

PROTOCOLO DE MEDICIONES DE ILUMINACIÓN NATURAL EN RECINTOS URBANOS

Córica, Lorena¹ ; Pattini, Andrea²

Laboratorio de Ambiente Humano y Vivienda - Instituto Ciencias Humanas Sociales y Ambientales (LAHV - INCIHUSA)
Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)
Centro Regional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas – CRICYT C.C.131 C.P. 5500 – Mendoza
Tel. 0261-4288314 Int. 270 – Fax 0261-4287370 e-mail: lcorica@lab.cricyt.edu.ar

RESUMEN: El uso apropiado de la luz natural en el medio construido, no sólo permite condiciones de confort y de calidad ambiental para los usuarios de los espacios, sino también la posibilidad de proveer cantidad de luz necesaria como para alcanzar niveles de iluminación suficientemente adecuados a las exigencias visuales. Un recinto urbano puede ser utilizado como un instrumento que facilite el acceso a la iluminación natural, a través de la optimización de la morfología del espacio circundante. Para predecir el comportamiento de la luz natural en la trama urbana, se requiere la determinación de un método apropiado, que contemple, el estudio de parámetros objetivos (a base de mediciones) y subjetivos (valoraciones de las personas que lo habitan en lo referido al confort visual).

Este trabajo introduce un método de evaluación que contempla el aporte de las componentes difusa y reflejada al potencial de iluminación de espacios habitables en función de la morfología urbana circundante, para ciudades de climas soleados, que consiste en un protocolo estándar, y que además pretende crear el uso de una herramienta de conocimiento aplicable en las fases de diseño, en un esfuerzo por proporcionar opciones óptimas en relación a la iluminación natural.

Palabras Claves: Iluminación Natural Recinto Urbano, Protocolo.

INTRODUCCIÓN:

A la hora de planificar un espacio urbano es necesario empezar a contemplar criterios de ahorro energético y un adecuado aprovechamiento de los recursos naturales locales, para, de esta forma, aspirar a un equilibrio ambiental en el hábitat urbano. Dentro de las temáticas que pueden contribuir con un impacto beneficioso en estos aspectos, se encuentra la bioclimatología edilicia y urbana, es decir, estrategias y tecnologías constructivas que permiten optimizar las condiciones en los edificios, para de esta forma minimizar, al mismo tiempo, el uso de recursos energéticos no renovables, mediante la utilización de los recursos ambientales regionales, como fuentes alternativas de energía. (de Rosa, C., et. al. 2003)

La iluminación natural, es uno de los principales recursos ambientales a tomar en cuenta como pauta de diseño, especialmente en las regiones de climas áridos. La ciudad de Mendoza, con características de clima semiárido dentro de la aridez, es una región privilegiada en cuanto a la disponibilidad de radiación solar en verano y nubosidad variable distribuida uniformemente a lo largo del año, posibilitando de esta manera, la incorporación de la iluminación natural en el diseño arquitectónico. A esto se debe sumar la cantidad de días con sol y con cielos parcialmente nublado que alcanzan el 83% del total anual, correspondiendo sólo un 15% a los días anuales con cielo completamente nublado (SMN, 1992). En evaluaciones realizadas considerando cielo nublado (no predominante en la región) la principal contribución a la iluminación proviene de la componente difusa. Los planos verticales de edificios próximos localizados al sur, en este caso ocasionan por obstrucción de la bóveda celeste una reducción de la iluminancia resultante sobre la misma, del orden del 25% aproximadamente. (Córica, et. al., 2002)

Ante lo expuesto, el trabajo que se expone, pretende ofrecer una herramienta metodológica que permita fundamentalmente, evaluar, estudiar y cuantificar el comportamiento del recurso dentro de las morfologías urbanas.

OBJETIVO GENERAL:

Elaborar un protocolo estándar de iluminación natural cuya aplicación sea aplicable en espacios habitables insertos en medios urbanos de distintas morfologías, estableciendo el uso de una herramienta de conocimiento ajustable a las fases involucradas en el diseño.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Caracterizar la respuesta a la luz solar de los recintos urbanos en entornos representativos en la tramas urbanas como cañones de baja, de media y de alta densidad edilicia
- Cuantificar las reflectancias de las superficies exteriores de los recintos urbanos para su utilización como fuentes de iluminación natural.

¹ Becaria Doctoral CONICET

² Investigadora Adjunta CONICET

- Evaluar y ajustar una herramienta de predicción, aplicable fundamentalmente a zonas de climas áridos
- Correlacionar mediciones físicas del comportamiento a la luz natural de las distintas morfologías urbanas construidas y las valoraciones subjetivas de las personas (confort visual).

Diagnóstico del Paisaje Urbano:

El paisaje urbano de una ciudad, está conformado por la trama urbana y la volumetría construida, donde interactúan una serie de variables que determinan situaciones urbanas típicas. Dentro de estas variables a considerar, podemos destacar entre tantas: la densidad edilicia, altura de la edificación, escala y proporciones del recinto urbano, reflectividad de las superficies, presencia de arbolado, etc.

La definición del conjunto de situaciones típicas para ser consideradas como “casos de estudio”, que permita el análisis detallado de aspectos objetivos y subjetivos en recintos y espacios habitables conexos.

Las tramas urbanas están definidas por la sumatoria de densidades que hacen al paisaje urbano, densidades conformadas por su grado de desarrollo edilicio, el que puede estar determinado por una edificación consolidada o condicionado por la legislación urbana establecida correspondiente a indicadores de crecimiento es decir,

- *Baja densidad*, relativa a uno o dos niveles edificados;
- *Media densidad*, correspondiente a tres y cuatro
- *Alta densidad*, que supera niveles de 5 pisos de altura.

Para poder evaluar el aprovechamiento de la luz natural en los espacios edilicios, la respuesta del comportamiento de los cerramientos de un recinto, o la influencia que ejerce el conjunto de fachadas de los edificios en la iluminación de los mismos, es necesario confeccionar un protocolo de medición que sirva como elemento de monitoreo, estudio y avance en el desarrollo del conocimiento que contemple todas las variables que participan en las morfologías urbanas, objeto de estudio.

ETAPAS DEL PROTOCOLO

Para el estudio del comportamiento de entornos urbanos en términos de iluminación natural, es necesario la determinación de fases evolutivas, que involucren todos los aspectos tanto urbanos como lumínicos, que permitan desarrollar en forma organizada el proceso de monitoreo (IEA, 2001). Para ello se determinaron las siguientes etapas a seguir:

1. Primera Etapa MORFOLOGÍA- Información descriptiva de la Muestra: Especificación de las características del espacio, las particularidades referidas a disposición de la planta, en dos y tres dimensiones. Aplicación de Diagrama Morphological Box.

2. Segunda Etapa: MEDICION DEL CONFORT VISUAL- Evaluación de parámetros objetivos y subjetivos de entornos urbanos: Fase donde se ordena el proceso de medición del sector identificado.

3. Tercera Etapa: MONITOREO: Esta etapa consiste en el procedimiento de verificación y de monitoreo de las fases anteriormente propuestas.

4. Cuarta Etapa: ANALÍISIS DE RESULTADOS- Procesamiento de los datos obtenidos

A continuación se especifica el procedimiento para la concreción de cada una de las etapas:

1. PRIMERA ETAPA: MORFOLOGÍA- INFORMACIÓN DESCRIPTIVA DE LA MUESTRA

Descripción del espacio

Como punto partida, se prioriza la identificación del espacio y consecuentemente su caracterización morfológica. Un relevamiento exhaustivo y completo de las características físicas del espacio delimitado que incluye, los cerramientos que componen el espacio a fin de comprender el comportamiento y la influencia de los mismos sobre el recinto, indicando los distintos tipos de revestimientos de los materiales, sus colores, texturas, estados de conservación, los porcentajes de aberturas, los dispositivos generadores de sombras, la existencia de elementos sobresalientes, como aleros, balcones y la presencia de forestación en el entorno o de cualquier tipo de equipamiento urbano que pueda interferir en la incidencia de la luz natural y la presencia de las obstrucciones exteriores importantes. A su vez también debe acotarse información precisa del emplazamiento del sector como: Localización, datos de latitud, Longitud y altitud, indicadores urbanos del lugar, usos de suelo, FOS y FOT, Características del clima de la región. Tipos de cielo, etc.

Aplicación de Diagrama Morfológico:

Para el desarrollo de indicadores ambientales y a modo de un primer análisis clasificatorio, se aplica la metodología del Diagrama Morfológico (Baker, 1993), según un proceso de diseño donde se proponen tres niveles característicos del paisaje urbano: un primer nivel en macroescala, correspondiente a la trama urbana, un segundo nivel, el entorno urbano en sí, y un tercer nivel, dado por la lectura edilicia en microescala. Cada nivel a su vez se desglosa en parámetros de incidencia con respecto a la luz y según la importancia de sus variables se ponderan, para determinar el comportamiento de la luz natural en el paisaje urbano. Los parámetros y el peso de cada una de las variables se va interrelacionando para dar respuesta a como

incide la iluminación natural en el ambiente urbano. De esta manera una vez completado el diagrama morfológico en cada situación analizada, rápidamente puede interpretarse la performance de la iluminación natural en un recinto urbano (Fig.1).

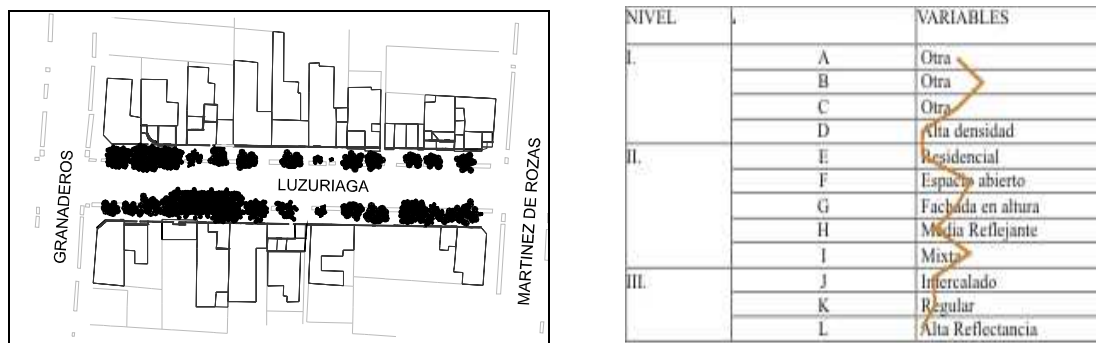


Fig.1. Planimetría del caso de estudio

Recogida de Información a través de muestra fotográfica:

La ejecución de un relevamiento fotográfico de observación, permite obtener un panorama detallado de la realidad del escenario urbano en evaluación con registros fotográficos de fachadas y superficies construidas. Se confeccionarán registros fotográficos y evaluación de los ángulos sólidos del entorno radiante a partir de imágenes “fish eye”.

2. SEGUNDA ETAPA: MEDICION DEL CONFORT VISUAL- Evaluación de parámetros objetivos y subjetivos de entornos urbanos y la luz natural

Equipamiento necesario:

Para la recogida de datos de iluminancia es necesaria la utilización de un luxímetro. Estos datos cuya unidad es el lux, permiten evaluar la cantidad de luz que incide en los planos analizados. El mismo, debe responder a la iluminación predominante en la región, siendo para cielos claros entre 0 y 12000 lux de rango. (Pattini, 2005)

El Luminancímetro ofrece los índices de luminancia, en candela/m², representando la cantidad de luz reflejada por las fachadas.

I. Medición de Parámetros Objetivos de Confort Lumínico

Las mediciones de datos se tomarán para los períodos estacionales del año: verano, otoño, invierno y primavera y para una jornada completa considerando mañana, mediodía y tarde.

- 1) Mediciones de Iluminancias Horizontal y Vertical sobre las fachadas (1.50m)
- 2) Mediciones de Iluminancia Horizontal sobre calzada (Nivel de suelo)
- 3) Mediciones de Iluminancias Horizontal sobre las veredas (Nivel de suelo)
- 4) Mediciones de Iluminancias Horizontal Global continua, sobre un punto base sin obstrucción.
- 5) Mediciones de luminancias de los revestimientos característicos del recinto.
- 6) Mediciones de Iluminancia Cilíndrica del recinto.

Metodología

Para las mediciones de iluminancia vertical sobre fachada se divide el recinto en áreas para facilitar el análisis de campo y las mediciones. Se procede a definir un eje lineal de puntos equidistantes entre sí, dispuestos sobre ambas fachadas que abarquen la totalidad del cañón. Estos puntos se manifiestan sobre los frentes construidos, teniendo en cuenta una distancia equidistante entre los mismos, con la exigencia que al menos se ubique un punto por frente de edificio (Fig. 2 y 3).

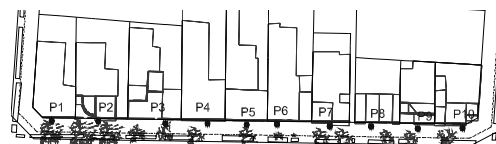


Fig. 2: Ejemplificación de Áreas (cad): Fachada Lateral 1

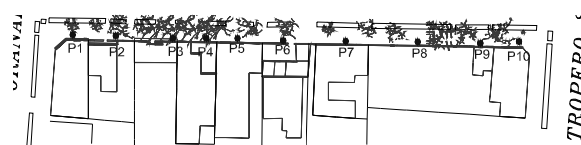


Fig. 3: Ejemplificación de Áreas (cad): Fachada Lateral 2

Se confeccionan dos planillas por área, una para evaluación de fachadas y otra para evaluación de mediciones. Los puntos de referencia ubicados en las fachadas a lo largo del espacio, son posicionados a una distancia de 50 cm de la línea de edificación, donde realizarán las mediciones de iluminancia, tomadas a un nivel de +1.50m para cada uno de los puntos, ubicando el instrumento de medición, sobre trípode nivelado, y completando con fotografía del punto a evaluar. Para las mediciones de vereda y calzada, se distribuye una serie de puntos longitudinales sobre la calle y las veredas respectivamente, ubicados a una distancia equidistante, donde se toman datos de iluminancia a nivel de piso.

Los valores de luminancias, y reflectancias de las fachadas, de visión de ángulo sólido, se toman sobre las fachadas de los edificios en estudio (Fig. 3). Las reflectancias hemisféricas-hemisféricas (p_{hh}) de los materiales de las superficies exteriores de los edificios utilizados, fueron calculadas a partir de mediciones la luminancia y convirtiendo las mismas según las siguientes expresiones, en base a las reflectancias conocidas de los cartones blanco y gris de Kodak (M. Fontoyont, 1999).

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

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

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



Fig. 3: Cálculo de Reflectancias.

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 ($\rho_{gris} = 18\%$).

La iluminancia Horizontal Global, será recogida de manera continua, en un punto base sin obstrucción para poder cotejar la disponibilidad del recurso global con respecto al ejercido en el medio urbano. Se considera el Punto Base como el 100% y se calcula su relación con los puntos horizontales.

Iluminancia cilíndrica:

La iluminancia cilíndrica es utilizada para medir los parámetros que caracterizan la sensación visual. Sin embargo, puede ser utilizada para medir la geometría de un espacio abierto determinado. Está relacionada a las sensaciones de los usuarios con respecto a las características del entono lumínico, donde las mediciones son un parámetro representativo. Generalmente estas mediciones se realizan sobre iluminancias (valores en lux) donde se evalúa la cantidad de luz que llega a un punto determinado, pero no la que llega al ojo humano (receptor principalmente de la vertical) (RUROS, 2002).

II. Medición de Parámetros Subjetivos de Confort Lumínico, Información de los usuarios del espacio (Diferencial Semántico)

Las evaluaciones subjetivas sobre confort lumínico en recintos urbanos y espacios habitables son tomadas como encuestas a transeúntes en el espacio exterior y a usuarios de espacios interiores. Las evaluaciones subjetivas se realizarán mediante la técnica de Diferencial Semántico y se procesarán mediante análisis estadístico (MANOVA, T-Test). El método Diferencial semántico es una escala de clasificación que mide el significado afectivo o subjetivo que los estímulos provocan en los sujetos. Contiene dos elementos fundamentales: los conceptos y las escalas bipolares.

EVALUACIÓN SUBJETIVA DEL FACTOR LUMÍNICO EN ENTRONOS URBANOS

1. Localización del espacio:

Dirección.....

Fecha.../.../... Hora: Orientación.....

Tipología de del espacio.

2. Preguntas al Usuario

Sexo: Edad: Ocupación:.....

Indique la actividad que desenvuelve en el entorno

- Transeúnte
- Reside
- Trabaja en comercio
- Otra (especifique por favor).....

¿Usted se considera muy sensible al deslumbramiento?

- Sí
- No

¿Usa lentes?

- No
- Sí

3. Percepción del espacio

¿Cuál es su impresión con respecto a las dimensiones del espacio construido?

- Cañón amplio
- Cañón pequeño
- Le es indiferente

Realice comentarios que le parezcan relevantes sobre el espacio.....
.....

4. Confort Lumínico

¿Cómo es la distribución de la luz natural en el entorno?

- Muy uniforme Algo uniforme Uniforme Desigual Muy desigual

¿Cómo aprecia la cantidad de luz en este lugar?

- Excesiva Buena Normal Escasa Pobre

¿Qué piensa sobre la apariencia lumínica del espacio?

- Muy oscuro Oscuro Normal Brillante Muy brillante

¿Qué sensación le genera el sol en este momento?

- No hay sol Demasiado sol

¿Se siente comfortable?

- Sí
- No
- Otra

¿Algunas superficies le parecen muy brillantes?

- Pavimento
- Entorno Construido
- Forestación
- Espejos de Agua
- Características urbanas
- El cielo

3. TERCERA ETAPA: MONITOREO

Esta etapa consiste en el procedimiento de verificación y de monitoreo de las fases anteriormente propuestas. Para ello, la supervisión del Protocolo consiste en un procedimiento de verificación en los siguientes aspectos:

Preparación del monitoreo:

Cada período de supervisión comienza y finaliza con un procedimiento de verificación, necesario para registrar cambios de los espacios, de prueba y del funcionamiento del equipo de supervisión. Estos cambios deberían ser registrados en la descripción de la supervisión.

Registrar las condiciones meteorológicas durante el período de supervisión.

Comprobar las señales de todos los equipos.

Comprobar el documento descriptivo en cuanto a cambios de las condiciones de prueba.

Duración del monitoreo

Una evaluación mínima de iluminación natural en recintos urbanos, tomará un día en condiciones de cielo claro. El programa consiste en la colección en datos por medidas y observación. En general, las medidas deben ser tomadas de manera consecutiva. Los valores deben ser recogidos, durante un día completo para evaluar el compartimiento de la trayectoria solar diaria, por lo que se deberán tomar mediciones para la mañana, al mediodía solar y a la tarde, teniendo en cuenta tres series como mínimo. Para completar el Recomiendan al largo plazo que supervisa (2-3 semanas alrededor de los solsticios de invierno y de verano y el equinoccio).

Registro de las condiciones del tiempo

Para ser capaz para extrapolar los resultados a otras veces del año es necesario registrar (al menos) las condiciones meteorológicas durante el período de prueba. Generalmente, será suficiente describir las condiciones meteorológicas como claro, nubosidad variable, nublado, en parte nublado con el sol, etc. De este modo el funcionamiento del sistema puede ser relacionado con las condiciones ambientales en las cuales esto ocurrió. Un cielo claro puede ser definido según la regla de observación. Al menos 7/8 del cielo debe ser despejado para que el cielo pueda ser considerado como claro, y la porción de cielo cubierta no debe bloquear al sol.

CUARTA ETAPA: ANÁLISIS DE RESULTADOS

Confección de la Ficha Técnica del caso e estudio.

Evaluación y comparación lumínica de los resultados en los siguientes aspectos:

- Análisis de Iluminancia de los recintos:

- a) Horizontal- Mañana y Tarde: Análisis individualizado de cada fachada en comparación con el Punto Base y Comparación de los puntos medidos en el área.
- b) Puntos de Observador- Mañana y Tarde: Comparación entre los puntos.
- c) Vertical- Mañana y Tarde: Comparación entre los puntos.
- d) Puntos de calzadas y Veredas.

- Análisis de Luminancia de los recintos.
- Análisis de Iluminancia de Cilíndrica de los recintos.
- Aplicación de Técnicas de Diferencial Semántico.

CONCLUSIONES:

Ante lo expuesto, la metodología que se propone, ofrece una herramienta sistemática y metódico que permita evaluar, estudiar y cuantificar el comportamiento del recurso en espacios exteriores, y a partir de la misma realizar propuestas para la futura optimización en morfologías urbanas existentes, abordando la problemática de la iluminación natural en el complejo del espacio urbano.

REFERENCIAS:

CIE 18.2 (1983) The Basis of Physical Photometry. ISBN 92 9034 018 5.

IEA (2001) Monitoring Procedures for the Assessment of Daylighting Performance of Buildings. IEA 21/ECBCS ANNEX 29.

Córica, Lorena, Pattini, Andrea. "Influencia de la iluminación natural en el paisaje urbano para climas áridos" Jornadas de Luminotecnia Luz2004. Rosario.

RUROS, Designing Open Spaces in the Urban Environment: Bioclimatic Approach. Fifth Framework Programme Co-financed by the European Union. 2002

Abstract: The appropriate use of the natural light in the constructed space not only allows conditions of comfort and of environmental quality for the users of the spaces, but also the possibility of providing quantity of necessary light to reach lighting levels, sufficiently adapted to the visual requirements. An urban recint can be used as an instrument that facilitates the access to the daylighting, across the optimization of the morphology space. To predict the behavior of the natural light in the urban spaces, there is needed the determination of an appropriate method, which contemplates, the study of objective parameters (based on measurements) and subjective (valuations of the persons in recounted to the visual comfort).

This paper introduces a method of evaluation that there contemplates the contribution of componentes diffuse and reflected to the lighting potential of spaces depending on the urban morphology, for cities of sunny climates, Consists of a standard protocol, and that besides tries to create the use of a tool of applicable knowledge in project phases, in an effort for providing ideal options of the daylighting design.