

ESTUDIOS AMBIENTALES EN LOCALES ADMINISTRATIVOS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUCUMAN

G.E. Gonzalo, V.M. Nota, S.L. Ledesma, C. Llabra
Centro de Estudios Energía y Medio Ambiente - Instituto de Acondicionamiento Ambiental
Facultad de Arquitectura y Urbanismo - Universidad Nacional de Tucumán
Av. Roca 1900 - 4000 Tucumán – Argentina - Tel.+ .54.381.4364093 int. 7914
Email: ceema@herrera.unt.edu.ar - ggonzalo@arnet.com.ar

RESUMEN: El presente trabajo muestra los resultados obtenidos en los análisis del comportamiento térmico, lumínico, acústico y de soleamiento, en sectores administrativos, en un edificio de la Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología de la Universidad Nacional de Tucumán. Se hizo un relevamiento físico de locales seleccionados y mediciones de algunas variables de posible cuantificación, tales como: temperatura, humedad relativa, nivel de ruido, nivel de iluminación interior. Para estas mediciones, se utilizaron instrumentos tales como: registrador de datos HOBO, luxímetros, decibelímetros, entre otros. Con el fin de evaluar la opinión de los usuarios con respecto a las condiciones ambientales, se aplicó un modelo de encuesta y se hizo el análisis de la misma. Los resultados alcanzados permitieron verificar la hipótesis, en cuanto a que la mayor parte de los elementos de la envolvente de los sectores administrativos no permiten las condiciones ambientales necesarias para lograr el confort interior y el bienestar de los usuarios.

Palabras clave: Arquitectura, energía, arquitectura bioclimática, oficinas, comportamiento térmico.

INTRODUCCIÓN

Este estudio se encuentra enmarcado dentro de las tareas realizadas en el Programa de Investigación CIUNT N° 26/B405: Habitabilidad, Energía y Ambiente en edificios y predios de la Universidad Nacional de Tucumán, que tiene como objetivo principal realizar un diagnóstico sobre las condiciones ambientales de distintos sectores administrativos en edificios pertenecientes Universidad nacional de Tucumán, así como establecer las condiciones de sustentabilidad que generan en su ambiente, a fin de realizar propuestas para la refuncionalización, remodelación y uso, que permitan la correcta adecuación de los mismos a las condiciones climáticas del sitio de implantación.

La elección de los locales administrativos de los edificios de la UNT como objeto de estudio, se debe principalmente a que los mismos se encuentran en condiciones de habitabilidad desfavorables las que, en algunos casos, conducen a que los locales cuenten con equipamientos insuficientes o ineficientes para lograr condiciones de confort y, en otros casos, a un inadecuado mantenimiento de los sistemas o al uso de los mismos, que lleva a sus ocupantes a sufrir una permanente situación de disconfort y a una disminución de su productividad.

La consideración de la situación climática en el diseño de los locales de oficinas, generan un nuevo acercamiento a las necesidades energéticas y proporcionan una respuesta inicial a los problemas medioambientales. La preocupación por la armonía con el clima y el ambiente externo debe influir en las características dichos locales, requiriendo una visión global de cada aspecto en el diseño arquitectónico.

La necesidad de ahorrar energía y la preocupación creciente para el bienestar del empleado son también factores primordiales de la arquitectura administrativa. La calidad del aire, las condiciones térmicas interiores, la ventilación eficiente y un adecuado ambiente visual y acústico son consideraciones que en la mayoría de los casos no están presentes en el diseño de los lugares de trabajo.

Por otra parte, la eficiencia energética de los edificios, que se lograría mediante la adecuación climática de los mismos, es un aspecto pocas veces tenido en cuenta, en el caso europeo, una estimación de la Comisión Europea es que el 40% de la energía final consumida en los países miembros de la Unión se dedica al mantenimiento del confort en este sector de la edificación (Di Luca, 2000). Una mejora de la eficiencia en su uso supondría ahorros significativos, evitando el despilfarro de energía que se genera en casi todos los edificios.

Los aspectos a considerar para lograr edificios que requieran poca demanda energética y al mismo tiempo aseguren el bienestar de los ocupantes y permitan definir de las pautas para el diseño los locales administrativos son:

- Aspectos térmicos: La consideración de los aspectos térmicos en el diseño de la envolvente pueden reducir los costos en el acondicionamiento artificial auxiliar en edificios administrativos, sin comprometer el confort de los ocupantes.
- Aspectos lumínicos: Las oficinas en general dedican gran parte de su consumo de energía a la iluminación. Si bien se pueden lograr algunos ahorros de energía utilizando lámparas y sistemas de control más eficientes, éstos son reducidos si se comparan con los que se podrían lograr con el uso de la iluminación natural. (Leony Sze-Hui , 1999).

- Aspectos acústicos: se debe conseguir ambientes confortables para las condiciones promedio de escucha del ser humano, conforme a la función que deba cumplir el local, protegiendo al mismo de las agresiones del ruido que puedan interferir con la comodidad del usuario (Gonzalo et al., 2007)

La consideración en el diseño de los aspectos antes enunciados va a influir en los locales de oficinas, logrando con ello su adaptación al clima local con la consiguiente disminución de los requerimientos energéticos, lo que redundará en beneficio de los usuarios en particular y de la sociedad en general proporcionando una respuesta inicial a los problemas medioambientales.

Situación de análisis:

La Facultad de Ciencias Exactas de la UNT fue diseñada como un bloque cerrado de proporciones cuadradas, en donde los locales se organizan alrededor de un hall central en cuádruple altura, conformación que genera iguales superficies de envolvente (opaca y transparente) hacia las cuatro orientaciones. Este diseño, repetido sucesivamente en el predio universitario, ha ocasionado que muchos locales carezcan de adecuadas condiciones de asoleamiento y de ventilación natural. Esta situación se ve potenciada debido al mal funcionamiento de los dispositivos de control de la radiación solar directa (parasoles) que, si bien fueron diseñados con la finalidad de lograr condiciones naturales adecuadas, la dificultad para su mantenimiento impide su correcto uso, afectando a las condiciones de ventilación, de asoleamiento y lumínicas del edificio.

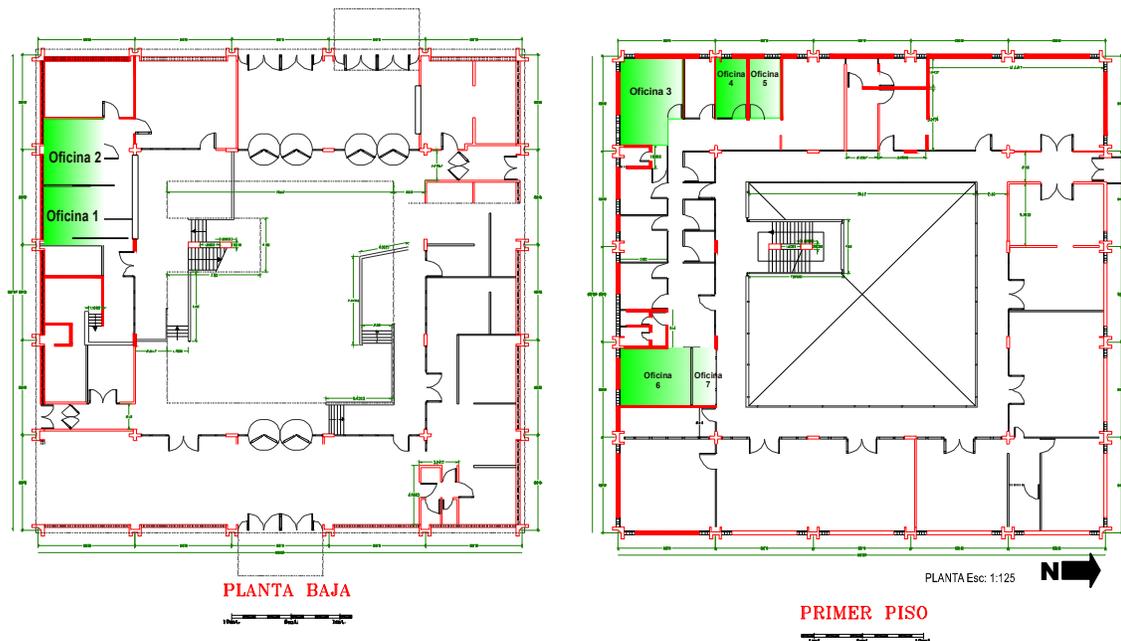


Figura 1: Ubicación de los sectores de análisis en el edificio

Los estudios se realizaron sobre 3 sectores de oficinas:

- Sector A (oficinas 1 y 2): se localiza en la planta baja sobre el frente Sur del bloque y funciona como Departamento Alumnos. Dicho sector se compone por 2 cuerpos, separados por medio de paneles livianos de estructura de acero y cerramiento de vidrio, en la parte superior, y cerramientos opacos en la parte inferior.
- Sector B (oficinas 3, 4 y 5): se ubica en el primer piso del bloque y allí funcionan las oficinas del Decano, Secretario Académico, Secretario de Asuntos Administrativos, Departamento Concursos. Estas oficinas presentan frente Oeste, excepto una que posee frente Oeste y Sur.
- Sector C (oficinas 6 y 7): se localiza en el primer piso sobre el frente Sur del bloque y allí funcionan las oficinas administrativas tales como Despacho, Secretaría de Comisiones y Dirección General Administrativa. Una de las oficinas se ubica hacia el interior del bloque, por lo que se considera para el análisis como un solo ambiente.

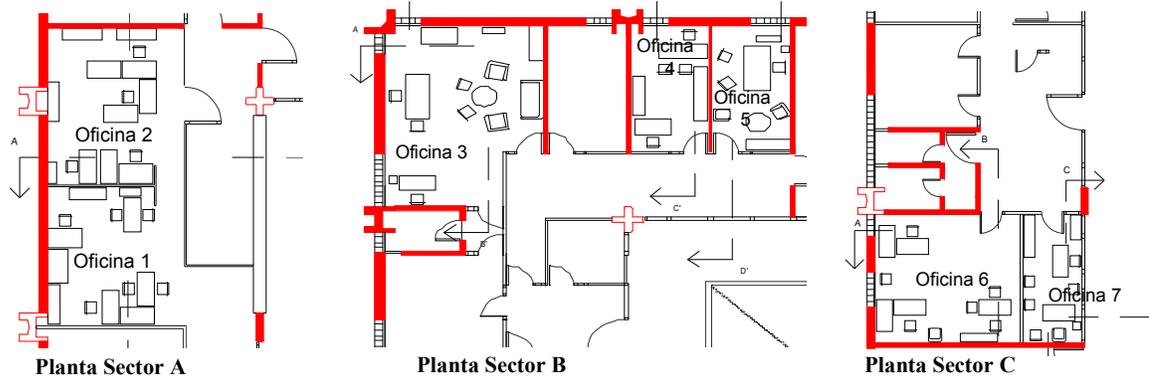


Figura 2: Detalle de los locales analizados

DESARROLLO DEL TRABAJO

Condiciones térmicas

En nuestro país son las normas IRAM las que regulan los criterios para el diseño y construcción de edificios en cuanto a las características de su envolvente. Con respecto a los materiales de la envolvente, las normas determinan los niveles mínimos de transmitancia térmica que deben cumplir los mismos, sin tener en cuenta las superficies vidriadas.

Para determinar el Coeficiente de Transmitancia Térmica (K), de cada uno de los elementos de la envolvente y el cumplimiento o no de los valores normados, se usó el programa CEEMAKMP.xls (Gonzalo G.E., 2003), que calcula el valor de K correspondiente al cerramiento, y los valores máximos admisibles por Norma IRAM (IRAM, 1996) para los tres niveles (A, B, C),

En la figura 3 se indican los valores de transmitancia térmica y la verificación del valor máximo admisible para el Nivel C correspondiente a los elementos verticales de la envolvente de los locales analizados, considerando la zona bioambiental en verano (S. M. de Tucumán: IIb) y la temperatura de diseño en invierno (S. M. de Tucumán: 2,2°).

Se determinó además el Coeficiente de Transmitancia Térmica Medio (Kmp), teniendo en cuenta que los elementos transparentes que conforman el cerramiento exterior tienen gran influencia en las condiciones térmicas interiores. En dichos cálculos no se consideró la influencia de las protecciones solares que poseen las ventanas, dado que por las características de las mismas, éstas permanecen abiertas durante el día, para permitir el ingreso de luz natural al interior y durante la noche la mayoría no se cierran, debido a sus malas condiciones de funcionamiento.

Ubicación	Croquis	Descripción	Transmitancia térmica		Verif. K mínimo (Nivel C)		
					Verano 1,80	Invierno 1,85	Ver.color 2,16
Sector A (oficinas 1,2) Sur	✘	Sup. muro: 33,35 m ² - HºAº 12 cm de espesor promedio - Revoque exterior de concreto y piedra - Revoque interior	K	2,87	NO	NO	NO
		Sup. transparente: 5,82 m ² - Vidrio común s/protección (K=5,8 W/m ² ºC)	Kmp	3,18	NO	NO	NO
Sector B (oficinas 3,4,5) Sur y Oeste	✘	Sup. muro: 34,8 m ² - Ladrillo cerámico común 30 cm de espesor c/2 caras revocadas. - Color exterior: blanco	K	1,98	NO	NO	SI
		Sup. transparente: 11,8 m ² Vidrio común s/protección (K=5,8 W/m ² ºC)	Kmp	2,74	NO	NO	NO
Sector C (oficinas 6,7) Sur	✘	Sup. muro: 16,7 m ² - Ladrillo cerámico común 30 cm de espesor c/2 caras revocadas. - Color exterior: blanco	K	1,98	NO	NO	SI
		Sup. transparente: 4,95 m ² - Vidrio común s/protección (K=5,8 W/m ² ºC)	Kmp	2,67	NO	NO	NO

Figura 3: Características y propiedades térmicas de los elementos constructivos analizados

Se puede observar que los muros no verifican los niveles máximos admisibles establecidos por las normas IRAM para el nivel C (mínimo) en la localidad de análisis. Solamente se verifica K para la situación de verano con color claro en los muros de los sectores B y C (sin considerar los aventamientos).

A efectos de establecer las condiciones higrotérmicas interiores se realizaron mediciones en el sector C (oficinas 6 y 7) con registradores de datos HOBO Mod.H08-004, registrándose las variables ambientales de temperatura del aire exterior (referencial), temperatura del aire interior y humedad del aire interior y exterior. Las mediciones se realizaron en el transcurso de una semana desde el 13 al 20 de noviembre para verano y desde el 23 al 29 de junio. La figura 4 indica la localización de los equipos.

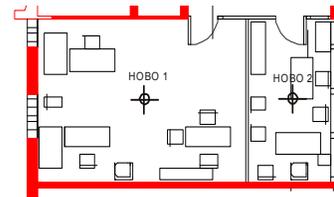


Figura 4: ubicación de los HOBO en las oficinas 6 y 7

Situación de verano: La figura 5 muestra las curvas correspondientes a la temperatura exterior e interior de las oficinas, durante el período medido. Se pudo observar que en los días típicos (días 1, 2 6 y 7) , si bien la temperatura exterior va en ascenso a lo largo del día, con una variación de temperatura de 8 grados aproximadamente (entre 23° a 31° los días 1 y 2; 19 a 28°, día 6), las temperaturas interiores se mantienen con una variación de 1 a 2 grados, entre 26° y 27°, lo que pone de manifiesto la inercia térmica de la envolvente y la falta de ventilación nocturna que posibilite un enfriamiento estructural.

Puede observarse también, que si bien en los días 3 y 4 se produjo un importante descenso de la temperatura exterior, éste no se pone de manifiesto en el interior. Entre las 14:00 Hs. del día 2 y las 14:00 Hs. del día 3, hay un descenso de 15 grados en la temperatura exterior, no obstante ello, en el interior no se registra un similar descenso, solo se observa una disminución de 2 grados (27° en el día 2 y 25° en el día 3 a las 14.00 Hs.) Esta situación está generada principalmente por el mal estado de las ventanas, que no permiten su apertura para posibilitar la ventilación natural interior, acompañado del diseño compacto del edificio que no favorece la ventilación cruzada con el correspondiente beneficio que ésta provoca.

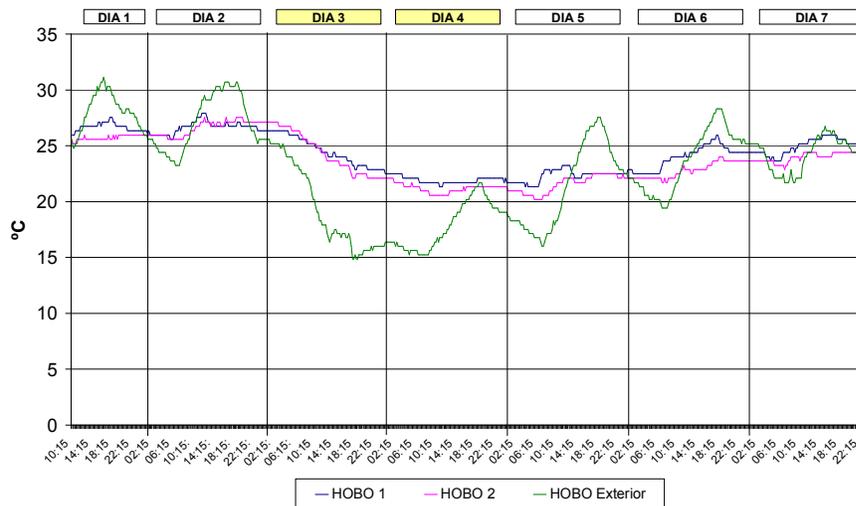


Figura 5: Total de registros de temperatura exterior e interior en verano de los locales analizados.

La figura 6 muestra los registros de temperatura exterior e interior de un día típico, puede observarse que los valores de temperatura interior se mantienen prácticamente constantes entre 27 y 28 °C, generando situaciones de in confort térmico.

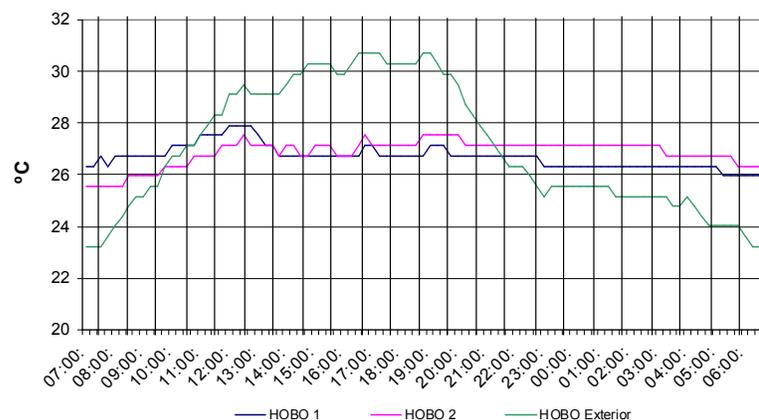


Figura 6: Registros de temperatura exterior e interior en verano de un día típico (día 2).

En la figura 7, que muestra la variación de la humedad relativa en verano, se observa que los valores en el interior alcanzan valores de hasta un 60 %. La concentración de HR sumada a la elevada temperatura ocasiona en el ambiente una sensación de inconfort, para lo cual sería necesario el uso de sistemas de enfriamiento artificial del aire.

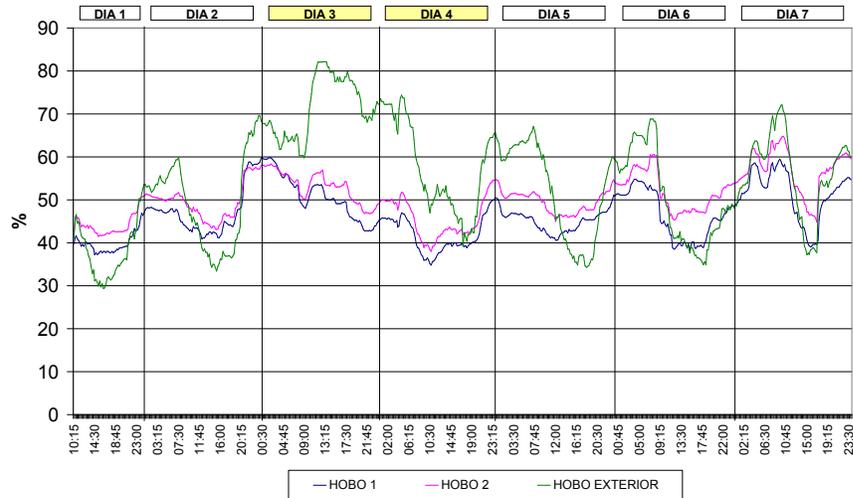


Figura 7: Total de registros de humedad relativa exterior e interior en verano de los locales analizados.

Situación de invierno: Se puede observar en las figuras 8 y 9 que si bien la temperatura exterior varía en un rango de 7 a 16°, alcanzando registros máximos en el orden de los 20°, las temperaturas interiores superan dichos registros, con una variación entre 18° y 22°, sobre todo en el horario de mayor permanencia a los locales. Si bien los valores de temperatura interior, en gran parte son inferiores a los recomendados por Normas (ISO N° 7730 expresa que las temperaturas óptimas para oficinas en invierno varían entre 20°C a 24°C), éstas alcanzan registros superiores a los 20°, debido sobre todo al uso de sistemas de calefacción del aire, ya que ninguno de los locales presenta ingreso de radiación solar con su consiguiente aporte de energía calórica. Puede observarse claramente que en los días 5 y 6, que corresponden a los días que no se usan los locales (fin de semana), no se registra incremento de la temperatura interior y ésta se encuentra en el orden de los 16°C.

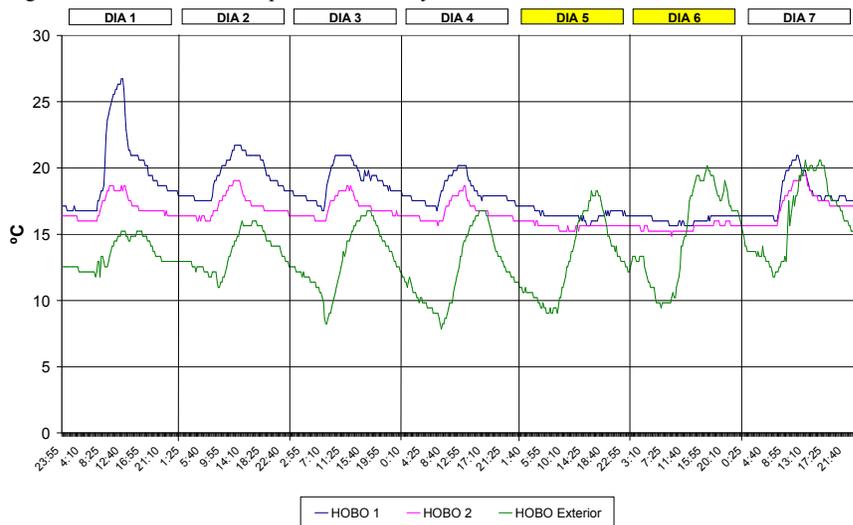


Figura 8: Total de registros de temperatura exterior e interior en invierno de los locales analizados.

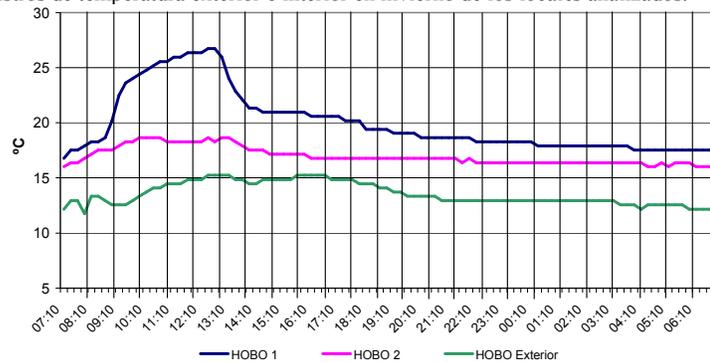


Figura 9: Registros de temperatura exterior e interior en invierno de un día típico.

En la figura 10, que muestra la variación de la humedad relativa en invierno, se observa que los registros interiores se mantienen entre 30% y 55%, situación que no afecta a las condiciones ambientales.

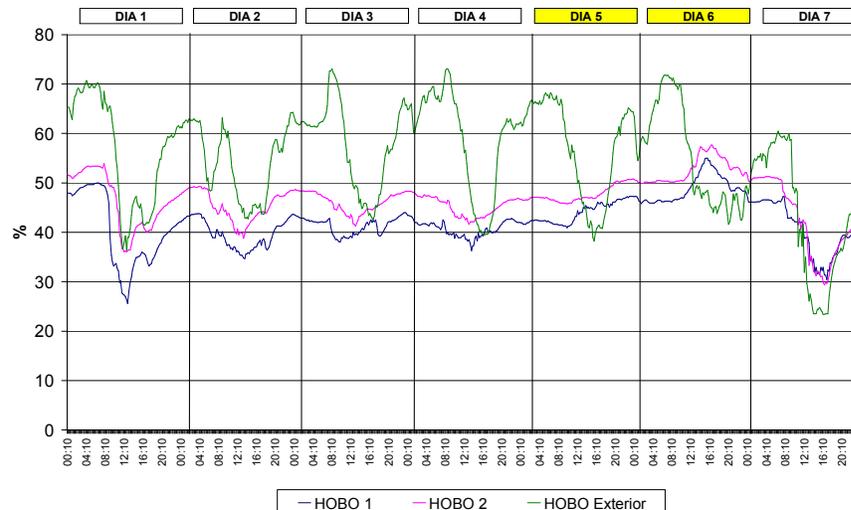


Figura 10: Registros de humedad relativa exterior e interior en invierno de los locales analizados.

A partir de análisis térmico de los elementos constructivos de la envolvente del edificio, se comprobó que no se verifican los valores estipulado por normas IRAM para verano e invierno y que las temperaturas en los locales no se encuentran, tanto en verano como en invierno, dentro de los niveles de confort, por lo cual, para ambos períodos del año, se debe recurrir al uso de sistemas de calefacción y enfriamiento del aire, tales como: aire acondicionado, ventiladores, estufas eléctricas, entre otros, con el consiguiente costo energético que trae aparejado.

Condiciones de asoleamiento

Si bien es necesario el ingreso de sol para garantizar las condiciones higiénicas y para la calefacción natural de los espacios interiores, en el caso de las oficinas analizadas, debe tenerse en cuenta que la presencia de la mancha solar sobre el plano de trabajo debe ser evitada dada las molestias que ocasiona en la visión.

Analizando las condiciones de asoleamiento de los locales bajo estas pautas, podemos decir que las oficinas 1, 2, y 6 con orientación Sur, no tienen la posibilidad del aporte de calor en invierno, ni de las 2 horas mínimas de radiación solar directa en el 50% del local para las mantener las condiciones higiénicas (Norma IRAM, 1996). Se observa además que los parasoles de lamas verticales móviles, si bien resultan adecuados para esta orientación, su mal estado de conservación no posibilita su apertura y cierre de acuerdo a las necesidades, por lo prácticamente todo el año se encuentra semiabierto, tal como se observa en la figura 11.



Figura 11: tipo de protecciones solares

En las oficinas 3, 4 y 5 se repite el mismo tipo de parasol, pudiéndose constatar que estos no resultan eficientes para la obstrucción solar en la orientación Oeste, ya que en horas de

la tarde deben permanecer totalmente cerrados para evitar el ingreso de sol, bloqueando el acceso de luz natural. En algunos casos, debido a la falta de mantenimiento que imposibilita el accionamiento del parasol, las lamas permanecen cerradas o abiertas en forma permanente afectando a las condiciones lumínicas interiores o generando o excesivas ganancias de calor.

Condiciones de iluminación natural:

Se llevaron a cabo mediciones de los niveles de iluminación natural y artificial en los locales de oficinas de los edificios seleccionados para el análisis. Para ello se utilizó un luxímetro Tenmars DL-201; 1 TEAS TERM, con el cual se registraron los valores de iluminación en lux a 1 m de la pared de fondo y a una altura de 0,80 m del nivel del piso. Los valores registrados se compararon con los niveles mínimos de iluminación sobre el plano de trabajo según el destino del edificio, recomendados por las Normas IRAM (IRAM, 1976).

En la figura 12 se puede observar que en el 100% de las oficinas analizadas no se registran los niveles de iluminación natural recomendados por las Normas IRAM, las cuales indican un mínimo de 500 lux o un CLD de un 2% para este tipo de actividad visual, por lo tanto al ser insuficiente el nivel de iluminación natural los usuarios utilizan en forma continua la iluminación artificial.

En los casos de las oficinas 1 y 2, si bien el diseño de las ventanas (horizontal superior) es adecuado desde el punto de vista lumínico, la dificultad para accionar los sistemas de protecciones solares impide su regulación para el ingreso de luz natural.

En las demás oficinas, a la dificultad de accionar los parasoles se le agrega el diseño poco conveniente de las ventanas (angosta vertical) las cuales generan una iluminación localizada en la zona próxima a las mismas, produciendo una inadecuada distribución de la luz. Asimismo, el criterio para la ubicación del equipamiento no responde a la premisa de aprovechar la luz natural, por lo que sería conveniente su reubicación a efectos de mejorar las condiciones lumínicas en el plano de trabajo.

Al analizar la iluminación artificial, se observa que solamente en dos casos (oficinas 3 y 5) se registran valores superiores a los de Norma, en los demás casos los registros son, en promedio, inferiores en un 40% a los recomendados. Por lo tanto el usuario no dispone de iluminación suficiente para la tarea visual que desarrolla en su trabajo. Una de las principales causas es la falta de mantenimiento de los sistemas de iluminación artificial, ya que se verificó que la cantidad de luminarias previstas es la adecuada.

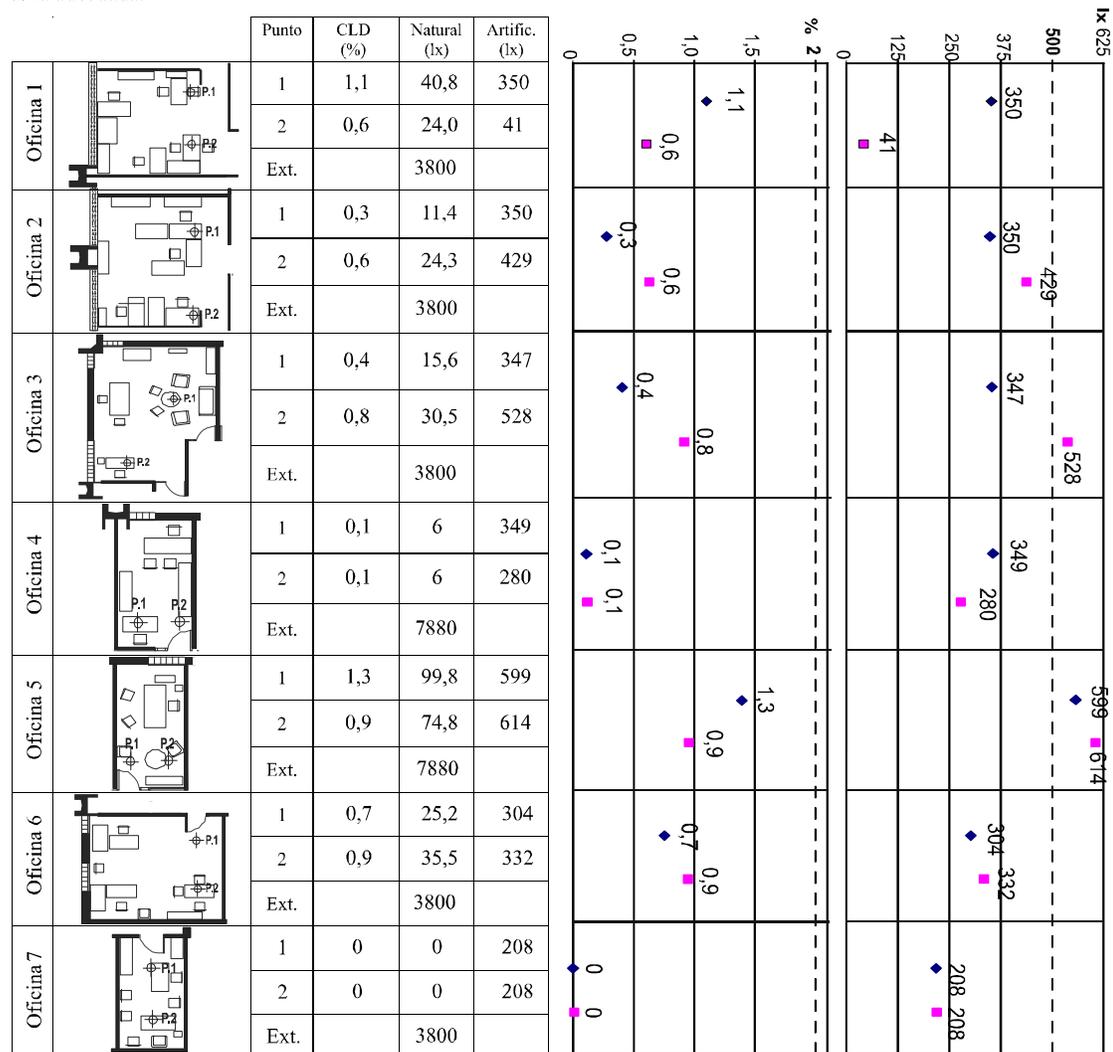


Figura 12: Registros de los niveles de iluminación natural y artificial en los locales analizados

Condiciones acústicas:

Se llevaron a cabo mediciones de los niveles sonoros en los locales de oficinas de los edificios seleccionados para el análisis. Para ello se utilizó un decibelímetro Sound meter Radio Shack Mod. 33-2055. En cuanto al confort acústico los niveles sonoros máximos aceptables para recintos destinados a oficinas es de 45 a 50 dB (Norma ISO R, 1996). En la siguiente tabla se puede observar los registros de los niveles sonoros para los locales analizados.

Se pudo verificar que en el 100% de los locales el nivel sonoro es superior al admisible para la actividad administrativa y, en algunos casos (oficina 2 y 6), se supera en un 50% este valor. La principal causa son las voces de los propios usuarios o de las personas que frecuentan dichos lugares. Asimismo los locales no cuentan con elementos para la aislación acústica en los tabiques divisorios entre oficinas o circulaciones.

Local	Niveles sonoros dB (A)
Oficina 1	58
Oficina 2	68
Oficina 3	53
Oficina 4	55
Oficina 5	55
Oficina 6	75
Oficina 7	65

Figura 13: Niveles sonoros interiores

Respuesta del usuario

Como parte del desarrollo del trabajo se realizaron encuestas para evaluar la respuesta de los usuarios frente a las condiciones de habitabilidad en los locales de oficinas analizados, en particular en los aspectos referidos a la percepción y nivel de aceptación por parte de sus ocupantes, en relación con el confort térmico, lumínico y acústico.

Calidad térmica: En relación a las condiciones térmica el 79% de los usuarios manifiestan desconfort por calor en verano y el 86% expresan desconfort por frío en invierno, requiriendo sistemas artificiales para el acondicionamiento interior tales como calefactores de tipo infrarrojo, ventiladores de techo y en pocos casos, aire acondicionado.

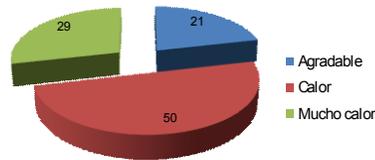


Figura 14: Resultado de las encuestas para la situación de verano

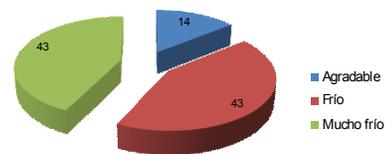


Figura 15: Resultado de las encuestas para la situación de invierno

Calidad lumínica: Los usuarios manifiestan que el escaso ingreso de luz natural a través de las ventanas impide su uso. La mayor parte de ellos encienden las lucen cuando ingresan al local y las apagan cuando termina la jornada de trabajo. Solo en un caso se combina la iluminación natural con la artificial (oficina 5), aunque no todas las lámparas están en uso debido a la falta de mantenimiento.

Ventilación natural: Los usuarios manifiestan que el tipo de ventana (tipo balancín) y sus condiciones de mantenimiento no permiten su correcto uso, ya que en verano no se puede producir la apertura y cierre de los mismos y, en invierno, se producen infiltraciones de aire provocando desconfort térmico. Asimismo el 40% de los usuarios manifiesta que la falta de una adecuada ventilación produce un déficit en la renovación de aire para mantener las condiciones higiénicas, percibiendo una reducción de la calidad del aire interior.

Calidad acústica: El 70% de los usuarios perciben molestias por ruido, principalmente por las voces de las personas, la apertura de puertas y el ruido de los pasos de las personas, identificando como una de las principales causas la falta de aislación acústica de los tabiques divisorios y la ausencia de superficies absorbentes en el interior. Si bien en los locales se registran niveles de ruido superiores a los establecidos, los empleados de este sector no consideran este aspecto dificulte el desempeño diario de su labor.

CONCLUSIONES

A partir de los estudios realizados se pudo que el comportamiento global que presenta la envolvente, resulta muy poco adecuado para la situación climática local, generando por ello condiciones higrotérmicas interiores inadecuadas y como consecuencia un elevado costo energético.

Frente a las inadecuadas condiciones ambientales que presentan estas oficinas, los usuarios se ven obligados a utilizar artefactos eléctricos para calefaccionar o refrigerar estos locales con el fin de alcanzar los valores básicos de confort ambiental, produciendo un excesivo uso de energías no renovables, aportando esto a la contaminación ambiental.

Para poder lograr condiciones de confort dentro de los locales de oficinas analizados, sería conveniente establecer algunas medidas correctivas tales como: reducir las pérdidas y ganancias de calor a través de las superficies opacas y transparentes incorporando elementos aislantes en los paramentos verticales y mejorar las condiciones de los sistemas de aventamiento y sus protecciones solares a fin de optimizar las condiciones térmicas, lumínicas y ventilantes de los locales.

REFERENCIAS

- Armanini C., Acevedo M., Rios E. (2008). "Condiciones Ambientales, de higiene, seguridad y respuesta de los usuarios en el Edificio de la Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología de la UNT". IAA-FAU-UNT. (Inédito)
- Di Luca G.,(2000). Edificación Sostenible. Documento en línea: www.cyberambiental.com
- Gonzalo G.E. (2003). Manual de Arquitectura Bioclimática, 2da. Edición, en trámite de publicación, Bs. As.
- Leony Sze-Hui Au – Honours (1999). Daylighting, a practical approach. Documento en línea: fridge.arch.uwa.edu.au
- Normas IRAM 11601 (1996). Acondicionamiento térmico de edificios. Métodos de cálculo.
- Normas IRAM AADL J20-04 (1976). Iluminación Natural en Industrias. Características.

ABSTRACT: This paper shows the results obtained in the analysis of thermal behavior, lighting, acoustic and solar incidence, in administrative areas, in a building of the School of Science and Technology, National University of Tucumán. There was a physical survey of selected offices. Measurements of some variables of possible quantification were made, such as: temperature, humidity, noise, light level, inside the offices. For these measurements, we used instruments such as HOBO data logger, light meters, sound level meters, among others. To assess the views of users on their perceptions of environmental conditions, a survey was made and the analysis of results. The results obtained allowed us to verify the hypothesis, in that most of the elements of the envelope of the administrative areas, do not allow the environmental conditions necessary to achieve the interior comfort and welfare of users.

Keywords: architecture, energy, bioclimatic architecture, offices, thermal behavior.