

# DISEÑO DE VENTANAS TÉRMICA Y LUMÍNICAMENTE EFICIENTES CONSTRUÍDAS CON TECNOLOGÍA REGIONAL

Andrea Pattini\*, Jorge Mitchell\*\*\*, Carlos de Rosa\*\*

Lab. de Ambiente Humano y Vivienda (LAHV) Instituto de Ciencias Humanas Sociales y Ambientales (INCIHUSA)  
Centro Regional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas (CRICYT) CC 131 - 5500 Mendoza  
Tel. (061) 288797 Fax (061)287370

## RESUMEN

Con el objeto de transferir los conocimientos acumulados en los períodos de becas (iniciación y perfeccionamiento) y los posteriores períodos de prórroga (donde se agregan los aspectos lumínicos a las carpinterías térmicamente eficientes), se realizó durante el año 1995 el desarrollo de toda la carpintería exterior del edificio solar diseñado por la UID para la escuela Petroleros del Sur. (1)

Los objetivos de este desarrollo fueron:

1- Utilización de tecnología y materiales regionales de costo compatible con su aplicación (escuelas públicas) 2- Máxima esbeltez de marcos y hojas móviles (maximización de superficie vidriada). 3- Doble contacto entre marco y hojas en todos los módulos operables (ventanas y puertas ext.). 4- Diseño de los contactos para alojar burletes asegurando la máxima estanqueidad del conjunto. 5- Modulación del diseño de plegados (minimización de piezas). 6- Vidrios atérmicos. Dos capas de vidrios separados por una cámara de aire de 12mm.

En cuanto a los valores de la carpintería propuesta representaron de costo del orden del 20% mayor respecto a una tradicional utilizada en edificios escolares.

## INTRODUCCIÓN

Los edificios no residenciales que se construyen en nuestro país, con diseños y tecnologías tradicionales prestan muy poca o ninguna atención a aspectos de confort higrotérmico y lumínico en relación con los consumos energéticos correspondientes. Principales responsables de este comportamiento son las carpinterías exteriores, por varias razones:

. Desde el punto de vista térmico, la ventana (como tradicionalmente es concebida para situaciones de bajo costo) es un gran intercambiador de energía térmica, tanto por conducción (materiales con valores de transmitancia térmica altos) como por convección (excesivas infiltraciones de aire).

. Desde el punto de vista lumínico poca atención se le presta a este componente. Generalmente no se tiene en cuenta la difusión de la luz directa que ingresa por las superficies vidriadas, llegando luego en la práctica a anularlas como fuente principal de luz, por sobrecalentamientos y deslumbramientos excesivos.

El presente trabajo analiza el diseño y comportamiento térmico-lumínico del rubro carpinterías exteriores, del edificio proyectado y simulado por el LAHV-CRICYT-CONICET y construido por la Dirección de Arquitectura y Urbanismo del Gobierno de la Provincia de Mendoza, para la Escuela Rural Aislada Petroleros del Sur, localidad de la Junta, Malargüe.(1).

## . LOCALIDAD Y CLIMA.

Las coordenadas geográficas de la localidad en donde se emplaza el edificio son: 35°, 26' latitud Sur; 69,47° longitud oeste y 950 msnm. de altitud.

Temperatura de bulbo seco : Max. 29.10°C; Min. prom. -1,47°C. Grados días enfriamiento (base 23°C) 0; Calefacción (base 16°C) 1773,00. Humedad relativa: Promedio anual 54,10%. Radiación solar Global: Promedio anual 17,04 mj/m<sup>2</sup> día. Iluminancia Horizontal Global de Cielo claro, promedio anual 82.460 lux, Iluminancia Horizontal Global de cielo cubierto, promedio anual 43.689 lux.

## . CRITERIOS DE DISEÑO TERMO-LUMÍNICO PARA LA CARPINTERIA EXTERIOR.

Las aberturas Norte, además de realizar los aportes de iluminación natural, fueron calculadas como superficies de ganancia directa y muro Trombe. para las divisiones de perfiles correspondientes a muro Trombe y ventanas bajas de aulas se colocaron dos capas de vidrio doble transparente separadas por un perfil metálico relleno con sales

desidratantes para evitar condensaciones. Para las ventanas superiores de aulas, se colocaron una capa de vidrio armado al exterior (disposición zona sísmica) y una capa interior de policarbonato alveolar de 8 mm., este conjunto fue ensayado a la transmitancia lumínica y difusividad, de esta manera los valores resultantes de iluminación natural interior en aulas (3), garantizan que en ninguna época del año habrá deslumbramiento en el plano de trabajo general (0.80m del piso).

Los módulos de la carpintería completa de aulas fueron resueltas como muestra la figura 1.

\* Investigadora Aisistente CONICET.

\*\*Investigador Independiente CONICET.

\*\*\*Técnico Asociado CONICET

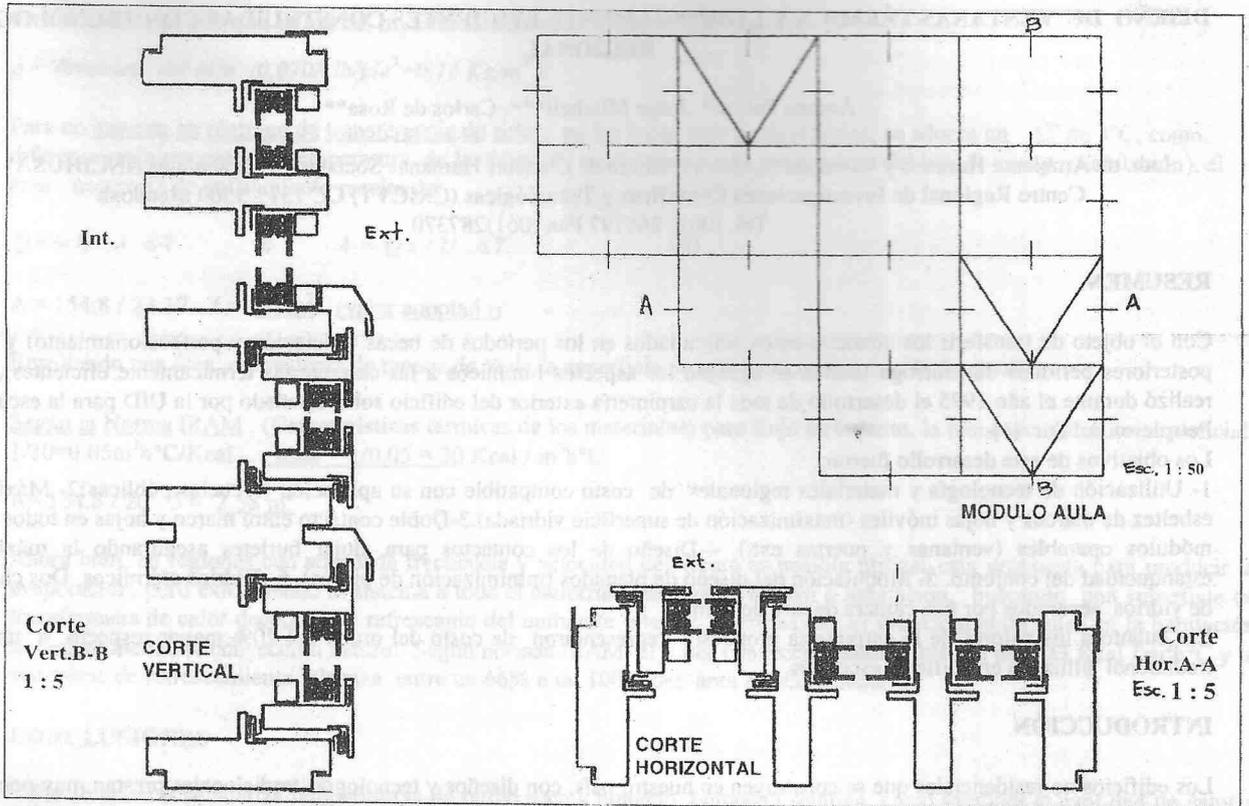


Figura 1. Plano de detalle de carpintería de módulo del aula. Corte vertical y horizontal.

**. Descripción carpintería fachada norte**

La fachada norte completa comprende carpintería exterior: (máximo asoleamiento) de tres aulas, de patio cubierto para usos múltiples y vivienda de los maestros.

Conjuntamente con la carpintería se diseñaron los aleros de la escuela (con su doble función de sombrear y servir de estante reflector luz) y las aleros de la vivienda (que son además los portarrollos de la aislación móvil nocturna). Figura 2.

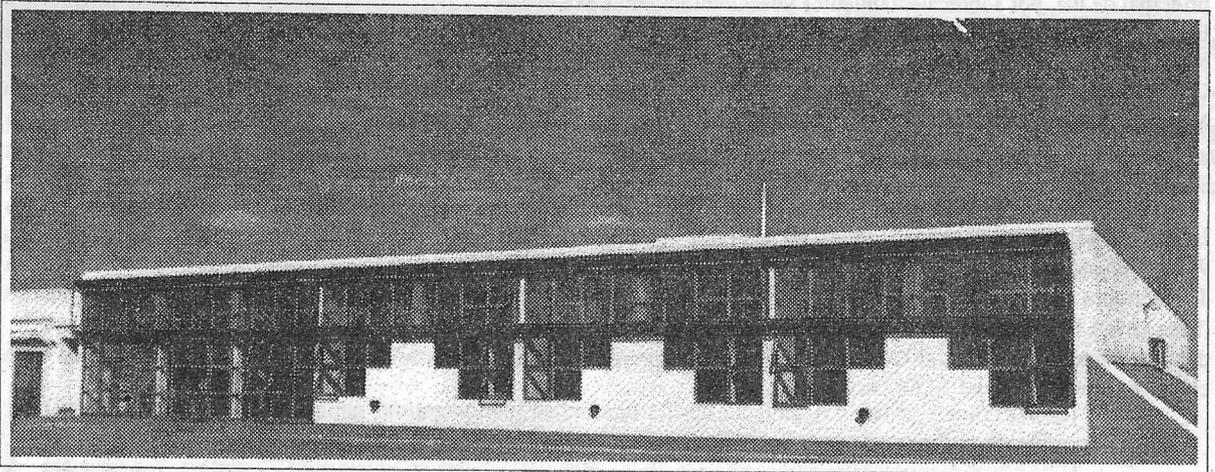


Figura 2 . Fachada norte de la escuela.

**. Descripción fachada sur**

La fachada sur, tanto lo comprendido a vivienda como a escuela, minimiza la superficie de aberturas, y las utiliza sólo para efectivizar la ventilación cruzada. El diseño de estas aberturas sigue el mismo criterio general.

**. Memoria descriptiva**

**. Perfilera . Diseño:**

La carpintería exterior principal (fachada Norte) se dividió conceptualmente en tres partes: aulas, patio cubierto y vivienda. La correspondiente a aulas, se moduló en dos con eje de simetría vertical (de esta manera se transportó desde Mendoza a Malargüe los módulos armados). (Fig. 3 y 4).

Para el patio cubierto tres módulos de cuatro por cinco divisiones con perfiles. Para la vivienda módulos por ambientes. La carpintería de la fachada Sur, repitió el mismo diseño de sección que la de fachada Norte.

**. Materiales y ejecución:**

Para la periferia se trabajó con chapa metálica N°18 DWG, y se aplicó la tecnología más difundida a nivel regional para viviendas de interés social, el plegado.

La máquina herramienta empleada en los talleres de carpintería metálica locales no es la más adecuada, ya que los plegados posibles no son de la variabilidad necesaria, particularmente cuando se intenta diseñar perfiles que contengan burletes fijos.

Por otra parte las secciones a lo largo de los perfiles son bastante imprecisas dificultando la sección constante a lo largo del mismo. La máquina-herramienta adecuada para los diseños realizados es la conformadora (no existe ningún taller que trabaje con estas en Mendoza).

Para ajustar el diseño preliminar, se realizaron modelos en taller, hasta obtener el ajuste necesario que nos garantizara el cumplimiento de los objetivos propuestos.

#### . Burletes:

El tema de la estanquidad fue objetivo principal de este desarrollo, de modo que se probó con los burletes existentes en el mercado, descartándose los de goma, por tener poca resistencia a la compresión en aplicaciones exteriores (resecamiento y ablandamiento), se trabajó con las secciones disponibles en el mercado local de burletes de ETP Etileno Propileno Termopolímero) de mejores propiedades a las siguientes sollicitaciones o características: resistencia a la rotura, resistencia a la abrasión, resistencia a la flexión, Elasticidad, envejecimiento natural, envejecimiento a la intemperie, estabilidad al frío estabilidad al calor, variaciones de temperatura, absorción de agua, y estabilidad al calor.

El perfil fue ajustado en su diseño en sucesivas oportunidades en los modelos hasta asegurar la permanencia del mismo en el tiempo. La colocación de los mismos se realiza en obra, una vez amurada la carpintería, a presión y fijación con adhesivo de contacto.

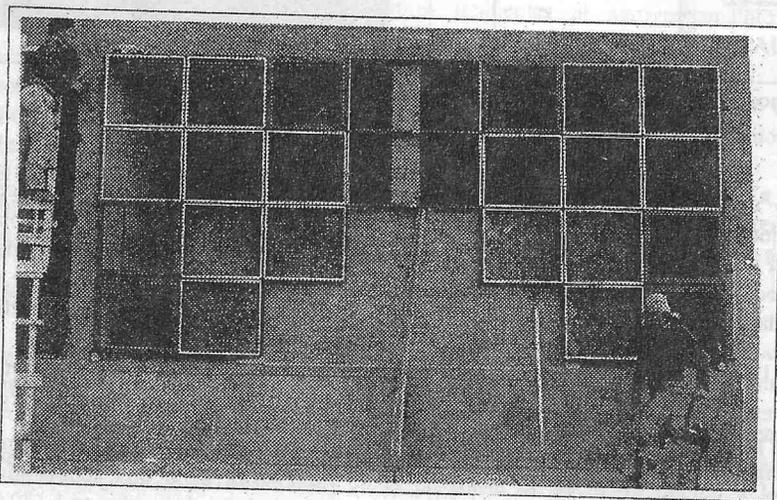


Fig. 3. Montaje en obra de la carpintería en aula.

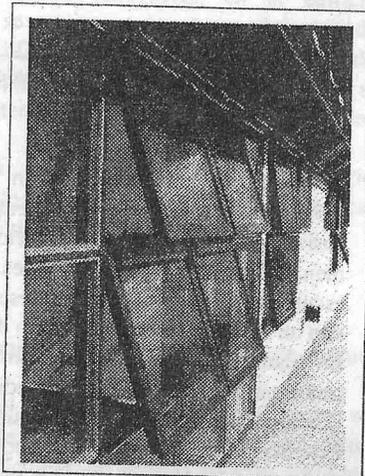


Fig. 4. Ventanas de abrir.

Actualmente tanto las ventanas operables como las puertas, presentan un importante grado de estanquidad, lamentablemente a la fecha de presentación de este informe no se han realizado mediciones de estanquidad. Se prevé realizar los siguientes ensayos en las instalaciones del INTI:

#### . Ensayos físicos

11591 Estanquidad al agua de lluvia de los cerramientos exteriores

11523 Infiltraciones de aire a través de los cerramientos

11590 Resistencia a las cargas efectuadas por el viento

#### . Ensayos mecánicos

11592 Resistencia al alabeo

11573 Resistencia al arrancamiento de elementos de fijación por giro

11589 Resistencia a la presión ejercida por el viento

11598 Resistencia a la torsión, 11593 y 11598 Resistencia a la deformación diagonal.

#### . Aleros y estantes de luz:

Los aleros fueron diseñados sobre una estructura de soporte metálico con caño negro cuadrado y bandejas dimensionadas para dar plena sombra en los meses centrales de verano y pleno sol en los meses centrales del invierno de toda la superficie vidriada Norte.

Los aleros, tienen además la función de reflejar hacia el interior de las aulas la luz solar incidente en estas aportando mayor porcentaje de luz natural al interior principalmente en los meses de verano en los que el sol está en un ángulo más alto que en el invierno y el ingreso de la iluminación directa se ve reducido.

Para maximizar este efecto de *estante de luz*, se pintó la superficie superior de los mismos con esmalte sintético blanco brillante. (Figura 5 y 6).

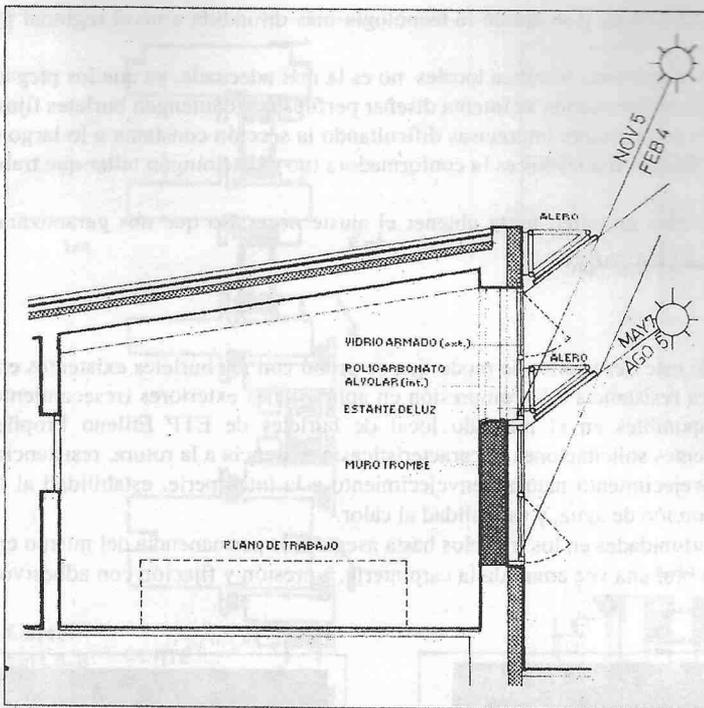


Fig. 5. Meses de sombreado y pleno sol por los aleros.

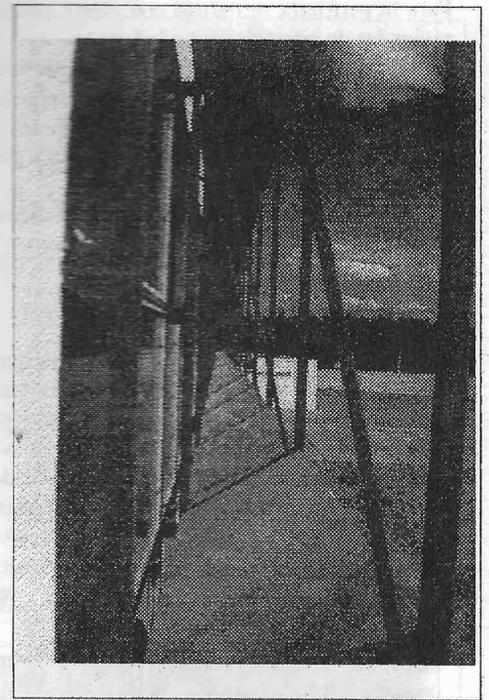


Fig. 6. Vista ext. de los estantes de luz

## CONCLUSIONES

La posibilidad de transferir un diseño de carpintería eficientemente energética (térmica y lumínica) nos acercó definitivamente a los inconvenientes de innovación tecnológica y adaptación de principios de diseño de edificios solares pasivos ( donde la ventana exterior juega un rol fundamental ) obligándonos a realizar ajustes de diseño que permitieran mejoras importantes y realizables, con tecnología regional de bajo costo. En su conjunto la carpintería exterior de esta escuela presenta una excelente estanqueidad, una reducción de transmitancia térmica debida a la esbeltez de sus perfiles, con un aprovechamiento máximo de la luz natural, y su difusión en los distintos lugares del plano de trabajo.

En cuanto a los costos, las mismas alcanzaron un valor de 90 pesos el m<sup>2</sup>, siendo de 75 pesos el m<sup>2</sup> de una carpintería tradicionalmente utilizada en edificios escolares de la provincia de Mendoza. Esta diferencia de costos se centra fundamentalmente en el mayor número de plegados de la chapa metálica y en la colocación de burletes.

Este diseño es susceptible de modificaciones, en las que avanzaremos a medida que podamos provocar un mayor impacto en las tecnologías tradicionales en la región.

## REFERENCIAS

1. M. Basso. "Acondicionamiento Energético Ambiental de Escuelas Rurales Aisladas en la provincia de Mendoza". Informe Presentado al Subsecretario de Ciencia. y Tecnología del Gobierno de la Provincia de Mendoza. Febrero de 1995.
2. C. de Rosa, A. Pattini, "Calidad termo-lumínica y eficiencia energética en escuelas rurales de la provincia. Un programa en desarrollo". Revista del 50° Aniversario de la bolsa de comercio. Mendoza. 1992, pp. 14-16.
3. A. Pattini, "Iluminación natural en Escuelas Rurales Aisladas de la Provincia de Mendoza. Primeras mediciones". presentado al Congreso Argentino de la Asociación Argentina de Luminotecnia (AADL) Luz96. 23-25 de mayo, Córdoba, 1996.