

DISPONIBILIDAD LUMÍNICA EN RECINTOS URBANOS CARACTERÍSTICOS DEL MODELO OASIS DE LA CIUDAD DE MENDOZA.

Córica, Lorena¹; Pattini, Andrea²

Instituto Ciencias Humanas Sociales y Ambientales (INCIHUSA). Unidad Laboratorio Ambiente Humano y Vivienda.

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 Factor de Visión de Cielo (FVC), es un instrumento de análisis que permite evaluar la relación entre el área visible de cielo y la porción de bóveda celeste cubierta por la totalidad de componentes que definen los espacios urbanos. Este trabajo tiene como objetivo analizar casos típicos de la ciudad bajo variables morfológicas de estudio, a partir de la aplicación de esta metodología, para la estación estival ya que se presenta como la más comprometida a lo largo del año.

En los resultados se observa, que en función de las distintas densidades edilicias y anchos de canales viales, evaluados y a partir de la configuración geométrica de los recintos, el FVC oscila entre el 40% y el 100% en invierno y hasta un 50% en verano, desviaciones producidas por la intensa forestación urbana presente en el modelo oasis.

Palabras Claves: Luz natural, Recintos Urbanos, Arboleda Urbana.

INTRODUCCIÓN:

Dentro de la complejidad del paisaje urbano, el aprovechamiento de la iluminación natural, puede verse modificado por las características morfológicas de los espacios exteriores. Esta aceptación se ve reflejada en el caso de los recintos urbanos, donde las geometrías y las volumetrías construidas pueden presentar diferentes comportamientos ante el recurso.

Una de las herramientas más aplicadas para la evaluación de un ambiente urbano y su relación con la influencia de la luz natural, es el Factor de Visión de Cielo (FVC) (Oke, 1992)). No sólo es utilizado como un parámetro climatológico para caracterizar las condiciones radiativas presentes en un espacio determinado, sino que tiene una importancia singular en los estudios que analizan la disponibilidad del recurso solar en situaciones urbanas y su acondicionamiento termo-lumínico (Oke et al, 1991). El mismo expresa para un punto de observación concreto, la relación entre el área visible de cielo y la porción de bóveda celeste enmascarada por los distintos componentes que participan en el ambiente urbano, como por ejemplo las características físicas, 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. El factor de visión de cielo, es un parámetro adimensional representado como un valor entre 0 y 1, el cual se aproximará a la unidad en un terreno abierto y plano y por el contrario en situaciones urbanas de gran cantidad de obstrucciones edilicias y forestales, su valor será considerablemente menor (Correa, et. al., 2005).

En la ciudad de Mendoza, el modelo urbano actual se centra en la presencia del árbol, proponiendo un sistema de ciudad oasis como elemento de mitigación y protección ambiental a la hostilidad del clima. La disposición de frondosas arboledas a lo largo de las calles actúa como elemento de control y protección ambiental, pero a la vez, se presentan como filtro de regulación estacional ante la incidencia de la luz natural en el espacio construido.

Con el objeto de calcular la disponibilidad del recurso solar en los recintos urbanos característicos del modelo de ciudad oasis de Mendoza, se propone la aplicación de esta metodología de análisis. En primer lugar conocer los índices de permeabilidades para cañones urbanos característicos de la ciudad, y en segundo lugar conocer de cuánto es el impacto de la arboleda sobre los recintos y el porcentaje de obstrucción que ejerce la arboleda en la penetración de luz sobre los espacios de la ciudad. Este desarrollo 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. La aplicación del FVC, es una forma de cuantificar la disponibilidad del recurso lumínico en las situaciones urbanas características de la ciudad de Mendoza, y una manera de comparar situaciones que involucran todas las variables urbanas citadas. Las evaluaciones comparativas de Factor de Visión de Cielo, con y sin presencia de arboleda determinan que para este clima luminoso, los elementos que principalmente determinan estas disponibilidades son los volúmenes construidos y los volúmenes resultantes del arbolado urbano.

¹ Becaria Doctoral CONICET

² Investigadora Adjunta CONICET

METODOLOGÍA:

El análisis del FVC se realiza bajo la aplicación de una herramienta informática denominada PIXEL DE CIELO que ha sido desarrollado en DELPHI 5.0 y opera en entorno Windows. Esta herramienta permite obtener el valor del factor de visión de cielo para un determinado punto a partir del procesamiento de imágenes digitales en formato JPG. (Correa, Erica. Et. Al. 2006). Las imágenes son tomadas con una cámara digital Nikon CoolPix 5400 equipada con una lente de ojo de pez ya que se asume una proyección equiangular. Los cañones urbanos presentados, fueron fotografiados a la misma hora y en condiciones de cielo claro. Se recalca que la situación que se evaluará es la estación estival, ya que las copas de los forestales arrojan su máxima superficie de sombras y obstrucción

Se presenta la evaluación y el procesamiento de imágenes que permite comparar los escenarios reales con los mismos sin la presencia del arbolado, y de esta manera conocer los porcentajes de permeabilidad de la arboleda urbana a la luz natural. Para esta comparación de escenarios reales con y sin la presencia del arbolado, las herramientas principales que se utilizan consisten en: digitalización de los casos de estudio y simulaciones de los casos correspondientes, a través del programa Desktop Radiance 2.0 Beta.

Las simulaciones se realizan bajo condiciones de cielo claro, predominante en la región, ingresando los datos de Latitud - 32.68° y Longitud 68.85° propios de la ciudad de Mendoza, para la situación más comprometida (solsticio de verano) y para el mediodía solar.

En función de la morfología urbana que presenta la ciudad en la actualidad, la determinación de los casos representativos surge de las siguientes variables de estudio, estableciendo tres grupos de análisis de Canales Viales Urbanos (CVU), donde se confrontan densidades edilicias opuestas (alta y baja densidad): anchos de calles, especies forestales y tipologías de cañones arbóreos.

ANÁLISIS DE RESULTADOS:

- Factor de visión de cielo de los recintos urbanos para verano

El análisis de anchos de los CVU muestra que en cañones de 30m de ancho, los valores arrojados por el FVC son del 16% para la alta densidad edilicia y el 48% para la baja densidad edilicia. La diferencia está determinada por las características de la geometría urbana, principalmente por el contraste de alturas y la oposición de densidades (Fig.1).

En los cañones de 20m, el FVC se presenta 11% para la alta densidad edilicia y 19% de la visión de cielo en la baja. Este valor disminuye notablemente si se lo compara con el CVU de 30m, ya que si bien la arboleda no alcanza a conformar túnel sobre los CVU, la reducción en las dimensiones de los cañones reduce el porcentaje de visión de cielo (Fig. 2).

Los factores procesados para cañones de 16m exponen los porcentajes más bajos, representando las situaciones con menor grado de permeabilidad a la luz natural (6 y 12% del total). Si bien, la estrecha dimensión del cañón y las densidades influyen en las condiciones de visión de cielo, la obstrucción más significativa recae en las particularidades del plátano, ante un follaje denso y cerrado y cuya permeabilidad filtra de manera homogénea y significativa a la luz. (Fig. 3).

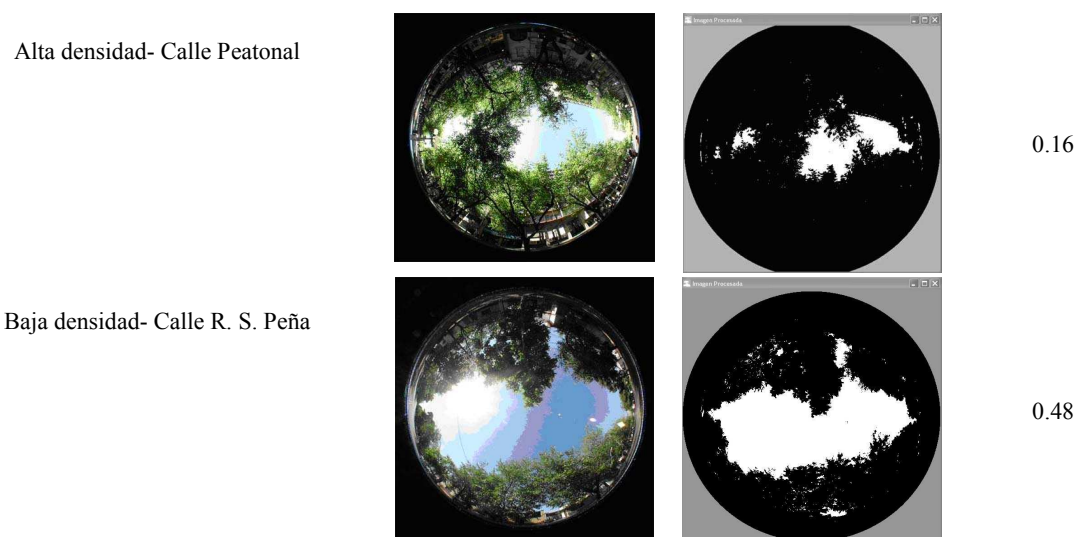


Figura 1: Grupos de tipologías por ancho de CVU 30m. Plantas, fotografías, y procesamiento de imágenes.

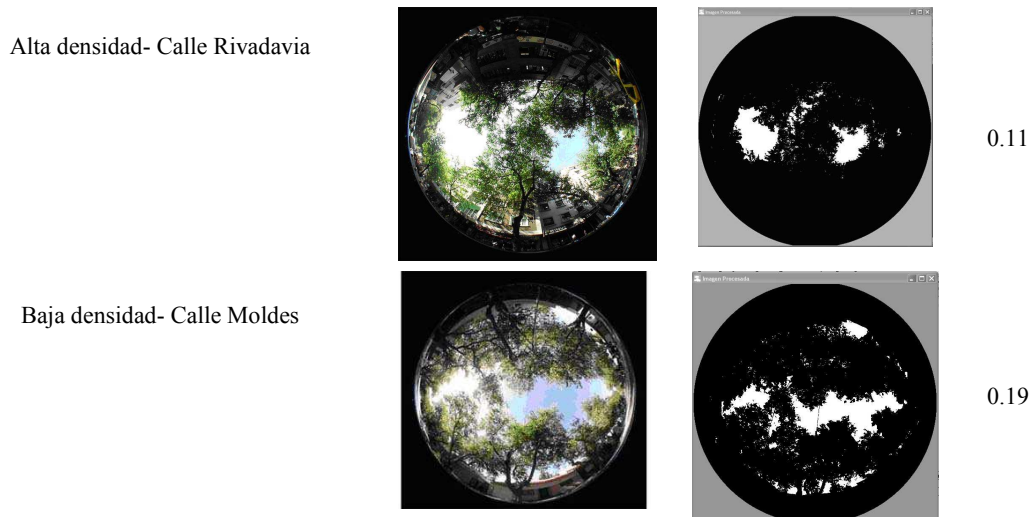


Figura 2: Grupos de tipologías por ancho de CVU 20m. Plantas, fotografías, y procesamiento de imágenes.

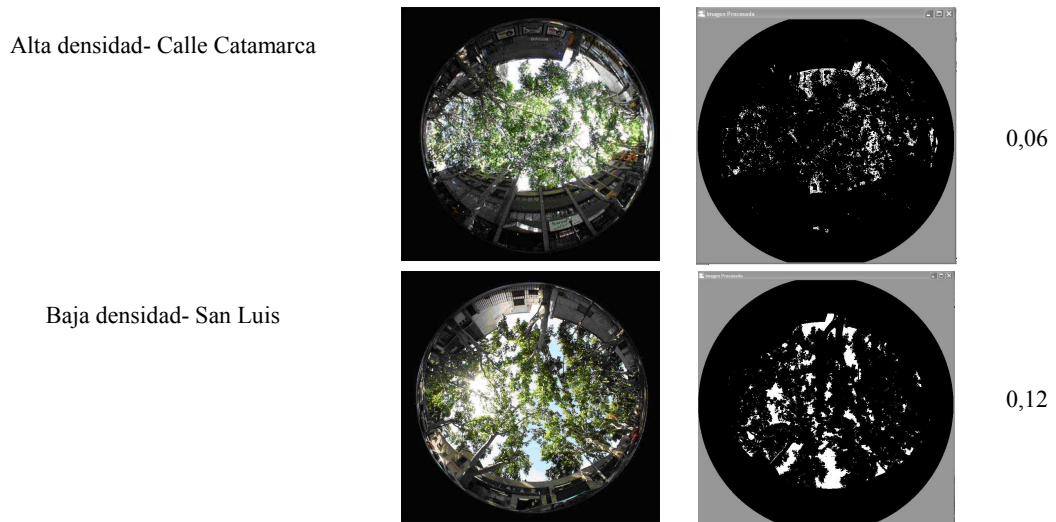


Figura.3: Grupos de tipologías por ancho de CVU 16m. Plantas, fotografías, y procesamiento de imágenes.

En el caso de especies arbóreas representativas, para la morera las características fenológicas, el grado de desarrollo y la disposición de los forestales generan configuraciones de arboleda similares, pero representan valores bajos de FVC. La diferencia del porcentaje de enmascaramiento entre las densidades está definida específicamente por la morfología construida. (Fig. 4)

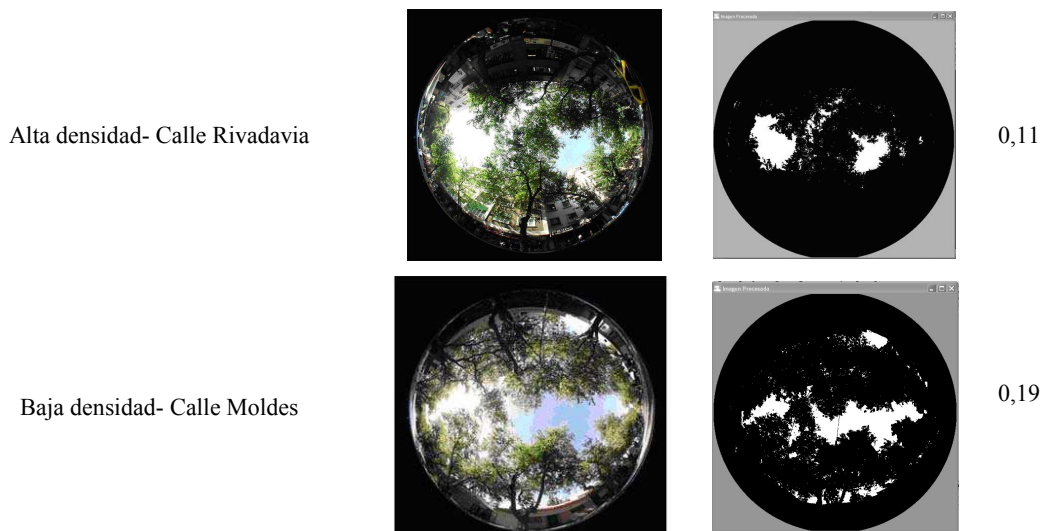


Figura 4: Grupos por especies: MORERA 20m. Plantas, fotografías, y procesamiento de imágenes.

El plátano se muestra como el caso de menor permeabilidad al recurso para las dos densidades, al ser un forestal de primera magnitud. Este efecto, hacen que la volumetría construida no tenga un impacto en la provisión de sombra, sino que los valores responden a la influencia que ejerce principalmente el follaje (Fig. 5).

Por último, el fresno presenta los valores más altos de apertura de cielo alcanzando un 30% aproximadamente, efecto que radica en el alcance de su magnitud y desarrollo forestal. En los recintos urbanos donde se localiza la principal variable que influye en el FVC depende de la obstrucción de la morfología edilicia. (Fig. 6).

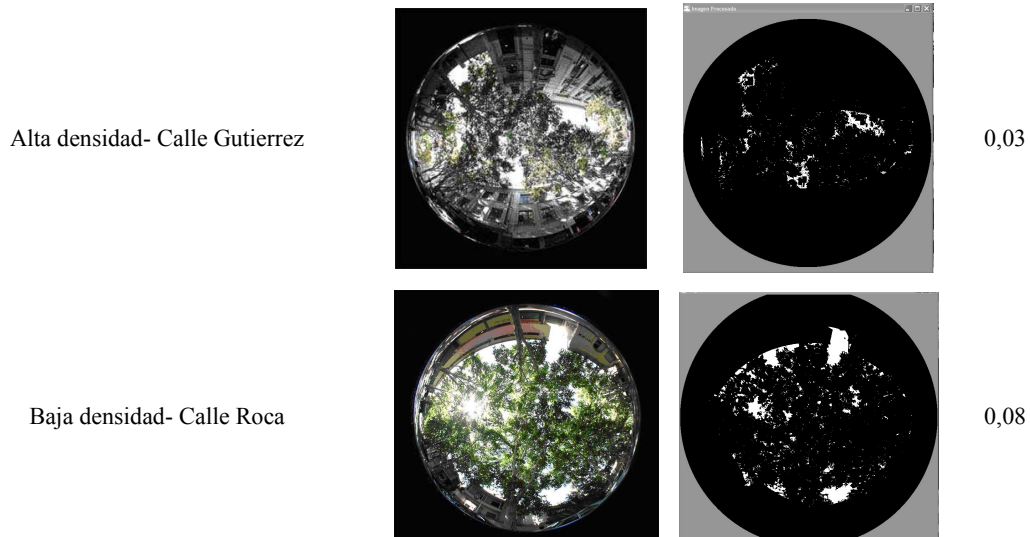


Figura 5: Grupos por especies: PLÁTANO 20m. Plantas, fotografías, y procesamiento de imágenes.

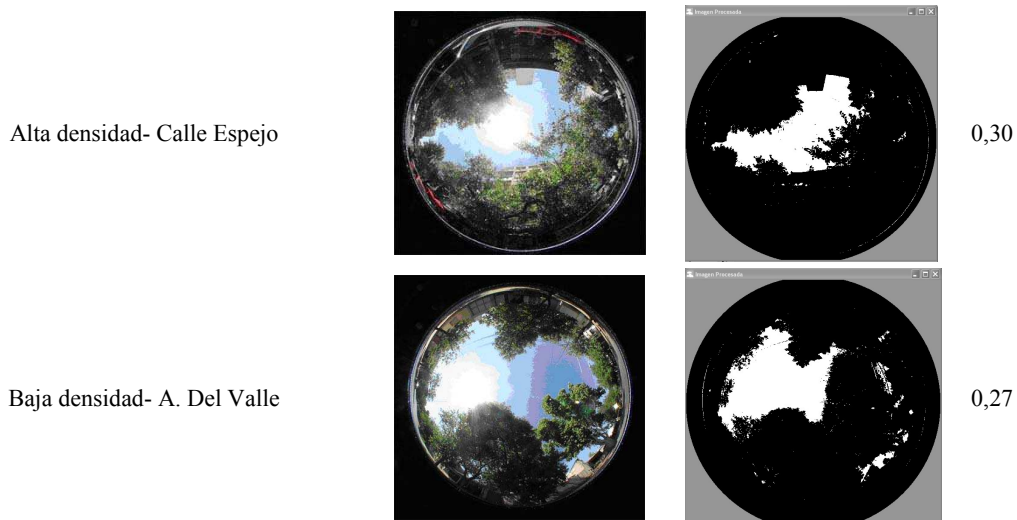


Figura 6: Grupos por especies: FRESNO 20m. Plantas, fotografías, y procesamiento de imágenes.

Los resultados e imágenes expuestos en las tipologías de cañones arbóreos (Fig. 7) evidencian, que en las situaciones de arboleda con lateralidad no se genera una estructura del tipo abovedada, sino que la morfología edilicia es la variable responsable de definir el ángulo de visión de cielo (51%). En cambio, para las situaciones que presentan el eje de verde central más lateralidad de forestales, los escenarios cambian el aspecto del espacio radicalmente, no sólo por las particularidades lumínicas del recinto, sino también por la concepción de un espacio con otras características ambientales, a partir de la proyección de sombras de la masa de verde.

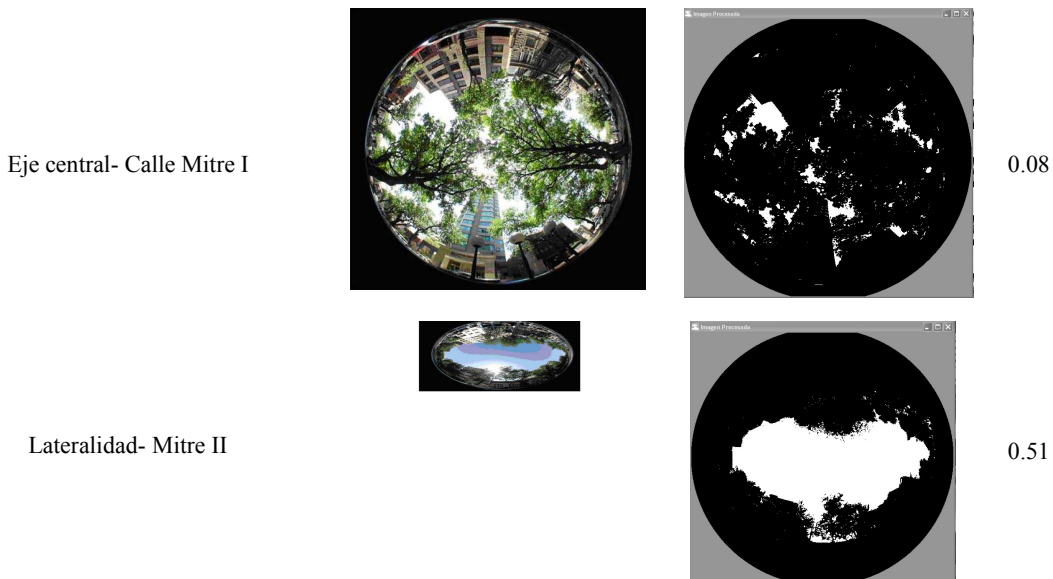


Figura 7: Grupos por tipología de Cañones Arbóreos. Plantas, fotografías, y procesamiento de imágenes.

- Disponibilidad lumínica de los recintos con y sin presencia de la arboleda

El procesamiento de estas imágenes permite conocer el porcentaje de obstrucción que ejerce la arboleda en la penetración de luz sobre los espacios de la ciudad. Las imágenes del primer grupo de estudio corresponden a las tipologías de anchos de CVU de alta densidad donde la arboleda ejerce valores superiores al 80% de obstrucción. En la baja densidad sí hay un impacto significativo en la provisión de sombras ejercido por la arboleda sobre el factor de la forma construida, con valores que oscilan desde el 51% de diferencia entre los cañones más estrechos hasta un 85% en los cañones más anchos, y aquí, dada la altura de la edificación, el efecto de las copas incide en el aprovechamiento del recurso y en la provisión de sombras. (Fig. 9 y 10).

Alta densidad edilicia:

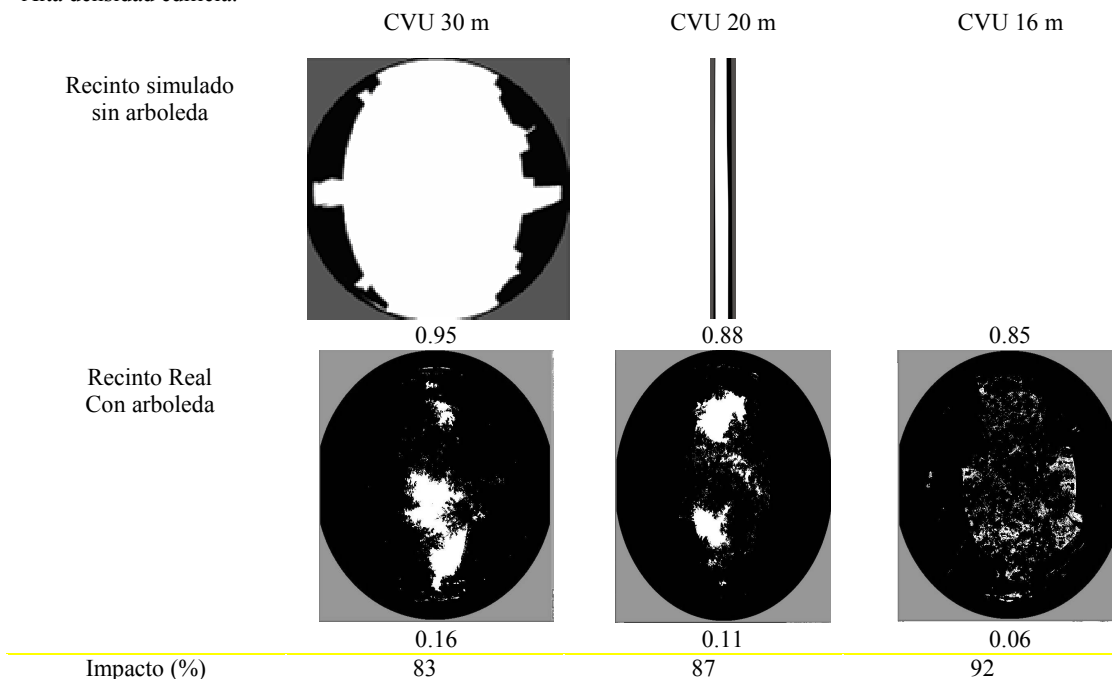


Figura 9: CVU con y sin presencia de arboleda urbana para alta densidad.

Baja densidad edilicia

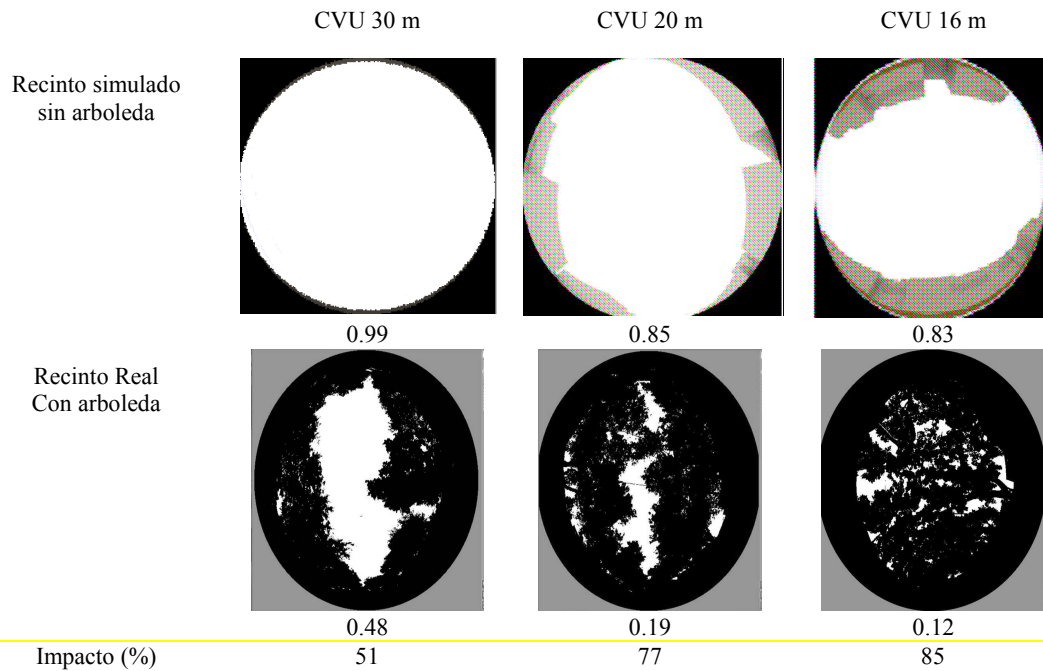


Figura 10: CVU con y sin presencia de arboleda urbana para baja densidad.

En relación a las comparaciones de especies de forestales con el cañón simulado de 20 m, los valores cotejados muestran que para la alta densidad el plátano es el forestal que arroja la mayor obstrucción al recurso lumínico con un 96% y con un 90 % en Baja densidad (Fig. 11)

Finalmente, las imágenes y valores de los perfiles arbóreos demuestran en correspondencia al cañón de 30m simulado, una disminución del 94% en el factor de visión de cielo para el escenario con boulevard y uno menor del 46%, para el recinto con lateralidad de arboleda, valores relacionados con el total de potencial de iluminación que se presentaría en ambos casos sin presencia de las especies forestales en las calles del modelo de ciudad oasis de Mendoza (Fig. 12).

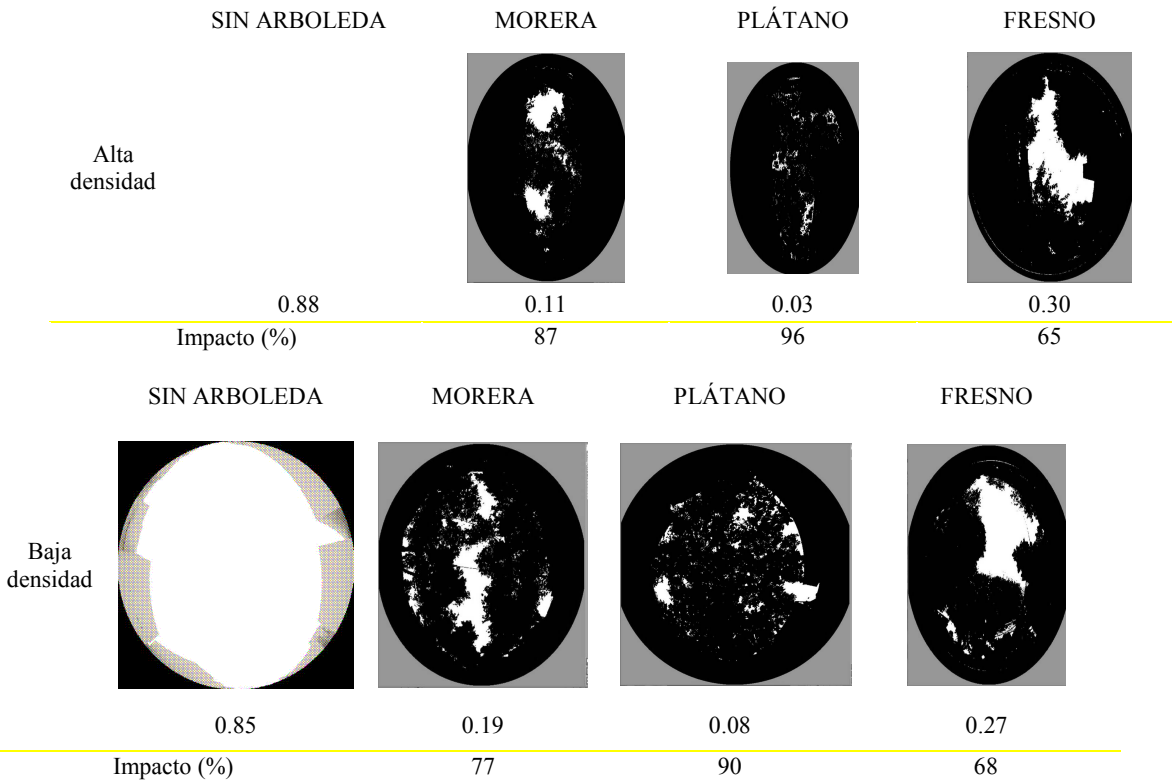


Figura 11: Permeabilidades lumínicas de las especies forestales para alta y baja densidad.

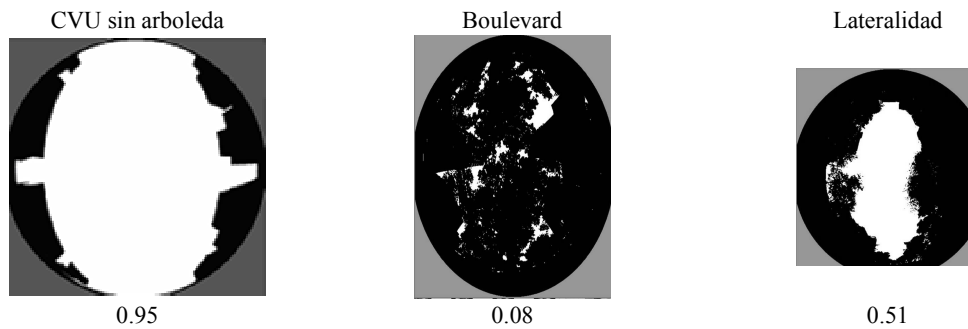


Figura 12: Permeabilidades lumínicas de los cañones arbóreos.

En términos de morfología urbana relacionada con la variable ancho de calle (Fig. 13), en alta densidad edilicia, los bajos valores arrojados por el FVC, demuestran que las características morfológicas del recinto (altura de la edificación), tienen un impacto muy fuerte como obstrucción y consecuentemente se observa como el ancho de los cañones viales incide en la visión de cielo de los recintos. Los espacios exteriores son ámbitos agradables para la habitabilidad y transición de los mismos, ya que están regidos por la sombra (radiación difusa) generada tanto por la densidad edilicia como por los entramados de la arboleda. Esto limitaría la disponibilidad de utilización de iluminancia directa para ser aplicada como estrategias de iluminación natural de espacios interiores, requiriendo un análisis particular.

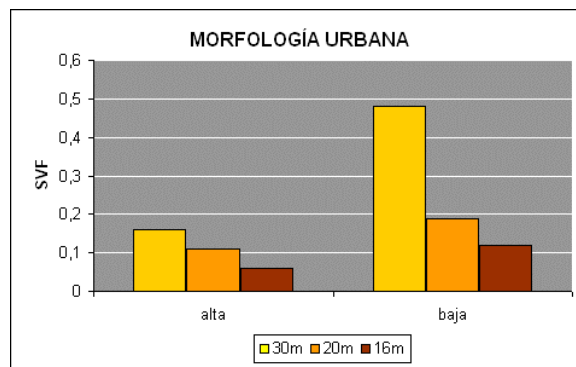


Figura 13: Barras densidades- anchos de cañón.

Para la Baja densidad edilicia, la porción de bóveda celeste, alcanza porcentajes superiores. Entonces, se plantean las siguientes situaciones a contemplar:

-Para cañones anchos, la principal fuente de luz que impacta es la iluminancia directa, lo que potencia la componente reflejada por la exposición de áreas al sol (fundamentalmente sobre calzada). Esta situación genera en los usuarios de estos recintos urbanos (tanto peatones, como conductores de vehículos), condiciones de disconfort visual, a partir de efectos de deslumbramiento por brillos o reflejos. Pero es este caso el que mayor acceso a la luz natural de los interiores conexos (50%) siendo entonces imprescindible el uso de estrategias de control de iluminancia directa junto a las estrategias de aprovechamiento de la luz diurna. Contrariamente a lo descrito en el caso anterior, para los cañones de escasas dimensiones, la arboleda bloquea la radiación luminosa controlando los riesgos de deslumbramientos en los espacios exteriores. En el interior también se limita la disponibilidad de radiación solar para uso de estrategias de iluminación natural ya que los espacios conexos recibirán principalmente luz difusa (requerirá entonces el complemento de la iluminación artificial como fuente de iluminación de los espacios).

- Los valores obtenidos en el procesamiento de las imágenes de las especies forestales (Fig. 14) muestran que para alta densidad el cañón urbano conformado por Fresno permite una mayor apertura de cielo (30%) con respecto a las Moreras (11%) y al Plátano (3%). En todos los recintos con presencia de plátano el análisis efectuado demuestra que la morfología arbórea de la especie (túnel verde) impacta fuertemente en la reducción de la disponibilidad de luz natural. Por otra parte, es la especie que mayor provisión de sombras urbanas establece, generando recintos oscuros en horas diurnas.

Por último, para la situación de tipologías arbóreas con y sin presencia de eje de arboleda central (Fig. 15), las barras muestran las repercusiones que tienen sobre la disponibilidad de luz natural el cañón urbano y la provisión de sombra estacional. El recinto con presencia de arboleda central es sombreado (8%) similar al caso de túnel verde del plátano. En el caso de recintos con arboleda lateral (51%) si bien es el que mayor disponibilidad de luz natural permite a sus espacios conexos, también es en el que más deslumbrante con riesgos para sus usuarios de disconfort visual.

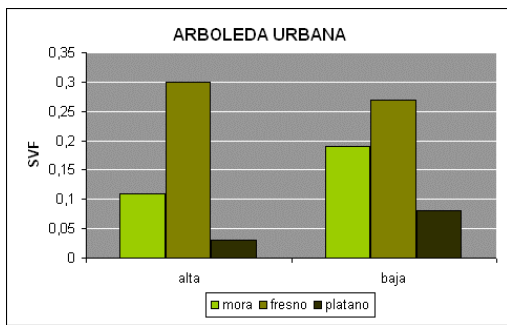


Figura 14.: Barras Densidades- especies

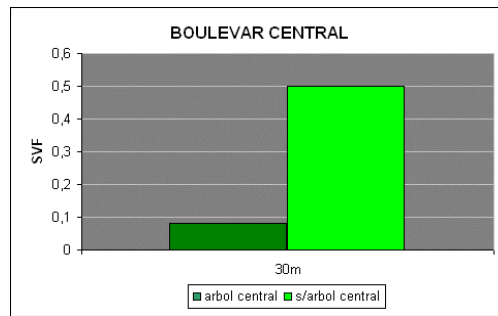


Figura 15: Barras con y sin presencia eje central

CONCLUSIONES

Las evaluaciones comparativas de FVC, con y sin presencia de arboleda determinan que para este clima luminoso, los elementos que principalmente establecen estas disponibilidades son los volúmenes construidos y los volúmenes resultantes del arbolado urbano. Las evaluaciones comparativas de Factor de Visión de Cielo, pueden ser interpretadas de dos formas: En la ciudad de Mendoza, según las fotografías hemisféricas procesadas, la provisión de sombra real se da a través de la arboleda, desplazando al aporte de obstrucción que puede arrojar la forma construida y el ancho de los cañones de la ciudad. La disponibilidad real de luz natural debe ser evaluada en términos de permeabilidad como se muestra en el análisis. Pero, es necesario tener en cuenta que, la cantidad de radiación solar disponible globalmente, no es la que se presenta en las calles de la ciudad como lo muestran los cañones digitalizados sin presencia de arboleda, con valores superiores al 80% para todos los casos simulados. Generalmente los diseñadores de los espacios construidos, piensan la inclusión de la luz natural en los ambientes interiores, en función de la cantidad de luz que rige en el medio, sin tener en cuenta que como se dijo anteriormente, que la luz es filtrada por la morfología urbana pero fundamentalmente por la arboleda urbana de los recintos conexos.

El modelo consolidado actualmente cambiaría en sus disponibilidades de luz y sombra en forma dramática si no se dispusiera del bosque urbano, ya que se convierte en el responsable principal de la permeabilidad a la luz natural. Se puede confirmar que el paisaje urbano de la ciudad oasis de Mendoza, es un paisaje de sombras y el elemento responsable de la provisión de la misma es la arboleda.

REFERENCIAS:

- 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
- Oke, T.R. "BOUNDARY LAYER CLIMATES." Routledge pp232,237,286,288,293-294. 1992
- Córica, Lorena; Pattini, Andrea. (2005). "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.
- Correa, E.; Pattini, A.; Córica, L.; Fornés, M.; Lesino, G. (2005). "EVALUACIÓN DEL FACTOR DE VISION DE CIELO A PARTIR DEL PROCESAMIENTO DIGITAL DE IMÁGENES HEMIESFÉRICAS. INFLUENCIA DE LA CONFIGURACIÓN DEL CANÓN URBANO EN LA DISPONIBILIDAD DEL RECURSO SOLAR. *Revista Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente*. Vol. 9, N° I.ISSN: 0329-5184. Argentina.

ABSTRACT: The Sky View Factor (SVF), it is an instrument of analysis that allows to evaluate the relation between the sky visible area and the celestial vault portion covered by the totality of components that define the urban environment. This work has as aim analyzed typical cases of the city under morphologic variables of study, from the application of this methodology and for summer station since appears like most compromised throughout the year.

In the results is observed, that depending on the different densities and broad of road, evaluated urban canyons and from the geometric configuration of the enclosures, the SVF ranges between 40 % and 100 % in winter and up to 50 % in summer, diversions produced by the intense urban present afforestation in the model oasis.

Keywords: Daylight, Urban Environments, Urban Forest.