

RELEVANCIA DE PROYECTOS DEMOSTRATIVOS DE BAJO IMPACTO AMBIENTAL Y EFICIENCIA ENERGÉTICA

Silvia de Schiller, John Martin Evans, Alejandro Labeur y Claudio Delbene

Centro de Investigación Hábitat y Energía,
Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo, Universidad de Buenos Aires
CIHE-FADU-UBA, Pabellón 3, piso 4, Ciudad Universitaria, (1428) Cap. Fed., Argentina.
Tel / Fax: + 54 (0)11 4789-6274 E-mail: schiller@fadu.uba.ar

RESUMEN

Los proyectos demostrativos han adquirido creciente importancia y reconocimiento institucional, ya que actúan como vínculo instrumental entre el desarrollo de políticas energético-ambientales y la implementación en el campo de la producción de hábitat, el público en general y los profesionales de la construcción en particular. En este trabajo se presentan dos casos de proyectos demostrativos de escalas, climas y funciones diferentes: el Centro de Interpretación de la Reserva Ecológica, para el Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires, y una vivienda unifamiliar en Bariloche encomendada por sus futuros habitantes. Ambos proyectos, diseñados y documentados en el Centro de Investigación Hábitat y Energía de la FADU-UBA en el marco del Programa de Asistencia Técnica en Arquitectura Bioambiental, son resultado de las investigaciones que allí se desarrollan. El primer caso es un edificio institucional ubicado en la Costanera Sur; previéndose la licitación de obra en 2001. El segundo caso es la vivienda Fuentes-López, construida en 2000 y ya habitada. Los dos ejemplos demuestran la factibilidad de proyectos de bajo impacto ambiental y gran eficiencia energética, implementando estrategias de diseño bioclimático e integrando sistemas solares en arquitectura, previéndose el monitoreo y auditoria de las características térmicas y energéticas.

ABSTRACT

Demonstration projects have acquired increasing importance and institutional recognition, as a link between the development of environmental and energy policies and the implementation of the built examples, involving the general public and professionals designing and producing buildings. This work presents two demonstration projects which respond to different environmental conditions, scales and functional requirements. The Interpretation Centre of the Ecological Reserve, commissioned by the Government of the City of Buenos Aires, and a single family house in Bariloche. Both projects were undertaken by the Research Centre Habitat and Energy, of the Faculty of Architecture, Design and Urbanism, University of Buenos Aires, with design and working drawings prepared in the framework of the Technical Assistance Programme for Bioclimatic Architecture. The first case is an institutional building located on the southern waterfront, which is to go out to tender in 2001. The second case is the Fuentes-Lopez House, constructed in 2000 and already occupied. Both examples demonstrate the feasibility of projects with low environmental impact and high energy efficiency, implementing bioclimatic strategies and integrating solar systems in architecture, planned with a programme of monitoring and audits of the energy and thermal characteristics.

1. INTRODUCCION

Las dos obras presentadas son proyectos diseñados para comitentes reales, un ente gubernamental en el primer caso, y una familia en el segundo, ambos en el marco del Programa de Asistencia Técnica en Arquitectura Bioambiental del Centro de Investigación Hábitat y Energía. El Centro de Interpretación de la Reserva Ecológica se encuentra en la Ciudad de Buenos Aires, Zona Bioambiental III, con clima templado según la clasificación de la Norma IRAM 11,603 (1996), con aproximadamente 800 grados días (base 18°) y temperaturas mínimas de diseño en invierno de 3,8°C y máximas de 31,2°C en verano. Las exigencias de

confort son equilibradas entre invierno y verano. La vivienda, está ubicada en San Carlos de Bariloche, con clima muy frío en la Zona Bioambiental VI, con 3681 grados días (base 18°C) y temperaturas mínimas de diseño en invierno de -5,6°C y máximas de 23,9 en verano. Estas condiciones requieren mayor énfasis en los problemas de invierno, control de las pérdidas de calor y aprovechamiento de la energía solar en todo el año.

CENTRO DE INTERPRETACION, RESERVA ECOLOGICA COSTANERA SUR, BUENOS AIRES

El proyecto del Centro de Interpretación de la Reserva Ecológica, Costanera Sur, fue desarrollado por el Centro de Investigación Hábitat y Energía, CIHE, FADU-UBA para el Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires a través de un convenio de asistencia técnica. Este proyecto demostrativo tiene por objetivo complementar la experiencia didáctica que realizan las escuelas al visitar la Reserva con el ejemplo de un edificio sostenible, de bajo impacto ambiental, con aprovechamiento de energías renovables, implementación de estrategias de eficiencia energética y aplicación de criterios de sustentabilidad en el hábitat construido (de Schiller et al, 2000). El Centro recibirá alumnos de escuelas primarias y secundarias de la Ciudad de Buenos Aires y Gran Buenos Aires, con el fin de interpretar la Reserva Ecológica como ejemplo de un ecosistema de gran valor regional. Las intenciones fundamentales del proyecto son preservar el carácter de la Reserva Ecológica como un área de conservación de la flora y fauna autóctona, a través de líneas temáticas, tales como sol, viento, luz, agua, aire, que permitan relacionar 'ciudad y naturaleza'.

El proyecto aprovecha y optimiza la luz natural y la captación de energía solar e implementa recursos bioclimáticos y estrategias de acondicionamiento natural para lograr refrescamiento en verano y conservación de energía en la época invernal. Así, el proyecto minimiza su demanda de energía convencional no renovable y su impacto ambiental. La incorporación de sistemas de captación de energía solar y eólica complementan los elementos arquitectónicos de este proyecto demostrativo.

Los objetivos principales son: 1. Implementar estrategias de diseño bioclimático e integración de sistemas especializados de captación y aprovechamiento de energías renovables. 2. Utilizar al edificio como ejemplo didáctico para demostrar la importancia del medio-ambiente y ejemplificar las responsabilidades ambientales en la toma de decisiones de diseño. 3. Promover el uso racional de la energía y las tecnologías apropiadas en la construcción. 4. Priorizar el uso de materiales de construcción de bajo impacto ambiental, evitando el uso de materiales energía-intensivos o que atenten contra el medio ambiente. 5. Optimizar el uso y la flexibilidad espacial de modo de minimizar el tamaño de los edificios y los recursos necesarios para su construcción, operación y mantenimiento.

APLICACIÓN DE PAUTAS Y ESTRATEGIAS DE DISEÑO BIOAMBIENTAL.

A partir del análisis climático del sitio y los requisitos de confort, se derivan pautas de acondicionamiento natural para las diferentes épocas del año que han servido como base para el diseño del edificio:

Estrategia de invierno: se optimiza la captación de radiación solar con aberturas y sistemas solares pasivos orientados al N, la conservación de ganancias internas partiendo de una óptima aislación térmica y el aprovechamiento de la iluminación natural aún en días nublados. También se plantea la incorporación de materiales de importante inercia térmica para moderar la variación de temperatura y almacenar calor.

Estrategia de verano: se incorpora protección solar con aleros al N, ventilación cruzada para refrescamiento natural en los espacios principales, masa térmica para moderar los picos de temperatura estival, colores claros en interiores a fin de optimizar la distribución de iluminación natural, techos reflectantes para reducir la absorción de radiación solar y aislación térmica óptima en techos y paredes para controlar la transmisión de calor.

Con la definición de las pautas de diseño consideradas se establecieron las siguientes estrategias de diseño :

- Planta compacta: economía constructiva, mínimas pérdidas, control de infiltraciones e inercia térmica (Figura 1).
- Forma lineal con desarrollo E-O: mejor captación del sol invernal, fácil protección del sol estival del E y O, y posibilidad de ventilación cruzada para los ambientes principales (Figuras 2 y 3).

- Orientación de espacios principales al N: buen asoleamiento invernal, cubierta con inclinación para módulos fotovoltaicos (Figura 4).
- Disposición de espacios secundarios al S y O: protección de vientos fríos, aislación térmica de espacios principales, protección de radiación solar en verano.
- Corte asimétrico N-S para minimizar las sombras sobre los espacios exteriores y aumentar la captación de energía solar en invierno proveniente de la orientación N (Figuras 5 y 6).

SELECCIÓN DE MATERIALES A PARTIR DE SU CALIDAD AMBIENTAL

La selección de los materiales utilizados para el edificio surge de evaluar la calidad ambiental de los mismos buscando alternativas de bajo impacto ambiental y de bajo impacto en la salud con el objetivo de incorporar estos criterios en la evaluación de los sistemas constructivos a aplicar en la construcción.

Entre los factores ambientales evaluados se incluyen:

- Uso de materias primas renovables y/o recicladas.
- Bajo impacto energético en las etapas de extracción, fabricación y colocación en obra.
- Mínimo impacto sobre el salud de los ocupantes del edificio.
- Materiales reutilizables, reciclables o de bajo impacto en la etapa de demolición o ‘deconstrucción’.

INCORPORACION DE INSTALACIONES NO CONVENCIONALES

En cuanto a las instalaciones, de gran valor demostrativo, se han adoptado criterios no convencionales con el objetivo de poner en práctica experiencias inéditas en nuestro medio para su posterior difusión y evaluación.

Red sanitaria: Con el objetivo de difundir el uso racional del agua, se han diferenciado en el proyecto distintas redes en función de la calidad del agua a emplear :

- Distribución de agua potable, proveniente de red para consumo humano.
- Reciclado de aguas “grises”, procedentes de lavatorios y duchas para ser utilizadas en inodoros.
- Recolección de agua de lluvia de la cubierta del edificio para destinarla al riego de los espacios exteriores, depósito de agua contra incendios y, eventualmente, para alimentar los depósitos de inodoros en los sectores de sanitarios. La acumulación se realiza en un tanque australiano que a su vez está conectado a un molino de viento que asegura el llenado del mismo con agua procedente de la napa..
- Bombeo eólico de agua para el sistema de refrigeración por piso radiante en épocas estivales.

Instalación termo-mecánica: El sistema de calefacción adoptado consiste en un piso radiante frío-calor. En época estival el mismo sistema funciona como “piso frío” circulando por el mismo, agua extraída de la napa. Para días con temperaturas más elevadas, el sistema se conecta a una máquina enfriadora.

UTILIZACION DE SISTEMAS SOLARES

El proyecto plantea la instalación de sistemas no convencionales como elementos demostrativos del uso de energías renovables, limpias y renovables y la factibilidad de instrumentación de recursos para reducir la dependencia en las instalaciones convencionales y uso de energías no renovables.

Sistemas solares pasivos: Ganancia directa a través de aberturas vidriadas en la fachada N del edificio, con protección en verano para evitar problemas de sobre-calentamiento, e incorporación de muros acumuladores con pared interior de hormigón y doble vidrio exterior, protegido en verano por aleros.

Colectores solares planos: Los colectores se destinan al calentamiento de agua en duchas y lavatorios; este sistema consta de dos colectores solares de 5 m², inclinados a 45°, y orientados al N.

Módulos fotovoltaicos: El sector administrativo y el pórtico de acceso incorporan paneles fotovoltaicos con el fin de demostrar la conversión de energía solar en energía eléctrica y utilizar la energía generada en el edificio. Para evitar el sobre-dimensionamiento de la superficie de los módulos, se propone un sistema conectado a la red eléctrica convencional urbana, de gran innovación en la ciudad y el país, tanto desde el

punto de vista tecnológico como por su marco legal. Esta opción evita el uso de baterías para almacenar energía. Cuando la demanda de electricidad es reducida, el excedente será 'exportado' a la red convencional, mientras que por la noche y en días muy nublados de invierno se 'importa' energía de la red.

El proyecto, desarrollado en la Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo por docentes e investigadores del CIHE, demuestra el valor de los proyectos demostrativos como oportunidades para lograr una transferencia directa de la experiencia de grado, posgrado e investigación a la comunidad.

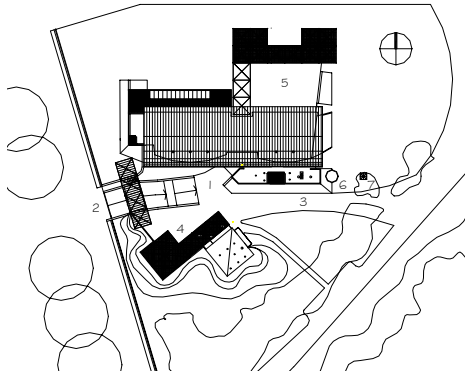


Figura 1 Emplazamiento: 1 explanada acceso
2 acceso peatonal, 3 sendero peatonal
4 patio merienda, 5 patio SUM.

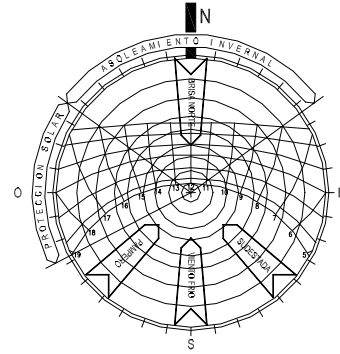


Figura 2 – Buenos Aires, 34° Lat. S
Trayectoria solar y vientos

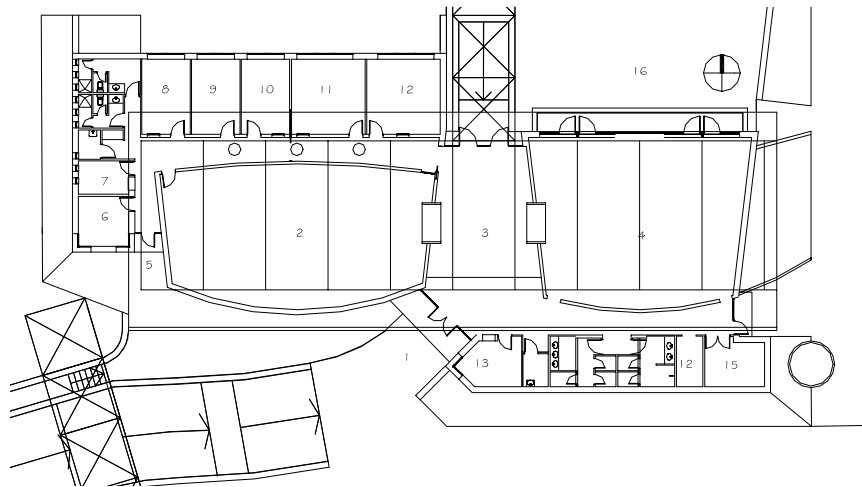


Figura 3: Planta baja: 1. Acceso principal, 2. Sala de interpretación, 3. Hall de acceso, 4. SUM, 5. Acceso personal, 6. Oficina de seguridad, 7. Recepción, 8. Administración, 9/10 Oficina guías, 11/12. Sala de reuniones, 13. Recepción público, 14. Sala máquinas, 15. Depósito, 16. Patio SUM.

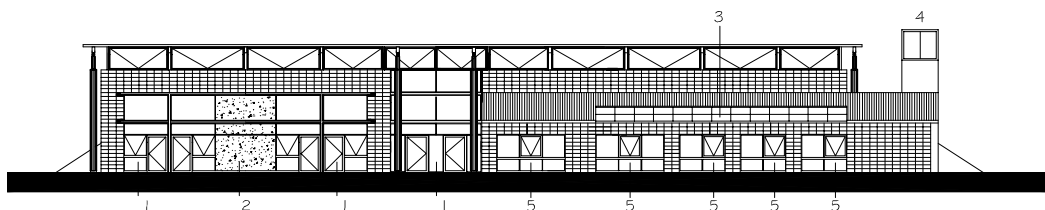


Figura 4 -VISTA NORTE: 1. ventanas captadoras, 2. muro Trombe, 3. paneles fotovoltaicos,
4. colectores planos, 5. ventanas captadoras y muro Trombe.

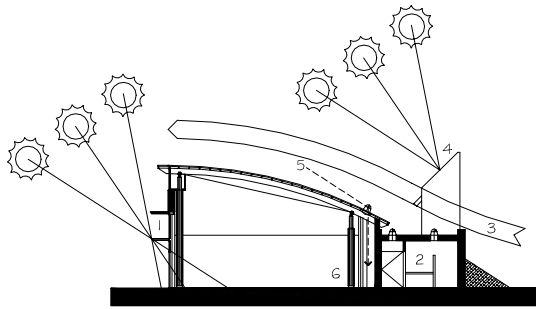


Figura 5. Corte transversal SUM: 1. ventanas captadoras y muro Trombe, 2. “colchón” de servicios, 3. protección de vientos, 4. colectores, 5. lumiductos, 6. muros y solados macizos.

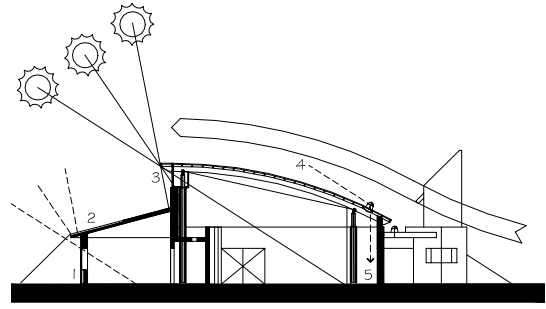


Figura 6. Corte transversal Sala: 1. ventanas captadoras y muro Trombe, 2. fotovoltaicos, 3. ventanas captadoras, 4. lumiductos, 5. muros y solados macizos para inercia térmica.

CASA FUENTES LOPEZ, BARILOCHE, PROVINCIA DE RIO NEGRO.

La casa se encuentra a 18 km al norte de la Ciudad de Bariloche, latitud 41°S, a 950 m de altura, en la Zona Bioambiental VI, muy fría, con 3681 grados días base 18°C. El comitente estableció como objetivo un proyecto energéticamente eficiente con energía solar para calefacción, agua caliente y electricidad, y de bajo impacto ambiental. Para resolver estos requisitos se incorporó gran inercia térmica en paredes que permitiese almacenar el calor de los sistemas solares pasivos y activos en invierno y atenuar las temperaturas interiores en verano. Se logró además excelente nivel de aislación térmica en techos, paredes y ventanas, superando el Nivel A de la Norma IRAM 11.605. Se incorporaron tres sistemas solares pasivos diferentes: ganancia directa, muro acumulador e invernadero, así como un sistema activo para almacenar el calor del invernadero en un lecho de piedras, y dos sistemas activos utilizando paneles fotovoltaicos para la generación auxiliar de electricidad y colectores solares planos para calentamiento de agua.

Clima: Bariloche presenta una temperatura mínima de diseño de -5.8°C en invierno, con una mínima absoluta de -21°C . La nieve es frecuente en el terreno y las horas anuales de sol corresponden a 40 % del total, con días nublados y lluviosos distribuidos durante todo el año. Sin embargo, la radiación solar en verano es intensa, combinada con temperaturas estivales máximas de 24°C . Las condiciones climáticas rigurosas exigieron un cuidadoso estudio de las etapas de construcción, materiales y disponibilidad de mano de obra.

Programa: El programa de la vivienda, para un grupo de familiar de padres y cuatro hijos, previó un espacio central para estar-comedor-cocina, estudio y oficina para los padres, 3 dormitorios en la planta baja. La planta alta, concebida inicialmente como espacio abierto para juegos, se compartimentó sin dificultad configurando dormitorios adicionales y estudios, dado la flexibilidad de la misma (Figuras 7 y 8).

Terreno: El terreno, con frente de 55 m y 134 m de largo, tiene pendientes importantes con una diferencia de 20 m entre el acceso y el centro del terreno. Los retiros obligatorios y las pendientes con bosques naturales y caña colihue, están reglamentados para evitar la poda indiscriminada, motivos que condicionaron la implantación a fin de optimizar el acceso al sol con mínimo impacto a la vegetación existente (Figura 9).

Estructura sismo-resistente: Por encontrarse en una zona de potencial actividad sísmica, la vivienda incorpora una estructura especialmente diseñada para resistir las fuerzas generadas por los elementos de gran masa utilizados para almacenar calor en los sistemas solares.

Materiales de construcción: Se seleccionaron materiales de bajo impacto y se estudió la forma y provisión de los mismos. Aunque piedra y madera local fueron materiales seleccionados preferentemente, la disponibilidad, costo y calidad de los productos, así como plazos de entrega, fueron también considerados.

Mano de obra local: Si bien la mano de obra empleada no tiene experiencia en construcciones superaisladas y durante la época turística estival disminuye la oferta de mano de obra calificada, los resultados son muy satisfactorios, ya que el contratista respetó las indicaciones especiales al colocar los materiales aislantes.

Sistemas solares pasivos: La fachada N incorpora tres sistemas solares pasivos: **1. Invernadero** de gran volumen y superficie nominal de 48 m^2 expuesta al N, vinculado térmicamente al interior de la vivienda por 4 mecanismos complementarios de transferencia de calor: convección forzada

al lecho de piedras debajo de las áreas del estar; convección natural a través de ventanas practicables; radiación directa a través de ventanas cerradas fijas y transmisión con demora de la onda de calor a través de muros de gran capacidad térmica. **2. Ganancia directa** a través de aberturas con orientaciones favorables para la captación de radiación en invierno, ubicadas en la cocina, comedor, dormitorios en planta baja y aberturas en planta alta, con una superficie nominal de 7,50 m². **3. Muros acumuladores:** dos paneles de mampostería densa con vidrio fijo exterior sobre la fachada N, con un alero que proporciona sombra en verano. Superficie nominal expuesta al N: 16 m².

Sistemas solares activos: **1. Paneles fotovoltaicos** La pendiente del techo orientado al N inclinado a 40°, incorpora dos sistemas solares adicionales: una superficie de 10 m² con paneles de silicio amorfo alimenta un sistema conectado a la red convencional de energía eléctrica. Este dimensionamiento permite un máximo aprovechamiento de la energía generada y un mínimo de exportación a la red, de acuerdo a los costos locales desfavorables. **2. Colectores solares planos:** para el calentamiento de agua, se emplean colectores planos montados sobre el techo y conectados a través de un sistema activo a un tanque de 250 litros ubicado en la planta alta (Figura 10).

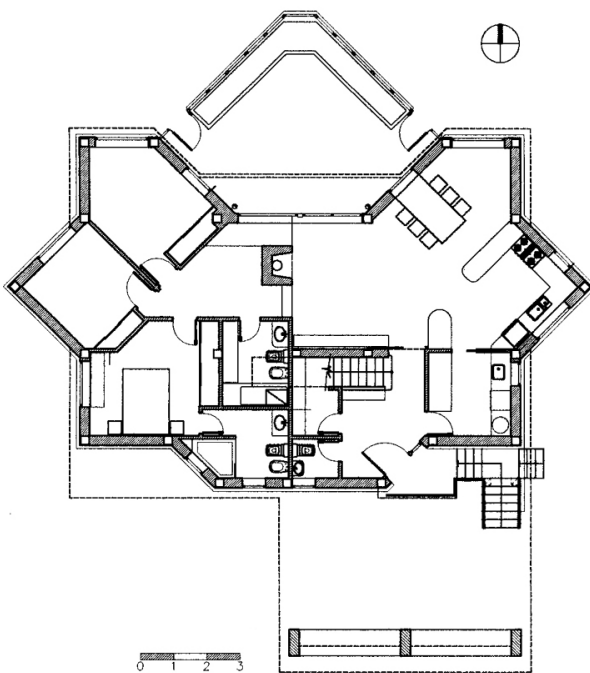


Figura 7. Planta Baja

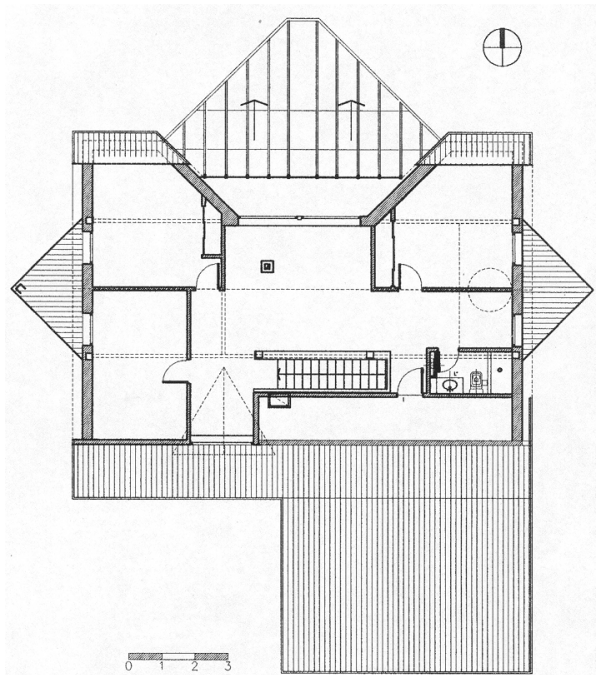


Figura 8. Planta Alta

Figura 9.

Corte Norte – Sur

A la izquierda, sur, la cochera y entrada, con leñera, depósito y bodega.

A la derecha, norte, el invernadero con el sistema activo con ventilador y conducto hacia el lecho de piedras.

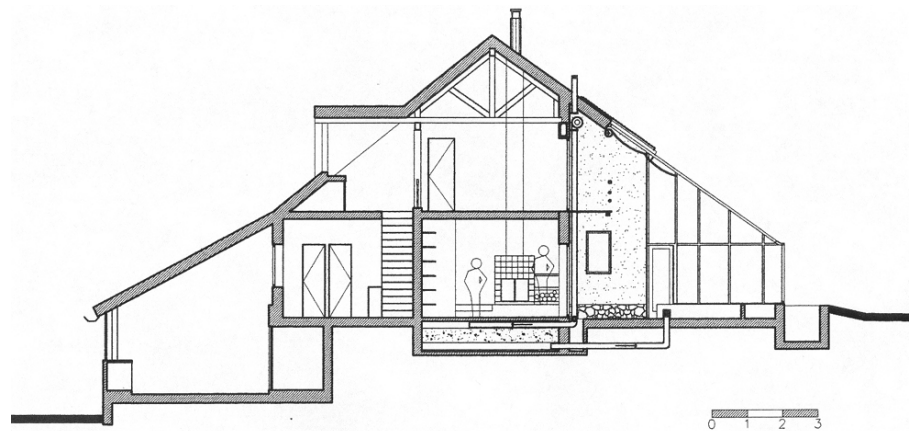




Figura 10
Colectores solares en el techo



Figura 11.
Lecho de piedra



Figura 12.
Colocación de la segunda
capa de aislamiento en el
techo.
Espesores:
15cm + 5 cm.



Figura 13.
Muro acumulador con
ventana en el paño central.

CONCLUSIONES

Ambos proyectos demostrativos permiten la incorporación de innovaciones tecnológicas, tales como espesores inusuales de aislamiento térmico, módulos fotovoltaicos integrados en los techos, sistemas solares de calentamiento de agua, etc. Los espesores de aislantes livianos empleados en los techos de Buenos Aires y Bariloche tienen 20 cm (Figura 13) y 10 cm respectivamente, y 15 cm y 10 cm en las paredes. Con estos espesores se logran valores de transmitancia térmica significativamente inferior a los mínimos contemplados en el nivel más exigente de la Norma IRAM 11605 (1998).

En el desarrollo de ambos proyectos, se buscó la integración al medio y la adecuación climática utilizando una serie de técnicas y herramientas complementarias. En ambos casos, se realizaron series de diseños alternativos con las respectivas evaluaciones del comportamiento en relación con el impacto favorable o desfavorable del sol, mediante ensayos con maquetas en el Heliodón.

Asimismo, se llevaron a cabo simulaciones numéricas del ingreso de radiación solar, régimen térmico de los locales y distribución de temperaturas en potenciales puentes térmicos y detalles constructivos. Así se pudieron ajustar decisiones del diseño y verificar el probable comportamiento de propuestas de innovación tecnológica.

La materialización de proyectos demostrativos permite desarrollar y difundir soluciones innovadoras de bajo impacto ambiental, respuestas constructivas e instalaciones de sistemas energéticos no convencionales. Se prevé la realización de campañas de mediciones de comportamiento térmico, consumos, costos de operación y funcionamiento, así como evaluaciones post-ocupación, con el fin de evaluar los resultados, verificar la validez de los simulaciones y contribuir al mejoramiento de futuros proyectos, legislación y normativas.

REFERENCIAS

- de Schiller, S.; Evans, J. M. (2000), Proyecto demostrativo: Vivienda solar de bajo consumo energético: Casa Fuentes Lopez, Bariloche, Río Negro, Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente, Revista de la Asociación Argentina de Energía Solar, Vol. 4, N°1, Salta.
- de Schiller, S.; Evans, J. M.; Labeur, A. (2000), Proyecto demostrativo: Centro de Interpretación, Reserva Ecológica Costanera Sur, Buenos Aires, Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente, Revista de la Asociación Argentina de Energía Solar, Vol. 4, N°1, Salta..
- Servicio Meteorológico Nacional, Estadísticas climatológicas 1981-1990, Serie B, N° 37, Buenos Aires.

- Norma IRAM 11.603 (1996), Acondicionamiento Térmico de Edificios: clasificación bioambiental de la República Argentina, Instituto Argentino de Normalización, Buenos Aires.
- Norma IRAM 11.605 (1996), Acondicionamiento Térmico de Edificios: Condiciones de habitabilidad en edificios, valores máximos de transmitancia térmica en cerramientos opacos, Instituto Argentino de Normalización, Buenos Aires..
- van Hal, A. (2000), Beyond the demonstration project: the diffusion of environmental innovations in housing, Aeneas technical publishers, Best, Países Bajos.
- Nationaal Dubo Centrum, Rotterdam, (2000), Demonstration Projects for Sustainable and Low Energy Building: frameworks for the future, Países Bajos.