

## **ESTRATEGIAS BIOCLIMÁTICAS ADOPTADAS EN EL DISEÑO DE VIVIENDAS DE INTERÉS SOCIAL. CASO DE ESTUDIO COMUNA DE PERUGIA, ITALIA.**

**Arboit, Mariela<sup>1</sup>; Romano, Rosa<sup>2</sup>; Carta, Alessandra<sup>\*</sup>; Sala, Marco<sup>3</sup>.**

Laboratorio de Ambiente Humano y Vivienda. Instituto de Ciencias Humanas Sociales y Ambientales (INCIHUSA).  
Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

Centro Interuniversitario di Ricerca per l'Architettura Bioecologica e l'Innovazione Tecnologica per l'Ambiente. Università degli Studi di Firenze. (ABITA)  
e-mail: [marboit@lab.cricyt.edu.ar](mailto:marboit@lab.cricyt.edu.ar)

**RESUMEN:** Con el objetivo de generar transferencia al sector comunitario, se elaboró una propuesta experimental de dos bloques edilicios habitacionales de interés social con un total de 13 departamentos en la comuna de Perugia Italia, que integra el diseño urbano-edilicio e incorpora estrategias bioclimáticas integradas. Las estrategias pasivas y activas principales son: conservación de energía en la envolvente edilicia; calefacción solar pasiva; enfriamiento convectivo nocturno e iluminación natural de espacios. Complementariamente se incluye en la gestión energética: sistemas de calefacción geotérmica a baja temperatura, sistemas de enfriamiento, paneles solares para el calentamiento de agua y fotovoltaico, para lograr la máxima eficiencia posible en el uso de los recursos no-renovables.

El diseño urbano contempla un espacio verde bioclimático que integra: isla ecológica, central energética; recolección de agua pluvial, fitodepuración, lago de retención hídrica y el espacio de recreación y encuentro comunitario. El diseño integrado urbano-edilicio permitió optimizar el uso de la energía y mejorar las condiciones ambientales del conjunto habitacional.

**Palabras clave:** estrategias bioclimáticas, viviendas de interés social, desarrollo urbano-edilicio.

### **INTRODUCCIÓN**

El presente trabajo se inserta en la línea de investigación, bioclimatología urbana-edilicia que se desarrolló en Centro ABITA ("Università degli Studi di Firenze") en colaboración con Laboratorio de Ambiente Humano y Vivienda (INCIHUSA-CONICET).

La bioclimatología posee una fuerte legitimidad conceptual y fundamentalmente práctica, posibilitando la consecución de importantes mejoras. En el ámbito del sector edilicio, se encuentra el diseño bioclimático, que se focaliza en la etapa de uso de los edificios, y en un aspecto con consecuencias ambientales: el consumo de energía. El ecodiseño se centra en los aspectos ambientales principalmente, adoptando un conjunto de estrategias proyectuales y tecnológicas con el objetivo de minimizar los impactos de los procesos involucrados en la misma, sobre los ecosistemas naturales.

En la planificación bioclimática de un sitio no se puede prescindir del análisis climático del área geográfica donde el complejo arquitectónico se ubicará. A tal propósito el proyecto de viviendas sociales de Lacugnano en la comuna de Perugia ha sido desarrollado teniendo en cuenta la fase de relación preliminar de las características climáticas del área de proyecto.

Las características geográficas de Lacugnano son las siguientes: •Zona Climática E (decreto n. 412/1993. DOCET. ENEA)  
•Grados día base 2289 •Altitud: 305 m.s.n.m. •Coordenadas: 43°05', 12°20'.

---

<sup>1</sup> Becaria de Formación Post Doctoral CONICET.

<sup>2</sup> Becaria de Formación Doctoral Centro ABITA.

\*Arquitecto especialista en modelos 3D. Estudio MSA.

<sup>3</sup> Director del Centro ABITA.

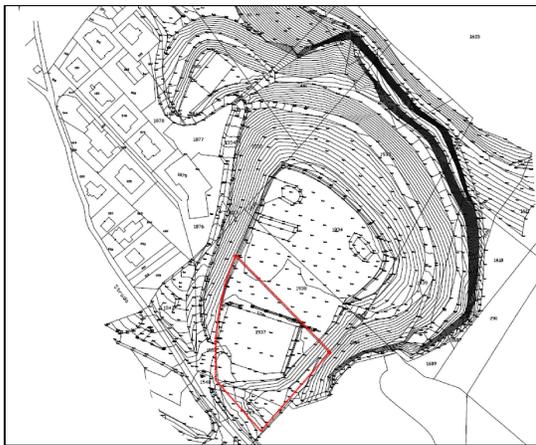


Figura 1: Ubicación del terreno.

Del análisis de los datos climáticos han emergido valoraciones preliminares:

- Los niveles de Radiación garantizan la eficacia de empleo de tecnologías para el aprovechamiento de la energía solar.
- Las temperaturas elevadas en verano necesitan ser controladas por la adopción de estrategias que limiten la aportación térmica de la radiación solar del exterior dentro del edificio. En tal sentido se han adoptado estrategias de inercia térmica de la envolvente y protección de superficies transparentes.
- Las precipitaciones no abundantes, 800 mm/año, resultan suficientes para integrar en el edificio sistemas para la recolección del agua pluvial.
- La velocidad del viento permite utilizar tecnologías para la ventilación natural.

## EL PROYECTO

El proyecto define como prioridad la calidad social a partir de la innovación en la definición de la edificación popular basada en la interacción y la agregación social, la creación de un contexto espacio-ambiental con alta calidad de bienestar e integración. Esta interacción constituye el vector principal que define la morfología arquitectónica, el grado de *confort social* del proyecto. (Figuras 2 a 4)

Para ordenar el análisis del trabajo se ha dividido a las estrategias adoptadas en dos grandes grupos pasivas y activas: a. acondicionamiento de invierno (ganancia solar directa, invernaderos, etc.) y b. obtención de confort en verano (techo ventilado, piso con cámara de aire, fachada ventilada, etc.). Además a estas tecnologías se ha utilizado enfriamiento natural geotérmico con chimeneas solares de aspiración auto-regulada, sistemas constructivos en madera laminada y tierra cruda.



Figura 2: Planta Baja y diseño del espacio externo



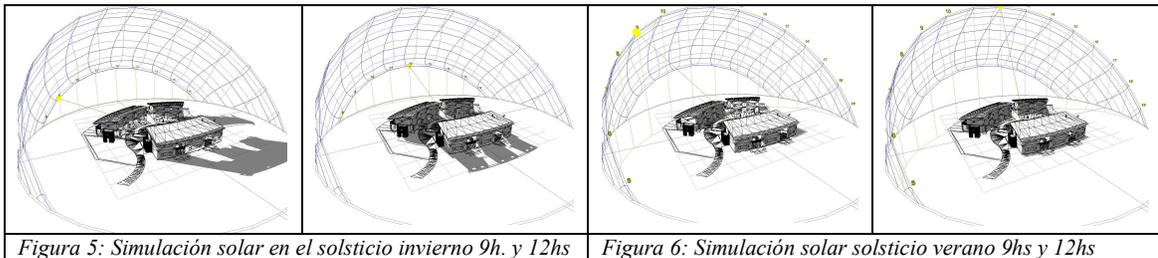
Figura 3: Planta Primer Piso.



Figura 4: Perspectiva Volumétrica

**REFERENCIAS:** 1. Lago interno alimentado por agua de lluvias; 2. Fitodepuración; 3. Puente sobre el lago; 4. Área de juegos infantiles, con juego de agua proveniente del reciclaje; 5. Jardines privados; 6. Área de estacionamiento; 7. Isla ecológica. Residuos; 8. Central Energética "LACUGNANO ECOpoint"; 9. Salón Comunitario.

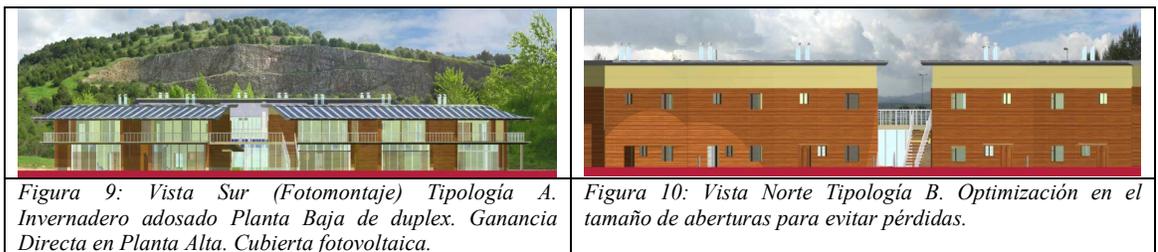
La combinación de las estrategias bioclimáticas para invierno y verano en el diseño del proyecto, y la determinación del grado de eficiencia de dichos factores estuvieron relacionadas al estudio inicial de las condiciones climáticas, las condiciones del entorno y la ubicación respecto al Sur (hemisferio Norte) de las volumetrías propuestas. (Figura 4). Se simuló el recorrido solar con el programa “Econtect” y el “Modelo Gráfico Computacional” (Mesa, 1999) para determinar la energía solar potencial sobre fachadas Sur, invernaderos, aberturas vidriadas y techos. (Figuras 5, 6 y 7)



Ganancia Solar Directa: se ha considerado en el diseño urbano edificio la forma (mediante la relación de proporciones ancho-largo), orientación edilicia (determinante del potencial solar) y separación adoptada entre ambos volúmenes edilicios para permitir la captación solar especialmente en la fachada posterior (sur) durante el total de las horas de sol en el período de calefacción. (Figuras 7, 8, y 9). Las superficies captadoras se ubican hacia el Sur lo que permite un mejor asoleamiento en invierno. Las carpinterías de las aberturas transparentes han sido planeadas con ruptura de puente térmico. En la figura 8 se presenta el diseño de invernaderos, dotados de ventanales totalmente móviles y protección solar para evitar sobrecalentamiento.



Protecciones solares: las aberturas al sur están protegidas externamente por persianas móviles horizontales dimensionadas en función de la posición geográfica, al igual que los aleros y parasoles, fueron diseñadas en modelos 3D y verificadas las obstrucciones solares con un Modelo Gráfico Computacional (Mesa, 1999). La fachada norte fue diseñada con pequeñas aberturas. (Figuras 9 y 10)



## GESTIÓN DEL VERDE

El diseño urbano se plantea a partir de un espacio central que propone la gestión del verde, concebida como interacción de los factores humanos, sociales y ambientales (utilización y protección de la radiación solar y térmica, mitigación de la temperatura, protección de vientos, ruidos, incorporación de la gestión del agua).

En el espacio semi-público diseñado se han considerado las actividades necesarias, voluntarias y sociales con la configuración de espacios y sub-áreas que favorezcan la interacción comunitaria sostenible (ECOpoint, salón comunitario, área de juegos infantiles, área de descanso, área de expresiones artísticas, puente sobre el lago), (Figura 11). Las áreas de estacionamiento y circulación vehicular son perimetrales y el espacio central peatonal adquiere características de protección y pertenencia, confinado al sur por la fachada envolvente y al norte por los espacios verdes privados, accesible para las distintas capacidades motrices.



Figura 11: Planta del espacio verde central.



Figura 12: Fotomontaje y vista del espacio verde central.

El espacio verde de uso comunitario y los jardines privados reciben durante la época invernal la captación solar que posibilita el confort en el espacio externo. Se plantea el proyecto como una iniciativa experimental en la construcción pública de viviendas sociales. La “bioarquitectura” integra las distintas estrategias urbano-edilicias en un concepto “naturalístico-ambiental”.

El diseño incluye pavimentos, espejos y juegos de agua, mobiliario urbano, desniveles, y selección de especies vegetales considerando las variables de: magnitud, permeabilidad y plenitud) (Arboit, et al. 2008) y diseño de prados, arbustos y pergolados.

El diseño del jardín interno contribuye a reducir la carga energética de los edificios incrementando el efecto estético y los espacios verdes de la ciudad. (Figura 12).

### GESTIÓN ENERGÉTICA INTEGRADA

Como sistema de calefacción radiante de piso, se proponen intercambiadores geotérmicos tierra/agua y bomba de calor centralizada a baja temperatura. Este sistema cubre la exigencia energética de calefacción edilicia: 19,5 kw/h/m<sup>2</sup> y 24,5 kw/h/m<sup>2</sup> al 100%. La instalación está compuesta de: a. SONDA GEOTÉRMICA integrada en profundidad para intercambiar calor con el terreno; b. BOMBA de CALOR instalada dentro del edificio; c. SISTEMA de DISTRIBUCIÓN del calor "a baja temperatura". La profundidad de instalación por circuito cerrado es de 50 a 150 metros. Se propone una bomba de calor tierra-agua capaz de cubrir la exigencia térmica necesaria de calefacción y refrigeración en los días pico de verano. La potencia térmica a partir da 35 Kw. y la potencia frigorífica a partir da 16,9 k.o. con producción contemporánea de agua caliente hasta 60°C y agua fría hasta a -5°C. En el proyecto la refrigeración a bomba de calor se propone exclusivamente si se supera un cierto umbral de temperatura y humedad del aire para evitar derroches energéticos.

El sistema de refrigeración natural por intercambio geotérmico, superficie-aire con chimenea solar funciona para garantizar un nivel térmico de bienestar, se completa con enfriamiento convectivo nocturno y una adecuada ventilación natural comanda de modo automático y semiautomático.

Para la producción de agua caliente, se ha calculado 30m<sup>2</sup> de paneles para todo el complejo edilicio, esto cubre la exigencia energética de agua caliente al 70%. El 25% del costo total es financiado por la ley regional vigente que estimula las políticas de la utilización de energías renovables.

La gestión hídrica consideró el consumo hídrico de 200 l/hab./día como valor medio actual en Italia, el proyecto permiten de ahorrar un 20% los consumos utilizando sistemas de ahorro, recuperación y reciclaje. Además la recuperación de agua de lluvia en el lago de retención permite de reducir un 30% el consumo. (Figuras 13 y 14).

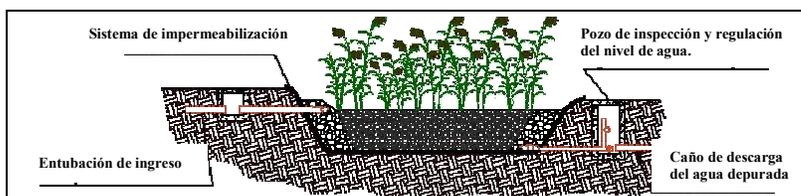


Figura 13: Fitodepuración



Figura 14: Diseño paisajístico

La gestión prevé: 1. recuperación de agua pluvial, para el riego de los espacios verdes; 2. recuperación de aguas grises (descargues de: lavamanos, duchas y lavadoras, tratados en depuradores); 3. empleo de inodoros con descarga reducida. Se calcula un 50% de ahorro por la re-utilización aguas grises. Tales aguas son en parte recuperables por la fitodepuración.

### VERIFICACIÓN DE LA NECESIDAD ENERGÉTICA DEL PROYECTO

La necesidad energética edilicia fue considerada desde la fase de diseño teniendo en cuenta: a. La morfología edilicia homogénea condición básica para asegurar el asoleamiento pleno de las superficies potencialmente colectoras, tanto verticales como horizontales o en pendiente, la homogeneidad de superficies evita entrantes y salientes que generen obstrucciones solares; b. el Factor de forma representativo de la superficie de intercambio térmico con el ambiente exterior; c. la relación entre superficie construida y espacios abiertos y d. la densidad edilicia.

En la evaluación de proyecto se han simulado las estrategias adoptadas para optimizar la exigencia energética del conjunto residencial de interés social, analizando la energía necesaria para: calefacción de espacios, calentamiento de agua y la refrigeración en verano. Se han verificado en una fase preliminar la trasmittancia de: las estructuras opacas verticales,

fundaciones, techo ventilado, las carpinterías y vidrios, eligiendo las soluciones que permiten respetar los valores mínimos de la legislación vigente (DM 311/2006-2010) y garantizar el ahorro energético de las construcciones. (Tabla 1).

El cálculo del comportamiento energético se realizó aplicando el software DOCET (permite realizar simulaciones de los balances energéticos, diagnóstico y certificación energética de los edificios residenciales) desarrollado por el ENEA (Ente per le Nuove tecnologie, l'Energia e l'Ambiente) para la certificación de los edificios residenciales.

Tabla 1: Trasmittancia térmica determinada por la normativa (DM 311/2006).

Trasmittancia térmica (W/m²C)	Enero 2006	Enero 2008	Enero 2010
Muros	0,46	0,37	0,34
Cubiertas	0,43	0,32	0,30
Pisos	0,43	0,38	0,33

Se presentan los valores mínimos indicados por la legislación regional para la zona climática E (Perugia), en vigencia a partir del 1 enero de 2006, 2008, 2010 (DM 311/2006).

De los sistemas tecnológicos-constructivos presentes en el proyecto en las distintas tipologías edilicias propuestas se presentan a continuación la evaluación de los componentes más significativos desde el punto de vista energético.

MUROS:

Los edificios propuestos son caracterizados por muros perimetrales lo que garantizó elevadas prestaciones en términos de trasmittancia y desfase térmico debido a la elección de materiales de las características de resistencia y masa térmica adecuada.

En el análisis se presenta parte del trabajo realizado con los valores del caso más comprometido en términos energéticos propuesto, la solución para la tipología está compuesta por: revestimiento externo en madera de alerce, cámara de aire de 0.04 m, aislación en paneles de fibra de madera de 0.10 m, pared portante de madera laminada de abeto de 0.25cm. (Tabla 2)

Según la normativa vigente en la región (DM 311/2006), los valores a alcanzar a partir del año 2010 de trasmittancia térmica para los cerramientos opacos verticales (muros), es de 0,34 W/m²C para la zona climática E (donde se ubica el proyecto). En el análisis de los resultados hemos obtenido para el paquete murario más comprometido un valor de 0,26 W/m²C.

Además se alcanzan valores óptimos de atenuación (0,0031) e inercia térmica (29 h), que garantizan una buena aislamiento también en los meses de verano. (Tabla 3. Figuras 15 y 16)

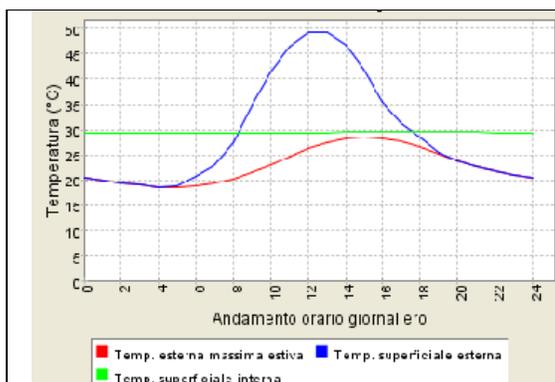


Figura 15: Temperatura superficial externa e interna del muro en verano

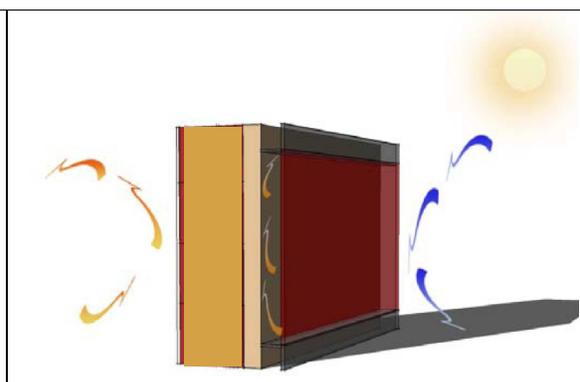


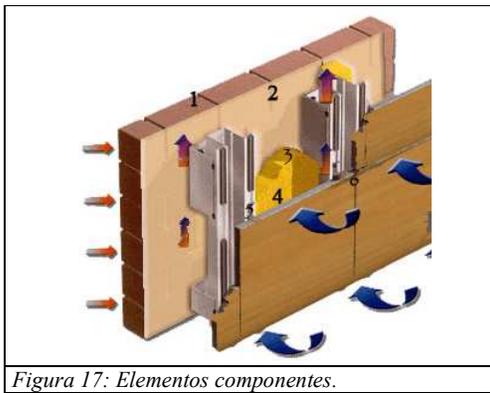
Figura 16: Funcionamiento de la pared ventilada (Imagen "Centro Competenze". ABITA. Rullani, Alessio et. al. 2009)

Tabla 2: Características técnicas de muros. DOCET- ENEA

Clase de reacción al fuego	Euroclasse E (EN 13501-1)
Factor de resistencia al vapor	$\mu = 2$
Conductibilidad térmica	$\lambda D = 0,041 \text{ W/mC}$
Densidad	$\rho = 100 \text{ kg/m}^3$
Calor específico	$c = 2,1 \text{ kJ/kgC}$
Solicitud a la compresión (10% def.)	20 kPa

Tabla 3: Evaluación de las características térmicas del muro. DOCET- ENEA.

Características Térmicas	
Espesor total	43,00 cm
Resistencia térmica total	3,821 m²C/W
Trasmittancia térmica total	0,26 W/m²C
Atenuación	0,0031
Inercia	29 h 01'



Los elementos funcionales que componen la fachada ventilada son: 1.capa de soporte mural, 2.capa de regularización, 3.capa aislante, 4.capa de ventilación (se prevén rejillas de ventilación de sección adecuada situadas en la parte inferior y en la parte superior), 5.sistema de anclaje, 6.capa de revestimiento, sistema de las juntas. (Figura 17)

La pared termo-ventilada es una óptima solución de cierre vertical para incrementar la aislación térmica del edificio contribuyendo a la reducción de la exigencia por la climatización estival e invernal. La eficiencia energética del edificio tiene como principal elemento el diseño adecuado de la envolvente, reduciendo las dispersiones de calor durante los meses invernales e incrementando su inercia térmica en los meses de verano.

Figura 17: Elementos componentes.

**PISO RADIANTE:**

Se analizó la trasmittancia térmica de la platea y fundaciones, caracterizada por la presencia de piso radiante, en todos los departamentos. De este modo el trasmittancia del contrapiso es igual a  $K 0,31 \text{ W/m}^2\text{C}$  con un espesor de 32,00 cm, además garantiza valores de inercia térmicos bueno con un desfase de 14 h 24' y un factor de atenuación 0,15. (Tabla 4), (Figura 18).

Tabla 4: Evaluación de las características térmicas de piso

Características Térmicas	
Espesor total	32,00 cm
Resistencia térmica total	3,14 $\text{W/m}^2\text{C}$
Trasmittancia térmica total	0,31 $\text{W/m}^2\text{C}$
Atenuacion	0,15
Inercia	14 h 24'

Tabla 5: Evaluación de las características térmicas del techo ventilado con integración de PV

Características Térmicas	
Espesor total	47,00 cm
Resistencia térmica total	4,10 $\text{W/m}^2\text{C}$
Trasmittancia térmica total	0,24 $\text{W/m}^2\text{C}$
Atenuacion	0,02
Inercia	23 h 9'

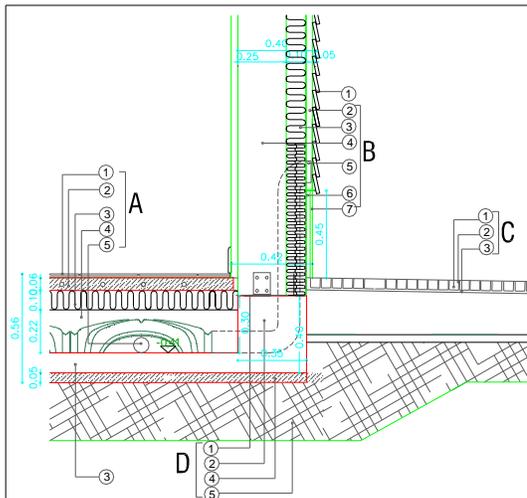


Figura 18:Detalle Constructivo Tipología B.

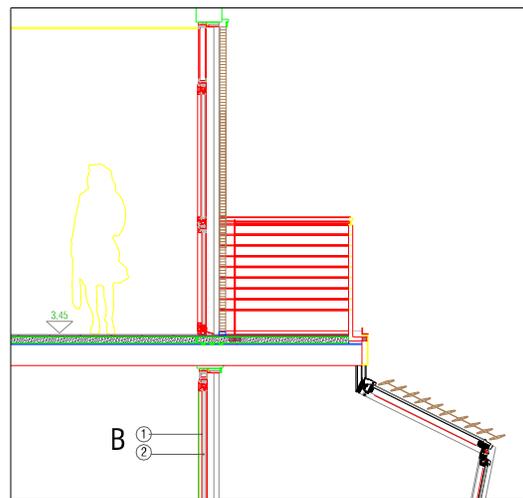


Figura 19:Detalle Carpintería y protecciones solares.

**TECHO AISLADO CON INTEGRACIÓN DE FOTOVOLTAICO:**

Todos los edificios presentan una cubierta ventilada en elementos de aluminio son cubierta de silicio amorfo para la producción de energía eléctrica, de modo que garantizar un KW de energía eléctrica producido por fuente energética renovable. En cada edificio, será posible acceder a la cuenta energía, amortizando totalmente los gastos de realización de la instalación en diez años y ganando una suma de la producción de energía producida los restantes años.

La elección tecnológica es asociar a una clásica cubierta aislada con los paneles fotovoltaicos colocados sobre una estructura oportunamente separada de la cubierta con un intersticio ventilado. De este modo la cubierta inclinada hacia el sur puede ser asimilada, por prestaciones y características, a un real techo ventilado (con la incorporación de sistemas tecnológicos) y los paneles distanciados por la superficie posterior constantemente ventilados, no presenta en la estación de verano el fenómeno de sobrecalentamiento que podría comprometer el funcionamiento y la producción.

El diseño de la cubierta garantiza un factor de trasmittancia térmica de  $0,25 \text{ W/m}^2\text{C}$  con un espesor de 47,00 cm, este valor mejora la exigencia normativa para 2010 (DM 311/2006) que reglamenta un valor de  $0,30 \text{ W/m}^2\text{C}$ . Se garantiza además buenos valores de inercia térmica con un factor de atenuación de 0,02. (Tabla 5).

## CARPINTERÍAS:

Todas las aberturas transparentes con ruptura de puente térmico y baja emisividad contienen gas argón. El separador de la cámara de aire de los dos vidrios es de aluminio. La elección de carpinterías de madera de este tipo garantiza: buenas prestaciones energéticas. El vidrio de baja emisividad 4/15/4 tipo planibel low energy "top n" con valor  $U=1,4W/(m^2.K)$ . El control solar de las ventanas de la fachada sur será regulado por la adopción de pantallas móviles vertical y pantallas fijas horizontales, además de la protección de aleros para evitar fenómenos de sobrecalentamiento en verano, todos los vidrios elegidos tendrán películas absorbentes con factor g menor de 0,50. Los valores de transmitancia térmica de las ventanas son de  $K 1,1 W/m^2C$ . (Figura 19)

## NECESIDAD ENERGÉTICA DEL EDIFICIO:

En la figuras 20 y 21 se presentan los resultados obtenidos con el software DOCET.

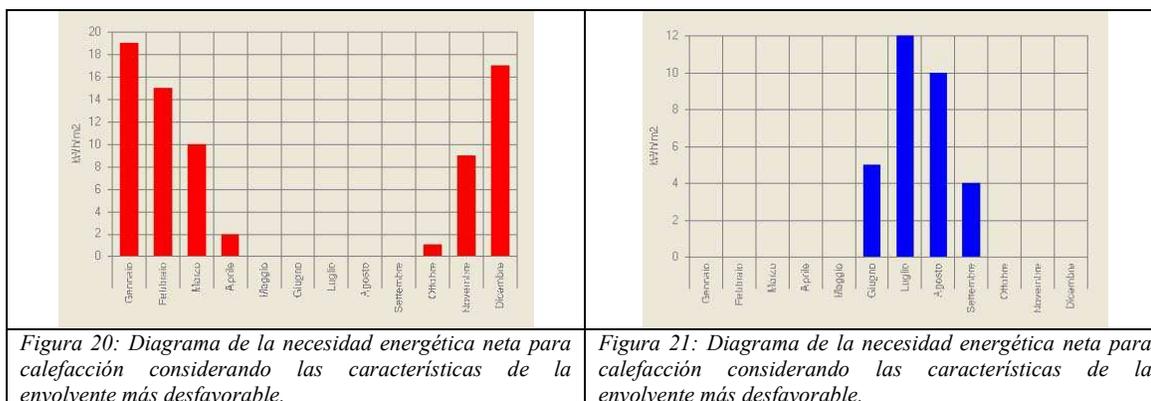


Figura 20: Diagrama de la necesidad energética neta para calefacción considerando las características de la envolvente más desfavorable.

Figura 21: Diagrama de la necesidad energética neta para calefacción considerando las características de la envolvente más favorable.

Tabla 5: indicadores de la necesidad energética del edificio

	Calefacción	Refrigeración	Agua caliente	Energía Eléctrica	Total	U.M.
<b>Energía Neta</b>	56,7	32,3	18,4	21	-	kWh/m <sup>2</sup>
<b>Energía Suministrada</b>	0	-	0	0	-	kWh/m <sup>2</sup>
<b>Energía primaria Total</b>	24,5	-	18,4	21	64,1	kWh/m <sup>2</sup>
<b>Energía primaria no Renovable</b>	0	-	0	0	0	kWh/m <sup>2</sup>
<b>Emisiones di CO2</b>	0	-	0	0	0	kg/ m <sup>2</sup>
<b>Combustible</b>	0	-	-	-	-	m <sup>3</sup>

Del análisis de la exigencia energética edilicia en relación con las características de la envolvente y las elecciones de tecnología evaluadas con el software DOCET da como resultado la necesidad de energía primaria no renovable de: 24,5 kw/h/m2 anuales para la volumetría tipología habitacional B y de 19,5 kw/h/m2 anuales para la tipología habitacional A. El consumo energético de un edificio tradicional en la región es de 150 kw/h/m2 por lo que queda ampliamente demostrado el ahorro energético.

## REQUERIMIENTOS ACÚSTICOS PASIVOS

Se ha calculado la aislación acústica según el índice del poder fono-aislante aparente de las separaciones verticales y horizontales entre los ambientes **-R'*w*-**

El programa de simulación utilizado ha posibilitado la verificación de la aislación acústica del proyecto a las prescripciones de la legislación vigente D.P.C.M. 5/12/1997. Para cada paquete constructivo (entrepisos, paredes, revestimientos, vidrios) se ha verificado los parámetros acústicos. La verificación de las prestaciones acústicas del edificio ha dado el siguiente resultado:

Índice de evaluación de la aislación acústica en aire entre ambientes: **R'*w* 52 db.**

## ILUMINACIÓN CON AHORRO ENERGÉTICO Y UTILIZACIÓN ÓPTIMA DE LA LUZ NATURAL.

Evaluación de la utilización óptima de la luz natural, en las tipologías de la vivienda social: las amplias aberturas vidriadas que conectan los espacios internos y externos (destinados a actividades colectivas y privadas), han sido dimensionadas para garantizar óptimos niveles de iluminación natural dentro de las viviendas y reducir la iluminación artificial. Las aberturas, hacen posible también la visión directa del exterior, mejorando la percepción del espacio y el grado de aceptación del usuario. La dimensión de las aberturas de proyecto y las características de las protecciones solares están calculadas en relación al área geográfica de proyecto. Las aberturas cumplen las exigencias de la normativa regional de iluminación y ventilación (1/8 de la superficie de piso) con un coeficiente de iluminación natural en el interior de los ambientes entre 240 y 640 lux. (Figuras 19 y 20). La estrategia de control aplicada, prevé el mantenimiento del confort visual en función del régimen de ocupación del local y la contribución de iluminación natural.

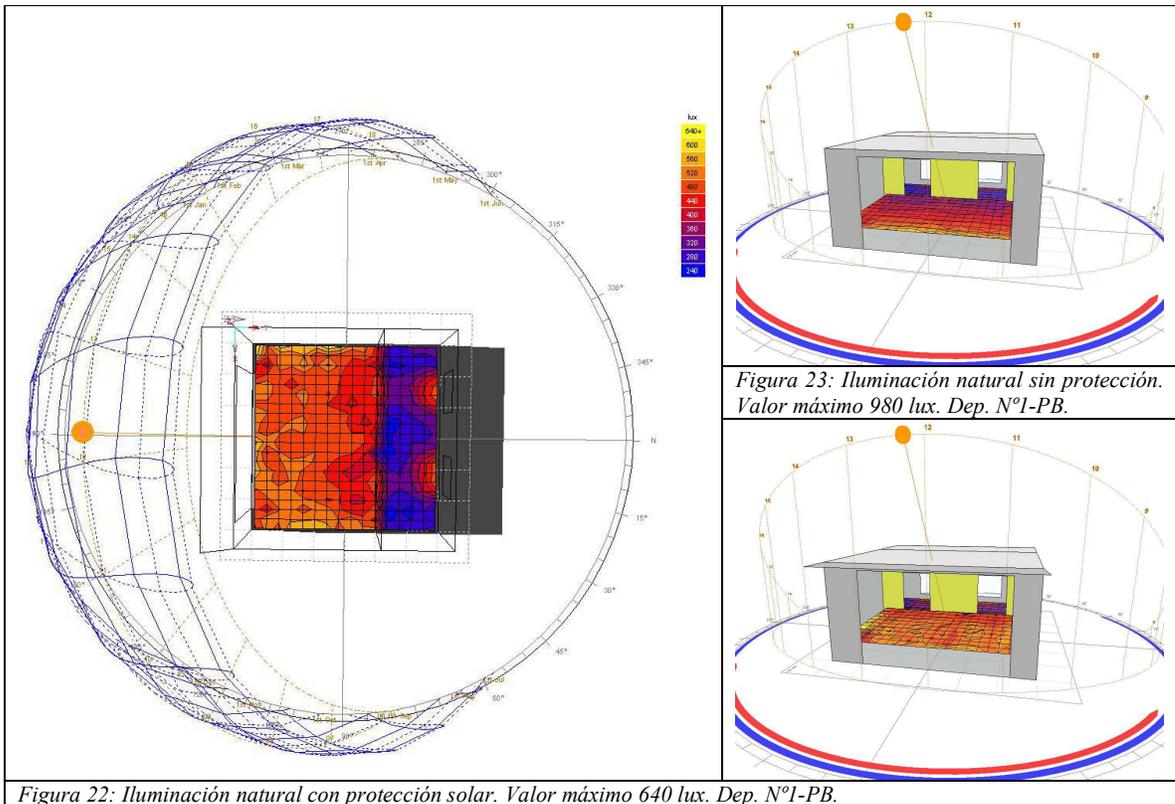


Figura 22: Iluminación natural con protección solar. Valor máximo 640 lux. Dep. N°1-PB.

Figura 23: Iluminación natural sin protección. Valor máximo 980 lux. Dep. N°1-PB.

Se ha asegurado un adecuado nivel de iluminación y la protección del fenómeno de "deslumbramiento" en el interior de los ambientes con la presencia de la protección solar. (Figura 22 y 23).

Cómo conclusión del análisis de los resultados de evaluación de la luz natural se puede decir que: La optimización de forma y orientación de los espacios permitió reducir los consumos energéticos del edificio, limitando la utilización de iluminación artificial.

En el proyecto el diseño de superficies vidriadas al sur ha permitido obtener ambientes más luminosos y agradables, mejorando la percepción del espacio interno y aumentando la relación visual con el espacio externo.

Se presenta complementariamente la evaluación del local más desfavorable (baño en planta baja. Tipología Habitacional A) donde fue necesaria la colocación de un túnel solar. La distancia desde el cielorraso al exterior de la cubierta de captación solar es de 3,5m y las dimensiones internas del baño: ancho: 1,46m; largo: 2,8 m; Altura: 3m. (Figuras 24y 25).

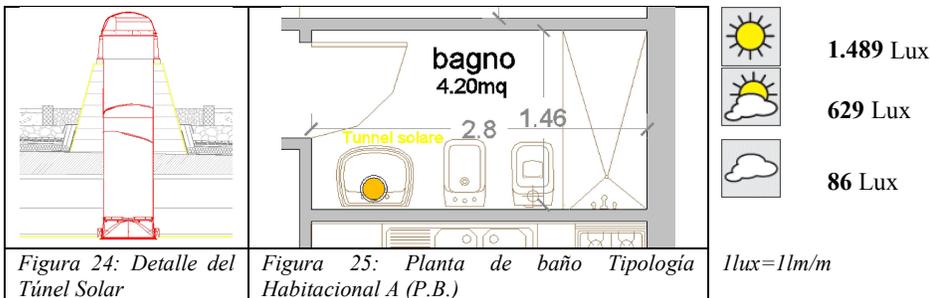


Figura 24: Detalle del Túnel Solar

Figura 25: Planta de baño Tipología Habitacional A (P.B.)

1lux=1lm/m

Se simuló y calculó la incorporación de un túnel solar rígido altamente reflejante (Tipo TR 014), el resultado determinó que satisface la necesidad de iluminación para la actividad a desarrollar.

### ILUMINACIÓN ARTIFICIAL

Se ha previsto la adopción de lámparas a alta eficiencia energética para reducir al mínimo los consumos energéticos del complejo residencial, aplicando las siguientes soluciones luminotécnicas para garantizar condiciones de confort en las horas de ausencia de la luz natural. (Tabla 6).

Se propone para la iluminación de los espacios externos de uso comunitario una lámpara con células fotovoltaicas de silicio monocristalino. (Figura 26). La parte superior es el generador fotovoltaico, la potencia del generador fotovoltaico es de 160 wp y la potencia de las lámparas de 60 w.



Figura 26: Luminaria.

Tabla 6: Iluminación propuesta en el conjunto residencial.

Iluminación eficiente	Espacio de aplicación	Potencia y tipo de lámpara	Ahorro Energético	Otros beneficios
Lámparas compactas fluorescentes (empotradas, suspendidas, integradas en el cielorraso)	Estar, dormitorios, baños, exteriores iluminados	De 40 watt a 100 watt luz a bulbo incandescente	De 66% a 75 % por lámpada	Mayor duración y menor efecto térmico sobre el ambiente
Lámparas fluorescentes de alta eficiencia con resistencia electrónica	Espacios de servicio, depósito.	De 34 watt a 40 watt lámpara fluorescente con resistencia magnética	De 20% a 30% por lámpada	Rendimiento elevado y poco rumor
Control automático y fotosensores	Espacios externos particulares	Interruptores manuales y timers	50% automático 20% por fotosensores	Incremento de la seguridad
Control automático	Sensori de presencia	Espacios de servicio, pasillos. Interruptores manuales.	50% por lámpara	Bajo mantenimiento



Figura 27: Fotomontaje del complejo habitacional.

La cubierta en paneles fotovoltaicos utilizando paneles amorfos que constituyen un soporte flexible. Las características particulares de la forma y estructura de los módulos fotovoltaicos hace posible la integración de la cubierta diseñada con la especificación tecnología energética renovable (Figura 27). Los sistemas fotovoltaicos amorfos permiten: sencillez de montaje, reducidas exigencias de mantenimiento, sistema modular flexible, reducido impacto ambiental y máximas adaptabilidades al diseño de techo. En el proyecto son previstos de 498 m<sup>2</sup> de fotovoltaico amorfo por una producción de 20kWh anual de 40 kw/h de pico que logra cubrir el 90% de la exigencia de energía eléctrica de los departamentos.

## CONCLUSION

El trabajo cumplió con el objetivo de generar una propuesta transferible al sector comunitario, que contempló la eficiencia energética a partir de estrategias bioclimáticas, integradas al diseño de viviendas de interés social, y que consideró las variables urbano edilicias determinantes del comportamiento energético.

Se elaboraron propuestas en lo morfológico y tecnológico con el fin de optimizar el uso de la energía y mejorar las condiciones ambientales, las alternativas morfológicas y tecnológicas posibilitaron, alcanzar niveles más altos de ahorro energético comparando los valores anuales de consumo energético del proyecto con la edilicia tradicional en la región.

A futuro se espera definir un conjunto de nuevas alternativas tecnológicas de componentes y materiales regionales, cuya implementación sea posible a nivel local para edificios nuevos. Es necesario además elaborar nuevos modelos habitacionales con innovación tipológica y tecnológica, para responder a las nuevas instancias sociales y culturales de la comunidad, que contemplen el desarrollo local de productos ecoeficientes con competitividad de mercado.

Los resultados determinan la necesidad de impulsar a través de la administración pública nacional y regional, encargada de la producción de la vivienda social, políticas públicas responsables orientadas a alcanzar en medianos y largos plazos la sostenibilidad energética y desarrollar avances en tecnologías edilicias energéticamente eficientes.

## REFERENCIAS

- Arboit, M.; Diblasi, A.; Fernández Llano, J. C. and de Rosa, C. (2008). "Assessing the solar potential of low density urban environments in andean cities with desert climates - The case of the city of Mendoza, in Argentina". Renewable Energy. Elsevier Editorial System. Volum. 33 Tomo 8.
- Balcomb J. D, et al. (1983). Passive Solar Design Handbook. Vol. 3. American Solar Energy Society, Inc New York.
- Blowers, A. (Ed.). (1993). Planning for a sustainable environment. A Report by the Town and Country Planning Association. Earthscan Publications Limited. London.
- Brager G, & de Dear R. (2001). Climate, Comfort and Natural Ventilation: A new adaptive comfort standard For ASHRAE Standard 55. Proceedings of the Moving Thermal Comfort Standards into the 21st Century. pp. 01-18, Windsor, UK.
- Brager G, & de Dear R. (1998). Thermal adaptation in the built environment: a literatura review. Energy and Buildings. Vol. 27, pp.83-96.
- Daly H. (1996). Beyond Growth. Beacon Press. Boston.
- Dresner S. (2002). The Principles of Sustainability. Earthscan Publications Ltd. London.
- Givoni B. (1998). Climate considerations in building and urban design. John Wiley & Sons, Inc, USA.
- Jenks, M.; Burton E. and Williams K. (1996). Compact Cities and Sustainability: an introduction to the Compact City. E & FN Spon, London,
- Kristl Z, & Krainer A. (2001). Energy evaluation of the urban structure and dimensioning of building site using the ISO-Shadow method. Solar Energy. Vol. 70, No. 1, pp. 23-34.
- Mesa N. et al., (2000). Determinación de áreas de fachadas potencialmente colectoras en medios urbanos, a través de un modelo gráfico computacional. Memorias del ISES Millennium Solar Forum 2000, ANES, PP. 1-6, Mexico.

- Nicol F, & Humphreys M. A. (2002). Adaptive Thermal Comfort and Sustainable Thermal Standards for Buildings. Energy and Buildings. Vol. 34 (6), pp. 563-572.
- Owens S. (1986). Energy Planning and Urban Form. Pion Ltd. London. Publishing Company. USA.
- Rogers R. (1997). Cities for a small planet. Westview Press. USA.
- Watson D, & Labs K. (1983). Climatic Design. McGraw-Hill Book Company. New York.

## **AGRADECIMIENTOS**

A Rainer Toshikazu coordinador de tareas.

Al Gobierno Italiano “Ministerio Degli Affari Steri” por financiar la estancia en el exterior mediante una beca que hizo posible el presente trabajo.

Al Centro ABITA “Centro Interuniversitario di Ricerca per l’Architettura Bioecologica e l’Innovazione Tecnologica per l’Ambiente”. Università degli Studi di Firenze, en particular a su Director Prof. Marco Sala, por su generosa incorporación al grupo de proyecto.

Al Arq. Carlos de Rosa por su apoyo incondicional como Director Post Doctoral de Beca CONICET.

## **ABSTRACT**

With the goal of producing technologic transfer to the community, an experimental proposal was completed; it features two social housing buildings, totaling 13 apartment units, in the community of Perugia, Italy. The project incorporates bioclimatic design strategies, taking into account the environmental conditions and benefiting from the use of the available climatic resources for reducing conventional energy consumption. The project is respectful of the norms in force, in terms of: efficiency and energy certification, and proposes integrated design strategies. The main passive and active strategies used are: energy conservation in building convective cooling and day lighting. The study includes, in a complementary fashion, the management of other energy sources: low-temperature geothermal space heating, cooling systems, solar water heaters and photovoltaic for maximum efficiency in the use of non-renewable resources.

The proposal develops around a bioclimatic green space, with integrates: an ecological island, energetic plant, rein water collection, phytodepuration, a lake for hydric retention and space for recreation and communitary gathering.

**Keywords:** bioclimatic strategies, social houses, urban-building development.