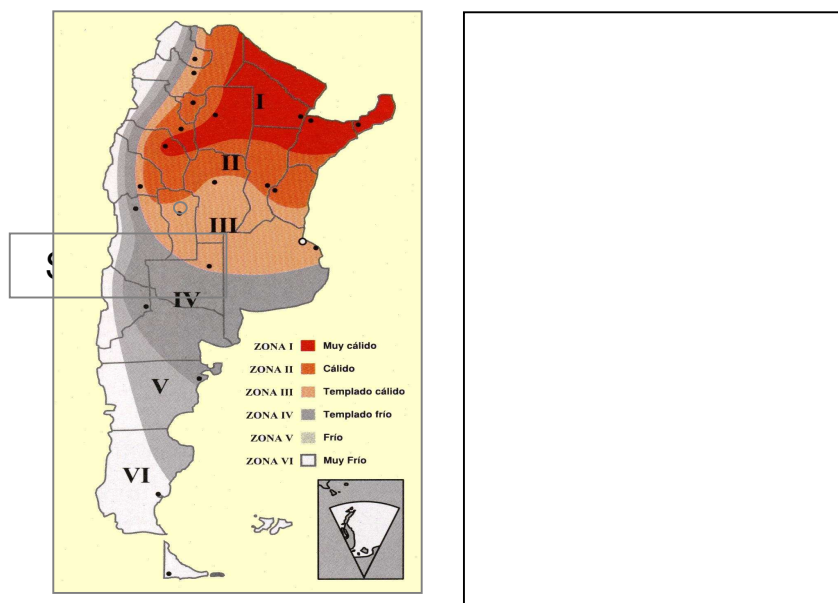


Figura 1: Ubicación de San Luis en la zona bioambiental y de riesgo sísmico

Valores anuales	Temperatura media máxima	22.8°C
	Temperatura media mínima	13°C
	Temperatura media	17.2°C
	Radiación media anual sobre superficie horizontal	17 MJ/m ²
	Humedad relativa	57%
	Temperatura mínima media de julio	5.0°C
	Temperatura media de julio	9.1°C
	Temperatura máxima media de julio	17.6°C
	Amplitud térmica de invierno	14.2°C
	Temperatura mínima absoluta de julio	-4°C
	Velocidad media del viento en invierno	2.5 m/s
	Radiación solar media julio sobre superficie horizontal	9.2MJ/m ²
	Temperatura máxima media de enero	29.3°C
	Temperatura media de enero	24.4°C
	Temperatura mínima media de enero	20.0°C
	Amplitud térmica de verano	9.3°C
	Temperatura máxima absoluta de enero	38.6°C
	Velocidad media del viento en verano	6.5 m/s
	Radiación solar media enero sobre superficie horizontal	24.9MJ/m ²
	Grados-día de calefacción base 18°C	871
Grados-día de enfriamiento base 23°C	533	

Tabla 1: Coordenadas geográficas y variables climáticas Latitud: 33° 3'; longitud: 66° 4' y altura sobre el nivel del mar: 713 m Fuente: Servicio Meteorológico Nacional.

Ubicación del terreno



Figura 2: Plano de la ciudad, localización e imagen Este del entorno del terreno

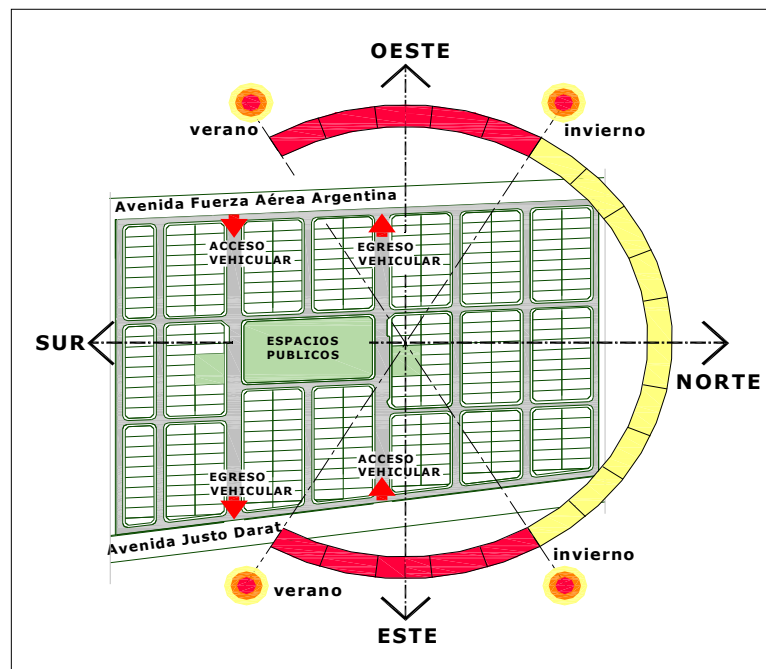


Figura 3: Barrio de viviendas

DISEÑO, TECNOLOGIA Y SIMULACION TERMICA DEL PROYECTO DEMOSTRATIVO.

El diseño apropiado de un edificio puede reducir la dependencia de los suplementos mecánicos de calor y de uso de los sistemas de aire acondicionado. El requerimiento de cada uno de los sistemas depende tanto de la función y de las condiciones de ocupación del edificio (parámetros operacionales sobre los cuales el diseñador tiene poco control) como del clima y sus influencias en la performance térmica (pueden ser modificados a través de una adecuada selección e integración de los componentes físicos del edificio desde el inicio del proceso de diseño). Decisiones cuidadosas en el diseño y operación del edificio puede mejorar significativamente la performance térmica y como consecuencia reducir el consumo de energía. El impacto de las decisiones en la performance térmica del edificio disminuye a lo largo de las diferentes etapas de la vida de un edificio. Decisiones efectivas y determinantes durante el primer bosquejo significa disminuir en el futuro el consumo de energía en operación y mantenimiento. Prever es mejor que curar (Al-Homoud, 2001). Para el proyecto demostrativo que se describe los lineamientos generales del diseño fueron:

- Zonificación de las distintas áreas funcionales priorizando su orientación según el destino de cada una de ellas.
- Climatización natural en invierno: solarización del edificio a través de ganancia solar directa (área transparente orientada al Norte) y conservación de la energía mediante el diseño de una envolvente energéticamente eficiente.
- Climatización natural en verano a través del uso de masa de acumulación y ventilación cruzada
- Construcción tradicional y másica.
- Minimización del consumo de gas natural mediante la incorporación optativa de un calentador solar de agua.

- Acondicionamiento de los espacios exteriores por medio del diseño de espacios semi -cubiertos y una vegetación acorde con las diferentes orientaciones (árboles de hojas caducas y perennes)

El trabajo describe una vivienda de dos dormitorios que servirá de sede de la Mutual. El estar-comedor y uno de los dormitorios se orientan al Norte, el otro, en el lado Sur, tiene una ventana alta para obtener ganancia solar directa (Figura 4). Se plantea el uso de paredes tri-capa: ladrillo macizo como masa térmica en el interior (espesor = 0.18m), aislación térmica de poliestireno (espesor = 0.075m en los muros Oeste y Sur y 0.05m en el muro Este). La protección mecánica externa de la aislación térmica es de ladrillo cerámico hueco de 0.08m de espesor en el muro Oeste, de revoque común sobre metal desplegado en el muro Este y Sur ($R=2.18 \text{ m}^2\text{C/W}$). En el muro Norte (predominancia de vanos) y para disminuir la complejidad de una pared tri-capa en el encuentro con la carpintería se plantea hacia el exterior una pared de bloque cerámico autoportante de 0.12m de ancho, manteniendo la pared interior de ladrillo macizo. La cubierta está formada por: a- una estructura resistente de losa prefabricada b- aislación térmica de poliestireno expandido (7.5cm) c- hormigón alivianado con la pendiente necesaria para el escurrimiento del agua (base resistente de la membrana hidrófuga) ($R=2.44 \text{ m}^2\text{C/W}$) (Figuras 5 y 6). Como resultado de la pared de ladrillo macizo en el interior de la envolvente vertical y el uso de paredes interiores macizas, el edificio es de alta inercia (400 kg/m^2 , Goulding et al., 1994). La carpintería es de aluminio pre-pintada con ruptura de puente térmico. Las áreas transparentes son de DVH (doble vidrioado hermético). Según esta organización funcional y la tecnología adoptada la Tabla 2 muestra algunos indicadores dimensionales y energéticos del proyecto. Al tratarse de una vivienda que debe minimizar los costos de construcción y mantenimiento, se plantea una forma compacta (Índice de compacidad = 0.86) y energéticamente eficiente (Factor de área envolvente-piso = 2) (Mascaró, 1983; Esteves et al., 1997)). El valor de G (Coeficiente Volumétrico de Pérdidas) satisface los requerimientos de la Norma IRAM 11604. El total de ganancia solar directa (área efectiva de vidrio) corresponde al 14.5 % de la superficie útil del edificio.

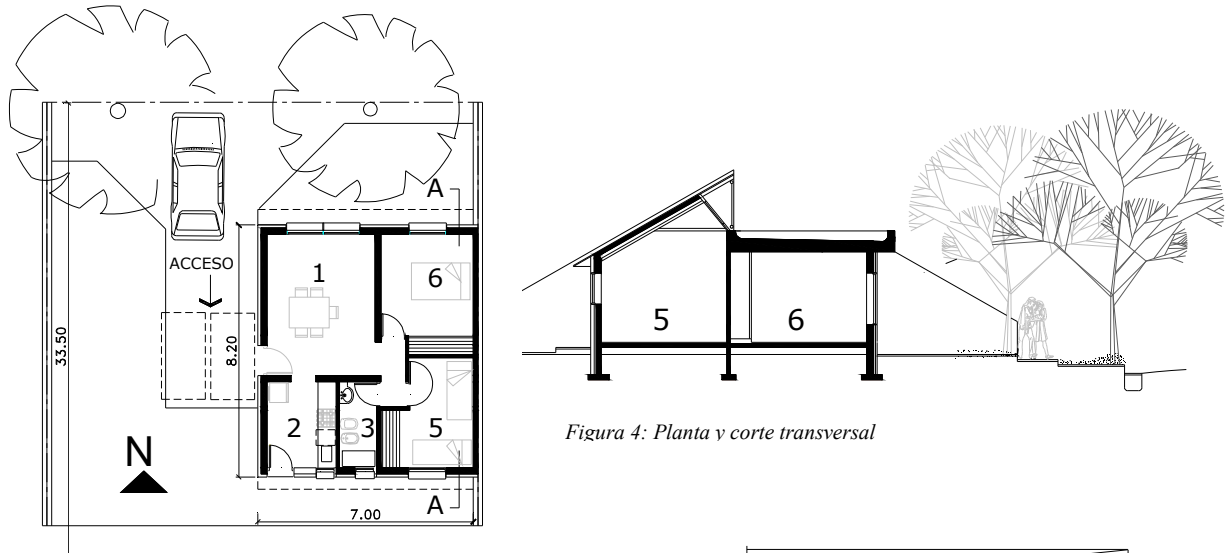
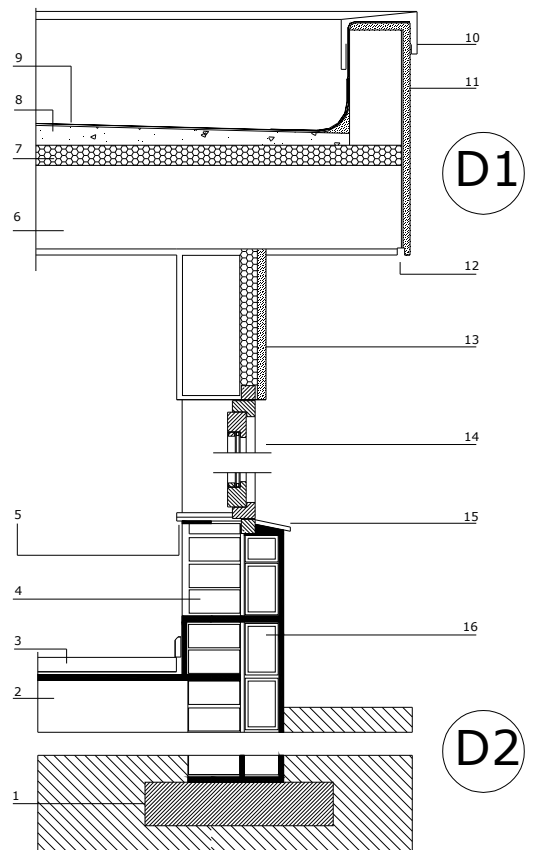


Figura 4: Planta y corte transversal

Tecnología

1. Cimiento según cálculo
2. Contrapiso de hormigón de cascotes de 14 cm
3. Piso de baldosas cerámicas sobre carpeta hidrófuga
4. Muro acumulador de ladrillo macizo de 17 cm de espesor
5. Alfeizar interior de pieza granítica o de madera a medida
6. Losa prefabricada según cálculo
7. Aislación de poliestireno de 7.5cm (20 kg/m^3)
8. Hormigón alivianado
9. Membrana hidrófuga
10. Protección de la carga y de la babeta con chapa galvanizada doblada a medida
11. Revoque especial tipo Base Coat de Iggam
12. Goterón
13. Protección mecánica de la aislación térmica según orientación del muro
14. Ventana de aluminio RPT (ruptura de puente térmico)
15. Alfeizar exterior de pieza granítica
16. Doble aislación hidrófuga
17. Tabique de protección de ladrillos de panderete
18. Aislación térmica de poliestireno expandido de 5 o 7.5cm de espesor según orientación y de 15 kg/m^3 de densidad
19. Zócalo exterior de cemento alisado

Figura 5 : Detalle constructivo



Perímetro (m)	Área útil (m ²) -1-	I _c (%)	Volumen (m ³)	Envolvente (m ²) -2-				FAEP (2/1)	Resistencia térmica (m ² °C/W)		G (W/m ³ °C)
				Vertical		Cubierta	Total		Pared	Cubierta	
				Opaca	Carpintería						
29	50.3	86	131	61	13	51	125	2.01	2.18	2.44	0.90

Tabla 2: Indicadores dimensionales y térmico-energéticos. I_c = Índice de compacidad (Mascaró, 1983); FAEP = Relación entre envolvente y área útil (Esteves et al., 1997); G = Coeficiente volumétrico de pérdidas

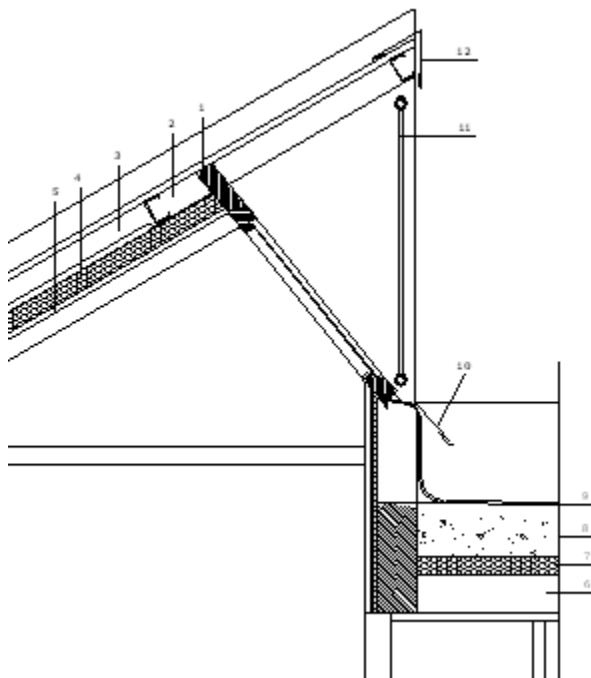


Figura 6: Detalle constructivo de la envolvente horizontal e inclinada

REFERENCIAS

- Cubierta chapa galvanizada trapezoidal N°24
- Cierre tirante de madera de Pino paraná 2", con tratamiento de preservación según especificaciones técnicas
- Cámara de aire ventilada.
- Aislación térmica compuesta por:
 - Lana de vidrio tipo Rolac, de 7cm de espesor, con barrera de vapor sobre cielorraso.
 - Membrana tipo Isolant de 2.5cm de espesor, con barrera radiante aluminizada superior.
- Cielorraso machimbre pino paraná de ¾"
- Losa prefabricada según cálculo
- Poliestireno expandido espesor: 7cm. densidad: 20Kg/m³.
- Hormigón alivianado s/especificaciones.
- Membrana hidrófuga s/especificaciones.
- Antepecho-babeta, chapa galvanizada N°20 doblada a medida.
- Toldo estacional.
- Cumbre-goterón chapa galvanizada.

Comportamiento térmico

La figura 7 muestra la simulación del comportamiento térmico invernal a través del modelo SIMEDIF (Flores Larsen y Lesino, 2001). Para una temperatura media de invierno de 10.2°C (media mínima = 3.8°C; media máxima = 17.9°C) y una irradiancia de 9.6 MJ/m² sobre superficie horizontal, y en condiciones reales de uso (se consideran las ganancias internas) la vivienda alcanzaría una temperatura media de 17 °C sin calefacción auxiliar. La diferencia entre espacio solarizado (estar-comedor, dormitorios) y no solarizado (baño y cocina) es de alrededor de 1.5°C. Al tratarse de una vivienda másica la amplitud térmica interior es de alrededor de 5°C (amplitud térmica exterior = 14.2°C).

El consumo diario de gas para calefaccionar sería de 1.06, 1.6, 2.6, 3.35

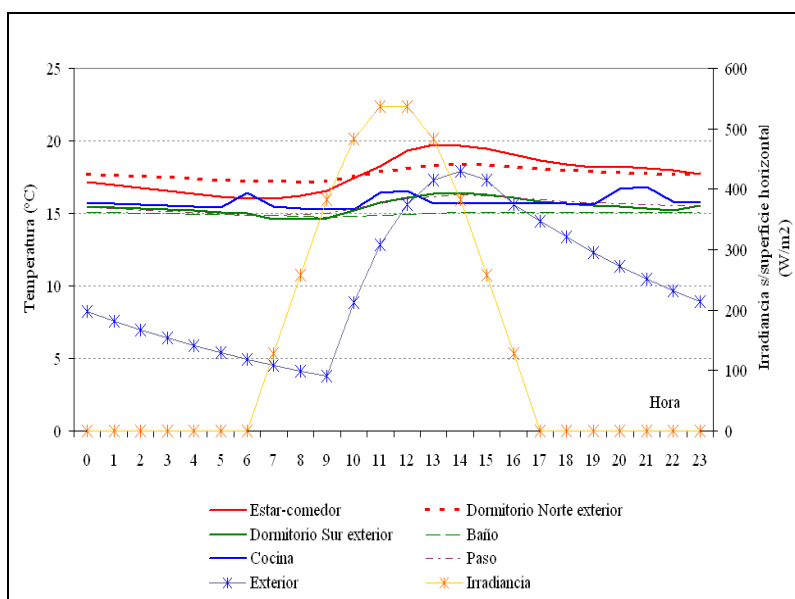


Figura 7: Evolución de la temperatura en invierno

y 4.2 m³ para una temperatura base de 18, 20, 22, 24 y 26°C. El ahorro de energía en calefacción es de alrededor del 85% respecto al gas natural consumido por una vivienda convencional a 20°C. Al ahorro de energía en calefacción corresponde una disminución de las emisiones de CO₂ (Factor de conversión: 0.20 kg/kWh). El valor resultante definiría un edificio de Baja Emisión según EEO (1991).

Una adecuada aislación y masa térmica en la envolvente, un buen sistema de protección solar externo (cortina de enrollar), ventilación cruzada y un adecuado sombreado de las áreas transparentes (aleros, pérgolas con coberturas vegetales), para disminuir las cargas de refrigeración, permitiría mantener una temperatura de confort durante el verano para valores medios de temperatura exterior (Temperatura media: 24.4°C; Temperatura mínima: 20.0°C). La Figura 8 muestra la evolución de la temperatura diaria. La temperatura media interior podría variar entre los 24.8°C (área solarizada) y 24.6°C (no-solarizada). Para estas condiciones de diseño del proyecto demostrativo, la carga diaria de refrigeración sería de 44.3, 26.5 y 11.7 kWh para una temperatura base de 20, 22 y 24°C, respectivamente. Esta última es la temperatura más usada en los edificios de San Luis.

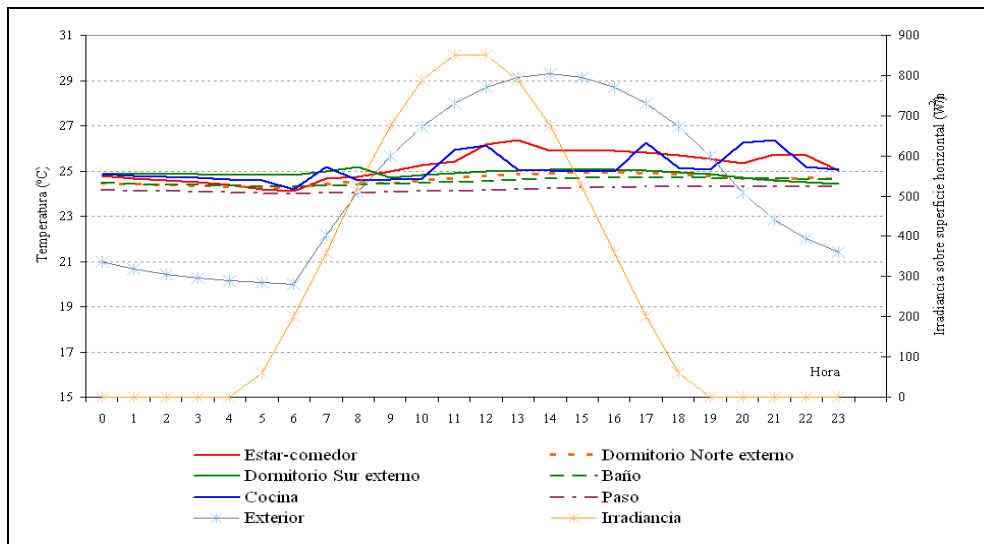


Figura 8 : Evolución de la temperatura en verano

La masa térmica se usa en el interior de los edificios para disminuir la onda térmica causada por los cambios rápidos de temperatura, la ganancia solar y el encendido y apagado de la calefacción/refrigeración. Balcomb (1992) y Athienitis and Santamouris (2002) consideran que el sobrecalentamiento por el sol puede ocurrir en invierno y/o verano, más aún, se puede observar sobrecalentamiento, durante la primavera y el otoño y está causado por errores en el diseño, por ejemplo un sobredimensionamiento de las áreas vidriadas o un déficit de la masa de acumulación. El mismo autor considera que la masa debería ser calculada para lograr una onda térmica interior de no más de 6°C. Kontoleon and Eumorfopoulou (2007) afirman que la definición de los parámetros de la inercia térmica de las superficies de las paredes juegan un rol importante en el análisis del esquema de la envolvente de un edificio, parámetros que están influenciados considerablemente por la fracción de radiación solar absorbida durante las horas del día y la temperatura sol-aire. La respuesta térmica de la superficie de la envolvente del edificio es debida fundamentalmente al comportamiento de los materiales y su estructura: las propiedades termofísicas, la posición de la masa y la del aislamiento tienen un efecto importante en la inercia térmica, también el coeficiente de absorción de la capa exterior afecta el desarrollo de la temperatura interior. Los mismos autores concluyen que la consideración de los parámetros de la inercia térmica pueden ser una guía valiosa en el diseño de un edificio conciente energéticamente. Un acercamiento holístico de todas las características requeridas pueden prevenir un uso irracional de la energía y un mejor aprovechamiento de los beneficios del ambiente exterior. En este contexto, y teniendo en cuenta las condiciones climáticas del verano de la región de estudio (alta irradiancia y predominancia de cielo claro) se analiza a través de la simulación el comportamiento térmico de la temperatura superficial de los paramentos, para valores medios, y según la orientación de la pared. Los resultados muestran hacia el Oeste una temperatura superficial máxima externa de 38°C. Hacia la noche, el paramento interior del mismo muro llegaría a los 26°C. En la pared Norte la temperatura superficial exterior alcanzaría los 35.5°C y 26.5°C en el paramento interior, En el muro Sur, y hacia el exterior, la temperatura alcanzaría un valor máximo de 33.0°C y 25.1°C en el paramento interior. El paramento externo del muro Este treparía hasta los 33.7°C y a los 25.2°C el paramento interior. Los resultados computacionales son apropiados para la estación climática de verano y para valores medios. Una adecuada ventilación cruzada durante la noche permitiría lamer el calor de las superficies en situaciones particulares. (Figura 9)

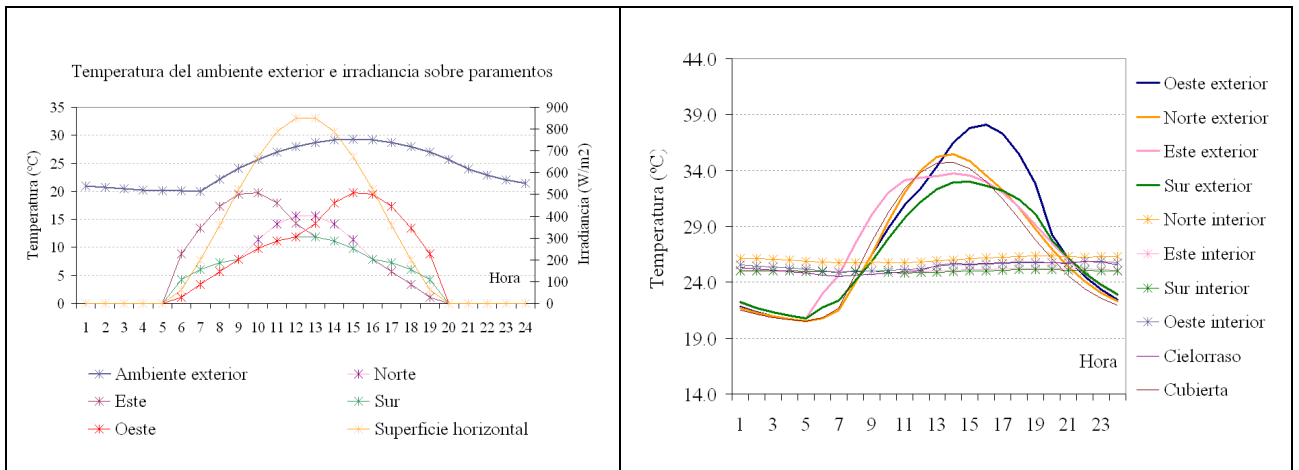


Figura 9: Irradiancia y temperatura sobre paramentos exteriores e interiores

CONSTRUCCION

La Figura 10 muestra los detalles de la envolvente durante la construcción.



Figura 10 : Cimientos y su correspondiente aislación térmica

EVALUACIÓN ECONÓMICA

La Tabla 3 muestra el costo de cada uno de los ítems que involucra la solarización y la conservación según el diseño y la tecnología descrita. La protección mecánica de la aislación térmica en las paredes y el uso de la carpintería con ruptor de puente térmico absorbe un 1.93% y un 1.70% del costo total por tratamiento bioclimático, respectivamente. Se considera aceptable el extra-costo resultante de alrededor del 5.7%.

Ítem	%
Recubrimiento de la aislación térmica	1.93
Aslación de paredes	0.62
Aislamiento adicional de cubierta	0.22
Vidrios DVH	1.27
Carpintería RPT	1.70
Total del porcentaje de incidencia en el costo total del edificio	5.74

Tabla 3: Incidencia por tratamiento bioclimático en el costo total del edificio.

CONCLUSIONES

El trabajo permitió, en una primera etapa, evaluar la performance térmica a través de la simulación. Los resultados obtenidos se consideraron adecuados. No se observó riesgo de sobrecalentamiento. En una segunda etapa, y en el período de construcción, y con un seguimiento permanente de la obra, la empresa constructora no manifestó haber tenido inconvenientes para concluir la obra según las reglas del arte y del buen construir. El extra-costo por solarización y conservación de la energía fue de 8.5 % en el cual la mayor incidencia queda definida por el uso de carpintería de aluminio con ruptor de puente térmico. En este contexto se asume que la experiencia es satisfactoria. Para replicar el proyecto se iniciará en los próximos meses la campaña de monitoreo energético para las cuatro estaciones del año. Según los resultados, se ratificarán y/o rectificarán las estrategias de diseño a través de la simulación con datos reales del comportamiento térmico.

AGRADECIMIENTOS Los autores agradecen a la Comisión Directiva de la Mutual de Vivienda y Consumo Universidad Nacional de San Luis.

REFERENCIAS

- Al-Homoud, M.S. (2001). Computer-aided building energy analysis techniques, *Building and Environment* 36, 421-433.
- Athienitis, A.K. and Santamouris (2002). Thermal analysis and Design of Passive Solar buildings. James & James, UK.
- Balcomb, D. (1992). Passive solar buildings. The MIT Press. Cambridge, Massachusetts. London, England
- Czajkoswski J., Gómez, A. Corredera, C. Diario Clarín, marzo 2007
- EEO (Energy Efficiency Office), 1991. Good Practice 29. Departamento de la Energía, Gran Bretaña.
- Esteves A., Gelardi D., Oliva A. (1997). "The Shape in the Bioclimatic Architecture: The FAEP Factor"- Proceedings of II Conf. Teachers in Architecture, Florencia, Italia, cap. 3.12.
- Flores Larsen S. y Lesino G. (2001). Modelo térmico del programa SIMEDIF de simulación de edificios. *Energías Renovables y Medio Ambiente* 9, PP.15-24.
- Filippín, C. and Beascochea, A. (2007), Performance assessment of low-energy buildings in central Argentina. *Energy & Buildings* 39, 546-557.
- Filippín, C. y Beascochea, A. (2005), 10 años de arquitectura bioclimática en la provincia de La Pampa, Argentina. Uso de Energías Renovables y diseño bioclimático en viviendas y edificios de interés social. CYTED, Red Iberoamericana para el uso de energías renovables y diseño bioclimático en viviendas y edificios de interés social. San Martín de los Andes, 31 de octubre y 1 de noviembre de 2005.
- Gauzin-Muller, D. (2001). Arquitectura ecológica. 29 ejemplos europeos. Editorial Gustavo Gili, Barcelo. España. P.99
- Goulding, J., Owen Lewis, J. and Steemers, T. (1994). Energy in Architecture. The European Passive Solar Handbook . P. 301.
- Kontoleon, K.J. and Eumorfopoulou (in press in Renewable Energy). The influence of wall orientation and exterior surface solar absorptivity on time lag and decrement factor in the Greek region.
- Mascaró, L. (1983). Variación de los costos de los edificios con las decisiones arquitectónicas pp. 137. Universidad Nacional de La Plata. Argentina
- Norma IRAM 11604 (2001). Aislamiento térmico de edificios. Verificación de sus condiciones higrótérmicas. Ahorro de energía en calefacción. Coeficiente global de pérdidas. Cálculo y valores límites.
- Santamouris, M. (Project coordinator); Allard, F. (Editor) (2002). Natural ventilation in buildings. James & James. UK

Design and construction of a bioclimatic demonstrative project in the province of San Luis (Argentina)

Abstract: The design, technology and construction process of a bioclimatic building (demonstration project) located in the city of San Luis are described in the present work. General design guidelines were: a- to minimize the consumption of conventional energy for thermal-luminic uses through passive heating, natural ventilation and lighting and a low thermal transmittance envelope; b-to use traditional technology; c-to minimize the additional cost for solarisation and conservation. 70% of the useful area (50.2m²) receives direct solar gains from the north (14.5% of the useful area). The envelope's thermal resistance is = 1.59 and 2.44 m²C/W for walls and roof respectively. Results from the thermal simulation predict a mean indoor temperature (winter) of 17°C and 15.8°C in the solarised and non-solarised areas respectively (mean outdoor temperature = 10.2°C). The daily heating energy consumption would be 1.6m³ (natural gas (T_{base}= 20°C)). In summer-mean outdoor temperature = 24.4°C- the building would reach a mean temperature of 24.7°C. Daily cooling energy consumption would be 11.75 kWh (T_{base}=24°C). Extra cost is 6%.

Palabras clave: Bioclimat design – Demonstrative project - Solarisation- Conservation- Extra-cost