

Trabajo aceptado para su publicación en el ENTAC 2002 a realizarse en Foz do Iguacu, Brasil.

CREACIÓN DE UN LABORATORIO DE DISEÑO AMBIENTALMENTE CONSCIENTE EN EL ÁMBITO DE UNA ESCUELA TÉCNICA DE ENSEÑANZA MEDIA

Jorge Czajkowski¹

IDEHAB, Instituto de Estudios del Hábitat, UI N°2, FAU, UNLP

Calle 47 N° 162. CC 478 (1900) La Plata. http://idehab_fau_unlp.tripod.com/ui2/

e-mail: czajko@ing.unlp.edu.ar <http://jdczajko.tripod.com> Tel-fax: + 54 (221) 423-6587/90

Rubén Planas y Lucio Moralli²

Escuela Técnica N°1. "Campañas al Desierto". MEPBA.

Calle Carmen Granada y Pincen. (6400) Trenque Lauquen, Buenos Aires, Argentina

Email: mmoplanas@hotmail.com Tel-fax: + 54 (2392) 422118

Resumen

La Provincia de Buenos Aires en la República Argentina posee una de las mayores redes educativas de América Latina. Toda población mayor a 10000 habitantes posee al menos una escuela de enseñanza media técnica. La currícula de estas escuelas tiende a adaptarse al tipo de producción de la región de influencia. Dada la sistemática disgregación y desfinanciación que ha sufrido el sistema educativo en nuestro país se implementó un Programa de Proyectos Innovadores en Ciencia y Tecnología (PRICyT) con fondos de créditos internacionales en los cuales un Investigador con sede en una Universidad Pública debía actuar como tutor científico de un proyecto presentado por cada escuela técnica o agraria. Se exponen los resultados de la experiencia, las dificultades presentadas, los objetivos de un laboratorio de estas características que es inédito en el ámbito de la enseñanza media, las características del Modulo de Ensayo Ambiental de Sistemas Constructivos, los sistemas desarrollados y algunos resultados obtenidos en mediciones del 2001.

Introducción

En las localidades del interior de la provincia de Buenos Aires (Argentina) la mayor parte de las Escuelas Técnicas y Agrarias de enseñanza media carecen de recursos, apoyo y vinculación con el medio científico universitario. Con el fin de comenzar a solucionar este problema el gobierno de la provincia de Buenos Aires implementó el Programa de Proyectos Innovadores en Ciencia y Tecnología (PRICyT) con el cual se financiaron 190 proyectos presentados por las escuelas con subsidios de 10.000 \$ promedio. Con el apoyo técnico-científico del Instituto de Estudios del Hábitat de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo – UNLP, se creó un Laboratorio de Diseño

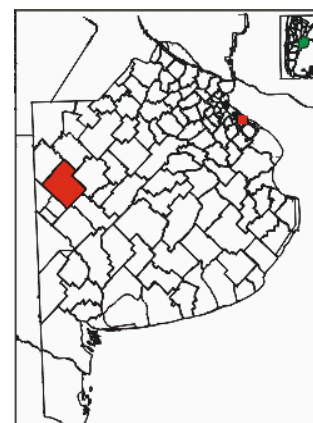


Figura 1: Mapa de la Provincia de Buenos Aires indicando Trenque Lauquen y La Plata.

1. Tutor del proyecto. Investigador CONICET – Profesor Titular FAU-UNLP

2. Directores del proyecto. Profesores ET Nro 1.

Ambientalmente Consciente (LabDAC) en la Escuela Técnica Nro 1 de Trenque Lauquen en la región pampeana bonaerense. Este Laboratorio formaba parte de uno de los objetivos del proyecto denominado Casa Popular Sustentable – CPS, pero dado el desarrollo que este alcanzó es necesario exponerlo y discutirlo por separado. Fue un trabajo de corto plazo y alta intensidad y dedicación realizado a 700 Km. de distancia en la cual el tutor realizaba visitas semanales de variada duración (24 a 72 hs).

Para esto se adquirió equipamiento informático, software e instrumental de medición y monitoreo continuo para la realización de auditorías en edificios de la región, desarrollo de sistemas constructivos su evaluación y medición, construcción de un módulo de ensayo de sistemas constructivos en escala 1:1, entre otros. El IDEHAB transfirió tecnología, software de cálculo y simulación y brindó el apoyo, orientación y capacitación a los docentes y alumnos involucrados en el proyecto para alcanzar un adecuado nivel técnico-científico. En el proyecto original se encontraban involucrados solamente 8 integrantes entre tutor, profesores y alumnos, pero la repercusión en una localidad de 30000 habitantes fue tal que a la finalización del proyecto habían participado cerca de 60 personas. Solo de esta forma en 60 días pudieron lograrse las metas propuestas que en su momento fueron observadas por el evaluador externo del PRICyT.



Figura 2: Grupo de trabajo donde participaron docentes, alumnos y el tutor científico

Métodos, Instrumentos y Técnicas

Dado que uno de los objetivos del proyecto consistía en instalar un pequeño Laboratorio de diseño, construcción y evaluación de prototipos de vivienda era necesario crearlo y contar con espacio para construir la primer etapa del módulo de ensayos a escala 1:1. Previo al desarrollo final se realizaron discusiones sobre la conveniencia de una u otra solución constructiva para lo cual se realizó un análisis bioclimático de la localidad basado en los modelos de Olgyay y Givoni. Se obtuvo un perfil bioclimático sobre el cual se discutieron las diversas soluciones constructivas. Posteriormente se realizó un predimensionamiento con el Sistema Bioclim. Paralelamente se realizó una campaña de medición de viviendas populares de la localidad. Esta campaña de entrenamiento sirvió para que profesores y alumnos tomaran contacto con las condiciones de vida de los sectores de menores recursos de su comunidad a los que se les realizó una encuesta (simplificada) de la que lleva a cabo el IDEHAB con los Proyectos UREAM2 y REDES financiados por el CONICET y la ANPCyT. Se adquirió

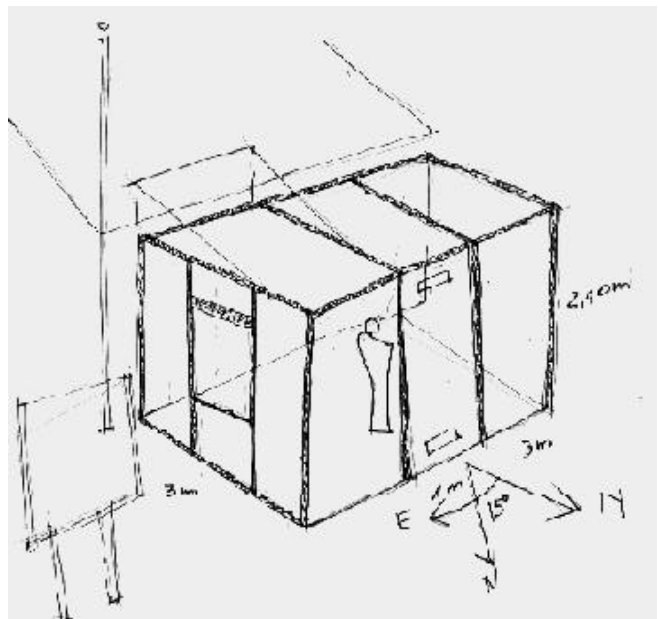


Figura 3: Primer bosquejo del Módulo de Ensayos de Sistemas Constructivos Sustentables – MESCoS-

instrumental de medición de última generación similar al utilizado por los proyectos universitarios. Este instrumental consistió en: 3 (tres) DATA LOGGER marca HOBO (Usa) Mod. HO 8-004-02 Temp. Int. y Ext. – RH intensidad luz; 1 (uno) DATA LOGGER HOBO (Usa) Mod. HO 8-032-08 Temperatura Humedad. Weather Prof 6K Memoria; 4 (cuatro) TERMOHIGROMETRO DIGITAL MARCA TFA (Alem) Mod. Z30-5002 c/Ret. Max y Min. c/doble Display Grande; 1 (uno) SOFTWARE ONSET (Usa) Mod. Boxcar Vers 3 P/ DATA LOGGER HOBO; 2 (dos) TERMOMETRO MARCA MULTI (Chino) Mod. 9299C c/Sensor Ext. 133mm de long. Retención de máx./min. Alarma de máx./min. Hold. 50/300°C; 2 (dos) SENSOR MARCA HOBO (Usa) Mod. TMC6-HA P/DATA LOGGER H8.RANGO: -40 a 100°C; Una PC Pentium III 800 MHZ, 64 Mb RAM, HD 19 Gb, con kit multimedia, modem sistema de backup Zip, monitor 17". Impresora Deskjet 1220C y scanner Optic-Pro 1248U. A estos instrumentos se debieron adquirir un variado grupo de herramientas ya que la Escuela no contaba con elementos de trabajo mínimos como taladro, mechas, máscaras soldador, plomada, niveles, etc.

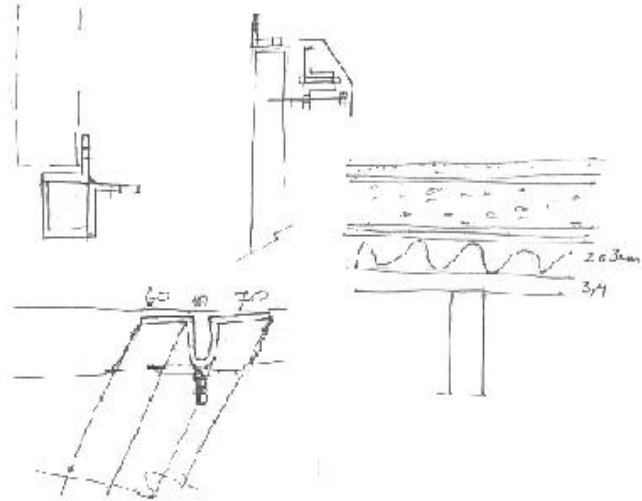


Figura 4: Primeros esquemas de las características constructivas del MESCoS.

Como además se requería de software de CAD, para el cual se previó en el presupuesto una licencia académica, *Autodesk Argentina* jamás respondió la solicitud de compra. Dada la premura del proyecto uno de los profesores de la escuela facilitó el software *ArcPlus* de su propiedad para que los alumnos trabajen en el diseño del módulo y el prototipo.

Discusión

En una reseña de los objetivos del Proyecto CPS se pretendía desarrollar y construir módulos edilicios autoconstruibles, junto a la creación de un Laboratorio de Diseño Ambientalmente Consciente “LabDAC” que pudiera estar acompañado de un Gabinete de promoción de las Casas Populares Sustentables a desarrollarse en el ámbito de la escuela.

Estos objetivos generales se alcanzaron y entre los principales resultados científicos se encuentran:

Realización de una campaña de auditorías ambientales en una muestra reducida de casos compuesta en primer lugar por las viviendas de los propios alumnos involucrados en el proyecto con el fin de que se capaciten sin el temor que significa ingresar al núcleo de una familia desconocida. Esto comprendió una encuesta socioeconómica, los modos e intensidad de uso de combustibles, la opinión ambiental de los usuarios respecto de su vivienda y su área de influencia, el grado de penetración de la oferta de electrodomésticos, el nivel de escolaridad, el tipo de protección en salud, entre otras variables e indicadores.

Esta información se procesó en el LabDAC con el equipamiento e instrumental adquirido, junto a la construcción de un Módulo de Ensayo de Sistemas Constructivos Sustentables (MESCoS), que por sus características es único en su tipo en la región y en el país en el ámbito de la enseñanza media.

En la primer visita se discutió sobre las características básicas que debería tener el MESCoS y los condicionantes de contorno para buscar donde emplazarlo. La intención era múltiple ya que debía poseer modularidad, crecimiento, habitabilidad y ser además y por sobre todas las cosas un instrumento pedagógico para los alumnos de la región. Se adoptó en consecuencia las dimensiones de una habitación característica en todos los planes de vivienda del municipio en la que podrían monitorearse partes de envoltente en diversas orientaciones. Debía por otra parte tener que resolverse con los materiales que se consiguen en la localidad. Se conforma así un prisma de 3 x 3 m de base y 2,6 m de altura con una estructura metálica autoportante modulada en 1 x 1 m que permita el fácil armado y desarmado de paneles livianos o sirva de cuadro para paneles pesados, o sistemas racionalizados mixtos (ladrillos, bloques cerámicos o cemento, etc.) (Ver figura 5).



Figura 5: Momentos en las etapas de montaje de la estructura del módulo de ensayos de sistemas constructivos. Puede verse que se realizó un tratamiento del piso para reducir el albedo ya que se encuentra ubicado en la azotea de la escuela donde la membrana aluminizada perturbaría las condiciones de medición.

El costo total del módulo fue de U\$S 1.460.- sin mano de obra ya que fue realizada por alumnos y docentes.

Este módulo posee en sus cercanías una estación meteorológica automática que permite medir temperatura: seca, rocío, húmeda; humedad absoluta y relativa. El resguardo meteorológico fue diseñado y construido por los alumnos (ver figura 6)

Se procesó y analizó una pequeña parte de la información recabada centrandose en las características formales y dimensionales de las viviendas, el nivel de confort higrotérmico durante el período estival (modelos de Olgyay y Givoni) en la localidad durante el período de medición y dentro de las viviendas, se realizaron simulaciones del comportamiento energético ambiental mediante los Programas “EnergCAD R14” y “AuditCAD” a lo largo de un año, se sintetizaron estos resultados en Fichas Tipológicas de Análisis de Caso.



Figura 6: Resguardo metereológico para el HOBO de exterior

Se entrenó al personal involucrado en técnicas y protocolos de auditdiagnóstico ambiental edilicio con un nivel semejante al utilizado por los principales grupos de investigación en Hábitat y Energía del país. Esto incluyó manejo y operación de instrumental de última generación,

software para el procesamiento de datos adquiridos por el instrumental, software de diseño ambiental edilicio avanzado, entre otros.

Se realizó un diagnóstico ambiental de la localidad con el fin de determinar las recomendaciones de diseño urbano y edilicio aconsejables basado en los modelos de Olgay, Givoni y Norma IRAM 11603/92.

El trabajo sirvió además para que docentes y alumnos de la localidad conocieran las condiciones de habitabilidad higrotérmica, en el exterior (Figura 8) e interior de las viviendas y la calidad térmica de las viviendas producidas por el Municipio. Para esto se realizaron simulaciones con el "AuditCAD" y el indicador de calidad térmica edilicia "G" se contrastó con los valores recomendados por la normativa vigente. Esto puede verse en la figura 9 donde prácticamente todos los casos auditados no estarían cumpliendo los estándares de la Norma IRAM 11604/00.

Se recabó información científica vital que excede en tiempo y objetivos al proyecto en curso y que serviría de antecedente en una *continuación del proyecto*.

Se gestó un grupo en el ámbito de una escuela media que se convierte en germen de un emprendimiento científico en el interior provincial distante centenares de kilómetros de los centros académicos universitarios, que no debe ser abandonado y con el cual ya se está celebrando un Convenio Amplio de Cooperación Académico - Científica con la Facultad de Arquitectura y Urbanismo y su Instituto de Estudios del Hábitat de la UNLP.



Figura 7: Prototipo MESCoS finalizado donde se observan los dos sistemas constructivos en medición.

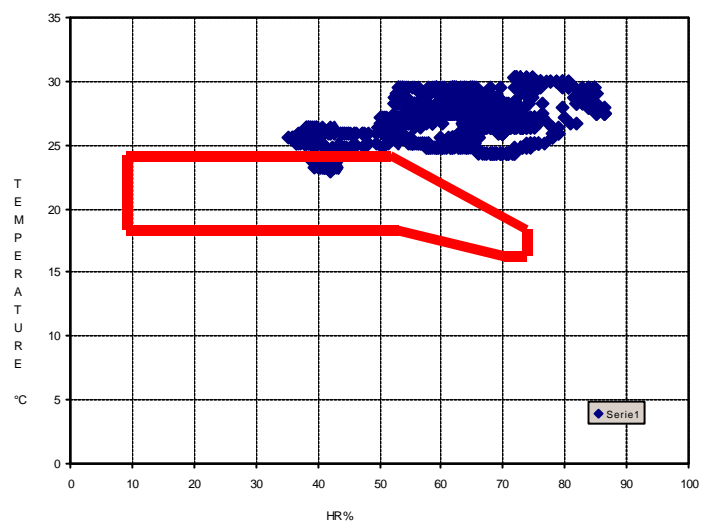


Figura 8: Diagrama de confort de Olgay mostrando el comportamiento climático en la semana de medición (18 a 24/02/01)

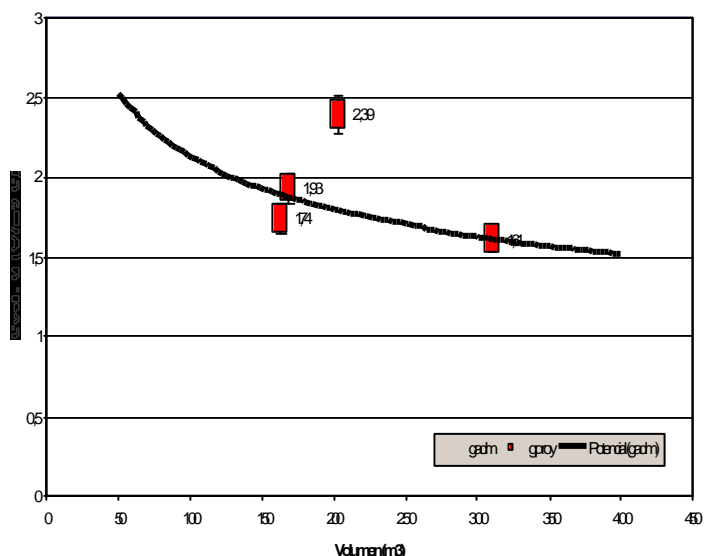
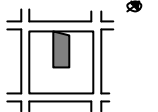




Figura 9: Coeficientes Globales de calidad térmica edilicia G de los 4 casos auditados respecto al límite establecido por la Norma IRAM 11604/00.

FICHA RESUMEN N°2		IMPLANTACION  Localización del relevamiento 35,58 latitud sur 62,44 longitud oeste
TIPOLOGIA	Casa Cajón	
LOCALIZACION	Barrio Esperanza casa N° 97	
LOCALIDAD:	Trenque Lauquen	
DESCRIPCION	Vivienda compacta de tres dormitorios y dependencias anexas. De construcción económica sin uso de aislación térmica en la envolvente.	

DOCUMENTACION





ASPECTOS DIMENSIONALES					
Superficie habitable	61,00	m ²			
Volumen habitable	184,00	m ³			
Compacidad	-Co-	0,39			
Factor de forma	-f-	0,86			
Factor de exposición	-fe-	0,45			
Altura media de locales	-h-	3,00	m		
ASPECTOS ENERGETICOS					
Consumo anual /m ² electricidad	2313	kw.h/m ² año			
Consumo anual /kg gas envasado	240	Kg/año			
Coefficiente global de pérdidas	1,82	W/m ² °C			
Coefficiente de pérdidas P/m ²	5,46	W/m ² °C			
Perdidas Por	Techos	20,53	%	69	MJ
	Muros	29,02	%	97	MJ
	Aberturas	6,67	%	23	MJ
	Pisos	5,33	%	8	MJ
Envolvente	Renov. Aire	38,48	%	129	MJ
	Necesidad de energía por balance	171,91	MJ		
Aporte de energía según mediciones	170,14	MJ			
Diferencia porcentual entre las dos últimas	1,04	%			

TECNOLOGIA		DESCRIPCION
CUBIERTA	EXTERIOR	Recubrimiento exterior (Chapa) Membrana hidrófuga Entablonado madera machihembrado a la vista (0.02)
	INTERIOR	K=1,12 W/m ² °C
MURRO EXT	INTERIOR	Revoque interior (0.02) Ladrillo común (0.20) Revoque intermedio (0.02) Revoque exterior (0.02)
	EXTERIOR	K=2.21 W/m ² °C
MURRO INT	INTERIOR	Revoque interior (0.02) Ladrillo común (0.20) Revoque intermedio (0.02) Revoque exterior (0.02)
	INTERIOR	K=2.21 W/m ² °C
SOLLADO		Baldosas Carpeta Contrapiso Terreno natural K= 1.57 W/m2 °C
ABERTURAS		K= 5.8 W/m ² °C

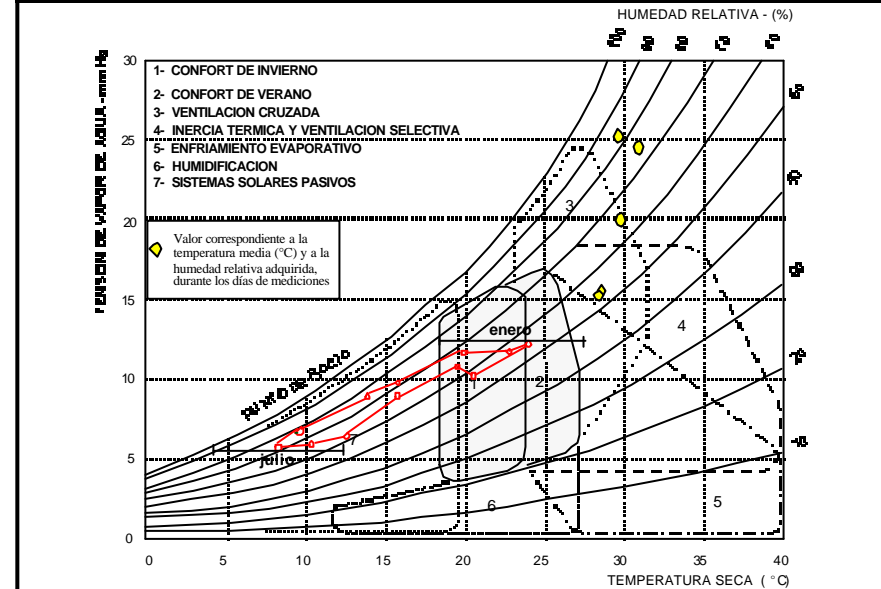
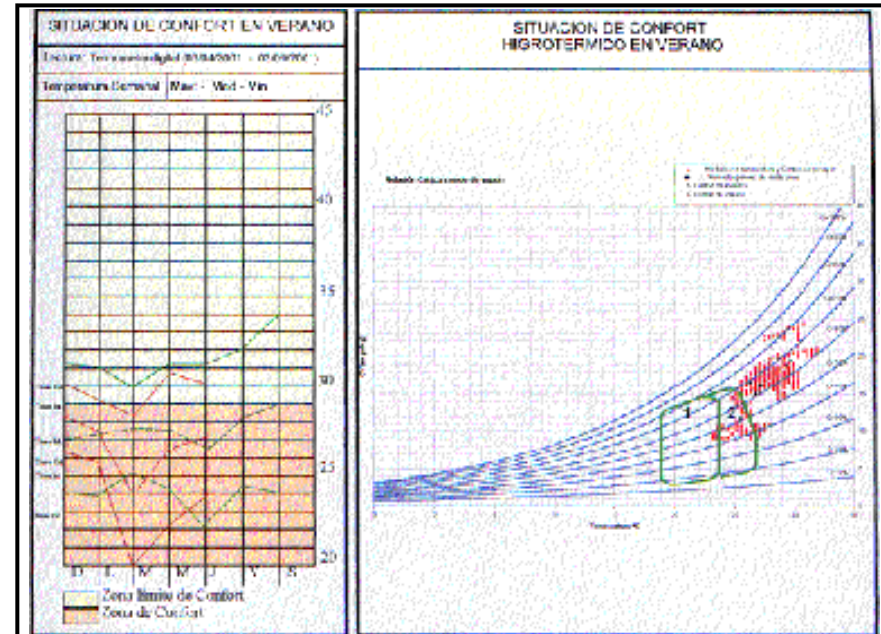


Figura 9: Ejemplo de ficha de auditoría realizada por los alumnos participantes del proyecto, basado en el modelo UI2-IDEHAB.

Conclusión

Entre los resultados tecnológicos podemos mencionar:

Desarrollo tecnológico de un Módulo de ensayo de sistemas constructivos que es económico, flexible, transformable, modular y factible de ser transferido a Escuelas Técnicas de otras sub zonas bioambientales de la provincia o el país. Con la posibilidad de implementar una red de cooperación coordinada por el PRICyT, la FAU-UNLP y posiblemente la Asociación Argentina de Energías Renovables y Ambiente. Esta última cuenta con grupos e institutos consolidados en las provincias de Buenos Aires, Capital, Salta, Catamarca, Mendoza, San Luis, Neuquen, Santa Fe, Córdoba, Chaco, La Pampa y Tucumán.

Desarrollo de sistemas constructivos para cerramientos verticales y horizontales a partir de croquis de ideas, modelización en computadora para analizar su comportamiento y calidad higrotérmica según Normas IRAM 11601, 11605 y 11625.

Desarrollo de una cabina de resguardo meteorológica para el Micro-adquisidor de datos HOBO H8 Pro por parte de los alumnos (diseño, materiales y construcción) a un tercio del valor de la importada.

Basados en esta reseña se han alcanzado casi la totalidad del objetivo principal y secundarios, quedando para la continuidad del proyecto la posibilidad de conseguir recursos para construir un Prototipo de CPS de 60 m² que pueda además albergar al Gabinete de Promoción de Casas Populares Sustentables en sus versiones Urbana y Rural. Donde la Rural incorporaría sistemas solares de climatización, agua caliente y electricidad solar – eólica.

Referencias

Czajkowski, J. Et Al (1997) 1er. Concurso de vivienda de interés social. SEDUV, MOSP, MECON, Argentina.

CICER (Cámara Industrial de Cerámica Roja). Ref: Norma IRAM 11.605- 1996.

Loterztain, I (1968) Condensación de humedad en viviendas. INTI.

IAS, Instituto de Arquitectura Solar. (1990) . La casa solar de La Plata.

Czajkowski, J y Gómez, A. (1994) Diseño bioclimático y economía energética edilicia. Edit UNLP.

Czajkowski, J. (1999) Programa AuditCAD para el análisis del comportamiento energético edilicio basado en auditorías energéticas y de confort. Anais del V Encontro de Conforto no Ambiente Construido. 6 págs. CD

Normas IRAM. (2000) Compendio Actualización de normas sobre aislamiento térmico de edificios.

Yáñez Parareda, G (1989) Energía solar edificación y clima. Tomo I y II. Edit MOPyU, España.

Rosenfeld, E y Czajkowski J. (1992) Catálogo de tipologías de viviendas urbanas en el área metropolitana de Buenos Aires. Edit FAU, La Plata, Argentina.

UI2, IDEHAB, FAU, UNLP. (1997-1999). UREAM- Políticas de uso racional de la energía en áreas metropolitanas y sus efectos en la dimensión ambiental. PIP CONICET. Coordinador del proyecto.

UI2, IDEHAB, FAU, UNLP. (1997-1999). Formulación teórico metodológica para el análisis del sistema de redes de servicios e infraestructura urbano regional. PIP CONICET. Coordinador de área temática.