

EVALUACIÓN DE ILUMINANCIAS VERTICALES SOBRE FACHADAS EN CAÑONES URBANOS FORESTADOS DE LA CIUDAD DE MENDOZA, ARGENTINA.

Córica, L.¹, Pattini, A.²,

Laboratorio de Ambiente Humano y Vivienda – Instituto Ciencias Humanas Sociales y Ambientales (LAHV INCIHUSA)
Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)
Centro Científico Tecnológico CCT- MENDOZA CONICET C.C.131 C.P. 5500 – Mendoza
Tel. 0261-45244345 – Fax 0261-4287370 e-mail: apattini@mendoza-conicet.gob.ar

Recibido: 13/08/12; Aceptado: 02/10/12

RESUMEN: En ciudades con presencia de arboleda urbana, la iluminación incidente sobre las superficies verticales de los edificios no sólo está condicionada por las características de la morfología edilicia, sino también por los períodos de foliación de las especies forestales. El presente trabajo presenta del potencial de la luz incidente sobre las fachadas de un Canal Vial Urbano representativo del Modelo Oasis de Mendoza, para las estaciones críticas del año, a través de la aplicación sistémica de herramientas de medición que permiten cuantificar el recurso en tramas urbanas de alta densidad edilicia. Los resultados muestran que la fachada sur, los niveles son muy bajos para el aprovechamiento de luz natural, mientras que en la fachada norte, es necesario pensar en sistemas de Iluminación natural adecuados, según las variables urbanas condicionantes.

Palabras clave: Iluminación natural, Morfología urbana, Arboleda Urbana.

INTRODUCCIÓN

Los elementos de medición y cuantificación de la disponibilidad de la luz natural en espacios urbanos abiertos son muy complejos, porque no sólo precisan la aplicación de técnicas que demandan recursos humanos capacitados, sino también el uso de equipamientos específicos. Dentro de la temática, la mayoría de los métodos de cálculos de iluminación natural con mayor difusión, se basan generalmente en cielos uniformes o nublados, pero en climas donde predominan cielos despejados los niveles de iluminancias pueden ser subestimados y conducir a diseños urbanos erróneos y el uso de sistemas de iluminación natural inapropiados (Brotas, 2007). Uno de los métodos más comúnmente utilizados, se basa en el factor de luz natural, el cual es independiente de las condiciones meteorológicas de cada región. Si bien este método puede ser aplicado bajo condiciones de cielo nublado, se puede argumentar que no es apropiado para cielos despejados (Mardaljevic, 2011)

En los últimos años, se ha desarrollado un importante número de herramientas de cálculo y simulación que ayudan en el diseño de iluminación natural. Actualmente, varios programas de computación se han propuesto, simular el comportamiento a la luz natural en espacios construidos para caracterizar las distintas fuentes de luz natural o para asistir a los diseñadores en la evaluación de las estrategias a implementar. Ejemplo de esto son trabajos desarrollados para tramas altamente densificadas como Honk Kong, donde se valida la aplicación de softwares con mediciones in-situ (Ng, 2001). Pero, para cualquier herramienta utilizada, siempre hay alguna duda sobre su validez y si su aplicación sólo se limita al campo investigado para desarrollarla (Fontoyon, 1999). Por lo que, observaciones y mediciones in-situ pueden detectar algunos aspectos difíciles de predecir con las herramientas disponibles: respuesta óptica final de los sistemas utilizados en los edificios (exteriores e interiores), dinámica de la luz natural, etc.

Por otro lado, se ha avanzado mucho en guías para el estudio de la luz natural en el medio urbano, con índices y recomendaciones de iluminancias verticales sobre las superficies exteriores, con el objetivo de incorporar e incluir tecnologías adecuadas como sistemas de transporte luz y garantizar luz natural en los espacios interiores (Compagnon, 2004).

En la región de Mendoza, ubicada en el centro oeste del país, el 76% del año corresponde a cielos claros con presencia de sol en el período diurno. Esta disponibilidad lumínica hace pensar que el aprovechamiento del potencial de la luz natural en los espacios es óptimo y las estrategias en iluminación natural se destacan como recursos ambientales a ser tenidos en cuenta para el diseño urbano-arquitectónico (Pattini, 2007). Sin embargo, los elementos que participan en la morfología urbana, pueden presentarse como obstrucciones considerables a la incidencia de la radiación visible. Esto hace que el aprovechamiento del recurso como fuente de iluminación del ambiente construido, esté fuertemente condicionado por dos grupos de variables del contexto urbano: las particularidades morfológicas de la arquitectura y las diferentes iluminancias que reciben las superficies (Tregenza, 1995).

El Área Metropolitana de Mendoza, ha determinado un Modelo de Ciudad Oasis dentro de un clima árido, donde la arboleda y sus períodos de foliación, se convierten en los elementos de mitigación estacional de los espacios edilicios. Se ha dado una respuesta particular a las formas de ocupación del territorio, modificando el paisaje árido con la disposición de un verdadero

¹ Investigadora Asistente CONICET

² Investigadora Independiente CONICET

bosque urbano como estrategia de confort bioclimático, que bloquea y disminuye considerablemente la luz natural disponible como potencial fuente de energía luminosa en los espacios conexos.

Pero a la vez, la masa arbórea determina dos escenarios urbanos con diferentes disponibilidades lumínicas: la primer situación se da por debajo de las copa con espacios oscuros y ante las sombras que proyectan el árbol y la arquitectura construida; y la segunda por encima de las alturas máximas de las copas de los forestales, es decir sobre los niveles superiores de las fachadas, donde impactan todas las componentes de la radiación visible potenciadas por el clima luminoso (Figura 1). Las estrategias de iluminación natural para el interior de los espacios en la alta densidad edilicia, dependen y varían según las características del espacio exterior conexo.



Figura 1: Imágenes de Fachadas por debajo (Izquierda) y por encima de copa de arboleda (Derecha).

Dada la complejidad de este modelo urbano representativo de ciudades con presencia de arboleda, y en función de que la mayoría de los especialistas coinciden en que las condiciones de la luz natural, deben evaluadas según las características locales donde se encuentra inserto el espacio (Littlefair, 2001; Tsikaloudaki, 2005), es necesario definir la aplicación de métodos adecuados para el estudio de la temática, que permitan conocer la verdadera disponibilidad de la luz natural en los espacios exteriores para hacer un aprovechamiento eficiente de la luz natural, fundamentalmente para una aplicación adecuada de sistemas de iluminación natural, según las características del entorno urbano a los espacios habitables conexos.

Como parte del abordaje de la iluminación natural urbana, se presenta el estudio del potencial de la luz incidente sobre las fachadas de un Canal Vial Urbano (CVU) representativo del Modelo Oasis de Mendoza, para las estaciones críticas del año, a través de la aplicación sistémica de herramientas de medición y de esta forma, cuantificar el recurso en tramas urbanas de alta densidad edilicia.

METODOLOGÍA

Caso de estudio

Dentro de la trama se seleccionó como caso de análisis, un recinto urbano de 20m de ancho, representativo dentro de la Alta Densidad edilicia de la ciudad de Mendoza. Se trata de un canal urbano cuya configuración no alcanza uniformidad en altura y con superioridad a los cuatro niveles de edificación. Se caracteriza por presentar como especie forestal “Morera” (*Morus alba*) especie de segunda magnitud, con ejemplares adultos y cuya altura es cercana a los 12 metros. En las Figuras 2 y 3 se muestran imágenes correspondientes al entorno para cada una de las condiciones estacionales, manifestando con claridad la máxima expresión foliar de la arboleda en la estación de verano.



Figura 2: Imagen de CVU en condición de verano



Figura 3: Imagen de CVU en condición de invierno

Iluminancias sobre superficies verticales

El estudio de los parámetros físicos de la disponibilidad lumínica del recinto, se realizó bajo la aplicación de un Protocolo de Mediciones (Córica, 2005). La toma de registros, se ejecutó para los períodos estacionales de invierno y verano a lo largo de una jornada completa, considerando el mediodía para este caso. El instrumental con el que se monitorearon los datos está integrado por luxímetros LI-COR 189 con sensor fotométrico LI-210 y base niveladora 2003S con corrección de coseno.

La Iluminancia Vertical (E_v) permite conocer el nivel de luz incidente sobre las fachadas, y en función de este aporte es posible estimar el potencial de luz natural que puede aprovecharse en los espacios interiores. Para este procedimiento, se define un eje lineal-horizontal de puntos equidistantes entre sí, dispuesto sobre cada una de las fachadas que cierra el CVU. Estos puntos se manifiestan sobre los frentes construidos, teniendo en cuenta una distancia entre los mismos de 3 m.

Las mediciones de iluminancia vertical de los niveles correspondientes a planta baja (por debajo de la copa de la arboleda), fueron tomadas a un nivel de +1.50m de altura, pero a partir de las limitaciones que presenta el espacio urbano en el relevamiento por encima de las copas de los árboles, se determinó la incorporación de una herramienta informática validada que permitiera obtener a partir de simulaciones los valores de iluminancias verticales estimativas sobre los pisos superiores de las fachadas. De esta manera es posible comparar las E_v por encima de las copas de los árboles, de manera secuencial y continua a los datos de E_v medidos in-situ por debajo de la arboleda, como se muestra en las imágenes de la Figura 4 (Córica, et. al, 2004).

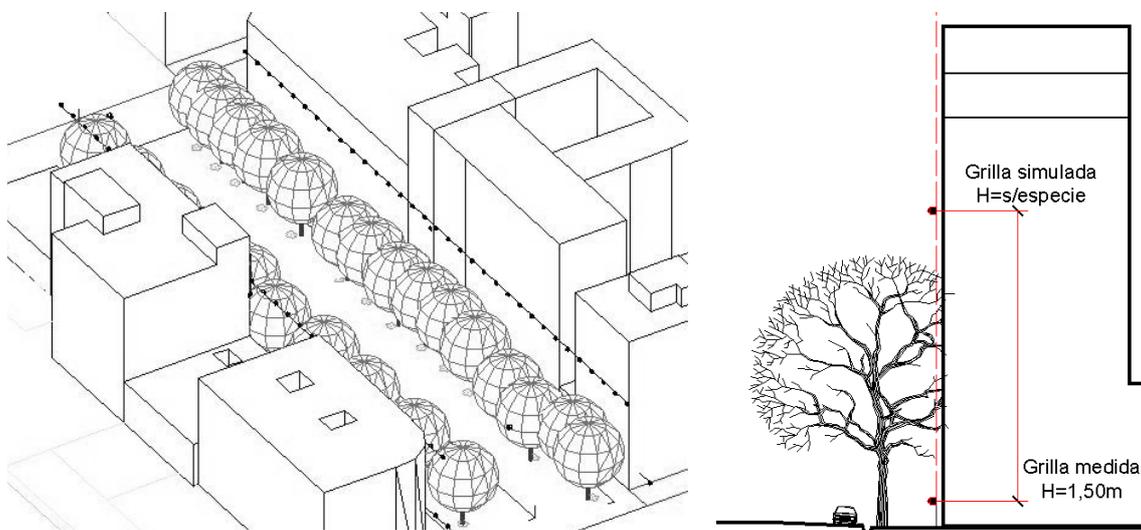


Figura 4: Definición de volumetría y Grilla Superior a simular.

Para ello, la preparación de la volumetría requirió la elaboración de un proceso de digitalización gráfico de imágenes para la confección del espacio en 3d y de esta manera, pudo ser incorporado en el simulador. Se insertó el equipamiento urbano, como árboles y mobiliario, tomando como referencia las escalas y ubicación en la información del espacio real. Las condiciones luminosas del recinto urbano seleccionado para el análisis fueron simuladas con Desktop Radiance 2.0 BETA, programa desarrollado por el Departamento de Tecnologías de Edificios del Laboratorio Nacional Lawrence Berkeley, California, Estados Unidos. Los datos geográficos ingresados fueron $32^{\circ}45'S$ y $68.49^{\circ}Oeste$, que corresponden a la latitud y longitud de Mendoza, Capital. Se simularon ejes por encima de la altura de la copa en función de las dimensiones reales de las copas según la especie forestal tomando las mismas condiciones de cielo, días y horas de medición.

Luminancias de los revestimientos del recinto.

Para estudiar la luz que entregan al recinto los materiales y acabados superficiales, se registraron mediciones de luminancias puntuales sobre las fachadas de los edificios en estudio (Fig.1). Se utilizó un Luminancímetro marca Minolta LS 110, ángulo de lectura de $1/3^{\circ}$ y rango de medición de 0.01 a 999.900 cd/m², ubicado a 1.50m de altura. Las reflectancias hemisféricas-hemisféricas (phh) de los materiales fueron calculadas en base a las reflectancias conocidas de los patrones de reflectancias blanco y gris de Kodak (M. Fontoynt, 1999). Los valores de luminancias obtenidas, fueron convertidos a reflectancias según las expresiones de la Figura 5.

Los valores de reflectancia que se agregaron a las superficies fueron las obtenidas a partir de las mediciones de luminancias. Donde en (1) se obtiene el valor de reflectancia ρ_1 , a partir de la medición simultanea de luminancia (cd/m²) de la superficie del material a evaluar ($L_{material}$) y de la superficie blanca de reflectancia conocida ($\rho_{blanco} = 90\%$); y en (2) siguiendo el mismo procedimiento pero con el papel gris de reflectancia conocida ($\rho_{gris} = 18\%$).

$$\rho_1 = \rho_{white} * \frac{L_{surface}}{L_{white}} \quad (1)$$

$$\rho_2 = \rho_{grey} * \frac{L_{surface}}{L_{grey}} \quad (2)$$

$$\rho_{hh} = \frac{\rho_1 + \rho_2}{2}$$



Figura 5: Cálculo y medición de Reflectancias.

Iluminancia Umbral

En los últimos años se han elaborado guías para el estudio de la luz en el medio urbano, con índices y recomendaciones que sobre la incorporación e inclusión de tecnologías adecuadas como sistemas de transporte luz a los espacios interiores. Uno de los principales referentes a nivel mundial corresponde a la obtención del valor de iluminancia umbral sobre las superficies exteriores de los edificios que muestran un verdadero aporte en cuanto a métodos avanzados para el estudio de penetración solar en texturas diferentes urbanas (Compagnon, 2004). Del mismo se adopta el valor de Iluminancia umbral (*E umbral*) en superficies verticales. Donde:

Para definir un *E umbral*, sin necesidad de especificar detalles constructivos (por ej. Proporción de las aberturas, transmitancia lumínica de los vidriados, tamaños de los espacios, reflectancias de las superficies interiores, las propiedades fotométricas de sistemas de iluminación natural, etc.), propone una relación simple asumida entre la Iluminancia media del plano de trabajo (E_w) y la iluminancia media de la superficie vertical exterior sobres de edificios E_o (3):

$$E_w (lx) = CU E_o \quad (3)$$

Donde CU es el coeficiente de utilización que representa los efectos de todos los parámetros de construcción mencionados anteriormente. Tales clases de coeficientes han sido calculadas para varios sistemas de luz natural (Tregenza, 95). Para aberturas verticales, el orden de magnitud de estos coeficientes por lo general está alrededor de $CU = 0.05$. Si la iluminancia media del plano de trabajo es fijado en $E_w = 500 \text{ lx}$ (para la realización de las tareas de manera eficiente), el valor de umbral de iluminancia vertical de fachadas exteriores (4) puede ser estimada como:

$$E_{umbral} (lx) = \frac{E_w}{CU} = 10\,000 \quad (4)$$

La evaluación del aprovechamiento de la luz natural sobre las superficies verticales, adopta como referencia en superficies verticales $E_{umbral} = 10000 \text{ lx}$. Este valor indica la mínima cantidad de radiación que se requiere para tal instalación solar ya sea de sistemas de iluminación natural o tecnologías para calentamiento o calefacción que vale la pena considerar.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

Los registros obtenidos sobre las superficies verticales en la estación de verano, exponen diferentes rangos de iluminancias, los cuales responden a la influencia que ejercen las diversas variables urbanas. Los altos niveles de radiación visible en el período estival, establecidos por los máximos ángulos de altitud y azimut de la trayectoria solar, acrecientan los niveles de iluminancias generales sobre ambas fachadas. Pero, en los pisos inferiores y por debajo de las copas, la morfología de la arboleda es la que define las condiciones lumínicas. La presencia de los forestales determina que en la grilla a 1.50m de la fachada norte (Planta Baja), se muestren niveles muy bajos, en relación a los rangos de iluminancia global que se dan en la región. La mayoría de los puntos medidos, presentan rangos que no superan los 6000lx. Si embargo, se observa registros de iluminancias elevadas de 27627 hasta 33475lx. Esta discrepancia lumínica en puntos aislados de la grilla, está fundamentada en la penetración de la luz a través de huecos que se generan entre las copas de los forestales y el paramento vertical de la fachada (Fig. 6).

Estos valores de luz natural, que presentan la particularidad de ser filtrados por el follaje, son muy bajos en relación a lo sugerido por el patrón que se toma de referencia. En términos de disponibilidad, el aprovechamiento representa el 65% de lo recomendado por la *E umbral* de 10000lx.

Por otro lado, al realizar el método de evaluaciones de E_v sobre la misma fachada pero en los espacios por encima de las copas, se observa de manera contrastante, la incidencia de la componente de luz directa en la totalidad de los puntos. La grilla superior simulada recibe luz directa, mostrando un comportamiento constante de la curva según la figura 6, donde los valores

obtenidos promedian 15510lx, lo que determina un 155% superior, en relación a la disponibilidad requerida por el patrón de referencia.

Entre ambas cotas de nivel comparadas, se evidencia la dicotomía de escenarios lumínicos producidos por la barrera de la arboleda. Sobre los pisos superiores que reciben el aporte de todas las componentes de la luz natural, es inevitable observar la incorporación de elementos de control, como parasoles, cortinas, toldos, que contrarrestan este gran impacto no sólo visual, sino también desde el punto de vista de confort térmico para obtener protección en el interior de los espacios habitables.

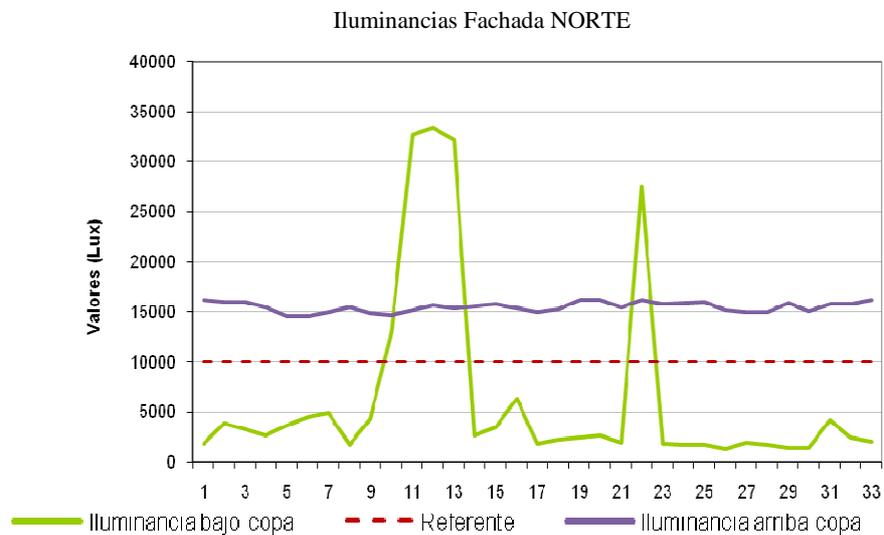


Figura 6: Curvas comparativas de Iluminancias Verticales para Mediodía - VERANO

Para el caso de la Fachada Sur del Canal Vial, los valores obtenidos en la Figura 7, indican niveles de iluminancias muy bajos tanto para la situación medida como la simulada. Las líneas responden a la relación implícita entre la superficie de orientación de la volumetría y la ubicación de coordenadas solares, determinando que toda la fachada reciba sólo el aporte de la componente difusa, situación que se agrava en el nivel inferior porque la misma se encuentra doblemente obstruida (volumetría-follaje). Los valores representativos no superan los 2000lx y los 5000lx respectivamente. Las curvas poseen niveles muy alejados al patrón, fundamentalmente en los pisos inferiores (19% de la disponibilidad del porcentaje recomendado en *E umbral*) y en los superiores con mejoras leves al recibir mayor aporte de la bóveda celeste (43%).

Es necesario para este caso, enfatizar el efecto de doble obstrucción para los niveles inferiores, ya que en términos lumínicos, aparecen como situaciones críticas para el uso eficiente de iluminación natural en los espacios interiores conexos.

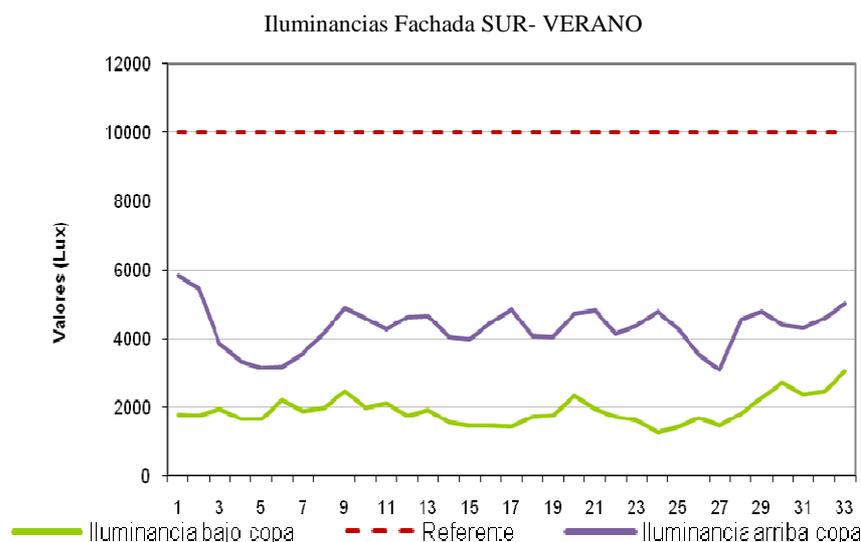


Figura 7: Curvas comparativas de Iluminancias Verticales para Fachada Sur - VERANO

En la estación de invierno y sobre la fachada Norte, el análisis de datos procesado para la grilla a 1.50m, exhibe un comportamiento particular en la curva. La fachada en estudio, está sujeta a diferentes exposiciones según la relación entre la geometría solar y las distintas alturas de los volúmenes que conforman la fachada opuesta, que obstruye la incidencia de los rayos. Los ángulos de trayectoria determinan una altura del sol mucho menor en la condición invernal, por lo que sobre la

fachada se proyecta la incidencia de rayos de luz directa o luz difusa, a partir de las diferentes alturas de los paramentos verticales de la fachada Sur. Esto afecta a los valores de iluminancias obtenidos, donde se observa el impacto de niveles muy bajos a partir de las obstrucciones, (Med: 1760lx) y valores muy altos expuestos a la fuente solar, con rangos que alcanzan hasta 36500lx (Fig. 8). Teniendo en cuenta el patrón de referencia, para este caso en particular, se plantea una doble categorización de aprovechamiento según exposición directa, superior en 336% y exposición a luz difusa con un 33% del porcentaje total (Tabla I).

Por otra parte, los niveles simulados para los puntos por encima de las copas, mantienen un comportamiento lineal y estable, con pocas variaciones, que promedian 47600lx y con un porcentaje disponible y aprovechable por encima de la copa, superando un 479%.

Se puede determinar, que el aprovechamiento de la iluminación natural en el interior de locales habitables de los pisos inferiores correspondientes al período invernal, va a estar condicionado según las características de la morfología construida del recinto urbano, ante la pérdida del follaje en la estación seca.

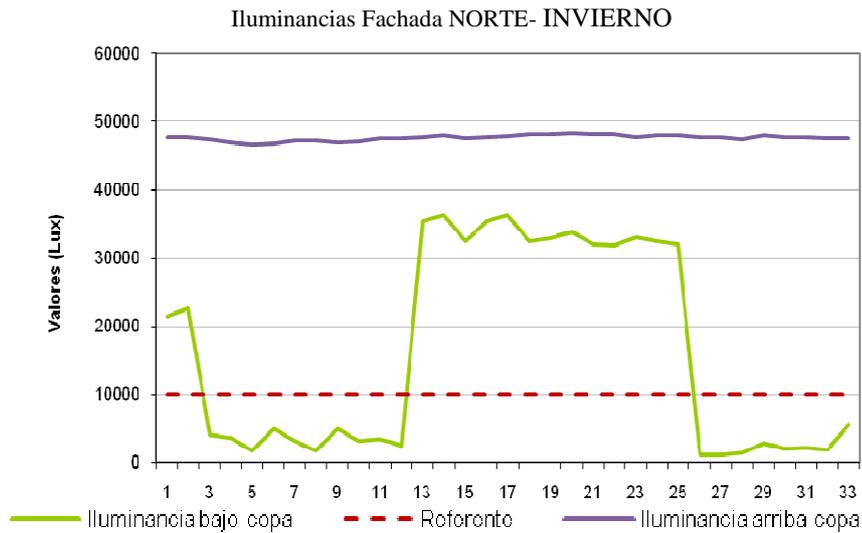


Figura 8: Curvas comparativas de Iluminancias Verticales para Fachada Norte- Invierno.

Los niveles de iluminancias para el caso de la fachada Sur, se muestran como insuficientes a partir de la exposición desfavorable de la superficie en relación al norte solar. Las iluminancias no superan 2000lx para la grilla inferior y 5000lx para la superior, como respuesta a que ambas grillas se encuentran en condición de sombra (Fig. 9). Presentan niveles muy por debajo de lo recomendado con una disponibilidad del 16% para la grilla inferior y del 33%.

Las condiciones de iluminación sobre las superficies verticales se presentan como críticas en cuanto a los niveles necesarios que garantizan la iluminación eficiente en el interior de los espacios. Para este tipo de espacios que presentan una orientación desfavorable de sus locales, se puede pensar en fuentes en alternativas de complementarias de iluminación, como es el caso del aporte de luz reflejada a partir de las capacidades reflectivas de las fachadas opuestas.

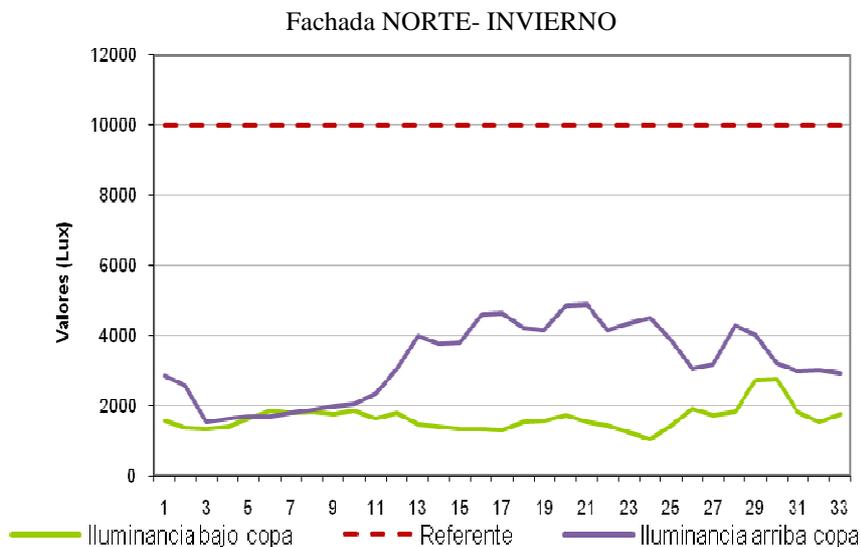


Figura 9: Curvas comparativas de Iluminancias Verticales para Fachada Norte- Invierno.

Finalmente, en la Tabla I, se presentan de manera comparativa, los porcentajes obtenidos para cada situación registrada y los porcentajes obtenidos en relación a la E umbral. En cierta forma, estos valores, definen un diagnóstico de cada espacio afectado y sirven como base para pensar en la disposición de sistemas de iluminación natural según las características del entorno urbano conexo.

	Fachada NORTE (%)		Fachada SUR (%)		
	Debajo copa	Encima copa	Debajo copa	Encima copa	
VERANO	65	Sup (+155)	19	43	
INVIERNO	Sup +336 (directa)	33 (difusa)	Sup (+476)	16	33

Tabla I. Disponibilidades de Iluminancia vertical para fachadas en relación a la Eh referente- Verano- Invierno..

CONCLUSIONES:

Los resultados expuestos muestran que es necesario establecer un estudio regional para los recintos urbanos en función de las respuestas que las conformaciones morfológicas arrojan a las disponibilidades globales de la iluminación. La dinámica de la luz natural estacionalidad, debe ser tenido en cuenta la incidencia que ejercen los recorridos de las trayectorias solares sobre la morfología edilicia de los espacios urbanos, además de los escenarios lumínicos que los períodos de foliación de las especies forestales pueden generar en los espacios habitables.

Los entornos de alta densidad edilicia de ciudades con presencia de arboleda urbana, presentan niveles y distribuciones lumínicas, que se ven afectadas por la relación intrínseca entre la morfología edilicia y el desarrollo foliar de las especies y deben ser abordados con diferentes herramientas.

Para el caso del Modelo Oasis de la ciudad de Mendoza, en la condición estival, al observar los valores de iluminancias que reciben las superficies verticales, se puede concluir que en recintos urbanos con orientación al norte solar, los locales dispuestos sobre la fachada norte presentan por debajo de la copa de los forestales niveles bajos de radiación visible, según las recomendaciones sugeridas por el patrón de E umbral. El aprovechamiento de luz natural en los espacios interiores conexas, se encuentra comprometido. Los elevados niveles obtenidos en las iluminancias por encima de las copas, confirmaron la hipótesis de la doble disponibilidad lumínica en la ciudad.

En el caso de la condición invernal, los rangos de la grilla inferior manifiestan diferentes tipos de exposición, según el perfil de la fachada opuesta y la inclinación de ángulos solares, resultando situaciones expuestas a luz difusa y luz directa.

Para los espacios dispuestos sobre la fachada sur, tanto en la condición estival como en la invernal, los rangos lumínicos en general son insuficientes al presentar condiciones sombreadas a lo largo del año. Este efecto es resultante del escenario desfavorable de exposición según la orientación de los locales (sur) ,situación crítica en este caso teniendo en cuenta que la zona de estudio corresponde a sector residencial y por ende la mayoría de los espacios habitables contemplan viviendas y oficinas. Es necesario repensar estrategias a futuro que contemplen y desarrollen sistemas de iluminación natural apropiados para garantizar las condiciones de luz eficiente en el medio visual iluminado para estos casos.

Por último, se debe considerar que en este tipo de modelo de ciudad, el potencial aprovechamiento de la luz natural, tiene dos categorías de acceso a la luz natural diferenciadas: 1- la disponibilidad de luz por debajo de las copas de la arboleda; 2- la disponibilidad lumínica por encima de las copas de la arboleda, y que ambas varían según la orientación del espacio a intervenir. Esta división de categorías de acceso a la luz natural modifica las opciones del sistema de luz natural recomendado para iluminar naturalmente los espacios en el período diurno, definiéndose para la categoría 1, los sistemas de luz natural para luz difusa y para la categoría 2, los sistemas de iluminación natural que incluyan control de luz solar directa.

Al proyectar los espacios y sistemas de aprovechamiento de luz natural para iluminar espacios, es necesario considerar la disponibilidad de luz natural a partir de las sombras que arrojan los recintos urbanos y no solamente desde los datos del clima luminoso de cielos claros.

REFERENCIAS:

- Brotas, L.; Wilson, M. The Average Total Daylight Factor, Bulgarian National Lighting Conference, Varna 2007.
- Compagnon, R.; Solar and daylight availability in the urban fabric. *Energy and Buildings* 36 (2004) 321–328
- Mardaljevic, John. Opinion: Daylighting prescriptions: Keep taking the pills? *Lighting Research and Technology* 43 (2011) 142.
- Ng, E. A study on the accuracy of daylighting simulation of heavily obstructed buildings in Hong-Kong. *International Building Performance Simulation Association Conference (IBPSAC); Brazil, Vol. 2; 2001 1215–22.*
- Fontoynt, M. Daylight performance of building. James and James. 1999

- Pattini, A. y Betman, E. (1998). Estudios preliminares para evaluar la iluminación natural exterior en Mendoza. Mediciones y Modelizaciones. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente 2(1)
- Pattini, A. (2007). Eficiencia Lumínica de dispositivos de control y difusión de la luz solar aplicables a ventanas en aulas, en la provincia de Mendoza, Argentina. DLLYV, Fac. e Ciencias Exactas y Tecnología, UNTucumán. LAHV-INCIHUSA, CCT CONICET Mendoza. San Miguel de Tucumán, Argentina, Universidad Nacional de Tucumán. Doctorado: 165.
- Tregenza, P. Mean daylight illuminance in rooms facing sunlit streets. *Building and Environment* 30.1995
- Córica, L. y Pattini, A. Protocolo de mediciones de iluminación natural en recintos urbanos. *Revista Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente*. Vol. 9, N° I, 05.85-05.90. ISSN: 0329-5184. Argentina. 2005
- Córica, L.; Pattini, A.; de Rosa, C. Iluminación natural de espacios habitables en función de la morfología urbana circundante, para climas soleados. *Revista Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente*. Vol. 8, N° 2 (2004) 08.19-08.24.
- Compagnon, R. (2004). Solar and daylight availability in the urban fabric. *Energy and Buildings* 36: 321–328.
- Córica, L. (2010). Comportamiento de la luz natural en entornos urbanos representativos del modelo oasis en regiones áridas. Caso de estudio: ciudad de Mendoza. Tesis de Doctorado -Departamento de Luminotecnia, Luz y Visión Herberto Büller. Tucumán, Universidad Nacional de Tucumán. Doctorado: 299.
- Littlefair P.J., Santamouris M., Alvarez S., Dupagne A., Hall D., Teller J., Coronel J.F., Papanikolaou N. Environmental site layout planning: solar access, microclimate and passive cooling in urban areas. CRC. London 2001.
- Tsikaloudaki, K. Investigating the daylight potential in the urban centre of Thessaloniki. Solar light advancements in the dawn of 21st century” - SOLARIS 2005 70-75

ABSTRACT:

In cities with the presence of urban forest, daylight availability over facades is not only determined by the characteristics of the building morphology, but also according to the annual foliation periods of forest species. This paper presents the potential of the daylight incident on the facades in a representative urban canyon Oasis Model of Mendoza, for critical stations of the year, reviews through systemic application of measurement tools to quantify the resource on urban plots high building density. The results show that in the south facade, the levels are very low for the use of natural light indoor, while in the north facade, we must look to adequate daylight systems, according to urban variables conditioning.

Keywords: Daylighting, Urban Morphology, Urban forest.