

ESTUDIOS BIOAMBIENTALES PARA EL PROYECTO DE UN SANATORIO EN MONTEVIDEO

John Martin Evans, Silvia de Schiller, Analía Fernández y María José Leveratto

Centro de Investigación Hábitat y Energía, SICyT, FADU-UBA
CC 1765, Correo Central (1000), Capital Federal
Tel. (01) 791-9310, Fax (01) 782-8871, E-mail evans@fadu-uba-ar

RESUMEN

Este trabajo presenta los resultados de una serie de estudios bioambientales sobre el proyecto de un centro hospitalario en una zona cercana a Montevideo, Uruguay. Los estudios bioambientales comprenden una evaluación de las condiciones de asoleamiento y viento en los espacios exteriores, usando el equipamiento del Laboratorio de Estudios Bioambientales del Centro de Investigación Hábitat y Energía; el acondicionamiento natural del espacio de entrada; simulaciones de las condiciones térmicas y lumínicas en las salas de internación y las condiciones ambientales de la zona de quirófanos. El trabajo presenta los estudios realizados, las recomendaciones de diseño y su integración en el proyecto final.

INTRODUCCION

El proyecto del sanatorio está ubicado al oeste de Montevideo, Uruguay, en una zona cercana a la costa, con clima templado, sin extremos térmicos debido a la influencia del mar, pero con una significativa exposición a los vientos provenientes del sur y del suroeste. La primera etapa del proyecto está conformada por un cuerpo principal de tres pisos con 52 camas de internación y consultorios externos, y un sector de planta baja con quirófanos, terapia intensiva e intermedia, emergencias, etc.

El asesoramiento solicitado por los proyectistas sobre los aspectos bioambientales del proyecto, centraba el énfasis en los siguientes temas:

- Las condiciones de viento en los espacios exteriores y posibles medidas de protección, debido a la altura del edificio, el carácter abierto del entorno y la cercanía al mar.
- La proyección de sombras del edificio, en especial el impacto del cuerpo central que supera levemente las alturas máximas originalmente previstas para esta zona.
- La posibilidad de evitar el uso de acondicionamiento artificial en el hall de entrada y cuerpo de circulación vertical, y requerimientos para favorecer la ventilación natural.
- Las condiciones de acondicionamiento, asoleamiento e iluminación natural en las salas de internación.
- La disminución de la demanda de energía en la zona de quirófanos y terapia intensiva, la única zona que cuenta con instalaciones de refrigeración.

VIENTO EN LOS ESPACIOS EXTERIORES

La altura media del edificio no provoca excesivas aceleraciones de viento ni sombras extensas. Sin embargo, debido a las características de los asistentes a este tipo de edificio, el carácter abierto del entorno y la cercanía al mar con un régimen de viento de mayor velocidad, los proyectistas consideraban relevante llevar a cabo un estudio de las condiciones ambientales y la posterior elaboración de recomendaciones para definir el proyecto arquitectónico y establecer pautas para el diseño paisajístico de los espacios exteriores.

Se analizaron las condiciones de viento usando una maqueta del edificio en escala 1:500 en el túnel de viento de baja velocidad del Laboratorio de Estudios Bioambientales del Centro de Investigación Hábitat y Energía. Como resultado de los ensayos, se identificaron las zonas protegidas del viento y los espacios expuestos a aceleraciones indeseables o remolinos de viento. La figura 1 indica un ejemplo de los resultados obtenidos con dichos ensayos. Aunque, en general, la forma edilicia no provoca aceleraciones críticas, se pudieron identificar posibles situaciones indeseables en la zona de la entrada principal y de emergencias y probar las medidas de protección usando barreras de árboles en el diseño paisajístico.

ASOLEAMIENTO Y SOMBRAS EN LOS ESPACIOS EXTERIORES

Con la misma maqueta, se realizaron estudios de la proyección de sombras en los espacios exteriores y de la incidencia del sol en las fachadas en los solsticios de invierno y verano y en los equinoccios de primavera y otoño. Estos estudios fueron realizados con el heliodón, simulador del movimiento aparente del sol, del LEB-CIHE. Además, se utilizaron métodos gráficos que permiten obtener mayor precisión en el dimensionamiento de las sombras.

Se estudió el impacto de la proyección de sombras en terrenos lindantes según la altura y conformación edilicia, en sus distintas etapas de crecimiento. Estos estudios tienen por objetivo evaluar el impacto del edificio implantado en una zona suburbana de baja altura y densidad. Los estudios realizados indican que el proyecto propuesto, la ampliación programada y la construcción de un posible piso adicional en el futuro tiene un impacto mínimo sobre los terrenos lindantes. La figura 2 indica las sombras en invierno de la primera etapa del edificio.

Debido al emplazamiento de los volúmenes y a la orientación del edificio, surgidos de las pautas iniciales de diseño, las sombras proyectadas afectan solo a superficies muy reducidas durante períodos cortos, cuando la intensidad de la radiación solar es mínima y poco útil. Es importante notar que el impacto de las sombras del edificio en su mayor volumen es significativamente menor al que produciría un edificio de altura reglamentaria construido sobre la línea de retiro, siguiendo los lineamientos del código de edificación vigente.

Las recomendaciones de diseño formuladas para el proyecto de los espacios exteriores también incluyen medidas orientadas a proporcionar sombras en los espacios de estacionamiento y acceso en verano, sin perjudicar el asoleamiento invernal.

ACONDICIONAMIENTO NATURAL DEL HALL DE ENTRADA

El hall de entrada del sanatorio fue proyectado como espacio vital con una cafetería, kioscos de revistas y flores, adicionalmente a la recepción, administración y oficina de informes. El hall se conecta directamente con un espacio vidriado de tres pisos de altura con circulación vertical. Con el fin de alcanzar una buena calidad ambiental, los proyectistas consideraron necesario la instalación de equipos de refrigeración para lograr condiciones confortables en verano.

Este espacio incorpora ciertos recursos bioclimáticos que favorecen el acondicionamiento natural:

- Espacio de tres pisos de altura que permite excelente ventilación en verano por efecto chimenea, evacuando aire caliente.
- A diferencia de algunos centros comerciales convencionales, el techo no tiene superficie vidriada, evitando el ingreso de radiación excesiva en verano.
- Las ventanas verticales tienen orientación favorable al norte y nordeste para captar el sol de invierno y controlar el ingreso de sol en verano. Los marcos de hormigón proporcionan una protección solar útil.

- La estructura de hormigón y las terminaciones duras de los pisos proporcionan importantes superficies de gran admitancia.

Con el fin de verificar la necesidad de estas instalaciones de alto costo e importante consumo de recursos energéticos, se realizaron simulaciones de las variaciones de temperatura interior en días típicamente cálidos de verano y días típicamente fríos de invierno. Los resultados de las simulaciones, fig. 3, indican una variación de temperatura interior entre 23°C y 26,5°C, cuando la temperatura exterior oscila entre 18°C y 28°C. La ventilación entre las 16 y 20 horas evita la necesidad de dejar aberturas abiertas por la noche. Una ventilación adicional de las 8 a las 11 horas también contribuye al refrescamiento natural del espacio. Si bien la estratificación de aire puede aumentar la temperatura en los pisos superiores, esto no resulta problemático en un espacio de uso transitorio.

SALAS DE INTERNACION

Las salas de internación requieren buenas condiciones para los pacientes, tratando de evitar el uso de equipos de aire acondicionado. El diseño del sanatorio adoptó una serie de decisiones arquitectónicas y constructivas que favorecen este objetivo:

- La orientación de la fachada principal a 25° este del norte, permite lograr buen aprovechamiento del sol en invierno y fácil protección en verano.
- Todas las salas de internación, sin excepción, están ubicadas en esta orientación óptima, con una distribución en planta que favorece la ventilación cruzada.
- La construcción convencional de losas de hormigón y paredes de mampostería proporcionan niveles adecuados de inercia térmica.
- Las paredes exteriores dobles, con ladrillo a la vista y techo plano incorporan buenos niveles de aislación térmica.

Al evaluar las salas de internación se consideró relevante la interacción de los aspectos térmicos en invierno y verano, las características lumínicas y las molestias visuales debido al sol directo, y los factores relacionados con la ubicación y tamaño de las aberturas.

Temperaturas en invierno: Las temperaturas internas en un día típicamente frío de invierno, sin calefacción, oscilan entre 15°C y 16°C mientras las temperaturas externas varían entre 6°C y 14°C. Con estas temperaturas y la baja transmitancia térmica de paredes y techos, la demanda de energía auxiliar es reducida.

Temperaturas en verano: La tabla 1 indica las temperaturas exteriores e interiores en verano con distintas condiciones de ventilación: ventilación normal de 2 intercambios de aire por hora, ventilación nocturna con 10 intercambios por hora en las horas nocturnas y ventilación selectiva.

Tabla 1. Temperaturas en las salas de internación en verano

Condiciones	Temperatura mínima	Temperatura máxima
Ventilación, 2 cambios de aire / hora	25,5°C	27,0°C
Ventilación nocturna, toda la noche 10 c/hr	23,5°C	25,6°C
Ventilación selectiva, tarde y mañana	24,5°C	26,0°C
Limites de confort en verano	22,0°C	27,0°C

Con una ventilación convencional de 2 cambios de aire por hora, las temperaturas alcanzan el límite máximo deseable de confort. Con ventilación nocturna, la temperatura máxima interior es muy aceptable, aunque no es aconsejable dejar las ventanas abiertas en las salas de internación durante la

noche. La ventilación selectiva de 7 a 11 horas y de 17 a 20 horas, durante el horario de atención de enfermería, permite lograr temperaturas máximas y mínimas aceptables, sin riesgo de refrescamiento brusco o excesivo de noche.

Molestias visuales del sol directo: Se realizó un estudio de la entrada del sol directo y su incidencia sobre los pacientes en cada combinación de orientación de las camas y ubicación de las ventanas. Si bien en general, el sol directo no llega a las camas, en algunos casos incide durante 1 hora al comienzo de la mañana en invierno. Por tal motivo no se considera necesario realizar ajustes de diseño.

Iluminación natural: El estudio de iluminación natural, con las isolíneas del factor de luz diurna, indica niveles adecuados en la zona de camas, cuando la reflexión del piso es alta (>40%), con una reflexión de 70% del cieloraso y paredes. Una ventana de mayor dimensiones para obtener más luz, provocaría temperaturas máximas mayores en verano y mínimas menores en invierno. Los estudios integrados permiten considerar los múltiples factores ambientales que afectan a elementos críticos como los aventanamientos.

AISLACION TERMICA

En la zona de quirófanos y terapia intensiva, edificada en planta baja solamente, las ganancias internas producidas por luces y equipamiento son importantes, mientras los requerimientos de ventilación y limpieza del aire exigen el uso de instalaciones de acondicionamiento de aire. Para reducir la carga térmica, y siguiendo el asesoramiento realizado en aspectos térmicos, los proyectistas adoptaron un techo de losa de hormigón, con un sobre-techo liviano de chapa con aislación térmica liviana de 5 cm. La combinación ofrece baja transmitancia térmica con un importante retraso térmico. Además, el espacio entre la losa y el sobre-techo forma un entre-techo técnico, que facilita la instalación y mantenimiento de los servicios de agua, electricidad, gases especiales, A/C, etc., sin interferir en los espacios 'limpios'.

Los espesores propuestos de aislación térmica son 5 cm en paredes y techos, con un K de 0,52 y una inercia de 7 horas en el caso de las paredes. Según las simulaciones, el techo del edificio de 3 pisos funciona bien térmicamente con 2,5 cm de aislación liviana y un contrapiso con agregado liviano, obteniendo un K de 0,97 W

CONCLUSIONES

Como resultado de la inquietud de los proyectistas y el asesoramiento especializado, el edificio incorporó recursos de diseño bioambiental relacionados con la forma, orientación y construcción que favorecen la optimización del acondicionamiento natural. Los estudios realizados demuestran que se logran buenas condiciones higrotérmicas y lumínicas en los espacios sin acondicionamiento artificial y un control de la demanda de energía requeridas para refrigeración en la zona de los quirófanos. El resultado en costos es también favorable debido a la eliminación de equipos de A/C en un sector y a la limitación de la potencia en otro sector. Este ejemplo de colaboración en la región demuestra los beneficios significativos que se pueden lograr cuando hay un criterio compartido en el equipo de diseño y sus asesores.

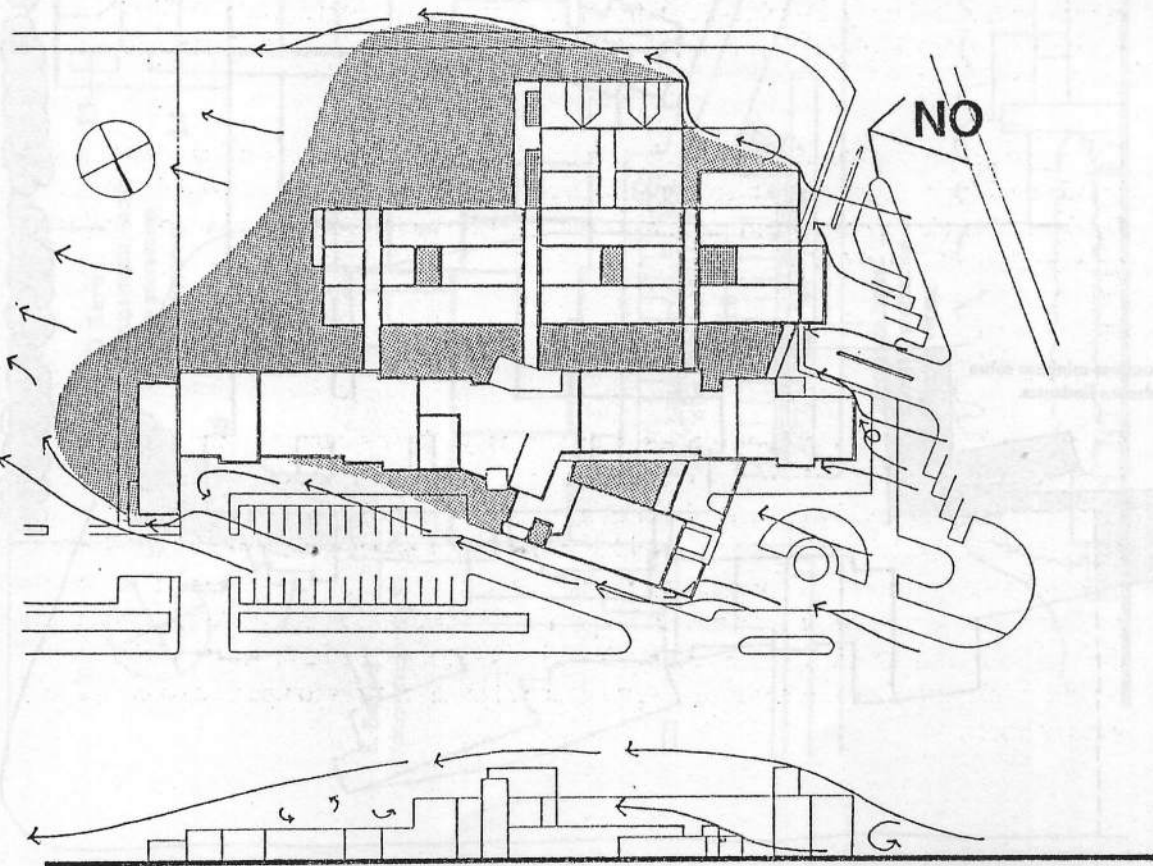
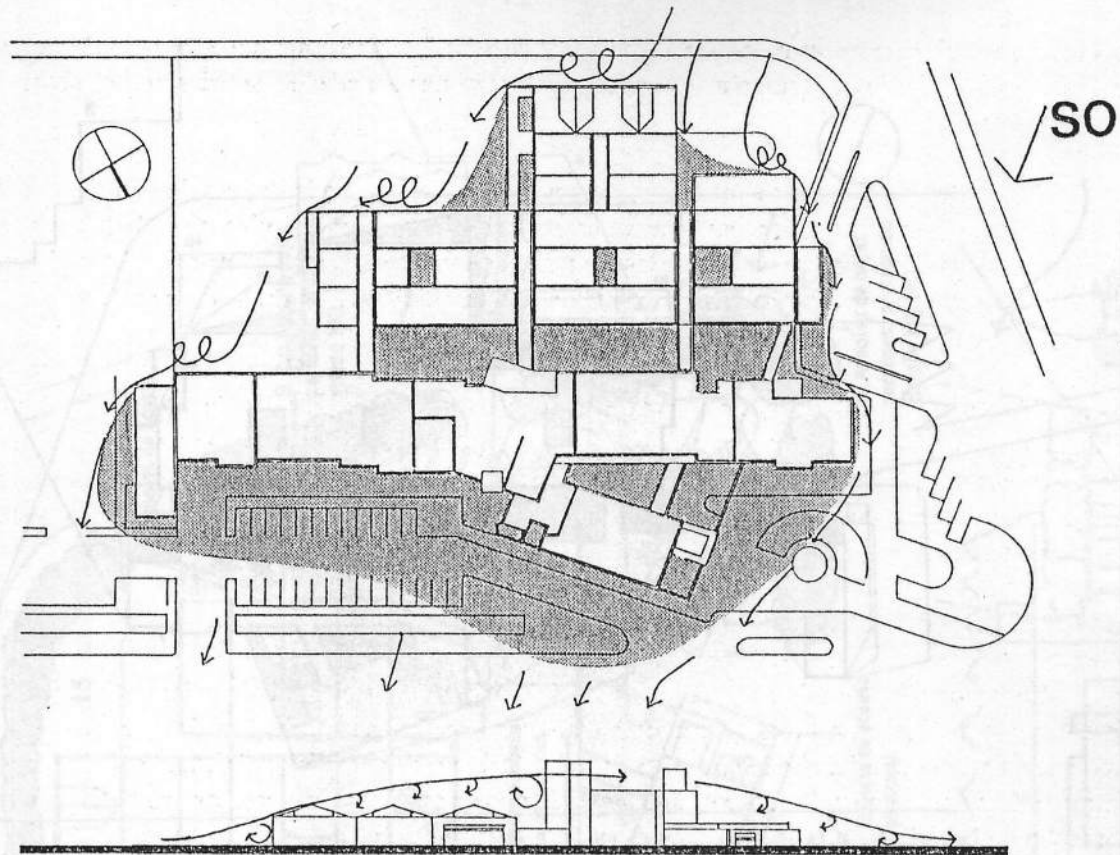


Figura 1. Ejemplos de los resultados de un ensayo en el túnel de viento. a) Dirección de viento Suroeste. b) Dirección de viento Noroeste.

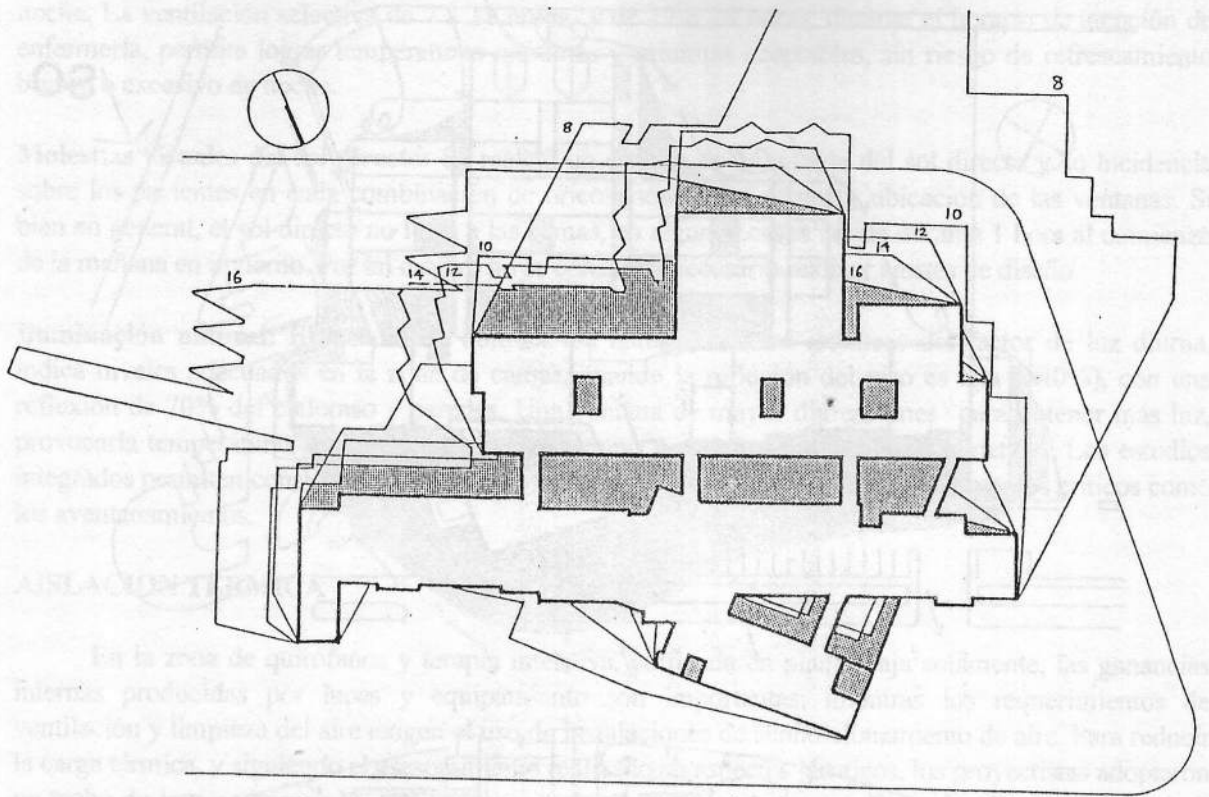


Figura 2.a) Proyección de sombras en el solsticio de invierno

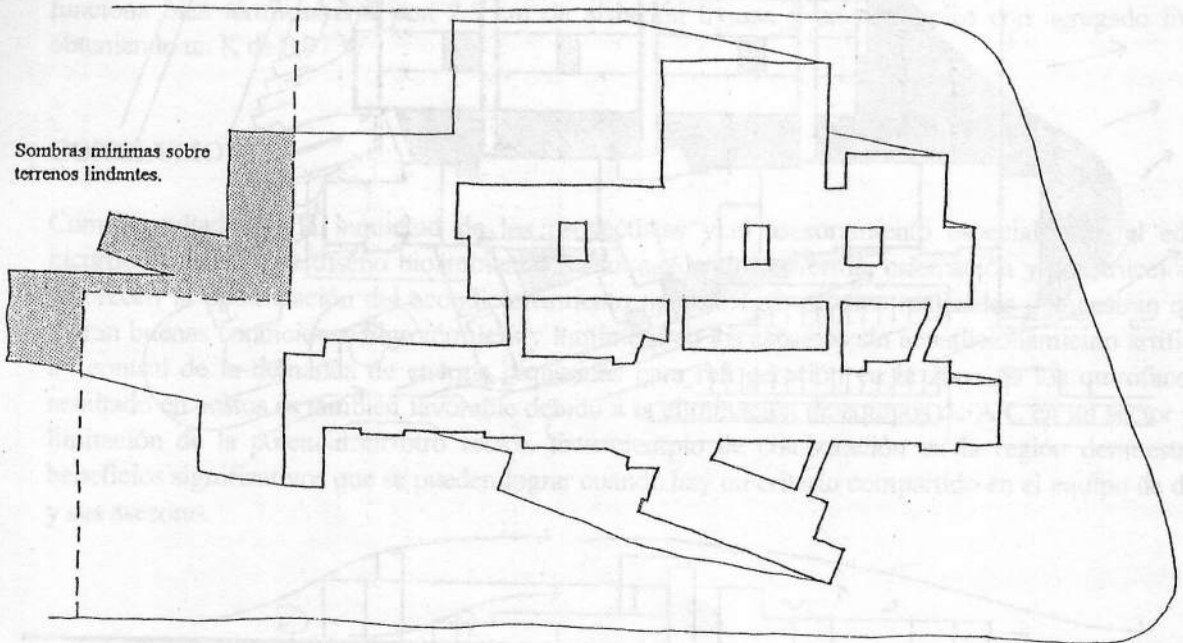


Figura 2.b) Sombras mínimas sobre terrenos lindantes del edificio con P.B. y 2 pisos a las 16 hs.

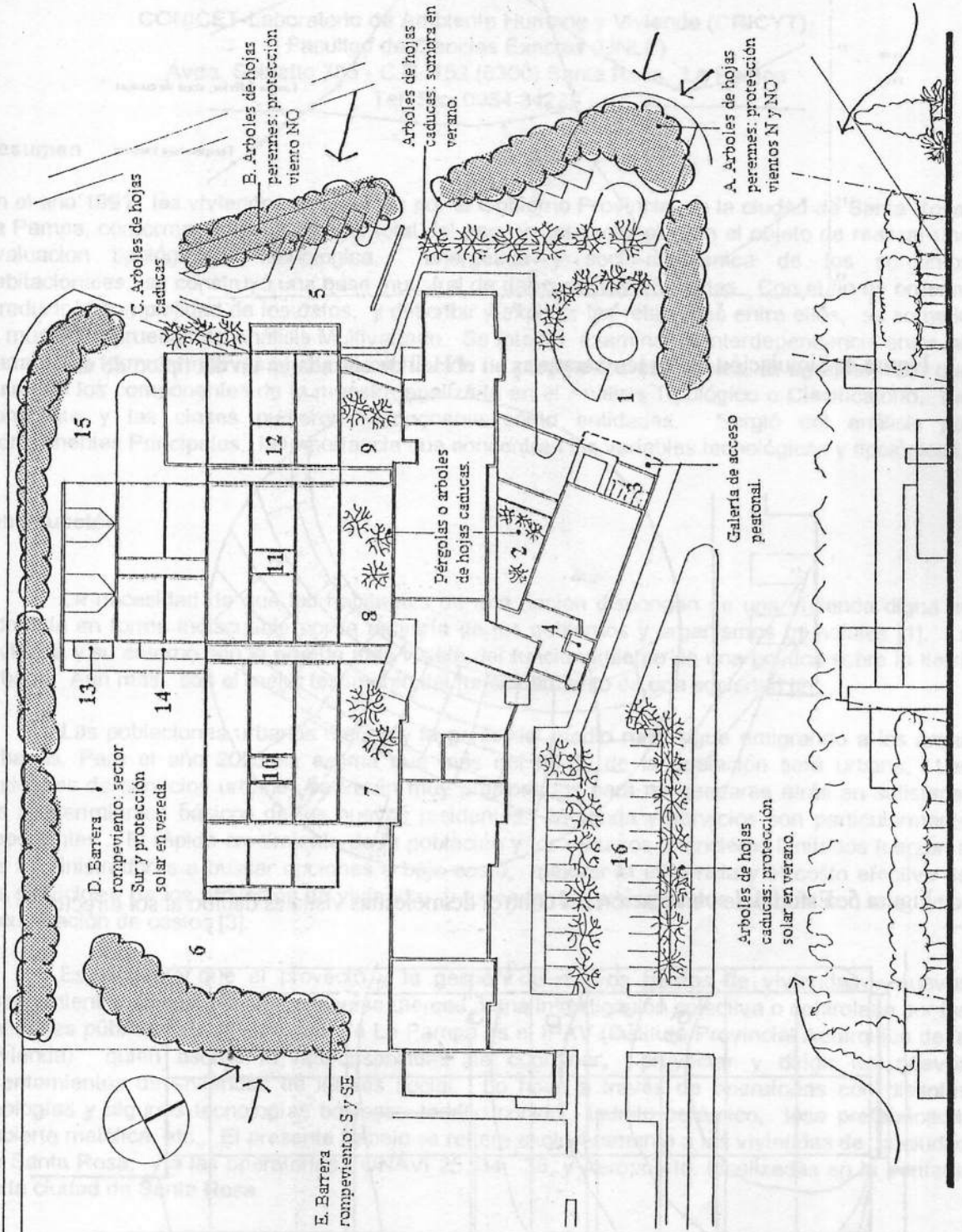


Figura 3. Recomendaciones de diseño.

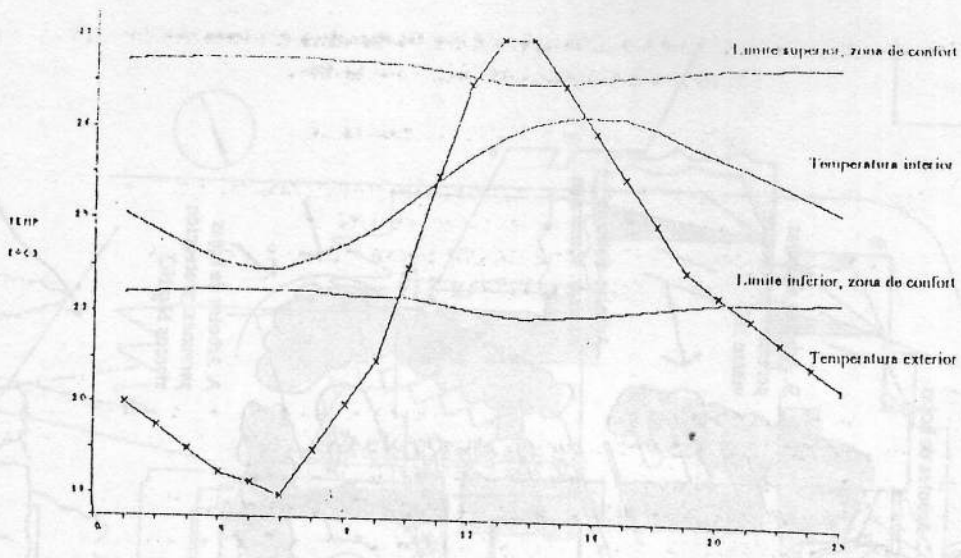


Figura 4. Simulación de las temperaturas en el Hall de entrada en un día típico de verano

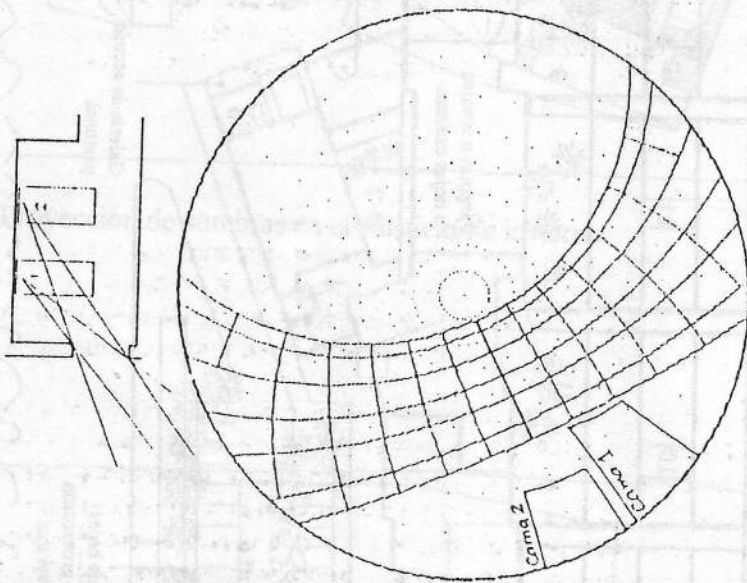


Figura 5. Estudio de verificación del control de molestias visuales debido al sol directo.

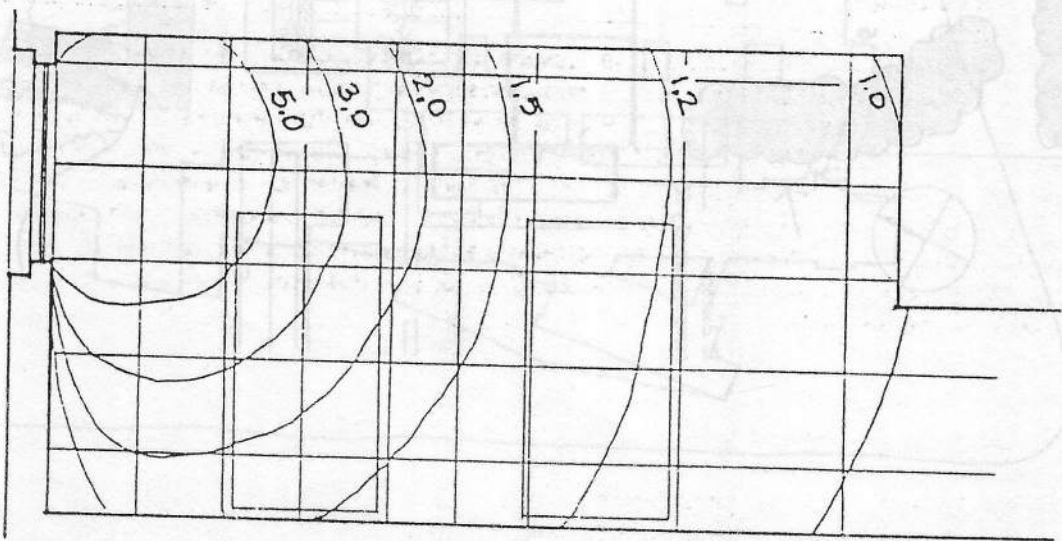


Figura 6. Factor de luz diurna (iluminación natural) con cielo cubierto en la sala de internación.