

## Espacios de transición y clima luminoso regional, potenciales barreras de visión funcional

*Cecilia M. Lasagno<sup>1,2</sup>, Andrea E. Pattini<sup>1</sup>, Elisa M. Colombo<sup>2</sup>*

### Resumen

El objetivo del trabajo es mostrar la importancia de considerar los espacios de transición exterior-interior como espacios de uso obligatorio que en interacción con el clima luminoso donde se emplazan, poseen requerimientos de uso específicos. Especialmente si se considera la alta disponibilidad de radiación solar de nuestra región. La caracterización lumínica de un caso de estudio de uso diurno permitió estudiar el comportamiento dinámico anual y detectar las características morfológicas que definen su accesibilidad visual en relación al clima. Se concluye que: la orientación y diseño del acceso a los edificios, las dimensiones del espacio, las propiedades ópticas de los materiales utilizados y el horario de uso, constituyen algunos condicionantes a considerar para iluminar estos espacios ya que pueden determinar la presencia de “barreras de visión funcional”. También se evidencia la necesidad de redefinir índices de evaluación lumínica para espacios de transición con predominante presencia de luz natural.

**Palabras clave:** espacios de transición; barreras de visión funcional; clima luminoso regional

## Transitional spaces and regional luminous climate, potential functional vision barriers

### Abstract

The aim of this work is to show the importance of considering indoor-outdoor spaces as spaces of transition mandatory in interaction with luminous climate where are located, they have specific usage requirements. Especially considering the high availability of solar radiation of our region. Light characterization of a case study of daytime use allowed to study the annual dynamic behavior and detect morphological features that define its visual accessibility in relation to climate. It is concluded

---

<sup>1</sup> Instituto de Ambiente, Hábitat y Energía (INAHE) CCT MENDOZA CONICET. Av. Ruiz Leal s/n Pque. Gral. San Martín, Mendoza, Argentina. CP 5500. Tel +54-261-5244344. E-mail: [clasagno@mendoza-conicet.gob.ar](mailto:clasagno@mendoza-conicet.gob.ar)

<sup>2</sup> Departamento de Luminotecnia, Luz y Visión, Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología, Universidad Nacional de Tucumán – Instituto de Investigación en Luz, Ambiente y Visión, CONICET-UNT, Tucumán, Argentina.

that: the orientation and design of access to buildings, the dimensions of space, the optical properties of the materials used and the time of use, are some constraints to consider to illuminate these spaces because they can determine the presence of " functional vision barriers. " The need to redefine light assessment rates for transitional spaces with dominant presence of natural light is also evident.

**Keywords:** transition spaces, functional vision barriers and regional luminous climates.

## Introducción

En la literatura científica los espacios de transición son mayormente estudiados y clasificados en relación a su comportamiento térmico. Estos estudios analizan aspectos como orientación de la fachada principal, acceso a la radiación directa, sombras estacionales, etc. (Potvin, 2000; Chun et al., 2004; Pitts and Salen, 2007) y, si bien existen contribuciones acerca de la distribución espacial de iluminancias (Cuttle, 1997; 2010) la relación entre los ET, su comportamiento fotométrico y las demandas visuales exigidas a los usuarios de estos espacios es escasa, en especial demandas visuales provocadas por la fuerte presencia de luz natural en el espacio construido.

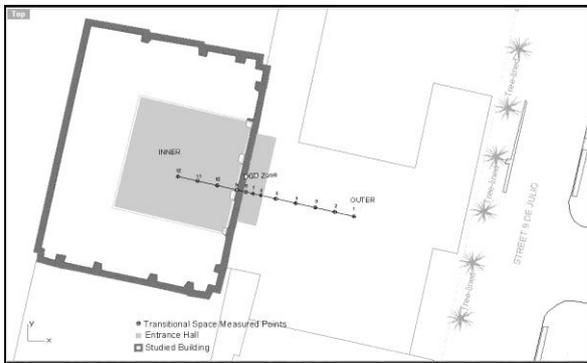
Debido a la alta disponibilidad del recurso solar, en ciertas ocasiones estos espacios presentan repentinos cambios de luminancias en el campo visual de los usuario cuya intensidad está por encima o por debajo del rango de adaptación al que se encuentran adaptados en ese momento dado, situación descrita con el nombre de "shock visual" (Araji, 2004). Estos cambios se convierten en "barreras de iluminación" cuando el tiempo involucrado en atravesar estos espacios de transición no se correlaciona con el tiempo de adaptación requerido por el sistema visual de los usuarios, o presentan condiciones de deslumbramiento que producen un velo sobre el estímulo visual disminuyendo el contraste fuertemente, a veces hasta condiciones por debajo de las de visibilidad. Esto puede ocurrir por la presencia del disco solar dentro del campo visual de la persona cuando atraviesa el espacio en dirección a la salida o por reflejos muy direccionales, de acuerdo a las terminaciones de las fachadas de los edificios, cuando se está entrando al mismo. Estos efectos pueden observarse en las imágenes de la Figura 3. Otros trabajos presentan avances sobre la evaluación de "confort visual" en este tipo de espacios pero en términos de luminancias obtenidas a través de la conversión de iluminancias (Araji, Boubekri et al. 2007) lo cual implica ciertas limitaciones ya que esto solo es válido si las superficies medidas son Lambertianas y poseen reflectancia conocida (Rombauts, 2001).

Los espacios de transición de edificios públicos ubicados en climas soleados, se caracterizan por poseer gradientes de luminancias e iluminancias extremos, esto es, altos valores en el exterior y más bajos en el interior del edificio, lo cual implica una gran demanda al funcionamiento del sistema visual. El tiempo empleado al atravesarlos puede resultar insuficiente para permitir al sistema una adaptación estable, especialmente en regiones con altos valores de luz solar, produciéndose potenciales efectos deslumbrantes que afectan tanto la visibilidad como la confortabilidad en el momento de realizar una tarea visual. Se pretende identificar qué parámetros fotométricos permiten diagnosticar o caracterizar más eficientemente las condiciones de iluminación de los espacios de transición: contemplando la amplia variedad de tareas que allí se desarrollan, considerando que el sistema visual intenta adaptarse a las condiciones de iluminación dinámicas que el espacio ofrece. Se exponen los resultados obtenidos en la caracterización de un espacio seleccionado para ilustrar detalladamente la problemática planteada de un espacio de transición (ET), que a su vez permita identificar la presencia de potenciales "barreras de

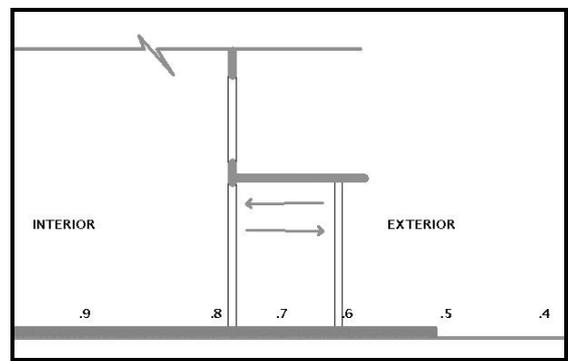
visión funcional” (Colombo, 2013), ya que la relación entre la morfología del espacio construido y el clima luminoso donde se encuentra emplazado determinan las características lumínicas proporcionadas a sus usuarios. Este espacio de transición posee características arquitectónicas muy utilizadas en edificios públicos: un hall de ingreso de amplias dimensiones e importantes retiros respecto a l línea de edificación.

**Metodología.** Selección y descripción del caso de estudio

El espacio seleccionado pertenece a la Municipalidad de la Ciudad de Mendoza. El edificio posee fachada con orientación ESTE por lo que recibe sol directo durante toda la mañana en coincidencia con el horario de atención al público. La entrada al edificio al edificio evaluado no cuenta con protección a la luz solar directa provista por el arbolado ubicado en la vereda ya que posee un retiro de 20 m (. Todos estos factores: orientación, horario de uso, distancia del recorrido, transforman a este espacio en “espacio crítico” desde el punto de vista de las demandas al sistema visual. Se analizan las condiciones físicas y fotométricas y se identifican las situaciones que podrían producir problemas visuales.



**Figura 1a.** Esquema en planta del Edificio Municipal



**Figura 1b.** Plano en corte de la entrada al edificio.



Otoño 9:30hs



Invierno 9.30hs



Primavera, 9.30hs

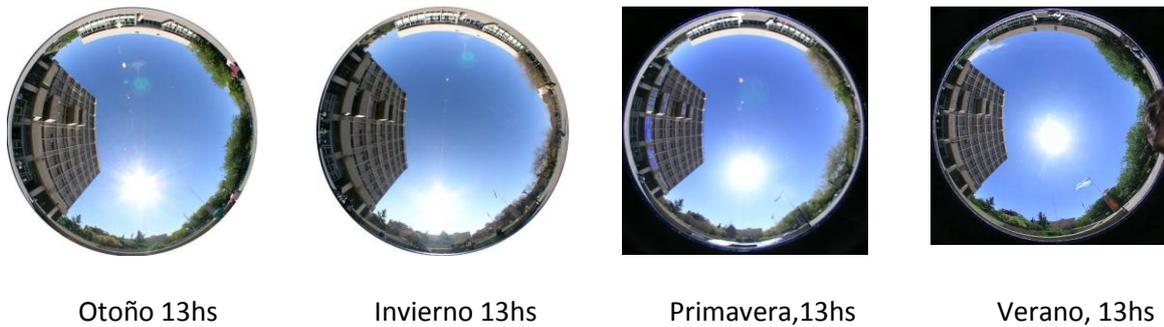


Verano, 9.30hs

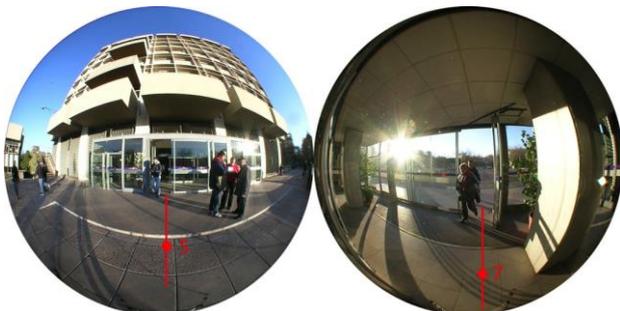
**Figura 2a.** Variación del ángulo solar anual 9.30hs

En la Figura 1a se muestra un esquema en planta del edificio municipal, en este se observa el retiro respecto a la línea de edificación que posee el edificio y una línea sobre las cuales se ubican los 12 puntos donde se realizaron las mediciones anuales como se explicará más adelante. En la Figura 1b se muestra una vista en corte del mismo plano. Las imágenes “sky view” de las Figuras 2a y 2b exhiben la variación del ángulo solar anual, mostrando la dinámica solar en las cuatro estaciones: Otoño, Invierno,

Primavera y Verano, en las que se realizaron las mediciones para estudiar el comportamiento lumínico del espacio. La Figura 2a muestra la ubicación del sol a las 9.30hs en las cuatro estaciones, nótese que en Otoño e Invierno el sol se encuentra ubicado más bien en el horizonte debido a que el ángulo solar a esa hora y época del año es menor, con lo cual su incidencia sobre la fachada del edificio será de manera más perpendicular. Mientras que en las estaciones de Primavera y Verano, para la misma hora su posición es más alta. La Figura 2b muestra la posición del sol a las 13hs, las imágenes muestran el punto más alto que alcanzará el disco solar en el día para cada época del año indicada, nótese la ubicación central del disco solar en verano y su variación respecto al invierno.



**Figura 2b.** Variación del ángulo solar anual 13hs.



*Espacio de transición estudiado.*

*Entrada al edificio, pto.5 (Izquierda). Salida del edificio, pto.7 (Derecha). 9.30hs.*

**Figura 3**

La Figura 3 muestra dos situaciones lumínicas producidas en el espacio a las 9.30hs, a la izquierda, la *entrada al edificio* presenta reflejos generados por la incidencia directa del sol en la superficie vidriada; la derecha, la *salida del edificio* muestra la presencia del disco solar dentro del campo visual de los usuarios que salen espacio. La Figura 4 muestra tres vistas del espacio y en ellas se identifican los puntos medidos en tres zonas: Zona interior, *puntos 8 y 9* (fotografía izquierda) que muestra el ingreso al edificio luego de atravesar la segunda puerta vidriada; Zona Central (fotografía central) que muestra una vista lateral del espacio existente entre la doble puerta vidriada (DPV), *punto 7* y la Zona exterior (fotografía derecha) que muestra la salida al exterior, *punto 6*.

**Caracterización lumínica y fotométrica del espacio de transición**

El espacio de transición fue registrado en forma anual, en cada solsticio a las 9.30hs y 13hs, siendo el horario de atención al público en la Municipalidad de 8.30hs a 13hs. Los puntos donde se realizaron los registros se muestran en la Figura 1a. El recorrido completo medido estuvo compuesto por 12 puntos, separados a una distancia de 3m, excepto en la zona de Doble Puerta Vidriada, que se midió cada 1m aproximadamente, esto debido las particulares situaciones lumínicas que se producían en ese sector de la entrada producto de la presencia de grandes puertas vidriadas y de la *orientación Este* del edificio. El

recorrido medido da un total de 27m en el que pueden identificarse tres zonas: Zona Exterior, puntos 1 al 6; Zona de Doble Puerta de Vidrio (DPV), punto 7 y Zona Interior, los puntos 8 al 12, en la Figura 4 se indican algunos de estos puntos. El tiempo aproximado para atravesar el espacio medido (desde el punto 1 al punto 12) es de 25 segundos (tiempo registrado por una persona joven sin dificultades de desplazamiento). Las mediciones se realizaron bajo condiciones de cielo claro (soleado) en los cuatro solsticios del año. También se midió una condición de cielo nublado en invierno de 2009 a las 13hs; esta condición se incluyó para estudiar el comportamiento del espacio en condiciones de luz difusa y contar con un parámetro de comparación.



**Figura 4.** Zona interior, foto izq. (pto.9)– Zona central (ptos.6; 7; 8) – Zona exterior, foto derecha (pto.5)

Considerando la normativa nacional se midió el parámetro **iluminancia horizontal (Eh)** (IRAM-AADL J20-06) la cual indica iluminancia horizontal mínima para hall de ingreso. Además se midió la **iluminancia cilíndrica (Ec)** por considerarse un parámetro complementario que evalúa la distribución de la iluminación en interiores con presencia de luz natural, indicando una buena reproducción de la tridimensionalidad (Duff, 2012; Nassar, 2003; Wilde et Manzano, 1989; Rombauts, 2001). Es importante resaltar que las mediciones realizadas en el espacio se hicieron en las condiciones que habitualmente se usa el mismo, es decir, que en la estación de invierno a las 9.30hs la zona interior se midió con la luz artificial encendida. Todas las mediciones se realizaron a una altura de 1.5m. El equipamiento utilizado consistió en: sensor LI-COR 189 radiometer, LI-210 SB sensor fotométrico y una base niveladora 2003 S (iluminancia horizontal y vertical); LMT PO3637 (sensor de iluminancia cilíndrica); LMT B360 (sensor de iluminancia semi cilíndrica).

## Resultados

### Descripción de la iluminancia horizontal (Eh)

Puede observarse que el comportamiento general de las curvas en las que se grafica la Eh mantiene su forma en las cuatro estaciones medidas y a las dos horas registradas. Es decir, elevados valores en el exterior y valores mucho menores en el interior. Las mayores diferencias entre el exterior y el interior del espacio se alcanzan en verano al mediodía, con valores exteriores dos mil veces mayores que el menor registro del interior. Mientras que las menores diferencias se dan en la estación de invierno, con valores exteriores veinticuatro veces mayores que en el interior (Figura 5).

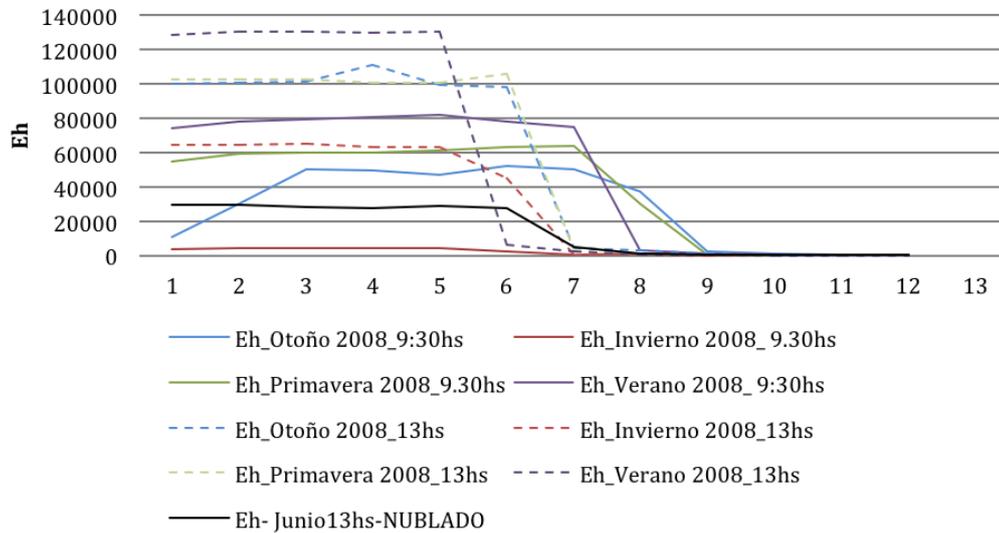
En las estaciones de invierno y otoño a las 9.30hs, se observa una disminución en los valores de Eh registrados en el punto 1 correspondiente a la zona exterior, esto responde a un menor ángulo solar estacional que provoca que la incidencia del sol se vea obstruida por los edificios cercanos al espacio

evaluado, produciendo sombras que hacen disminuir los registros del punto 1. Por el mismo motivo, se observa que en dichas estaciones a las 9.30hs hay mayor penetración solar dentro del edificio con lo cual se produce una disminución en la amplitud de los registros de toda la transición medida. Esto provoca un aparente aumento en la uniformidad de la iluminación hablando en términos de Eh. Sin embargo, podría incurrirse en el error de pensar que dicha mejora en la uniformidad entre el exterior y el interior del espacio, podría mejorar el desempeño visual de los usuarios. Sin embargo, debido a la *orientación Este* del edificio se producen situaciones particulares para las personas que entran y salen del mismo. Las personas que salen del edificio a las 9.30hs en invierno, encuentran dentro de su campo visual la presencia del disco solar, lo cual genera una importante situación de molestia visual –en inglés “*visual discomfort*”, mientras que las personas que ingresan reciben los reflejos producidos por el sol sobre la gran puerta de vidrio existente (Figura 4). Esta característica estacional en la variación del ángulo solar puede observarse claramente en las Figuras 2a y 2b, y ocurren durante todo el período invernal. Las situaciones descritas constituyen “barreras a la visión funcional”, por un lado pues los tiempos involucrados en atravesar estos espacios son demasiado cortos y las personas no logran completar los procesos de adaptación, y por otro debido a los efectos deslumbrantes, lo que se suma a la naturaleza dinámica de la fuente. Estos factores constituyen potenciales riesgos de caídas, sobre los que hay abundante bibliografía (Lord, 2006; Abdelhafiz, 2003). En particular, dos metros antes del ingreso a la primera puerta de vidrio hay un pequeño escalón que podría volverse imperceptible ante la condición lumínica descrita, y situaciones como ésta, es decir la presencia de irregularidades en la superficie a atravesar es muy común en el espacio público.

Respecto al comportamiento lumínico interior del espacio, se observa que en las estaciones de menor disponibilidad solar (otoño e invierno) se complementa la falta de iluminación natural interior con iluminación artificial. Los registros están relevados en las condiciones reales en las que se usa el espacio, sobre todo en las primeras horas de la mañana, es decir con iluminación artificial encendida. Esto tiene una mayor influencia en las magnitudes registradas a las 9.30hs sobre todo en invierno porque las intensidades de la luz natural exterior aún son bajas, en especial en las zonas más alejadas de la puerta de ingreso. No ocurre lo mismo en las horas del mediodía, cuando debido a las elevadas magnitudes exteriores vuelven imperceptible, tanto para las personas como para el sensor de Eh, el aporte que realiza la luz artificial. Esta es una de las razones por las que muchas veces las luces permanecen encendidas durante el día sin que nadie lo perciba.

Si se realiza una comparación transversal de los registros anuales, resulta llamativo que las iluminancias mínimas no muestran grandes variaciones en el punto 12, para las dos horas registradas (zona interior del edificio). Los registros del punto 12 muestran, para las 13hs, que la Eh no alcanza el mínimo recomendado por la norma (Eh min = 100 lux) (IRAM-AADL J20-06). En relación al manejo del espacio se observa que las luces interiores se apagan hacia el mediodía en las cuatro estaciones. Este espacio estaría en “norma” si se consideran los valores registrados desde el punto 6 al 10, pero la falta de uniformidad producto de las extremas variaciones en intensidad entre el exterior y el interior, hacen que una persona que ingresa perciba que entra a un lugar oscuro, tipo cueva, evidenciando una debilidad de la normativa. A la inversa, la persona que sale del espacio, percibe un fuerte deslumbramiento por encontrarse ante una gran explanada de cemento sin ningún tipo de control solar. Para la condición de día nublado, registrada a las 13hs en la estación de invierno, se observa que la

diferencia entre el exterior y el interior se mantiene, siendo de dos órdenes de magnitud, aunque no se presentan los efectos deslumbrantes directos ni reflejados. Entre los puntos 6 y 8, zona de la doble puerta vidriada, puede observarse la mayor diferencia entre las magnitudes interiores y exteriores, produciéndose un punto de inflexión dado por la altísima disponibilidad solar exterior.



**Figura 5.** Datos iluminancia horizontal (Eh) anual 9.30; 13hs y día nublado

Pese a que el sistema visual humano puede adaptarse a un muy amplio rango de iluminancias, esta adaptación requiere de ciertos procesos y tiempos que le permiten al sistema visual humano alcanzar un estado de adaptación estable para el cual las funciones visuales tienen un comportamiento óptimo. En este tipo de espacios los cambios ocurren en espacios que al ser transitados involucran tiempos demasiado cortos que no le permiten al sistema lograr ese estado de adaptación, lo que lleva a introducir el término de adaptación transitoria. La falta de adaptación depende de los rangos de variación de las luminancias que ve la persona, es decir de los valores inicial y final, y en general los procesos de adaptación desde una situación de altas luminancias a bajas requiere mayores tiempos que el proceso a la inversa. Por ejemplo, para un proceso de adaptación dinámica con una variación de un orden de magnitud, por ejemplo pasar de 100 lux a 1000 lux, es una situación que solo se produce en el espacio estudiado a las 9.30hs en invierno. Sin embargo, que el espacio provea este cambio de magnitudes tampoco garantiza el adecuado funcionamiento del sistema visual debido a que justamente a esta hora el espacio presenta situaciones lumínicas complejas como las producidas por la presencia de sol directo o de reflejos molestos dentro del campo visual, como ya se mencionó. El resto de las temporadas muestran que las diferencias de magnitudes entre el exterior y el interior del espacio son de dos a cuatro órdenes de magnitud, diferencias que presentan desafíos mayores. Para la condición de cielo nublado, en la que no hay predominio de la fuente, se esperaba un comportamiento más uniforme en los registros Eh, pero no se obtuvo este resultado. Las diferencias entre el exterior y el interior del espacio superan los dos órdenes de magnitud. Se ha demostrado el efecto de la falta de adaptación y la influencia de la edad en espacios de transición de uso diurno, mediante pruebas de eficiencia visual y de molestias visuales. Donde las personas de más de 60 años emplean dos veces más tiempo que las de 20 años en reconocer un estímulo visual luego de atravesar un espacio de transición exterior-interior (Lasagno y ot, 2014). Con lo cual aumenta el riesgo de impedir el reconocimiento de algún obstáculo presente en el interior del espacio o aumentar el tiempo necesario para lograr orientarse dentro del mismo.

Se observa que si bien la *iluminancia horizontal* propuesta por la gran mayoría de las normas es sensible al comportamiento de la luz en estos espacios puede resultar un parámetro insuficiente cuando la presencia de la luz natural es el principal iluminante debido el horario de uso del lugar, ya que sus características dinámicas y direccionales (variaciones en altitud y azimut) provocan particulares situaciones lumínicas que afectan la accesibilidad de los espacios construidos. La *iluminancia horizontal* si bien muestra la intensidad y potencia de la iluminación natural, describiendo el comportamiento lumínico del espacio arquitectónico, resulta insuficiente para caracterizar lo que sucede en el campo visual de la persona que transita el espacio.

### Descripción de la iluminancia cilíndrica (Ec)

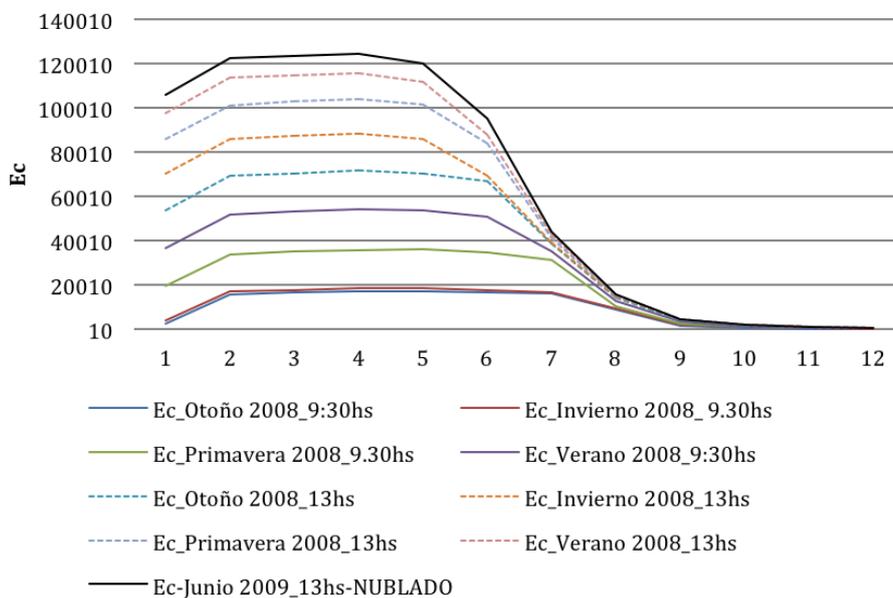


Figura 6. Iluminancia cilíndrica de las cuatro estaciones a las 9.30hs, 13hs y día nublado.

Las curvas de iluminancia cilíndrica (Ec) (Figura 6) muestran similar comportamiento que las descritas por la iluminancia horizontal (Eh), solo que las intensidades disminuyen debido a que este parámetro promedia la iluminancia vertical proveniente de todas las direcciones incidentes en un pequeño cilindro ubicado en posición vertical a la altura de visión. También se observa una disminución en el punto 1 en las estaciones de otoño e invierno, debido a un menor ángulo solar, como se explicó anteriormente. Nuevamente, los registros muestran la influencia del ángulo solar ya que en el exterior a las 13hs los registros de Ec en verano son más bajos que en el resto las estaciones. Esto se debe a que en verano en esta latitud, el sol se encuentra en su posición más perpendicular a la tierra, con lo cual tiene menor incidencia en el sensor de iluminancia cilíndrica y esta posición solar también produce menor aporte de luz reflejada de las superficies cercanas.

La curva descrita por los datos de Ec registrados en invierno a las 9.30hs llevaría a pensar que esa buena distribución en la iluminación permitiría un buen desempeño visual. Aquí nuevamente deben recordarse las escenas de la Figura 3, donde claramente aparecen factores que pueden dificultar la

visión ya que la presencia de sol directo dentro del campo visual de las personas que egresan del espacio dificulta o impide la realización de tareas visuales.

### **Conclusiones parciales**

Del análisis de las mediciones fotométricas y de su caracterización física, así como de sus condiciones de uso, el Espacio de Transición seleccionado como caso típico de estudio, considerando un edificio de amplio retiro y orientación de fachada al Este, ubicado en una ciudad caracterizada por la alta disponibilidad de luz solar, se identifican una serie de parámetros que deben ser considerados para evaluar un espacio de transición, en función de su diseño arquitectónico para evitar la presencia de potenciales “barreras de visión funcional”. En la Figura 7 se presentan las variables físicas y las relacionadas con los factores humanos que caracterizan un espacio de transición exterior-interior.

El espacio de transición estudiado presenta similar comportamiento lumínico en las 4 estaciones de año, las diferencias lumínicas entre el interior y exterior se repiten y son importantes. Claramente, el espacio no regula el clima luminoso en el cual se emplaza, esto se verifica al observar los registros. Como se fue explicando en el desarrollo de este capítulo, se trata de un espacio sumamente complejo desde el punto de vista de las demandas generadas al sistema visual, las diferencias de luminancias existentes implican una constante falta de adaptación, se presentan zonas de deslumbramiento fisiológico que disminuyen los contrastes de la escena, también zonas de distintas claridades que pueden producir confusión perceptual, y así siguiendo, factores todos que se acentúan con la edad de las personas

La forma arquitectónica más eficiente de los espacios de transición se relaciona con su correspondiente condición climática (Chun, Kwok et al. 2004), así como la posición de la construcción y las propiedades ópticas de los materiales elegidos para su conformación. Por lo tanto, se verifica que en los climas luminosos donde predominan los cielos claros, la fachada principal de los edificios y el acondicionamiento lumínico del ET son factores críticos que deben ser anticipados (Mardaljevic 2008). Se observa que la relación morfológica y arquitectónica entre el ET estudiado y su clima luminoso no se optimizan. Como resultado, se generan potenciales problemas visuales, tanto de confort visual como de movimiento seguro. Futuras intervenciones en el espacio construido deberían resolver este tipo de problemas ya verificados. Por ejemplo, la mejora del acceso a la luz del día en la parte interior del edificio de una manera difusa y la mitigación de la radiación directa presente en la parte exterior del edificio. Esto contribuiría a una mejor distribución de la luz y una transición gradual que no provoque potenciales riesgos a los usuarios del espacio construido.

En relación a las Normas y Recomendaciones Nacionales vigentes (IRAM-AADL) y al tipo de espacio estudiado, el único parámetro que orienta a los diseñadores, ya sea de iluminación o arquitectos, para proyectar estos espacios es la “Iluminancia horizontal ( $E_h$ )”. Esto genera la potencial aparición de “barreras de iluminación”, donde por citar un ejemplo algunos espacios tienen a presencia de luz solar como fuente primaria de iluminación y sin control alguno. Respecto a las Normas Internacionales (Rea IESNA, 2000), se observa que si bien aparecen otros parámetros como el uso de la  $E_v$  y además se considera el factor edad de los usuarios, las intensidades propuestas se focalizan en marcar límites mínimos de iluminación. Estas recomendaciones aún son escasas porque la falta de consideración de la

luz natural como fuente primaria de iluminación y la presencia de esta de manera incontrolada en espacios de uso diurno genera serios inconvenientes.

Variables Físicas	Tareas e influencia del factor humano
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Orientación y ubicación geográfica del espacio: Norte, Sur, Este u Oeste.</li> <li>• Influencia del entorno construido, factor de cielo visible<sup>3</sup>.</li> <li>• Complejidad arquitectónica (baja-media-alta ; presencia de escaleras, rampas, etc.)</li> <li>• Dimensiones del espacio de transición, incluyendo la distancia que debe ser recorrida por el usuario para ingresar al edificio.</li> <li>• Distribución y comportamiento de la luz natural que ingresa al espacio, considerando intensidad, direccionalidad y uniformidad.</li> <li>• Tipo de material usado en las terminaciones del espacio, considerando sus características ópticas, vinculadas al grado de especularidad y absortancia.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Características propias del sistema visual considerando la edad de las personas y presencia de patologías.</li> <li>• Características físicas del usuario, relacionadas a su capacidad para desplazarse y con la velocidad para atravesar el espacio de transición.</li> <li>• Tipo de tarea a desarrollarse en el espacio, de diferente complejidad: lectura de boletas a pagar, lectura de tablero de control del ascensor, detección y lectura de señales indicativas y carteles de información, detección de escalones u otros cambios en el espacio para circular, reconocimiento de rostro, etc.</li> <li>• Complejidad lumínica que debe resolver el sistema visual del usuario y que permite identificar las potenciales “barreras de la visión funcional”.</li> <li>• Horario de uso del espacio.</li> </ul>

**Figura 7.** Identificación de variables involucradas en el espacio de transición.

La experiencia observacional desarrollada durante el estudio y análisis de este caso permiten concluir que se trata de un espacio que ofrece una compleja escena lumínica a sus usuarios. Provocando constantes demandas al sistema visual debido a los bruscos cambios lumínicos que presenta el exterior respecto al interior del espacio. Las características del espacio estudiado y las tareas visuales allí desarrolladas muestran la necesidad de profundizar el estudio tanto de percepción de modelado de rostros, como de eficiencia del sistema visual.

### Bibliografía

Abdelhafiz AH, Austin CA. (2003). Visual factors should be assessed in older people presenting with falls or hip fracture. *Age and Ageing*; 32:26–30.

<sup>3</sup> Factor de cielo (Oke y ot, 1991): Para un punto de observación concreto, el SVF expresa la relación entre el área visible de cielo y la porción de bóveda celeste enmascarada por los distintos componentes urbanos, como por ejemplo los límites construidos, la morfología arbórea, el equipamiento urbano, etc. Esta herramienta surge de la relación entre los espacios característicos de la ciudad y la visión de cielo que estos posibilitan, en función del enmascaramiento del espacio construido.

- Araji MT, Boubekri M, Chalfoun NV. (2007). An Examination of Visual Comfort in Transitional Spaces. *Architectural Science Review*; 50(4): 349–356.
- Boettger T. (2014). *Threshold Spaces: Transitions in Architecture Analysis and Design Tools*. Birkhauser Architecture.
- Borisuit A, Scartezzini J-L, Thanachareonkit (2010). A. Visual discomfort and glare rating assessment of integrated daylighting and electric lighting systems using HDR imaging techniques. *Architectural Science Review*; 53(4):359–373.
- Boyce P. (1997). *Handbook of ergonomic of human factors*. Capítulo 26: Illumination. Editado por Gavriel Salvendy, 858-890
- Cantin F, Dubois M-C. (2011). Daylighting metrics based on illuminance, distribution, glare and directivity. *Lighting Research and Technology*; 0:1–17.
- Chun C, Kwok A, Tamura A. (2004). Thermal comfort in transitional spaces --basic concepts: literature review and trial measurement. *Building and Environment*; 39(1187-1192).
- CIBSE (1994). *Code for Interior Lighting*. London: CIBSE.
- Colombo EM, O Donell BM, Santillán JE, Issollio LA. (2013). Functional vision barriers: a new concept analyzed in terms of human visual performance. *Psychology & Neuroscience [Internet]*; 6:219–226. Available from: <http://www.psycneuro.org/index.php/path/issue/view/16>
- Colombo, Elisa; O'Donell, Beatriz, (2001). ILUMINACIÓN: LUZ, VISIÓN Y COMUNICACIÓN. Capítulo 2: FUNDAMENTOS DE LA LUZ, Tomo 1 del libro: Editores: Asociación Argentina de Luminotecnia. Editorial: Oscar E. Parrado, Asociación Argentina de Luminotecnia Buenos Aires; 27-47.
- Cuttle C. Cubic illumination (1997). *Lighting Research and Technology*; 29(1):1-14.
- Cuttle C. Towards the third stage of the lighting profession. *Lighting Research and Technology*. 2010; 42:73.
- Duff JT. The 2012 SLL Code for Lighting: the Impact on Design and Commissioning. *Journal of Sustainable Engineering Design [Internet]*. 2012 Jan. 1;1(2). Available from: <http://arrow.dit.ie/sdar/vol1/iss2/4>
- Flyvbjerg B. Five Misunderstandings About Case-Study Research. *Qualitative Inquiry*. 2006 Apr. 27; 12:219–245.
- Inanici, M. and J. Galvin (2004). Evaluation of High Dynamic Range Photography as a Luminance Mapping Technique, Lawrence Berkeley National Laboratory: 29.
- IRAM AADL J 20-02, 1969. Iluminación Natural en Edificios. Condiciones generales y requisitos especiales.
- IRAM AADL J 20-03, 1970. Iluminación Natural en Edificios. Método de determinación.
- IRAM-AADL (1972). Luminotecnia. Iluminación artificial de interiores. Niveles de Iluminación. IRAM-AADL. J 20 05.
- Larson GW, Shakespeare R. *Rendering with Radiance*. California, USA: Morgan Kaufmann Publishers, Inc.; 1998.
- Lasagno C, Issollio L, Pattini A, Colombo E. Transitional spaces from exterior to interior as functional vision barriers in ageing. *Lighting Research and Technology*. 2014 Apr. 16;:1–10.

- Lord SR. Visual risk factors for falls in older people. *Age and Ageing*. 2006; 35(S2):ii42–ii45.
- Lynes, J, W. Burt, G. Jackson, and C. Cuttle. 1966. "The Flow of Light into Buildings," *Trans. Illum. Eng. Soc. (London)* 31(3): 65-91.
- Mann, S., & Picard, R. W. (1995). On Being "undigital" With Digital Cameras: Extending Dynamic Range By Combining Differently Exposed Pictures. *Proceedings of IST*, (323), 422-428.
- Oke, T.R., Johnson, G.T., Steyn, D.G., & Watson, I.D. "SIMULATION OF SURFACE URBAN HEAT ISLANDS UNDER „IDEAL“ CONDITIONS AT NIGHT" PART 2: DIAGNOSIS OF CAUSATION. *Boundary- Layer Meteorology* 56 pp339-358.1991
- Pitts A, Bin Salen J. Potential for energy saving in building transition spaces. *Energy and Buildings*. 2007;39:815–822.
- Potvin A. Assessing the Microclimate of Urban Transitional Spaces. In: *PLEA 2000 - Passive Low Energy Architecture*. Cambridge, UK: 2000.
- Rea MS. *IESNA Lighting Handbook. Reference & Application*. 9th ed. New York: Illuminating Engineering Society of North America; 2000.
- Rodríguez RG. Análisis de estresores visuales y cognitivos en trabajo de oficina con PVD: El caso de las TIC. San Miguel de Tucumán: Universidad Nacional de Tucumán. Fac. de Ciencias Exactas y Tecnología; 2011.
- Rombauts P. Visual comfort in underground working environments. 9th LUX-Europa Lighting Conference, Reykjavik-Iceland. 2001;;pp. 388–393.

## **Autores**

Cecilia Marta Lasagno es Becaria Posdoctoral CONICET, Instituto de Ambiente, Hábitat y Energía (INAHE) CCT MENDOZA CONICET y Docente de la Carrera Diseño Insustrial UNCUyo. clasagno@mendoza-conicet.gob.ar

Andrea Elvira Pattini es Investigadora Principal del CONICET. Instituto de Ambiente, Hábitat y Energía (INAHE) CCT MENDOZA CONICET. apattini@mendoza-conicet.gob.ar

Elisa Margatita Colombo es Investigadora Principal del CONICET, Directora del CONICET Tucumán y Directora del Instituto de Investigación en Luz, Ambiente y Visión (ILAV-UNT-CONICET). ecolombo@herrera.unt.edu.ar