

CONSTRUCCION Y PROGRAMA DE ENSAYOS DE UN PROTOTIPO DE VIVIENDA SOLAR  
EN ZONA TEMPLADA HUMEDA

E. Rosenfeld, O. Ravella, J.L. Guerrero, L. Ciancaglini, A. Jurgeit,  
G. Brusasco, J.R. del Cueto\*

IAS / FABA, Instituto de Arquitectura Solar, Av. 1 n° 698, 1900 La Plata

Resumen

Se describe un proyecto que abarca el diseño, construcción y experimentación de un prototipo de edificio solar-banco de ensayos, localizado en La Plata, Latitud 35° Sur. Se exponen las principales alternativas del proceso de rediseño de una célula prototípica del Programa CESAD (1) y las decisiones que fundamentan el partido solar en los aspectos térmico y de la tecnología solar utilizada. Se detallan a continuación las características de diseño arquitectónicas y térmicas, incluyendo las definiciones de orden constructivo, la mecánica general utilizada en los balances térmicos y sus resultados. Se describen las simulaciones y programas experimentales a realizar en la primera campaña y subsiguientes. Se concluye con el estado de avance actual del prototipo cuya construcción está previsto finalizar en el próximo mes de octubre.

1. INTRODUCCION

El prototipo de edificio solar-banco de ensayos surgió como necesidad, a la finalización del proyecto del Programa CESAD, para responder a los siguientes objetivos:

- a. poner a prueba la propuesta del Programa en las etapas de construcción y de ensayo, en especial teniendo en cuenta que se trata del primer conjunto solar de la zona templada húmeda;
- b. poner en marcha un edificio solar-banco de ensayos para la zona, respondiendo a la conveniencia de contar con este tipo de elemento en las diversas regiones del país;
- c. contar con un edificio solar de demostración para contratistas de futuros conjuntos y para usuarios y público en general.

Evaluada la conveniencia, en setiembre de 1979 se concretó la Resolución n°472 por la cual la Secretaría de Estado de Desarrollo Urbano y Vivienda -SEDUV- encomendó al IAS / FABA "las tareas del programa de construcción y ensayo". El prototipo experimental fue localizado en la esquina de las calles 525 y 15 de La Plata, Lat. 35° Sur, en un sector reservado dentro de los terrenos en los que será emplazado el Conjunto de treinta viviendas solares (1) proyectado como parte del Programa CESAD. El predio es propiedad del Instituto de la Vivienda de la Pcia. de Buenos Aires -IVBA- y forma parte de un barrio compuesto principalmente de conjuntos habitacionales de diferente data y diseño dentro de un denominador común de viviendas económicas. El IVBA colabora con el proyecto de investigación brindando asimismo apoyatura a través de diversas facilidades y servicios en cuanto a obrador, especialistas, etc.

\* Colaborador

La tarea de proyecto estuvo centrada en el rediseño de una célula CESAD de dos dormitorios, modificada básicamente según lo siguiente:

- a. fueron introducidas distintas aberturas en los paramentos Oeste y Este a efectos de probar a partir de ellas sistemas de ganancia directa -GAD- y de protección solar, así como también para facilitar las simulaciones en las que el prototipo deberá representar diversas situaciones dentro de un conjunto de viviendas agrupadas según posiciones de punta o intermedia dentro de un subconjunto;
- b. fue modificada la estructura de sustentación y acceso al subsistema solar de calentamiento de agua a fin de facilitar el control y cambio de diferentes equipos;
- c. fue modificado el interior con el propósito de adecuarlo a recibir el instrumental previsto, dirigiendo también en este sentido el diseño de la instalación eléctrica;
- d. fueron introducidas variaciones en dimensiones, proporciones y detalles a efectos que una unidad inicialmente concebida como vivienda agrupada resultara correcta desde el punto de vista funcional y estético como vivienda aislada.

La arquitectura e ingeniería de detalle prevén diversas facilidades y dispositivos a los fines de posibilitar que el prototipo cumpla su función de estructura experimental para ensayar no sólo conjuntos del tipo CESAD, sino también sistemas y/o materiales de interés en la región húmeda.

## 2. PARTIDO SOLAR

El partido solar del prototipo surge como respuesta al procesamiento de tres condicionantes:

- a. Modelo Energético del Programa CESAD (2);
- b. análisis profundizado de la situación climática sintetizada en el Modelo Energético;
- c. características propias del prototipo en cuanto edificio solar-banco de ensayos.

En cuanto al punto a) suficientemente explicitado en (2) sólo cabe recordar que sintetiza entre otros el recurso solar disponible, la secuencia de días nublados, la acumulación necesaria del orden de 4,5 días a partir del análisis climático y la tecnología solar adecuada dentro de los parámetros económicos de la Operatoria FONAVI.

El punto b) surge del análisis ulterior de los días tipo y la información disponible, que permite afirmar que en la zona de validez del Modelo Energético los días claros y nublados e intermedios se suceden sin periodicidad. En consecuencia los elementos edilicios que pueden cargar calor y descargarlo periódicamente, como muros o elementos de la masa interior a la envolvente, no pueden ser utilizados con efectos beneficiosos toda vez que descargarían el calor cuando su período se lo indique y no cuando sea necesario. Esta descarga incontrolable puede en determinadas circunstancias -muy frecuentes- apartarnos del diagrama de confort preestablecido y necesario para asegurar las condiciones de habitabilidad del edificio.

Los argumentos expresados en el párrafo anterior deberán ser probados en un edificio como el que se presenta, diseñado con el objetivo básico de verificar en primer término las hipótesis emergentes del Programa CESAD, estando previsto en segundo término probar posibles soluciones alternativas.

Sintetizando lo expuesto: se decidió apelar a:

I., un edificio que aportara y evacuara el calor en forma totalmente controlada;

II., adecuar la inercia térmica y la capacidad térmica interiores (tabiques y entrepiso) para que con la ganancia directa, la temperatura de las superficies opacas interiores no ascienda por encima de 2°C y que el calor acumulado en ellas, sea suficiente para entregarlo en una sola noche. En estas condiciones se asegurará no apartarse del diagrama de bienestar higrotérmico. Habiéndose asegurado la descarga en una noche, el prototipo estará dispuesto a recibir un día de cualquier otro tipo de condiciones;

III., descartar el posible aporte de los muros exteriores, colocando la aislación del lado de adentro. Ello no sólo está motivado por lo expuesto, sino además por la necesidad de proteger la aislación del agua exterior de origen pluvial, muy importante en la zona, que anula las propiedades aislantes del poliestireno, uno de los materiales que será probado en el prototipo. La aislación del lado interior resulta asimismo beneficiosa, en cuanto optimiza la utilización del calor aportado por el muro colector acumulador -MAC-, ya que de tenerse la masa térmica del lado interior, ésta absorbería una parte significativa del calor entregado por el MAC para alcanzar una temperatura de superficie de pared cercana o igual a la de bienestar higrotérmico.

La tecnología solar es la del Programa CESAD (3): MAC (4), GAD, Chimenea solar -CHIS-, Secado de ropa y Calefón solar, a la que se adicionó la aptitud para verificar diferentes situaciones de ganancia directa así como invernaderos, protecciones, etc. para los frentes Oeste y Este. En lo que respecta al secadero de ropa se le determinó un coeficiente de utilización de 0,5 considerando el resto de la utilización como GAD. El sistema de calentamiento de agua ha sido diseñado con aptitud para recibir diferentes equipos.

### 3. CARACTERISTICAS DE DISEÑO ARQUITECTONICAS Y TERMICAS

#### 3.1. Características arquitectónicas:

Se ajustan a las normas de la Operatoria FONAVI, plan gubernamental de viviendas económicas. En tal sentido todo el diseño de arquitectura e ingeniería de detalle, del cual se exponen algunos aspectos en las Figs. 1, 2, 3, 4, 5 y 6, trató de compatibilizar un costo inicial racionalmente bajo y el límite mínimo definido por la antigua fórmula "del buen construir según las reglas del arte" interpretada con la incorporación de las posibilidades de la tecnología actual. Se entiende que en tanto edificio solar este prototipo experimental tenderá a configurar un edificio económico en un sentido más integral de la acepción, toda vez que a más de su economía inicial brindará una drástica y significativa economía operativa.

Es indudable por otra parte que los análisis de costos finales deberán delimitar los generados en tanto edificio solar, de los adicionales que se derivan de su carácter de banco de ensayos, que demanda una serie de facilidades y dispositivos para realizar mediciones, simulaciones y ensayos.

En el orden constructivo las decisiones fundamentales fueron las siguientes: La estructura portante y de cerramiento es de muros de ladrillos cerámicos huecos de 0,18m x 0,19m x 0,40m con vigas de encadenado de hormigón armado en cada nivel y fundada sobre pilotines y vigas de fundación de tipo usual en la zona y dimensiones adecuadas a los valores de los ensayos de suelo realizados.

La composición final de los muros, así como otros detalles constructivos de la envolvente se muestran en las Figs. 7 y 8, destacando que la aislación hidrófuga es la usual y la aislación térmica es de poliestireno expandido en los paramentos Oeste, Sur y parte del Este, habiéndose completado este último con poliuretano (ver Tabla 1). Esta decisión se fundamenta en la necesidad de probar diferentes materiales aislantes en situaciones reales de uso. El comportamiento térmico y de riesgo de condensación para el caso más extremo se muestra en la Fig. 9.

Los tabiques interiores son de ladrillos cerámicos huecos de 0,08m de espesor, terminación usual. El entrepiso de viguetas pretensadas.

La carpintería es metálica de chapa doblada n°16 diseñada especialmente.

La cubierta es de chapa ondulada de hierro galvanizado n°24 apoyada sobre vigas metálicas reticuladas sujetadas con elementos especiales de fijación a efectos de no obstruir el funcionamiento de la CHIS. El cielorraso es de paneles modulares con una aislación de 0,05m de lana de vidrio con un folio de aluminio en su cara superior necesario para el funcionamiento de la CHIS. Las características de ésta se detallan en la Fig. 10 y se corresponden en general con el diseño realizado para el Programa CESAD con adecuaciones de orden constructivo. El funcionamiento previsible y el dimensionamiento de la CHIS están siendo objeto de un estudio particularizado subvencionado por la Secretaría de Estado de Ciencia y Tecnología -SECYT-, Resolución n°132/79, habiéndose avanzado a la fecha en la obtención de un modelo matemático de comportamiento.

El MAC corresponde asimismo al diseño básico CESAD (4) estando a la fecha particularizado el estudio en la resolución de los detalles de la estructura de sostén de las cápsulas de agua tratada.

Los colectores solares de agua caliente diseñados para la primera campaña deberán responder a las características que se muestran en la Fig. 11.

### 3.2. Características térmicas:

La mecánica general para los balances térmicos del prototipo se basa en la consideración de las pérdidas o aportes de calor por la envolvente y por ventilación.

Se considera que el interior se halla en la zona de bienestar higrotérmico y a los efectos de los cálculos se elige el límite superior o el inferior de la misma según represente la situación más riesgosa. De esta manera para cada día tipo se hallan las necesidades de aporte (o evacuación) de calor y su fuente (MAC, EAD, etc.).

En principio, cada elemento de la envolvente es considerado como un colector solar durante las horas de insolación y durante el resto como un elemento de conducción del calor.

Por otra parte, en la ventilación se consideran con influencia sobre el bienestar higrotérmico sólo aquellas horas en que el aire exterior está fuera de la zona del mismo.

Las ecuaciones usadas para la envolvente dentro de las horas de insolación son las siguientes:

$$\dot{Q}_d = \bar{I} \tau \alpha - U_e (\bar{t}_s - \bar{t}_{ad}) \quad \text{de colección}$$

$$\text{y} \quad \dot{Q}_d = U_M (\bar{t}_s - \bar{t}_i) \quad \text{de conducción}$$

resulta:

$$\dot{Q}_d = U_M \left( \frac{\bar{I} \tau \alpha + U_M \bar{t}_i + U_e \bar{t}_{ad}}{U_M + U_e} - \bar{t}_i \right)$$

donde:

$\dot{Q}_d$  es el calor entrado (positivo) o salido (negativo) por unidad de tiempo y de área  $\left( \frac{W}{m^2} \right)$

$\bar{I}$  es la radiación solar media durante el lapso de insolación del elemento  $\left( \frac{W}{m^2} \right)$

$\tau$  es la transmitancia del elemento (caso de vidrios, etc.) (sin dimensión)

$\alpha$  es la absortancia a la radiación solar de la parte receptora del elemento (sin dimensión)

$U_M$  es la conductancia del elemento hacia el interior, sin considerar la capa límite exterior  $\left( \frac{W}{m^2 \cdot ^\circ C} \right)$

$U_e$  es el coeficiente de pérdidas hacia el exterior (en la práctica equivalente al coeficiente de transferencia por convección natural y forzada)  $\left( \frac{W}{m^2 \cdot ^\circ C} \right)$

$\bar{t}_i$  es la temperatura interior ( $^\circ C$ )

$\bar{t}_{ad}$  es la temperatura ambiente media en el lapso de insolación del elemento ( $^\circ C$ )

y  $\bar{t}_s$  es la temperatura media superficial del elemento, la que no interviene en la expresión final ( $^\circ C$ )

Para un elemento "i" de la envolvente el calor total aportado será:

$$Q_{di} = S_i T_{di} \dot{Q}_{di} \quad (J)$$

donde:

$S_i$  es el área del elemento (m<sup>2</sup>)

y  $T_{di}$  es la duración de la insolación (seg)

Durante las horas de no insolación (sombra o noche) la expresión usada es:

$$\dot{Q}_n = U (\bar{t}_{an} - \bar{t}_i)$$

donde:

$\dot{Q}_n$  es el calor entrado (positivo) o salido (negativo) por unidad de tiempo y de área  $\left(\frac{W}{m^2}\right)$

$\bar{t}_{an}$  es la temperatura ambiente exterior media durante el lapso de no insolación (°C)

U es la conductancia del elemento considerando sus capas lmites exterior e interior  $\left(\frac{W}{m^2 \cdot ^\circ C}\right)$

Análogamente:

$$Q_{ni} = S_i T_{ni} \dot{Q}_{ni}$$

donde:

$T_{ni}$  es la duración del lapso de no insolación (seg)

El total de la envolvente ganará (o perderá si es negativo) un calor:

$$Q_{env} = \sum_i Q_{di} + Q_{ni}$$

NOTA: Si algún elemento "i" tiene un uso múltiple tanto temporalmente como superficialmente, deberá considerarse como varios elementos diferentes según cada uso. Ejemplos: 1) El secadero de ropa se usa 50 % del tiempo como ganancia directa en invierno. 2) Una persiana abierta sólo un poco en verano para cubrir las necesidades de iluminación. Ambos casos deben considerarse como dos elementos.

Las ganancias o pérdidas por ventilación se consideran sólo cuando el aire exterior posee una entalpía mayor o menor que las involucradas en la zona de bienestar higrotérmico. Su expresión general es, dado que en el prototipo no se discrimina la ventilación según horario:

$$Q_{vent} = Vn (\rho_E E_E T_E + \rho_D E_D T_D)$$

donde:

$Q_{vent}$  es el calor ganado (positivo) o perdido (negativo) por ventilación (J)

V es el volumen de la envolvente (m<sup>3</sup>)

$n$	es el número de renovaciones por segundo	$\left(\frac{1}{\text{seg}}\right)$
$\rho_E$	es la densidad del aire exterior en la situación de exceso de entalpía	$\left(\frac{\text{Kg}}{\text{m}^3}\right)$
$E_E$	es el exceso de entalpía del aire exterior respecto de la zona de bienestar (su valor es positivo)	$\left(\frac{\text{J}}{\text{Kg}}\right)$
$T_E$	es el lapso en el cual se da en el ambiente exterior el exceso de entalpía	(seg)
$\rho_D$	es la densidad del aire exterior en la situación de defecto de entalpía	$\left(\frac{\text{Kg}}{\text{m}^3}\right)$
$E_D$	es el defecto de entalpía del aire exterior respecto de la zona de bienestar (su valor es negativo)	$\left(\frac{\text{J}}{\text{Kg}}\right)$
y $T_D$	es el lapso en el cual se da en el ambiente exterior el defecto de entalpía	(seg)

El balance queda entonces definido por el equilibrio de  $Q_{\text{env}} + Q_{\text{vent}}$  y los aportes solares  $Q_s$  o convencionales  $Q_c$ .

Se muestran en la Tabla II, los balances del prototipo para cuatro variantes de simulación invernal (día tipo medio de junio) que son: 1) punta de tira Este, 2) punta de tira Oeste, 3) centro de tira y 4) aislado; y en la Tabla III una simulación estival (día tipo medio de diciembre) para el prototipo aislado.

El desequilibrio en los balances favorece siempre a que la situación higrotérmica interior esté más centrada dentro del diagrama y no en los puntos límites donde se efectuó el balance.

#### 4. SIMULACIONES Y PROGRAMAS EXPERIMENTALES

El prototipo ha sido diseñado contemplando que resulte una estructura apta para realizar las siguientes simulaciones:

4.1. Comportamiento del prototipo en diferentes situaciones de clima:  
Comprende las siguientes partes, a realizar en la primera campaña de ensayos:

- Comportamiento estacionario, o diario.
- Comportamiento dinámico en días claros.
- Comportamiento medio mensual.
- Comportamiento dinámico de subsistemas solares.

a. Para este punto han sido evaluados los balances térmicos del prototipo para cada uno de los 27 días tipo del año (5).

Dichos balances se realizaron con los procedimientos descritos en el punto 3.2. considerándose las pérdidas y ganancias por envolvente y ventilación y los aportes de calor de los dispositivos solares<sup>4</sup>.

Teniendo en cuenta que la mayor parte de los días tipo del año son de poca amplitud térmica este esquema estacionario tiene especial interés en la zona. En síntesis, la comprobación experimental a realizarse bajo este esquema, es la ubicación diaria del estado higrotérmico interior en el diagrama psicrométrico para días reales y su cotejo con los típicos correspondientes.

b. En determinados tipos de días, los que ofrecen mayor amplitud en la variación de sus parámetros climáticos, resulta de interés la comprobación instantánea de la ubicación del estado higrotérmico interior dentro del diagrama psicrométrico y la temperatura de tabiques y losas. Para estas situaciones el esquema de cálculo no es sencillo y ha sido encarada su simplificación; sólo se ha realizado para la más riesgosa que ocurre en el mes de junio. Se constatará en estas simulaciones los efectos de aportes o pérdidas de calor de corta duración y para 12 días típicos del año que son los días claros de cada mes (5).

c. El comportamiento medio mensual se ha calculado en base al día tipo medio mensual (6) que es coincidente para el mes de junio con el usado para la definición del Modelo Energético de la zona (2) como situación extrema de alejamiento climático de la zona de bienestar higrotérmico.

Esta simulación permite evaluar los dimensionamientos de los subsistemas solares y en particular las interacciones acumulación de calor-situación higrotérmica interior, a lo largo de períodos mensuales.

d. Los subsistemas solares tienen un comportamiento dinámico aperiódico. Por esta razón resulta necesaria la corroboración experimental de las variaciones del calor acumulado, sus pérdidas y descargas en función del tiempo durante varios días seguidos y según diferentes regímenes de uso. Para los subsistemas empleados los esquemas de cálculo son los habituales de colección, acumulación en líquidos, pérdidas de calor y descarga por transferencia al aire. La complejidad de la simulación teórica se manifiesta por la interacción continua (o en lapsos cortos) entre estos fenómenos y su distribución a lo largo del intervalo considerado.

#### 4.2. Consumos energéticos en distintos períodos y condiciones de usuarios determinados:

Para esta simulación se trabaja en el sentido de llegar a determinar los distintos "usuario tipo" definidos a partir de: Modalidades; Hábitos de vida y Ocupación de los edificios.

Serán encaradas en primer término las diferencias y repercusiones derivadas de usuarios con diferentes tiempos de permanencia y por consiguiente períodos en los que la vivienda se encuentra sin atención y por lo tanto los dispositivos de operación manual sin accionamiento adecuado.

<sup>4</sup> Como es obvio, la CHIS no aporta ni quita calor sino que su efecto es motoriz, para forzar la ventilación.

En segundo término se constatarán la sensibilidad y flexibilidad de los sistemas helioenergéticos frente a la conducta de dos usuarios diferenciados: *Usuario disciplinado* y *Usuario no disciplinado*.

En la primera campaña se simulará un *Usuario disciplinado*, definido como aquél que presta debida atención a los elementos de control de un edificio solar: a) operación correcta de los cerramientos de acuerdo a un régimen preestablecido, b) uso racional del control de descarga del MAC, c) uso del agua caliente dentro de los márgenes establecidos, d) uso racional de la electricidad en iluminación y otros usos, e) uso racional del artefacto cocina, f) uso racional de ventilación, sea natural por aberturas o forzada por CHIS, g) operación correcta del MAC durante los períodos de carga.

Los consumos energéticos considerados en esta simulación son solares y también los provenientes de otras fuentes, o sea que se plantea la medición de fuentes de calor y/o humedad como son determinados artefactos domésticos, electricidad para iluminación artificial y otros enseres.

En campañas subsiguientes se simulará un *Usuario no disciplinado*, definido como aquél que no adapta su conducta a las modalidades de uso de una vivienda solar, prosiguiendo con las pautas correspondientes a una vivienda convencional. En este caso será medido el "aporte" de energía convencional necesaria para conservar la situación higrotérmica interior de bienestar, la que se verá afectada por la no correcta operación de edificio solar.

Estos ensayos tendrán como objetivo cuantificar la repercusión energética de ambas conductas y en consecuencia poder llegar a determinar el grado de necesidad y el orden de prioridad en la introducción de controles automáticos.

Además se hará una reproducción del consumo energético de las unidades de dos y tres dormitorios. En este último caso se adicionarán al sistema los aportes y pérdidas correspondientes al tercer dormitorio y serán adecuados los consumos de energía, aportes de artefactos de cocina y consumo de agua caliente derivados de la variación en el número de ocupantes que comporta esta situación.

#### 4.3. Variables de acondicionamiento ambiental natural:

Estas simulaciones tenderán a reproducir el comportamiento del prototipo como edificio solar con destinos alternativos al de una vivienda aunque de similar complejidad e importancia funcional y edilicia. Se intentará con ellas ampliar el destino original aprovechando la estructura existente y sus facilidades de instrumental.

Están previstos dos destinos alternativos:

- a. Pequeña escuela primaria o guardería infantil.
- b. Unidad sanitaria de mínima complejidad.

a. En este caso las principales diferencias derivan de la utilización del edificio en su régimen de uso diario, de las necesidades de iluminación natural y del aporte de calor y humedad proveniente de los alumnos. Se limitarán las experiencias al período anual de clases. Todo lo mencionado implica necesidades de los servicios solares y consumos energéticos muy diferentes a los de una vivienda.

b. En este caso las modalidades de uso reproducirán el régimen de uso diario y ocasional y las mayores necesidades de ventilación exigidas por las normas sanitarias.

#### 4.4. Modelización de distintas situaciones de integración al conjunto urbano:

Se tratará de reproducir las situaciones en que se encuentran los distintos prototipos del Programa CESAD (5) que en principio pueden considerarse comunes a cualquier conjunto de viviendas solares agrupadas de alta densidad y baja altura y que son, dentro de un subconjunto: a) Posición de punta Este u Oeste, b) Posición intermedia. Para lograrlo se dispondrán dispositivos removibles de aislación y aportes de calor equivalentes a la situación ensayada.

No se ha encontrado aún un esquema práctico para reproducir la situación en que los prototipos se encuentran bajo otro similar apilado, aunque el problema está siendo enfocado a partir del uso de la planta alta como prototipo superior y la planta baja como inferior.

Se prevé, por último, reproducir casos de vivienda aislada con edificios a proximidades diferentes.

#### 4.5. Técnicas constructivas incluyendo tecnología no convencional:

Está previsto para el mediano plazo, y una vez finalizados los ensayos planificados a partir del prototipo en construcción, transformarlo en estructura de ensayo de sistemas constructivos diferentes, incluyendo los de tecnología no convencional.

Se cree posible el reemplazo de los cerramientos por otros de calidad y precio superior: en primer término aluminio. Igual criterio se prevé para las aislaciones y la cubierta. Asimismo está prevista la incorporación de módulos de cerramiento prefabricados.

#### 4.6. Reproducción de usos e incorporación de subsistemas helioenergéticos alternativos:

La instalación de calentamiento de agua ha sido diseñada para recibir diferentes colectores y variar el funcionamiento del sistema.

El diseño del pre-marco del MAC prevé la posibilidad de sustituirlo por otro de características diferentes en cuanto a colección, acumulación y descarga.

El diseño del cielorraso permite variar la sección e intercomunicación de la CHIS.

Está previsto ensayar sistemas de GAD y de protección solar, incluyendo este último vegetación en los frentes Este y Oeste.

NOTA: Las simulaciones mencionadas en los puntos 4.2. a 4.6. está programado efectuarlas con posterioridad a la primera campaña.

## 5. ESTADO DE AVANCE

A la fecha, junio de 1980, el estado del proyecto es el que sigue:

a. Construcción en obra: como se muestra en las Figs. 12 y 13 la obra gruesa se halla a la altura de la cubierta, habiéndose finalizado los trabajos referidos a hormigón armado y amurado de carpinterías exteriores. Con ritmo normal de obra se prevé para la primera quincena de julio techar y dar comienzo a los trabajos de las obras sanitarias.

b. Construcción fuera de obra: están acopiadas todas las carpinterías (marcos, hojas y cortinas), cañerías de electricidad y de agua y materiales de la cubierta. Para los próximos días está previsto realizar una prueba de carga de la estructura de sostén de las cápsulas del MAC.

c. Estudios particularizados: se hallan finalizadas las especificaciones del instrumental y en proceso de gestión. En los próximos 45 días se espera completar el estudio de modelización de la CHIS, cuyo diseño de detalles se halla en su etapa final.

d. Previsiones: teniendo en cuenta el ritmo de obra y a pesar de los inconvenientes de origen meteorológico que retrasaron lo previsto en el cronograma, se espera finalizar la construcción en el próximo mes de octubre y dar comienzo entonces a la etapa de mediciones.

#### REFERENCIAS

- (1) E. Rosenfeld y otros, Programa CESAD: Conjunto de 30 viviendas en La Plata, Lat. 35° Sur, Actas de la 5ta. Reunión de Trabajo de Energía Solar de la ASADES, Córdoba, pag. 365 (1979)
- (2) J.L. Guerrero y otros, Modelo Energético para el Programa CESAD, Actas de la 5ta. Reunión de Trabajo de Energía Solar de la ASADES, Córdoba, pag. 329 (1979)
- (3) E. Rosenfeld y otros, "Conjuntos habitacionales con energía solar", Editorial Summa, Suplementos 15, Buenos Aires (1979)
- (4) J.L. Guerrero y otros, Muro colector acumulador para el Programa CESAD, Actas de la 5ta. Reunión de Trabajo de Energía Solar de la ASADES, Córdoba, pag. 491 (1979)
- (5) IAS/FABA, "Programa CESAD. Conjunto con energía solar de alta densidad" Informe completo, SEDUV, Buenos Aires (1979)
- (6) IAS/FABA, "Análisis climático para el aprovechamiento de la energía solar en el Eje Metropolitano", En preparación.

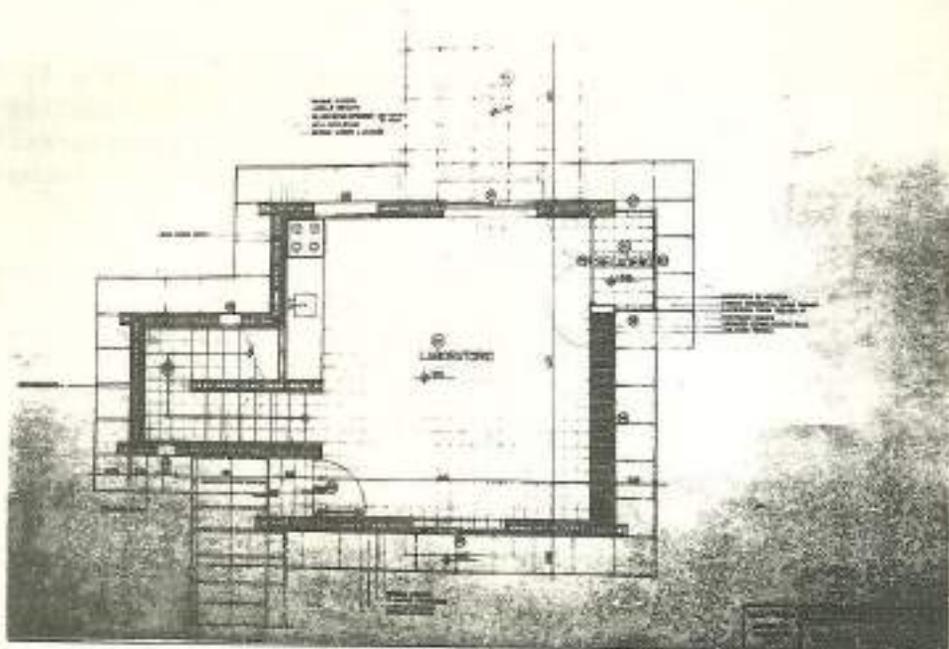


fig 1

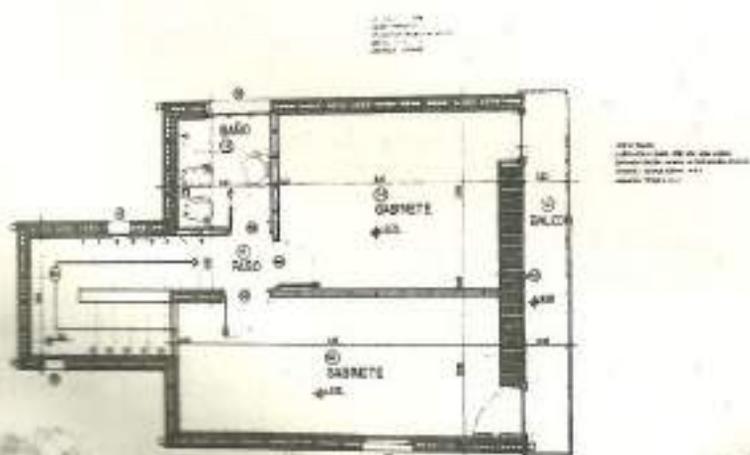


fig 2

fig 3

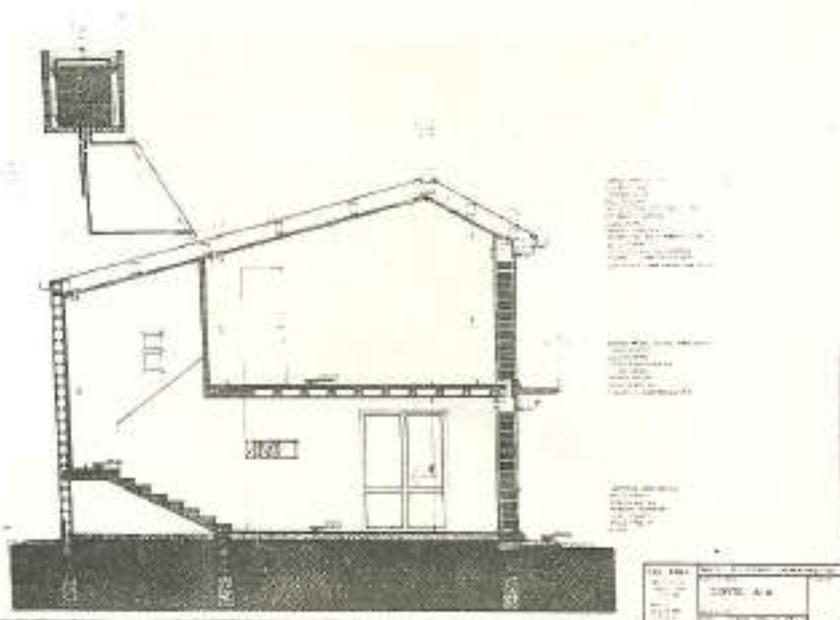
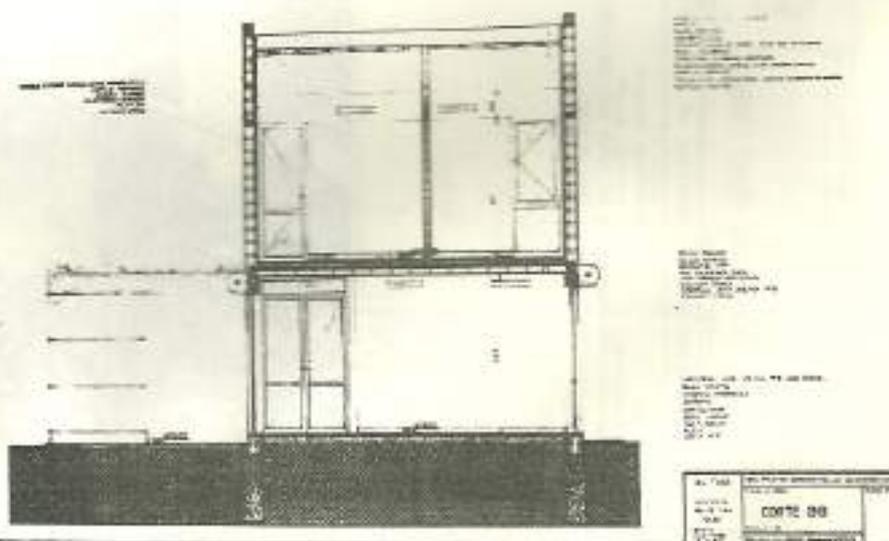


fig 4



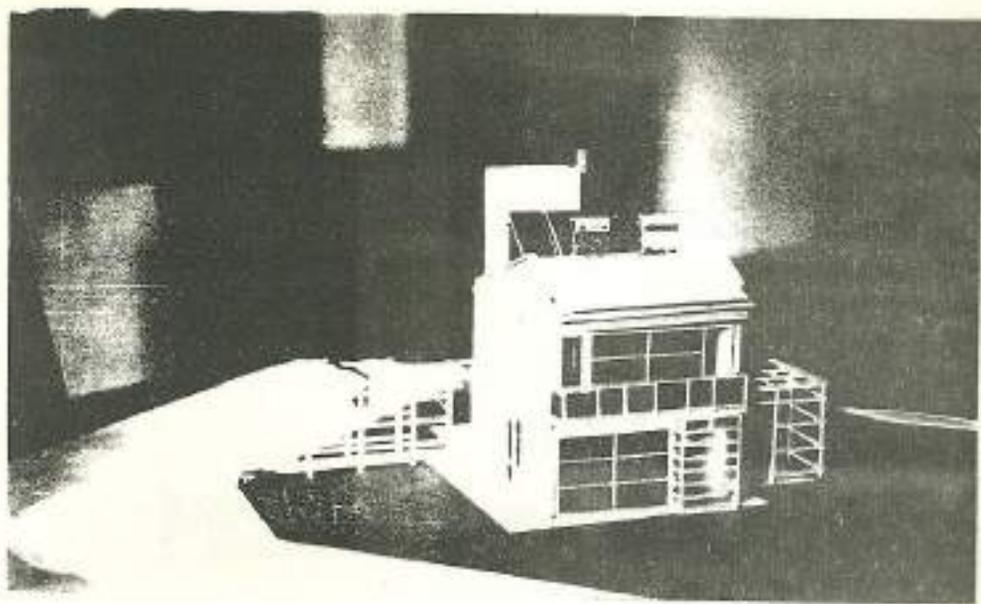
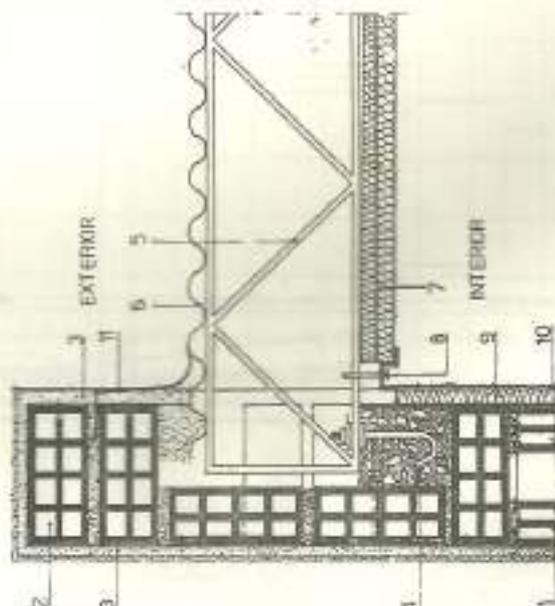


fig 5



fig 6

## CORTE

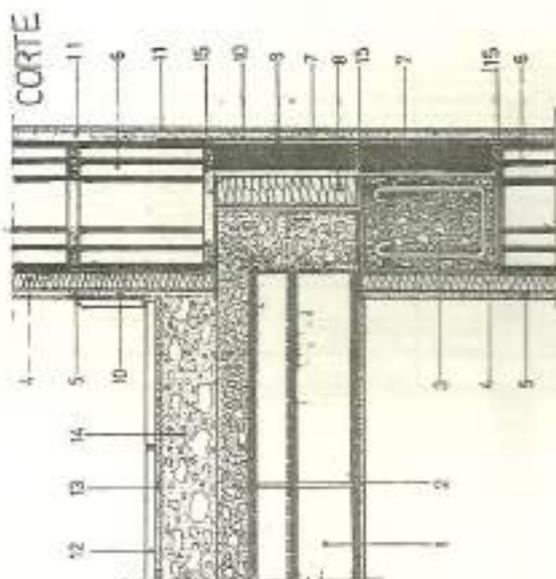


## REFERENCIAS

1. Cerillo pintado
2. Cerillo fuso cono 10x20
3. revestir ester. (manipulaciones)
4. anclaje viga reticulada 1
5. viga reticulada
6. chapa 1/4" x 1/4"
7. panel, delimitado
8. estructura delimitada suspendida
9. anclajes, tiras
10. empalmes planillo
11. bodega

I.A.S. - FABA	ORSA, PROYECTO EXPERIMENTAL, con Licencia Orsa y Orsa
INSTITUTO DE ARQUITECTURA SOLAR	DETALLE EN CORTE PLANO 1/4"
arquitecto caja 1º 098	ENCUENTRO MURO LATERAL Y CUBIERTA
L.A. PLATA	ESCALA 1:5
	DISEÑO por GENIV Revisión 1/472/76

fig 8



## REFERENCIAS

1. losa
2. aislamiento aplicado
3. bloques de concreto
4. bloques de concreto
5. revestimiento
6. muro perimetral
7. ladrillo de canto
8. separación por agua - para dilatación
9. papel - 30cms x 1
10. metal empalmado
11. revestir ester. (manipulaciones)
12. ladrillo
13. bloques de concreto
14. bloques de concreto
15. bloques de concreto

I.A.S. - FABA	ORSA, PROYECTO EXPERIMENTAL, con Licencia Orsa y Orsa
INSTITUTO DE ARQUITECTURA SOLAR	DETALLE EN CORTE PLANO 1/4"
arquitecto caja 1º 098	ENCUENTRO MURO - LOSA
L.A. PLATA	ESCALA 1:5
	DISEÑO por GENIV Revisión 1/472/76

fig 7

Muros para Prototipo Experimental Programa CESAD  
Situación de día húmedo y frío junio (7 horas) (por situación posible)

POLIURETANO SIN BARRERA DE VAPOR	Epaisseur en milímetros	Conductivité thermique $\lambda$ , W/m°C	Resistencia térmica $R = \frac{e}{\lambda}$	Temperatura exterior $T_e$	P. ext. en W/m <sup>2</sup>	Permeabilidad al vapor agua $\mu$ , g/m <sup>2</sup> /hPa	Resistencia al paso vapor $R_{s,v}$ , mbar	Pérdida real de vapor agua $W$ , g/m <sup>2</sup> /h
Aire interior	-	-	-	18,30	15,98	-	-	9,6
Capa lámina interior	-	-	0,11	18,30	15,98	-	-	9,6
Selpizado plástico	0,095	0,9	0,006	17,58	15,88	-	56,4	9,6
Esp. ríg. de Poliuretano	0,03	0,015	1,333	17,51	15,81	0,0065	40,0	8,08
Ladrillo porc. hueco	0,19	0,34	0,333	8,22	7,13	0,015	13,05	5,71
Hidrófugo	0,005	1,4	0,004	3,40	3,85	0,020	0,25	3,07
Revoque exterior	0,02	1,1	0,018	3,26	3,84	0,020	1,0	3,06
Capa lámina exterior	-	-	0,05	3,21	3,77	-	-	3,06
Aire exterior	-	-	-	2,7	5,57	-	-	5
Total			1,668				79,7	

tabla: 1

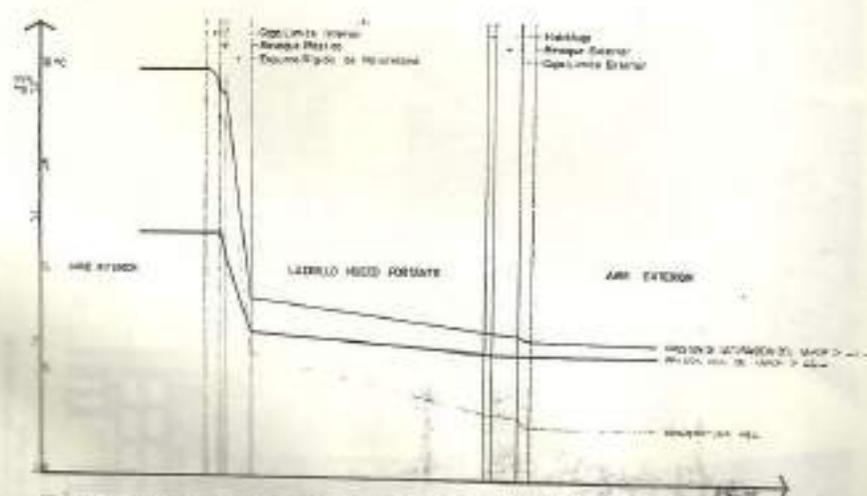


DIAGRAMA DE PRESION DE VAPOR, TEMPERATURA Y PRESION DE SATURACION

PARA LA POR SITUACION DE CONDENA DE AGUA CORONA DE HUMEDAD ABSOLUTA  
HUMID EXTERIOR SIN BARRERA DE VAPOR PARA PROTOTIPO PROGRAMA CESAD

fig. 9



Tabla II

Var. 1	Var. 2	Var. 3	Var. 4	
- 43,4	- 43,4	- 43,4	- 43,4	Q ventilación
- 9,3	- 9,3	- 9,3	- 9,3	Q cubierta
- 19,7	- 18,4	- 6,4	- 31,7	Q muros
- 16,3	- 16,8	- 8,7	- 25,6	Q vidrios
- 6,5	- 6,5	- 6,5	- 6,5	Q invernadero
- 4,3	- 4,3	- 4,3	- 4,3	Q puerta sur
53,3	57,7	36,3	74,7	Q GAD
61	61	61	61	Q MAC
- 99,5	- 98,7	- 78,6	-120,8	Q <sub>T</sub> pérd.
114,3	118,7	97,3	135,7	Q <sub>T</sub> gan.
14,8	20	18,7	14,9	Q

Tabla III

	Orient.	Sup. m <sup>2</sup>	Gan.c/sol KJ	Gan.s/sol KJ	Q Total KJ
MIROS/CUB.					
	Norte	13		- 3029	- 3029
	Este	32	1408	- 4288	- 2880
	Oeste	33	4257	- 7821	- 3564
	Sur	17	646	- 2737	- 2091
	Cub. 15°	19	4142	- 1615	2527
	Cub. 30°	8	1712	- 816	896
VENTANAS					
	Norte	2,7		- 6766	- 6766
	Este	3,8	9690	- 5491	4199
	Oeste	4,7	12949	-11980	969
	Sur	1,9	960	- 1023	- 63
VENTILACION					- 5900

-15,7MJ

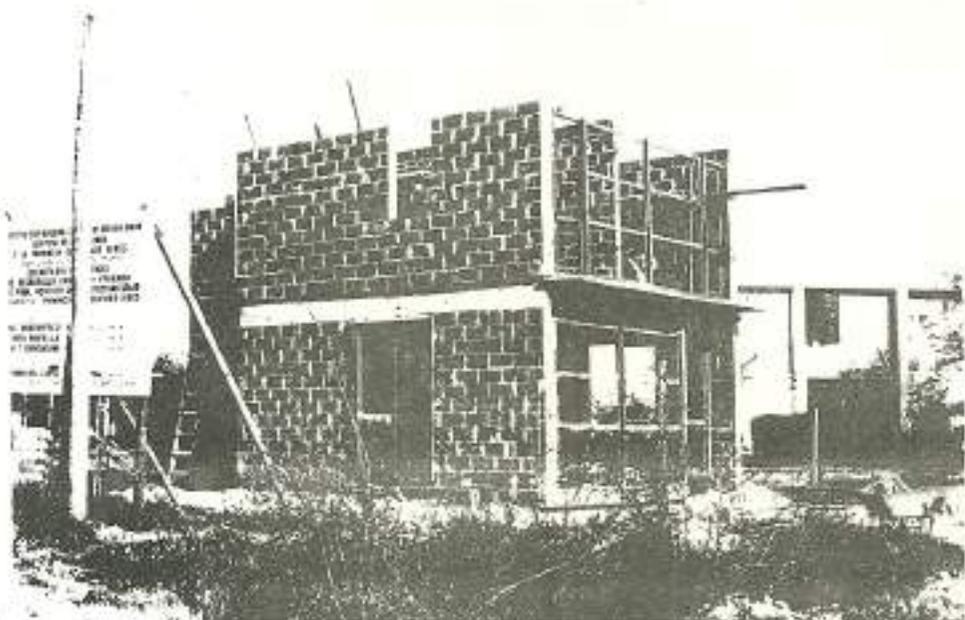


fig. 12



fig.13