

CARACTERIZACIÓN DEL COMPORTAMIENTO LUMÍNICO DE CORTINAS TEXTILES DUALES. IMPACTO EN LA DISPONIBILIDAD Y UNIFORMIDAD DE LA LUZ NATURAL

Ayelén Villalba, Julieta Yamín, Andrea Pattini

Instituto de Ambiente, Hábitat y Energía, CCT-Mendoza, Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

Tel. 261-5244310 - e-mail: avillalba@mendoza-conicet.gov.ar

RESUMEN: El objetivo general de este estudio es generar conocimiento sobre el comportamiento lumínico de componentes de la envolvente edilicia, con el propósito de contribuir al diseño y la aplicación de soluciones tecnológicas exitosas que antepongan las necesidades humanas y promuevan importantes ahorros de energía. Específicamente, este trabajo se enfoca en determinar el impacto de cortinas textiles duales en el factor de iluminación en espacios interiores, focalizando en la disponibilidad y uniformidad de iluminación natural. Como caso de estudio se seleccionó una cortina dual de color negro abierta. La metodología incluyó el registro de valores de iluminancia horizontal, la caracterización óptica del recinto de medición, el monitoreo de las condiciones de cielo exterior y el procesamiento de los datos de iluminancia horizontal en R+. Los resultados principales nos permiten observar que la cortina dual reduce el ingreso de radiación solar visible respecto al mismo escenario sin sistema de sombreado. Sin embargo, este estudio demuestra que las cortinas duales, cuando se disponen en posición abierta, no controlan de manera efectiva el ingreso de la radiación solar en el rango visible. Esto expone a los usuarios a situaciones de deslumbramiento y elevados contrastes repentinos, difíciles de procesar por el sistema visual.

Palabras clave: iluminación natural, sistemas de sombreado, cortina dual.

INTRODUCCIÓN

A nivel mundial, en 2022, el sector edilicio representó el 30% del consumo mundial de energía final y el 26% de las emisiones totales del sector energético (IEAa, 2023). En este contexto las fachadas de los edificios tienen un rol fundamental ya que determinan su interacción con la radiación solar (Al-Masrani et al., 2019), lo cual impacta en los consumos de energía para calefacción y enfriamiento y en la condiciones de confort visual interior (Alva et al., 2020; IEAb, 2023; Brembilla et al., 2019; Ward et al., 2021). La Agencia Internacional de Energía en su informe sobre perspectivas energéticas, respecto a fachadas energéticamente eficientes, posiciona a los elementos de sombreado como una de las cinco estrategias fundamentales para disminuir los consumos de energía y alcanzar espacios interiores con confort térmico y lumínico.

Para regular la intensidad y la distribución de la radiación solar se emplean diversos dispositivos de sombreado, sistemas de iluminación natural y materiales que modifican el ingreso de la luz solar – cortinas venecianas, cortinas roller, films, tratamientos de vidriado, parasoles, chapas perforadas, louvers-. Este conjunto de dispositivos y sistemas se agrupan bajo la denominación de sistemas de aventanamiento complejo (del inglés: complex fenestration systems (CFS)). Este concepto abarca todos los componentes de los sistemas de aventanamiento que no presentan transmitancia especular, incluido las capas que proveen sombra, como las cortinas de tela, los sistemas de estantes de luz y de mallas metálicas, y capas que mejoran la iluminación natural interior, como los sistemas de louvers espejados o las películas reflectivas prismáticas (Klems, 1994; McNeil et al., 2013; Ward et al., 2021; Mashaly et al., 2021). Estos sistemas pueden cumplir la función de sombreado, redirección, reducción de



deslumbramiento y mejora de los condiciones de bienestar visual interior (Konstantoglou y Tsangrassoulis, 2016; Wang et al., 2022).

La creciente importancia que han adquirido los sistemas de sombreado y redirección de radiación solar en el desempeño energético de los edificios ha conducido al desarrollo de diversos componentes innovadores. Los novedosos sistemas de control solar y sombreado deben aumentar los niveles de iluminación natural y mejorar la uniformidad de la luz en los espacios interiores mientras que controlan la luz solar directa y reducen el deslumbramiento y el malestar visual de los ocupantes (Ruck et al., 2000; Athienitis y Tzempelikos, 2002). Sin embargo, muchos de estos sistemas se han insertado en el mercado sin una adecuada caracterización lumínica-energética que permita su correcta aplicación en relación al clima regional. En Argentina la mayor parte de los sistemas de sombreado o control solar que se utilizan no han sido caracterizados en su comportamiento óptico.

La incorrecta implementación de sistemas de aventamientos complejos puede resultar en perjuicios en relación al confort visual como en incrementos de los consumos de energía. Avanzar en estudios que evalúen el impacto de la aplicación de las tecnologías de protección solar -sistemas de sombreado y control solar- desarrolladas localmente en las condiciones de confort termo-lumínico interiores, poniendo el foco en la caracterización del comportamiento de estos sistemas en base a distintos parámetros de análisis –tipos de cielo, épocas de año, orientaciones, reflectancia de superficies interiores- es fundamental para poder generar recomendaciones certeras respecto a su aplicación, que garanticen la efectiva implementación de estos sistemas en términos de confort visual y eficiencia energética. Uno de los sistemas de sombreado que mayor crecimiento de mercado ha presentado en los últimos años son las cortinas dual -banded shades o dual shade en inglés-. La cortina dual funciona bajo el mismo principio de funcionamiento que los sistemas roller. La principal diferencia es que está confeccionada con una doble capa de tela que presenta franjas alternas transparentes y traslúcidas desplazables (Figura 1 a y b). Si bien existen diversos estudios que analizan el desempeño de las cortinas roller tradicionales (Villalba et al., 2024; Villalba et al., 2017; Karmann et al., 2025), no hay investigaciones al momento que analicen el comportamiento lumínico de las cortinas dual.



Figura 1: (a) Detalle de una cortina dual. (b) Fachada donde se observa el uso de cortinas duales.

En este contexto el objetivo general de este estudio es producir conocimiento en torno al comportamiento lumínico de materiales y componentes de la envolvente edilicia, con el propósito de contribuir al diseño y la aplicación de soluciones tecnológicas exitosas que antepongan las necesidades humanas y promuevan importantes ahorros de energía. De manera específica, este trabajo busca determinar el impacto de las cortinas textiles duales en el factor de iluminación en espacios interiores, focalizando en la disponibilidad y uniformidad de iluminación natural; dos de los parámetros fundamentales que determinan el ambiente luminoso en relación a la iluminación natural (IRAM/AADL, 2021). Esto resulta particularmente importante debido a que la presencia de este tipo de sistemas de protección solar en los espacios construidos se ha incrementado significativamente en los últimos años y, sin embargo, no hay estudios que analicen su desempeño lumínico.

CASO DE ESTUDIO

Para este trabajo se seleccionó una cortina dual de color negro, con una franja traslúcida y una transparente (Figura 2). El tejido es 100% poliéster, sus propiedades ópticas se detallan en la Tabla 1. En este caso analizaremos la posición más crítica del sistema que es cuando se encuentra en posición abierta, es decir cuando se superponen las dos bandas transparentes y las dos traslúcidas y el sistema admite la mayor cantidad de luz solar.

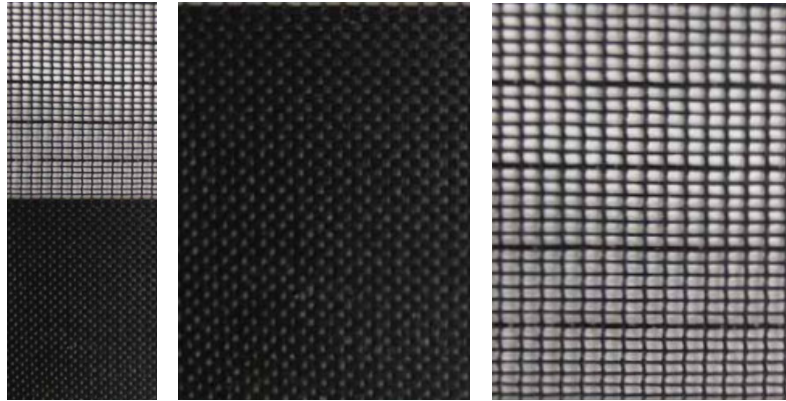


Figura 2: Muestra del tejido que conforma la cortina dual seleccionada para el estudio.

Tabla 1: Propiedades ópticas del tejido que conforma la cortina dual seleccionada para el estudio. Factor de apertura del tejido (FA). Transmitancia visible del tejido (τ_v). Reflectancia visible del tejido (ρ_v).

color	Coordenadas de color			ρ_v	Franja traslúcida		Franja transparente	
	L	a	b		FA	τ_v	FA	τ_v
Negro	18,81	0,30	0,33	5,79%	0	0	48	48

A continuación se describe brevemente el comportamiento óptico de los tejidos de este tipo de cortina, debido a que es importante comprenderlo para interpretar los resultados del trabajo. La transmitancia visible (τ_v) describe el porcentaje de luz visible que se transmite a través de la tela, y la reflectancia visible (ρ_v) es la fracción de la luz incidente que es reflejada por la tela (Chan et al., 2014). En las cortinas textiles, la radiación del haz incidente se divide en dos partes: la porción sin perturbar que se transmite a través de las aberturas, y la porción interceptada (transmitida o reflejada) (Kotey et al., 2009). La transmitancia visible normal/hemisférica, $\tau_{v,n-h}$, es la suma de la transmitancia visible normal/normal, $\tau_{v,n-n}$ (la porción transmitida sin perturbar, equivalente al factor de apertura del tejido (FA)), y la transmitancia visible normal/difusa, $\tau_{v,n-dif}$ (la radiación interceptada) (Figura 3). Es importante considerar que $\tau_{v,n-n}$ depende en gran medida del ángulo de incidencia de la fuente y que $\tau_{v,n-dif}$ está principalmente determinada por el color de la tela (Chan et al., 2014; Deneyer et al., 2013; Deroisy et al., 2013). Kotey et al. (2009) afirman que la radiación interceptada (transmitancia visible normal/difusa) es dispersada por múltiples reflexiones entre los hilos de la tela y su posible transmisión a través de ellos. Estudios previos muestran que las cortinas de tela generalmente tienen un componente de reflectancia especular insignificante (Deroisy et al., 2013). La reflectancia de la tela se comporta casi como un material completamente lambertiano (Jonsson et al., 2008; Deneyer et al., 2013). Por lo tanto, la reflectancia normal-normal $\rho_{v,n-n}$ es igual a cero, y la reflectancia visible normal/hemisférica $\rho_{v,n-h}$ es igual a la reflectancia visible normal/difusa $\rho_{v,n-dif}$ (Jonsson et al., 2008) (Figura 3).

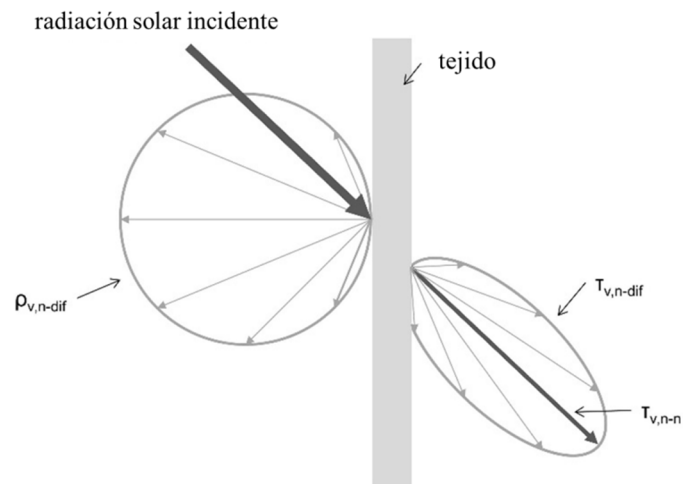


Figura 3: Geometría de la radiación que incide en las cortinas de tela.

Resulta importante aclarar que si bien una de las franjas del textil seleccionado para este estudio se denomina traslúcida, porque comercialmente se le denomina así a los tejidos con FA igual a 0, que sólo presentan $\tau_{v,n-dif}$. Para el caso seleccionado en este estudio, tejido negro, su τ_v también es de 0%, ya que como se detalla anteriormente la $\tau_{v,n-dif}$ depende exclusivamente de color de la tela y en el caso de tejidos negros es siempre muy reducida.

METODOLOGÍA

Registro de valores de iluminancia horizontal (E_h)

Las mediciones de E_h (lx) se efectuaron en el box experimental del INAHE-CCT Mendoza en condiciones de luz diurna (Figura 4 y 5). El espacio dispone de dos salas de ensayo con las mismas dimensiones (Figura 6). A efectos de este estudio sólo se utilizó la sala 1. Ambas salas tienen una abertura de 2,77 m x 1,40 m, donde se colocó la cortina (Figura 7). La abertura estaba orientada al norte. Los experimentos se llevaron a cabo durante días soleados próximos al solsticio de invierno de 9:30 a 15:30 horas. La iluminancia horizontal dentro de la sala se monitoreó con 6 sensores fotométricos situados a 0,7 m, 1,4 m y 2,1 m de la ventana en dos columnas distanciadas 1,2 m. Los sensores estaban posicionados a 0,8 m de altura del suelo. El equipo utilizado fue un radiómetro IL, compuesto por un multiplexor (modelo: A415) y seis sensores fotométricos (modelo: SCD 110 / rango: 0 a 120000 lx). El intervalo de tiempo usado para la obtención de los datos fue de 1 minuto.

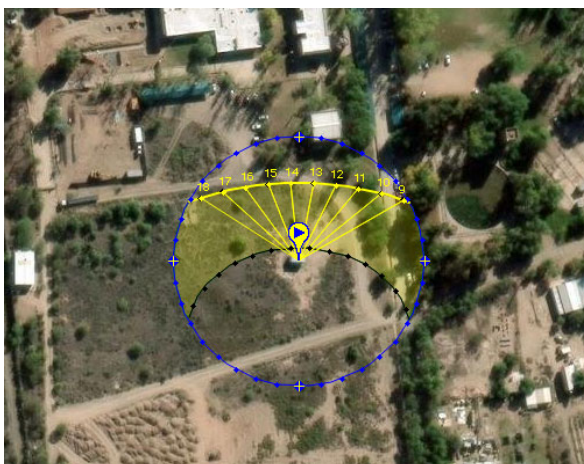


Figura 4: ubicación geográfica del box experimental.



Figura 5: vista exterior del box experimental.

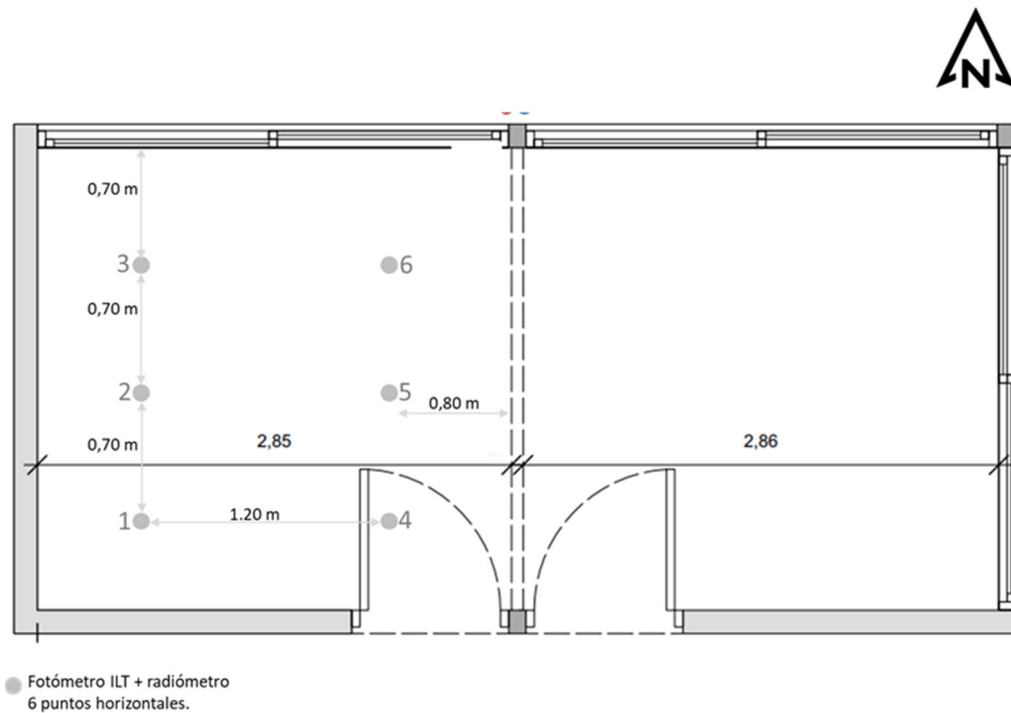


Figura 6: vista superior del ajuste de medición.



(a)



(b)

Figuras 7: vista interior del box experimental: sala 1.

Caracterización óptica del recinto de medición

Se caracterizó la reflectancia visible de las principales superficies interiores del recinto donde se efectuaron los registros de las condiciones de iluminación natural interior. La reflectancia en este estudio se determina mediante la metodología propuesta por Fontoynt (1999). Este método permite cuantificar la reflectancia de materiales bajo condiciones de luz difusa. El instrumental empleado para la caracterización es un luminancímetro (Minolta LS100).

Las coordenadas de color CIE Lab se determinaron con un colorímetro de precisión NR20XE 3nh que cumple con CIE (2004) (Tabla 2).

Tabla 2: valores de ρ_v y coordenadas de color CIE Lab de techo y pared del recinto de medición.

material	ρ_v	L	a	b
pared	77,86	93,88	-0,17	1,35
techo	83,16	91,93	0,73	2,35

El valor de transmitancia y reflectancia visible del vidrio del DVH (6+11+6) que presenta el recinto de medición se obtuvo del software OPTICS, este software dispone de la IGDB (International Glazing Data Base)¹. El valor de τ_v del vidrio es de 0.801 y el de ρ_v 0.147.

Monitoreo de las condiciones de cielo exterior

Para asegurar que los registros se efectuaron en un día típico, con cielo claro característico de la región, se efectuaron registros de iluminancia horizontal global (Fotómetro Licor 210 SA) y difusa (Licor 210 SA + banda de sombra) con la estación IDMP clase general a intervalo minuto-minuto ubicada en el mismo predio donde se efectúan el resto de las mediciones (CCT-CONICET, Mendoza) (Monteoliva y Pattini, 2014) (Figura 8).

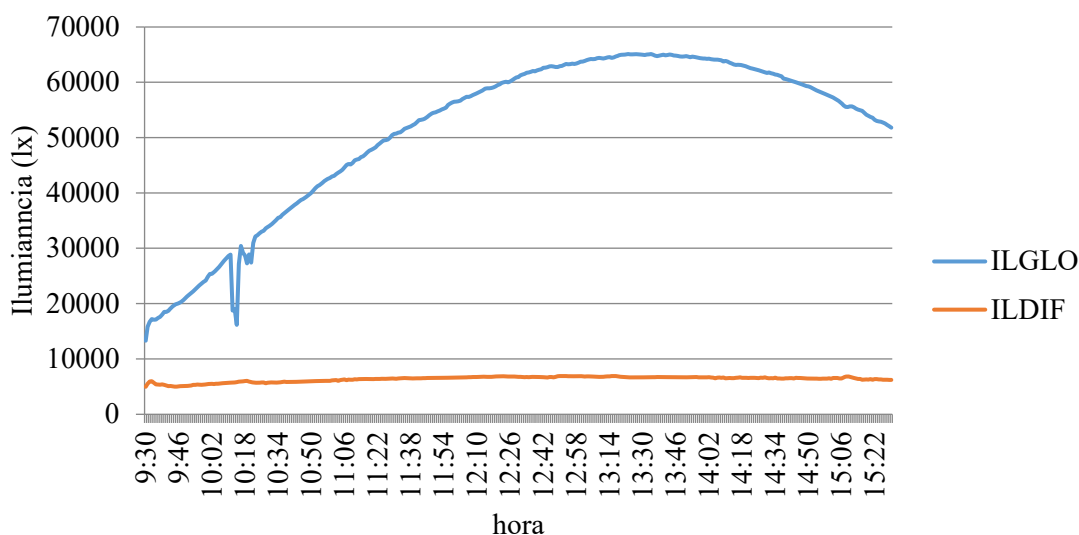


Figura 8: Curvas iluminancia global y difusa hora a hora para la fecha en que se realizaron las mediciones.

Procesamiento de los datos de E_h

El archivo .txt con los registros de E_h fue procesado en R+. Esto permitió limpiar los datos y darles el formato (número, hora) correspondiente. Además, se estableció la selección de los datos para la fecha en que se ejecutó la medición del sistema de sombreado en posición abierto (28/06/2024). Posteriormente, se aplicó el factor de calibración a cada uno de los sensores de E_h .

Para poder visualizar el desempeño de la protección solar se realizaron dos tipos de visualizaciones diferentes:

- 1- Gráfica de línea, donde se puede analizar el comportamiento de los sensores a lo largo del periodo considerado.
- 2- Scatterplot, donde se aprecia la distribución de la luz en distintos puntos del espacio analizado mediante una vista superior.

Asimismo, se calculó la uniformidad (U_o) del espacio. La uniformidad es un parámetro adimensional, se calcula mediante la relación entre la iluminancia mínima (E_{min}) (lx) y la iluminancia media (E_m) (lx).

$$U_o = E_{min} * E_m \quad (1)$$

RESULTADOS

Los niveles de E_h indicados por norma IRAM/AADL J 2006:2021 para tareas de oficina en plano de trabajo son de entre 300 y 750 lx, dependiendo el tipo de actividad. Observamos que todos los puntos de medición superan los 300 lx durante casi toda la jornada de medición (> 98% del tiempo) (Figura 9

¹(<https://windows.lbl.gov/optics-downloads>)

y Tabla 3). Sin embargo, detectamos que todos los sensores registran valores superiores a los 3000 lx en algún momento del periodo analizado, esto implica la posibilidad de estar ante situaciones de potencial deslumbramiento (Nabil y Mardaljevic, 2005; Yamín et al., 2021). Esta situación se observa de manera particularmente acentuada en los puntos más próximos a la ventana (sensores 3 y 6) y en el sensor 5 que se ubica en un punto intermedio, donde el periodo que excede los 3000 lx es superior a al 75% del tiempo para el sensor 3 y superior al 35% del periodo analizado para los sensores 5 y 6. También, resulta pertinente destacar la acentuada variabilidad (> 10000 lx) en periodos de tiempos reducidos (1 o 2 minutos) que se detecta en diversos momentos del día.

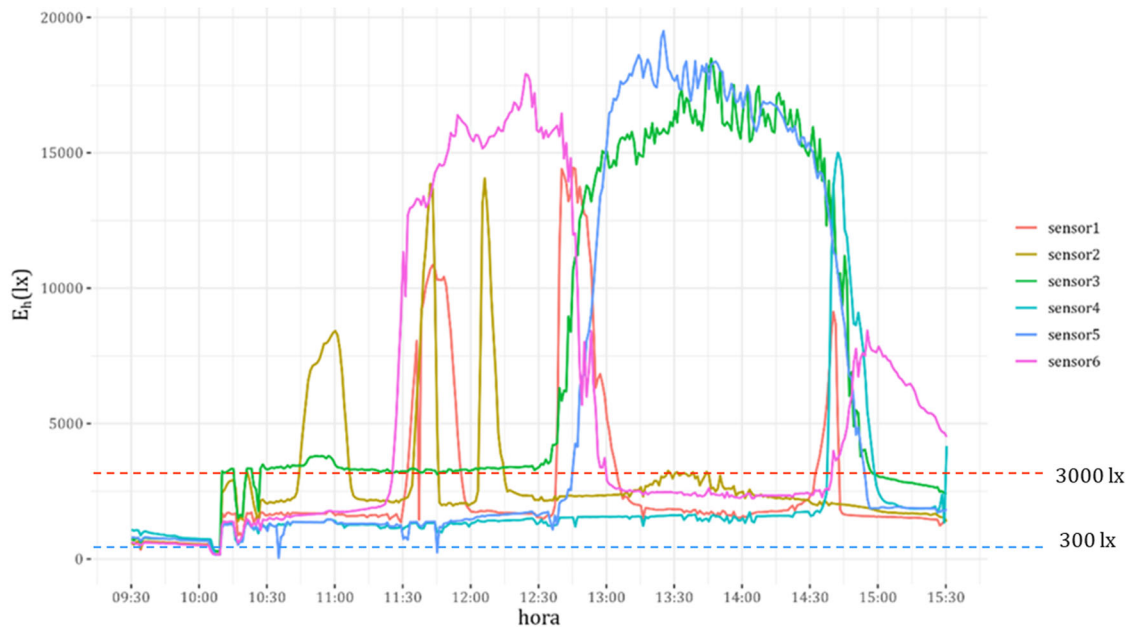


Figura 9: E_h registrada en cada uno de los seis puntos analizados entre las 9:30 y las 15:30.

Tabla 3: porcentaje de tiempo de medición que cada sensor presenta valores superiores a 300 lx; superiores a 3000 lx y entre 300 y 3000 lx.

	sensor 1	sensor 2	sensor 3	sensor 4	sensor 5	sensor 6
% de tiempo > 300 lx	99	99	99	99	98	98
% de tiempo > 3000 lx	16	17	78	8	36	42
% de tiempo entre 300 y 3000 lx	82	82	22	91	62	57

En la Figura 10 se exponen las gráficas de distribución de E_h promedio para cada una de las horas analizadas y en la Tabla 4 los valores de uniformidad hora a hora. En términos generales observamos que en las horas de la mañana (9:00, 10:00 y 11:00) y en la correspondiente a la tarde (15:00) las distribuciones de E_h presentan mayor uniformidad. Mientras que en las horas próximas al mediodía solar (12:00, 13:00 y 14:00) el espacio resulta poco uniforme. Esto se debe a que en este horario la incidencia de radiación solar visible directa sobre la fachada norte del espacio -vidriada- es mayor que en las horas de la mañana y la tarde, donde por el posicionamiento del sol (altitud y azimut) el espacio recibe luz con una elevada componente difusa. De acuerdo a la norma IRAM/AADL J 2006:2021 los espacios donde se realizan tareas de oficina deben presentar valores de $U_o \geq 0.6$ para escritura, tipeo, lectura y procesamiento de datos. Condición que en el espacio analizado sólo se cumple en las primeras horas de la mañana (9:00 U_o 0.81 y 10:00 U_o 0.62) (Tabla 4).

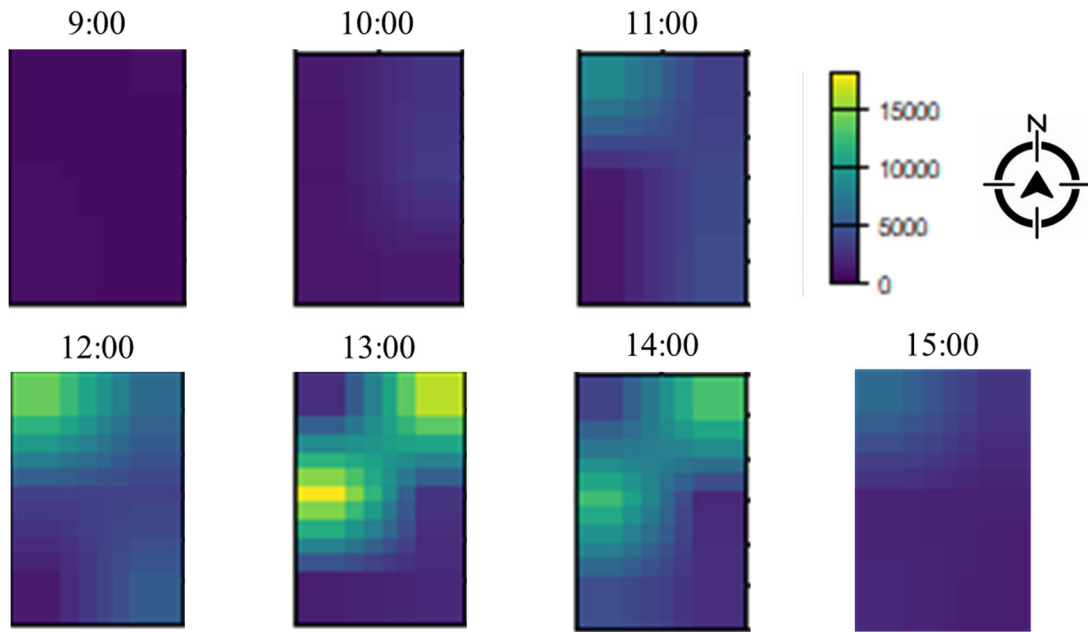


Figura 10: Distribución de E_h promedio para cada una de las horas del periodo analizado. La escala se encuentra en unidades de E_h (lx).

Tabla 4: Valores U_o hora a hora.

hora	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00
uniformidad	0.81	0.62	0.40	0.27	0.22	0.28	0.52

DISCUSIÓN

Con la finalidad de enriquecer el artículo en la Figura 11 se observan las curvas de E_h en el mismo escenario y condiciones de medición sin sistema de sombreado para los puntos críticos (más próximos a la ventana). Esto nos permite observar que la cortina dual reduce el ingreso de radiación solar visible respecto al mismo escenario sin sistema de sombreado. Esto se verifica si consideramos que para el escenario sin sistema los valores máximos de E_h se ubican entre los 30000 y los 36000 lx, mientras que en el escenario con cortina dual los valores máximos de E_h para los mismos puntos se encuentran próximos a los 17500 lx. Sin embargo, este valor de E_h sigue siendo excesivo en términos de confort visual. Estos valores elevados de E_h se deben al elevado factor de apertura que presenta el tejido en la franja transparente (48%). Esto se explica con mayor fundamento si consideramos que la bibliografía internacional (Villalba et al. 2024) afirma que los valores recomendados de FA, para cortinas tipo roller, están entre el 2 y el 3%; en posiciones más alejadas de las ventanas, el FA puede llegar hasta el 5%.

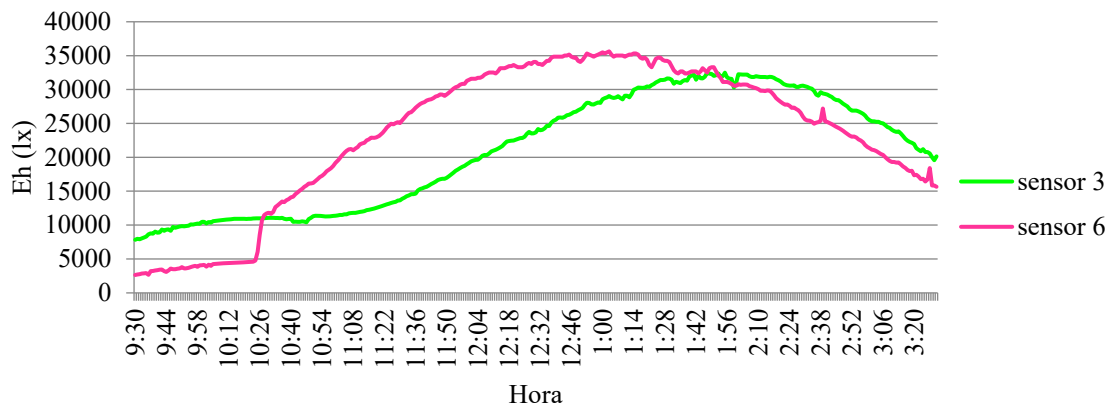


Figura 11: E_h registrada en los puntos 3 y 6 analizados entre las 9:30 y las 15:30 sin sistema de sombreado.

Otro punto que resulta interesante de considerar es que, las cortinas duales y los estantes de luz comparten una estructura similar, ya que ambos combinan zonas opacas con zonas de elevada transparencia. En las cortinas analizadas en este estudio, las franjas opacas están conformadas de tela translúcida ($\tau_v 0\%$), mientras que las transparentes son de un tejido con un elevado FA (48%). Por otro lado, los estantes de luz utilizan material opaco con un acabado metálico o blanco que intercalan con un espacio libre (zona transparente). Sin embargo, su funcionamiento es distinto. La disposición horizontal de los estantes de luz redirige la radiación solar fuera del plano de trabajo. En contraste, la disposición vertical de las franjas en las cortinas duales no cumple esta función. Esto permite que una cantidad significativa de radiación solar directa incida sobre el plano de trabajo, como se muestra en la Figura 12.

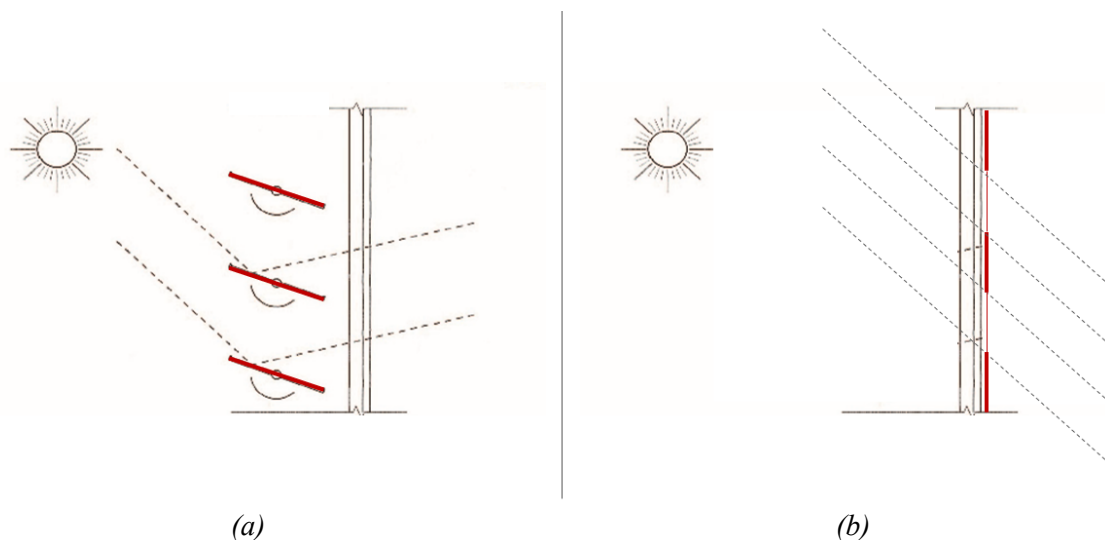


Figura 12: esquema de la interacción de la radiación solar directa con un sistema de estantes de luz (a); esquema de la interacción de la radiación solar directa con una cortina dual (b).

CONCLUSIÓN

Este estudio analiza el comportamiento lumínico de las cortinas textiles duales y su impacto en la disponibilidad y uniformidad de la luz natural, mediante medición en espacio real. El trabajo muestra que las cortinas duales, cuando se disponen en posición abierta, no controlan el ingreso de la radiación solar en el rango visible, exponiendo a los usuarios a situaciones de deslumbramiento y elevados contrastes repentinos, difíciles de procesar por el sistema visual. Es importante destacar que este tipo de cortinas son promocionadas como una solución que permite apreciar el paisaje exterior y al mismo tiempo ofrece un excelente control de la entrada de luz. Sin embargo, la apreciación del paisaje es solo posible cuando están abiertas, momento en el que el control de la iluminación natural no es eficiente.

Además, es fundamental destacar que considerar estos sistemas como láminas de transmitancia visible homogénea es un error. El FA, equivalente a la transmitancia visible normal/normal de los tejidos, es una de las propiedades ópticas que más impacto tiene en los espacios con cortinas textiles, como el analizado en este trabajo. Este punto es importante al analizar el desempeño de estos sistemas en entornos de simulación, ya que a menudo se los caracteriza como láminas con transmitancia homogénea que generan espacios uniformes, lo cual no es acertado, como se demuestra en este estudio. La caracterización y modelización de su comportamiento óptico para simulaciones de iluminación natural dinámica no son sencillas, pero es primordial realizarla correctamente para obtener resultados comparables con el desempeño de estos sistemas en espacios reales.

Finalmente, es importante destacar el valor de las investigaciones que analizan el impacto de las tecnologías de protección solar locales en el confort lumínico interior. Estos estudios deben caracterizar el comportamiento de dichos sistemas en función de diversos parámetros, como los tipos de cielo, las estaciones del año y las orientaciones. Este enfoque permitirá generar recomendaciones precisas para su aplicación, garantizando una implementación efectiva en términos de confort visual y eficiencia

energética. En el futuro, se planea analizar el desempeño lumínico de las cortinas duales en otras posiciones (cerrada y semi-abierta) durante distintas épocas del año.

AGRADECIMIENTO

Agradecemos a la empresa DINO CONTE por dejar al costo la cortina dual empleada en este estudio y proveer de manera gratuita la instalación de la misma.

FUENTES DE FINANCIAMIENTO

Fundación Williams: Fondos Complementarios para la Investigación: Diseño sustentable del hábitat construido. Valoración termo-lumínica de tecnologías de la envolvente urbano-edilicia / CONICET: PIBBA 0915 CONICET: Diferencias en la adaptación visual bajo dos climas luminosos diferentes y su influencia en la percepción de deslumbramiento molesto en oficinas. / ANPCYT: PICT 2019-04356 Desarrollo de indicadores y métricas de Iluminación natural integrativa en climas soleados para el diseño de ambientes visuales productivos, confortables y saludables.

REFERENCIAS

- Agencia Internacional de Energía (IEAa) [en línea] Buildings, Dirección URL: <<https://www.iea.org/energy-system/buildings>> [consulta: 10 de agosto de 2025].
- Agencia Internacional de Energía (IEAb) [en línea] Building Envelopes, Dirección URL: <<https://www.iea.org/energy-system/buildings/building-envelopes>> [consulta: 10 de agosto de 2025].
- Al-Masrani SM. y Al-Obaidi KM. (2019). Dynamic shading systems: A review of design parameters, platforms and evaluation strategies. *Automation in construction* 102, 195–216.
- Alva M., Vlachokostas A. y Madamopoulos N. (2020). Experimental demonstration and performance evaluation of a complex fenestration system for daylighting and thermal harvesting. *Solar Energy* 197, 385–395.
- Athienitis AK. y Tzempelikos A. (2002). A methodology for simulation of daylight room illuminance distribution and light dimming for a room with a controlled shading device. *Solar Energy* 72, 4, 271-281.
- Brembilla E., Chi DA., Hopfe CJ., et al. (2019). Evaluation of climate-based daylighting techniques for complex fenestration and shading systems. *Energy and Buildings* 203, 109454.
- Chan YC., Tzempelikos A. Y Protzman B. (2014). Solar optical properties of roller shades: modeling approaches, measured results and impact on energy use and visual comfort. En: 3rd International High Performance Buildings Conference, West Lafayette, Indiana, USA. 14-17 julio.
- Comisión Internacional de Iluminación (CIE). (2004). CIE 15: Technical Report: Colorimetry, 3ra edición.
- Deneyer A., Deroisy B., Lethé G. y Flamant G. (2013). Bi-directional scattering distribution data of solar shading: Characterization and performances. En: CIE Centenary Conference "Towards a New Century of Light", Paris, Francia. 15-16 abril.
- Deroisy B., Deneyer A., Lethé G. y Flamant G. (2013). Performance analysis of common solar shading devices: experimental assessment and ray-tracing calculations using bi-directional scattering distribution data. En: Lux Europa, Krakow, Polonia. 16-19 septiembre.
- Fontoynt, M. (1999). Daylight performance of buildings, 1ª edición. James and James, London.
- IRAM/AADL. (2021). Iluminación. Iluminación de lugares de trabajo en interiores. Requisitos y niveles de iluminación. Norma IRAM/AADL J 2006:2021.
- Jonsson JC., Lee ES. Y Rubin M. (2008). Light-scattering properties of a woven shade-screen material used for daylighting and solar heat-gain control. En: SPIE 7065, Reflection, Scattering, and Diffraction from Surfaces 2008, Vol. 7065, p. 70650R.
- Karmann, C., Wienold, J., Garreton, J. A. Y., Villalba, A. M., Pattini, A. E., y Andersen, M. (2025). User Evaluations of Fabric Shades with Sun in the Field of View: Glare Model Performance and Implications for EN14501 Classification. *Building and Environment* 282, 113259.

- Klems JH. (1994). A New Method for Predicting the Solar Heat Gain of Complex Fenestration Systems I. Overview and Derivation of the Matrix Layer Calculation. En: ASHRAE Winter Meeting, New Orleans, Los Angeles, EEUU. 22-26 enero.
- Konstantoglou M. y Tsangrassoulis A. (2016). Dynamic operation of daylighting and shading systems: A literature review. *Renewable and Sustain Energy Reviews* 60, 268–283.
- Kotey NA., Wright JL. y Collins MR. (2009). Determining off-normal solar optical properties of roller blind materials. *ASHRAE Transaction* 115, 145–154.
- Mashaly, I. A., Garcia-Hansen, V., Cholette, M. E., y Isoardi, G. (2021). A daylight-oriented multi-objective optimisation of complex fenestration systems. *Building and Environment* 197, 107828.
- McNeil A., Jonsson CJ., Appelfeld D., et al. (2013). A validation of a ray-tracing tool used to generate bi-directional scattering distribution functions for complex fenestration systems. *Solar Energy* 98, 404–414.
- Monteoliva, JM. y Pattini A. (2014). Iluminancia/irradiancia en la estación de medición IDMP-CCT CONICET Mendoza. En: 5° Congreso Internacional Solar Cities “Energía en las ciudades: innovación frente al cambio climático” Centro Metropolitano de Diseño Buenos Aires, Argentina. 17-18 noviembre.
- Nabil A. y Mardaljevic J. (2005). Useful Daylight Illuminance: A New Paradigm to Access Daylight in Buildings. *Lighting Research and Technology* 37, 1, 41–59.
- Ruck N., Aschehoug O., Aydinli S., Christoffersen J., Courret G., Edmonds I., Jakobiak R., Kischkoweit-Lopin M., Klinger M., Lee E., Michel L., Scartezzini J.L. y Selkowitz, S. (2000). *Daylight in buildings. A source book on daylighting systems and components*. Berkeley, CA: Lawrence Berkeley National Laboratory – International Energy Agency, Solar Heating and Cooling Programme, SHC, Energy Conservation in buildings and Community Systems Programme.
- Villalba, A., Monteoliva, J.M. y Pattini, A. (2017) Caracterización de cortinas textiles en la simulación de iluminación natural. *Energías Renovables y Medio Ambiente* 40, 49-58.
- Villalba, A., Yamín Garretón, J. y Pattini, A. (2024). Effect of fabric shades optical properties on indoor daylighting conditions: An overview. *Journal of Building Engineering* 97, 110695.
- Yamín Garretón J., Villalba A.M., Rodriguez R.G. y Pattini, A. (2021). Roller blinds characterization assessing discomfort glare, view outside and useful daylight illuminance with the sun in the field of view. *Solar Energy* 213, 91–101.
- Ward GJ, Wang T, Geisler-Moroder D, et al. (2021). Modeling specular transmission of complex fenestration systems with data-driven BSDFs. *Building and Environment* 196, 107774.
- Wang, Y., Yang, W., & Wang, Q. (2022). Multi-objective parametric optimization of the composite external shading for the classroom based on lighting, energy consumption, and visual comfort. *Energy and Buildings* 275, 112441.

CHARACTERIZATION OF THE LUMINOUS BEHAVIOR OF DUAL-LAYER TEXTILE BLINDS: IMPACT ON THE AVAILABILITY AND UNIFORMITY OF DAYLIGHT.

ABSTRACT: The general objective of this study is to generate knowledge about the luminous behaviour of building envelope components. The purpose is to contribute to the design and application of successful technological solutions that prioritize human needs and promote significant energy savings. Specifically, this work focuses on determining the impact of dual-layer textile blinds on the daylight factor in interior spaces, concentrating on the availability and uniformity of natural light. A black dual-layer blind in the open position was selected as the case study. The methodology included recording horizontal illuminance values, characterizing the optical properties of the measurement room, monitoring exterior sky conditions, and processing the horizontal illuminance data in R+. The main results show that the dual-layer blind reduces the entry of visible solar radiation compared to the same scenario without a shading system. However, this study demonstrates that dual shades, when in the open position, do not effectively control the entry of visible solar radiation. This exposes users to glare and high sudden contrasts that are difficult for the visual system to process.

Keywords: daylight, shading device, dual shade