

Juan Carlos Rall *

Resumen

Se presentan unos juegos de gráficos para ser usados en proyectos arquitectónicos, especialmente en sus etapas preliminares. Permiten obtener para cualquier latitud, fecha, hora y tipo de obstrucción, las iluminancias que por aporte de sol y cielo, pueden alcanzarse en vanos de variada orientación, de acuerdo a un modelo que contempla tres estados diferentes de turbidez atmosférica.

INTRODUCCION

Uno de los problemas que debe enfrentar el arquitecto en la etapa proyectual, es el del adecuado dimensionamiento de las aberturas para lograr una iluminación natural eficiente en los espacios interiores, incrementando lo menos posible el intercambio térmico con el exterior.

En la actualidad, todavía es frecuente encontrar que esas tareas se realizan con el auxilio de métodos que, basados en el aporte único de la bóveda celeste, conducen a un sobredimensionamiento de las aberturas cuando son aplicados a regiones con heliofanía generosa. Resulta indudable entonces, la conveniencia de incluir también la contribución de los rayos directos, aunque exijan un diseño bastante más elaborado, pues con el aumento de flujo se incrementan los riesgos de deslumbramiento, tornándose más dificultoso el logro de una gradación adecuada de luminancias.

Para que la herramienta a emplear sea realmente útil, deberá permitir incorporar las características relevantes del receptor y su entorno (posiciones, formas, reflectancias) que alteran la radiación emitida por sol y cielo.

En cuanto a ésta, la enorme variación espacio-temporal de los registros solarimétricos, cuando no su inexistencia para localidades donde se los necesite, o su poca confiabilidad en otros casos hacen imprescindible la adopción de patrones de referencia que podrán ser ajustados a medida de que ir disponiendo de un mayor bagaje de datos.

EL MODELO ADOPTADO

El modelo analítico elegido, descrito en un trabajo anterior (1) da la radiación solar global en tres situaciones diferentes de cielo (azul limpio, industrial e intermedio).

* Investigador del Consejo de Investigaciones de la UNR
CENTRO DE ESTUDIOS BIOAMBIENTALES
Facultad de Arquitectura, Planeamiento y Diseño (UNR)
Riobamba 250 bis - 2000 ROSARIO

A partir de esos valores, para obtener los de iluminancias, se tuvieron en cuenta las siguientes eficiencias:

para sol solo ($h > 10'$):	100 lm/W
para cielo solo:	125 lm/W

GRAFICOS / DESCRIPCION

Se decidió presentar los resultados en esta forma por considerarla más compatible con la manera habitual de trabajar -al menos en las etapas preliminares- en el diseño de edificios. Con las letras *a*, *b* y *c* se identificaron los tipos de cielo.

Tal como fueron preparados, permiten conseguir los valores de iluminación natural (en klx) que reciben planos horizontales y verticales de distinta orientación, para cualquier latitud, fecha y hora. Se los utiliza superponiéndolos con proyecciones gnomónicas horizontales de la bóveda celeste (cuadrantes solares) con una adecuada distancia al punto de vista (en este caso indicada en los gráficos). Si con esa misma distancia focal fueran confeccionadas perspectivas de las obstrucciones que hubiere por delante del plano vidriado, sería posible determinar, además, los períodos reales de radiación directa.

Los diagramas de iluminación sobre superficies horizontales (EH) se componen de dos familias de curvas:

1*) **Circunferencias de trazos** que corresponden a la difundida con emitancia pareja por la totalidad de la bóveda [L]. Al valor leído debemos multiplicarlo por el factor angular C, que habremos obtenido independientemente mediante alguno de los métodos tradicionales (en este caso resulta $C \leq 1$).

2*) **Circunferencias llenas**: son de la iluminación por sol solo sobre plano horizontal [ESH]. En el Ehb tiene el agregado de los valores que corresponden a la aureola.

Los gráficos de iluminación sobre planos verticales (EV) tienen también curvas de la misma naturaleza:

1*) **Semicircunferencias de trazos** idénticas a las anteriores. La diferencia radica en el factor C que ahora puede abarcar sólo media bóveda (en este caso resulta $C \leq 0.5$).

2*) **Líneas llenas**: comprenden los aportes debidos a sol solo sobre plano vertical [ESV], adicionándole la "aureola" en el caso *b*, y la "zona brillante sobre el horizonte" en *a* y *b*. Esta última contribución será incluida toda vez que resulte visible el punto (PBH) de altitud nula e igual acimut que el sol o dicho de otro modo, cuando no esté oculta la línea del horizonte.

GRAFICOS / UTILIZACION

Se trabaja con los gráficos EH o EV, en sus versiones *a*, *b* o *c* (de acuerdo a la turbidez que interese) y un cuadrante solar horizontal (CSH), trazado para la latitud del lugar. Conviene que al menos uno de los diagramas empleados sea transparente.

a. Iluminación sobre plano horizontal:

1. Superponer EH y CSH hasta que coincidan los puntos principales (centro de las circunferencias EH y proyección del punto de vista en CSH).
2. Marcar en CSH la posición del sol que interese evaluar.
3. Leer en las circunferencias de línea llena, interpolando de ser necesario, el valor que corresponda a esa posición [B]. Anotarlo.
4. Leer en las circunferencias de trazos, interpolando si fuere necesario, el valor L para esa misma posición. Anotarlo.
5. Observar si desde el punto en estudio hay obstrucción de la bóveda celeste. Si no la hubiere, pasar a 6. De existir ocultación pasar a 7.
6. Hacer $C=1$ y pasar a 8.
7. Incorporar el valor C (se calcula independientemente).
8. Multiplicar C por L. Anotar LC.
9. Sumar B y LC. Este es el valor EH.

b. Iluminación sobre plano vertical:

1. Superponer EV y CSH hasta que coincidan los puntos principales (intersección de las rectas de EV y proyección del punto de vista en el CSH).
2. Girar EV hasta que su vector tome respecto al norte del CHS una orientación idéntica a la de la normal al plano vertical que se estudia.
3. Marcar en CSH la posición solar que interese.
4. Leer en las líneas llenas, interpolando cuando se necesite, el valor que corresponde a esa posición.
5. Observar si el punto brillante sobre el horizonte (PBH) es visible. En este caso seguir a 6. Si hubiere ocultación pasar a 7 (continuar a 6 si se emplea Evc).
6. Anotar el valor leído en 4 [B] y pasar a 8.
7. Multiplicar la lectura de 4 por un factor de corrección (0.9 cuando se utiliza EVa y 0.88 para EVb). Anotar el producto [B].
8. Leer en las semicircunferencias, interpolando si fuere preciso, el valor L. Anotarlo.
9. Observar si desde el punto en estudio es completamente visible la media bóveda celeste que lo enfrenta. De ser así seguir a 10. Si existe alguna obstrucción pasar a 11.
10. Hacer $C=0.5$ y pasar a 12.
11. Incorporar C (calcularlo independientemente).
12. Multiplicar C por L. Anotar LC.
13. Sumar B y LC. Este es el valor EV.

c. Iluminación sobre plano inclinado:

1. Obtener EH según el procedimiento descrito en a.
2. Obtener EV según el procedimiento descrito en b.
3. Resolver la siguiente ecuación:

$$E_s \cong EH \cos s + EV \sin s$$

que será tanto más aproximada cuanto menor sea el ángulo de incidencia de los rayos y mayor la ocultación de la bóveda celeste. Recordemos que s es el ángulo que el faldón forma con el plano horizontal.

METODO RAPIDO

En los casos en que haya predominio de radiación directa pueden limitarse las operaciones de la siguiente manera:

a. Iluminación sobre plano horizontal:

1. Superponer EH y CSH hasta que coincidan los puntos principales (centro de las circunferencias EH y proyección del punto de vista en CSH).
2. Marcar en CSH la posición del sol que interese evaluar.
3. Leer en las circunferencias de línea llena, interpolando de ser necesario, el valor que corresponda a esa posición. Adoptar este valor como EH.

b. Iluminación sobre plano vertical:

1. Superponer EV y CSH hasta que coincidan los puntos principales (intersección de las rectas de EV y proyección del punto de vista en el CSH).
2. Girar EV hasta que su vector tome respecto al norte del CHS una orientación idéntica a la de la normal al plano vertical que se estudia.
3. Marcar en CSH la posición solar que interese.
4. Leer en las líneas llenas, interpolando cuando se necesite, el valor que corresponde a esa posición. Adoptar este valor como EV.

c. Iluminación sobre plano inclinado:

Repetir los pasos ya indicados anteriormente para esta situación.

CONSIDERACIONES FINALES

Conviene recordar que los valores que se logren corresponderán a los de flujo luminoso por unidad de superficie en la cara exterior de los planos vidriados. Para conseguir las iluminancias en los planos del interior que resulten de interés, todavía se deberán tener en cuenta las características del vidriado y de las restantes superficies que configuran el ámbito, utilizando alguno de los métodos de uso corriente en luminotecnia.

Con un poco de práctica, puede lograrse que estos gráficos se transformen en un instrumento de utilidad en la mesa de diseño. También con ejercitación se salva el aparente engorro del cálculo de C, ya que con simples estimaciones se consigue el grado de aproximación que cabe esperar de este tipo de diagramas. La verdadera ventaja radica en su carácter analógico, que evita por un lado incurrir en errores gruesos permitiendo por el otro una gran rapidez en estudios comparativos como el tener que determinar para una fecha dada el momento de máxima iluminación. Un ahorro adicional de tiempo se obtiene transportando -preferentemente a dos colores- las circunferencias de EH directamente sobre el CSH que se utilice, tomando como centro la proyección del punto de vista.

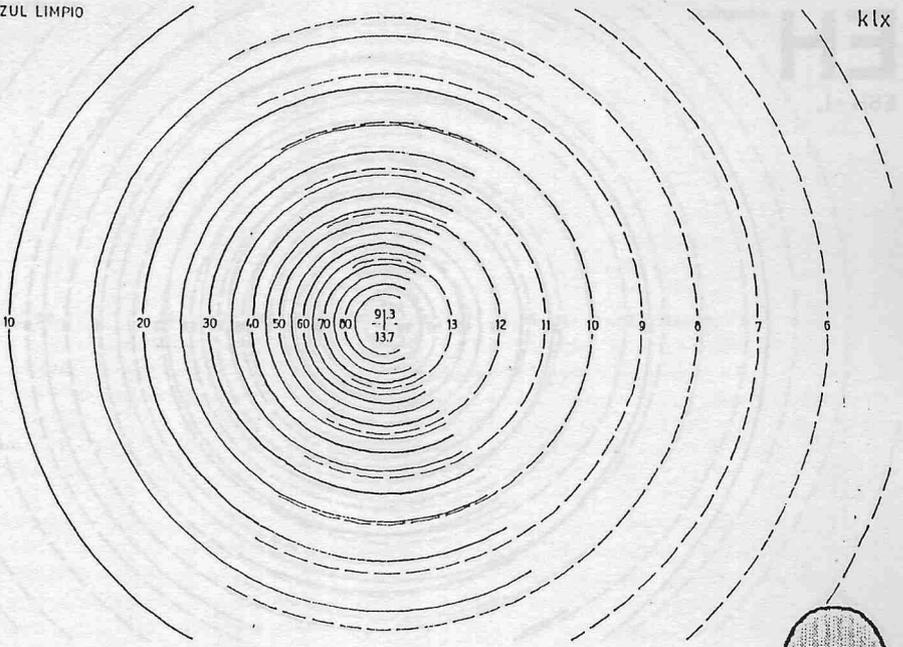
REFERENCIAS

[1] J.C.Rall - "CALCULOS DE IRRADIACION DE PLANOS Y VENTANAS, POR CIELOS DE DIVERSA TURBIDEZ, MEDIANTE ORDENADOR", presentado en la 14ª Reunión de Trabajo de ASADES. En su parte introductoria describe en forma sucinta el modelo matemático de radiación solar desarrollado por Jorge Bruno Borgato.

EH

AZUL LIMPIO

ESH + L.

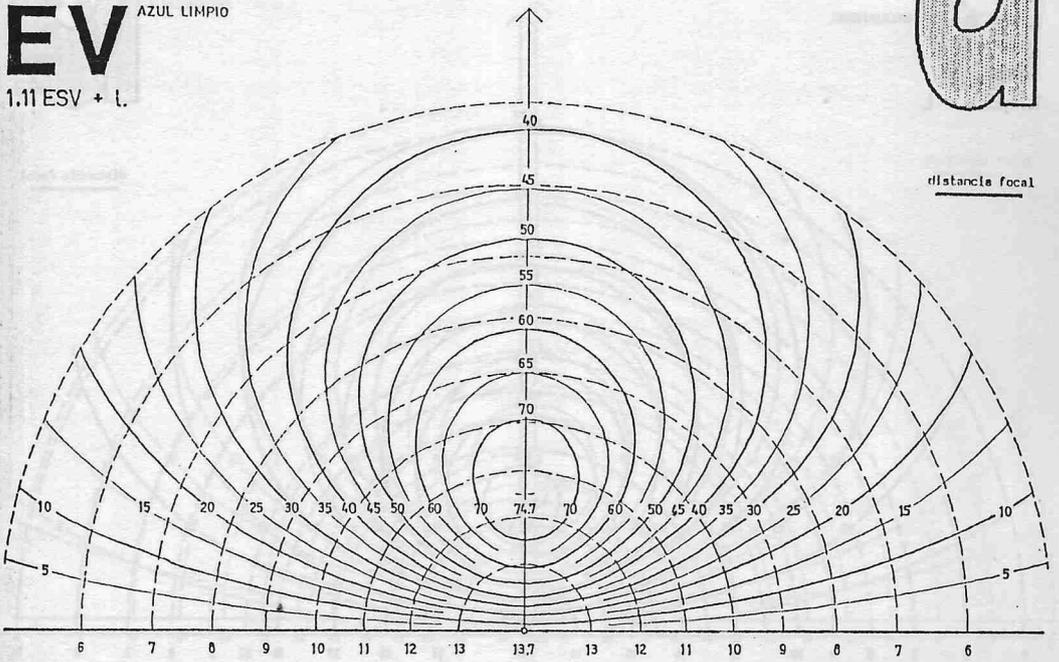


klx

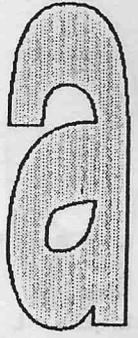
EV

AZUL LIMPIO

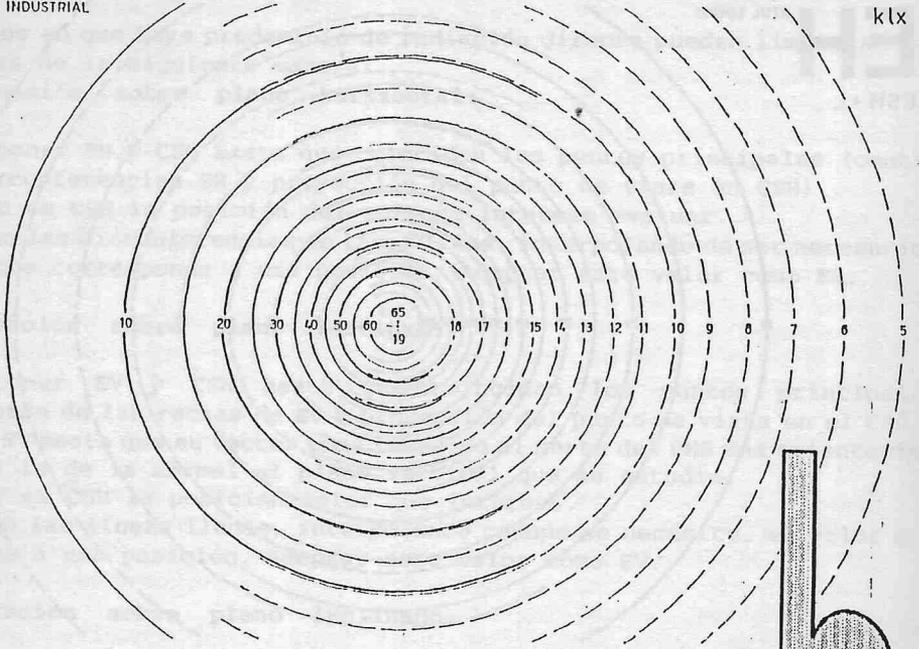
1.11 ESV + L.



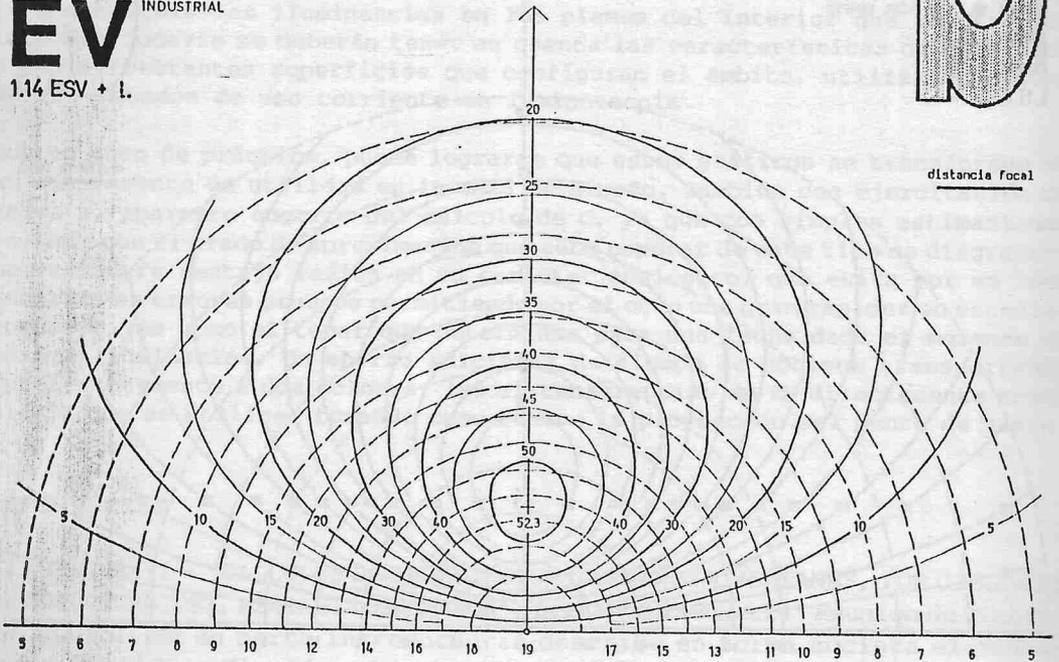
distancia focal



EH INDUSTRIAL
ESH + L.



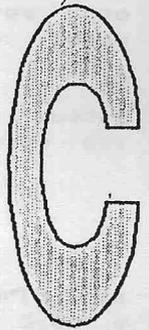
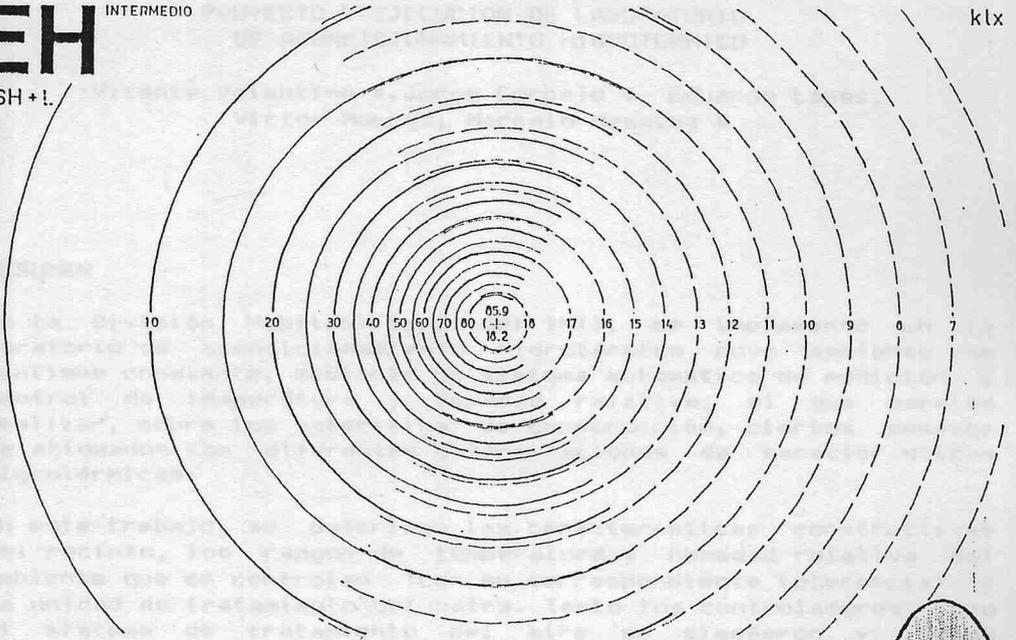
EV INDUSTRIAL
1.14 ESV + L.



EH INTERMEDIO

ESH + !.

klx



distancia focal

EV INTERMEDIO

ESV + !.

