

OPTIMIZACIÓN LUMÍNICA PARA UN EDIFICIO DE LABORATORIOS DE LA U. N. S. L.

LUIS ODICINO , DANIEL PERELLÓ Y AMILCAR FASULO
Universidad Nacional de San Luis - Laboratorio de Energía Solar
Chacabuco y Pedernera - 5700 San Luis - Fax 0652 - 30224

RESUMEN:

Se pretende, con un análisis teórico y geométrico (factores de configuración geométrica), encontrar ecuaciones que concuerden de la mejor manera posible con las medidas experimentales de iluminación natural dentro de uno de los laboratorios destinados a docencia de la Universidad Nacional de San Luis.

Se miden los valores de iluminación natural y de iluminación natural más artificial y se cuantifica el ahorro energético a lograr con mejoras que se proponen. Se analizan los distintos factores a modificar con el objeto de obtener los requerimientos de un lugar de trabajo con clasificación 3 alta (entre 500 y 1000 lux).

INTRODUCCIÓN

En un trabajo anterior se estudiaron las características lumínicas de un espacio para oficinas ubicado en el edificio para laboratorios de la U.N.S.L. [1]. En esa oportunidad se midieron los niveles de intensidad lumínica antes y después de la propuesta mejoradora. En una segunda etapa se amplía el estudio a todos los laboratorios que hay en el edificio.

El edificio consta de planta baja y dos pisos, en el primer piso y segundo estas los laboratorios, dos por piso, simétricamente ubicados respecto del centro en el cual se encuentran las escaleras de acceso al mismo. Este tiene su fachada principal al norte y los laboratorios cuentan con cuatro ventanas, dos hacia el norte y dos hacia el sur. Las dimensiones de las mismas son de 2,65 m de ancho por 0,75 m de alto. La parte inferior de la misma se encuentra a 1,50 m de altura por encima del piso. Los laboratorios cuentan con mesadas, que están dispuestas en posición central y bajo las ventanas, estas últimas apoyadas sobre la pared norte y la sur (como se ve en la fig.1).

El edificio tiene como principal característica arquitectónica los aleros que ofician de parasoles en todas las ventanas del mismo. Estos se proyectan 0,74 m hacia el exterior. Estos dispositivos son depósitos de polvo y suciedad, como así también hábitat de palomas. Esto hace que en algunos casos haya sido necesaria la colocación de protecciones metálicas para impedir el paso de las aves. Como se deduce esto contribuye a la poca higiene del espacio inmediato exterior al ocupado por la ventana y la ventana misma, por lo cual en algunos laboratorios el ingreso de luz natural es muy inferior a las necesidades mínimas de iluminación, razón por la cual las luminarias se encuentran encendidas todo el tiempo.

MARCO TEÓRICO

Para evaluar la cantidad de luz natural que ingresa al laboratorio, partimos de

estudiar todos los intercambios de radiación luminosa entre la bóveda celeste y un detector ubicado en un punto cualquiera en la línea que une los centros de ventanas enfrentadas entre la fachada norte y sur. Estos puntos serán los mismos en que luego determinamos experimentalmente los niveles de intensidad luminosa.

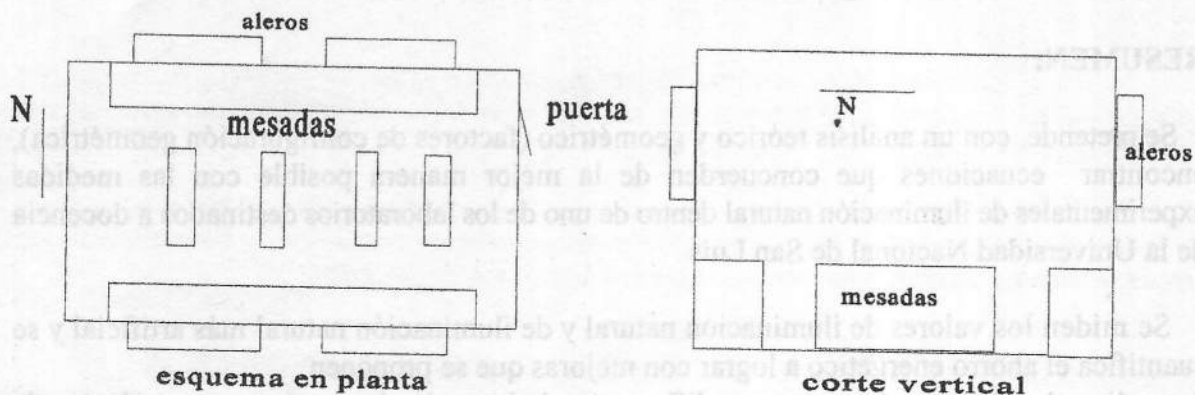


FIG. 1

Esquema de la planta donde se muestra la proyección de los aleros hacia el exterior y las mesadas interiores de uno de los laboratorios. Así como un corte vertical del mismo.

Calculamos el factor de Configuración Geométrica entre la bóveda celeste y la ventana, teniendo en cuenta las proyecciones que representan los aleros y llamamos a este factor F_{vb} la iluminación efectiva que llega al plano de la ventana es:

$$I = \alpha * F_{vb} * \rho \quad (1)$$

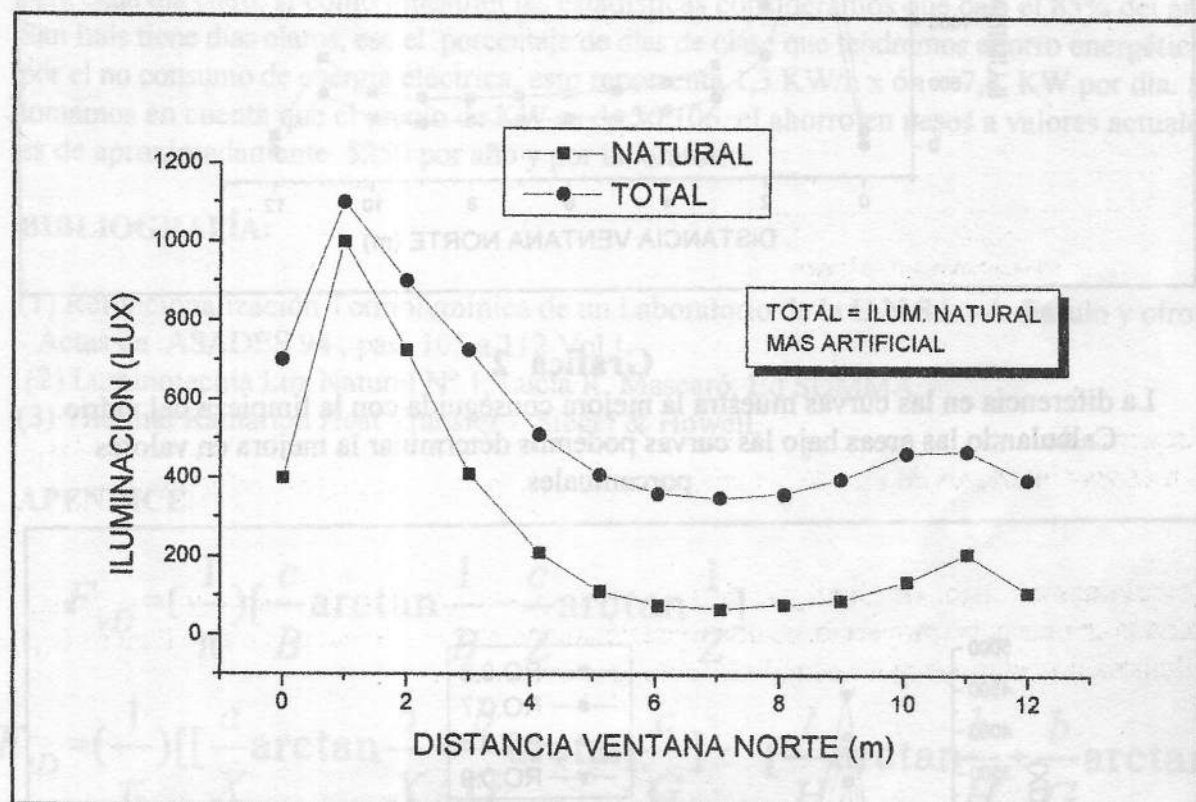
donde α es la iluminación de la bóveda celeste, A es el área de la ventana, F_{vb} es el factor de configuración entre la ventana y la bóveda celeste y ρ_a es la reflectividad de la superficie de los aleros. A partir de allí y hacia el interior del laboratorio, consideramos todos los intercambios de radiación entre la ventana y el detector llegando hasta la primera reflexión, así tenemos que la iluminación sobre el detector tiene la siguiente expresión

$$I_D = \alpha A F_{vb} \rho_a \tau [F_{vD} + \rho_t * F_{vt} * F_{tD}] + \beta \quad (2)$$

donde: F_{vD} es el factor de configuración geométrica entre la ventana y el detector F_{vt} es el factor de configuración geométrica entre la ventana y el techo y F_{tD} es entre este y el detector, ρ_t es la reflectividad de la superficie del techo, τ tiene en cuenta la transmisividad del vidrio de la ventana, β es un parámetro de ajuste que tiene en cuenta los distintos factores de

configuración geométrica que por su complejidad no son tenidas en cuenta, por ejemplo las estanterías que se ubican sobre las mesadas. Cada una de las expresiones que adquieren los términos F están indicados en el apéndice A.

Simultáneamente se realizan determinaciones experimentales de los niveles de iluminación en condiciones habituales del laboratorio y se hicieron además con luz artificial y sin luz artificial. Los valores experimentales se muestran en las gráfica 1 .



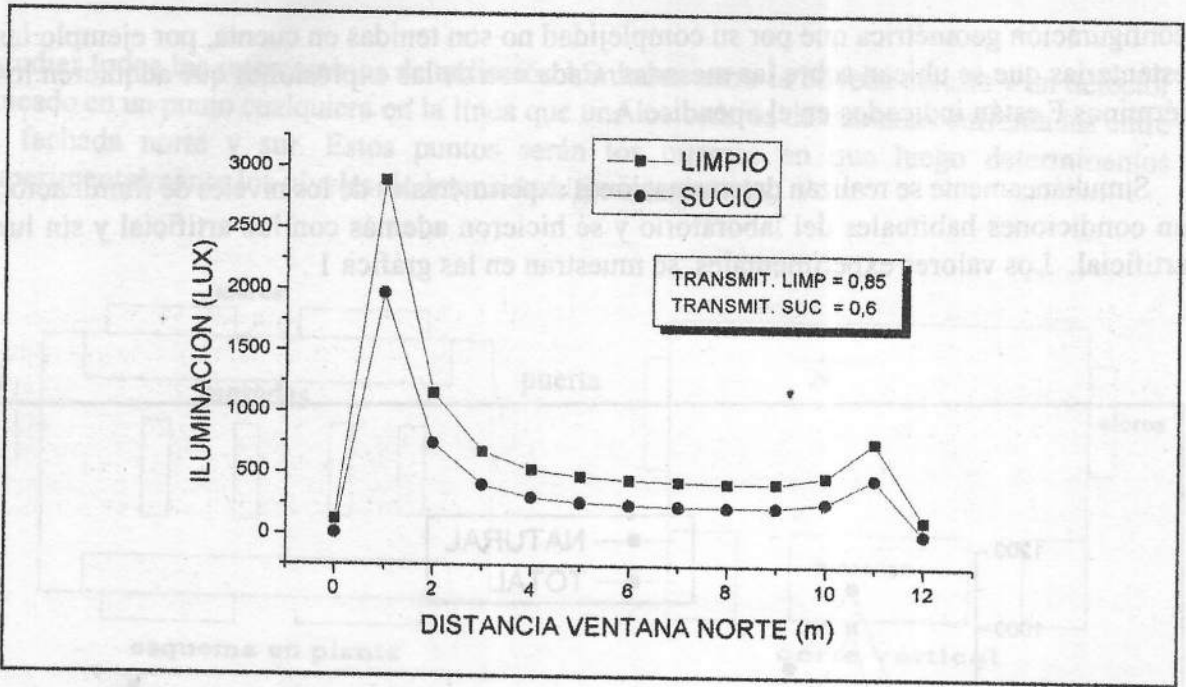
Gráfica 1

Curvas experimentales de niveles de iluminación tanto natural como natural mas artificial

Del análisis de las gráficas concluimos que los bajos valores que se registran en los extremos se deben a que las aberturas se encuentran por encima del nivel de la mesada y es a este nivel que se mide y en el plano horizontal.

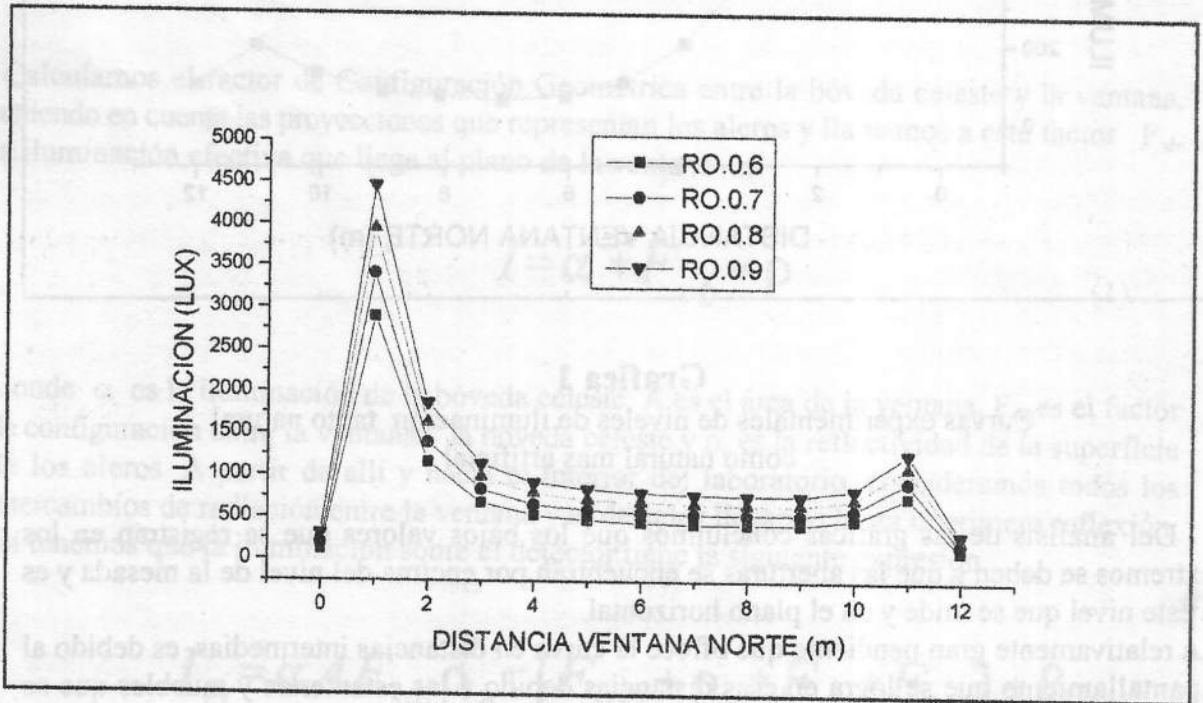
La relativamente gran pendiente que ofrece la curva en distancias intermedias es debido al apantallamiento que se logra en esas distancias debido a las estanterías y muebles que se ubican sobre las mesadas como ya hemos hecho mención.

Si a los valores experimentales de un día determinado las dividimos por la radiación α_0 que se registra para ese día, nos independizamos de la radiación de la bóveda celeste de ese día particular y podemos repetir las mediciones en condiciones de vidrio limpio y comparar esos valores. Consideramos la transmitancia $\tau_{\text{limpio}} = 0,8$, $\tau_{\text{sucio}} = 0,6$ los resultados se indican en la gráfica 2 donde se aprecia que existe un 65 % más de iluminación en el interior del laboratorio, con el simple hecho de realizar un mantenimiento periódico.



Grafica 2

La diferencia en las curvas muestra la mejora conseguida con la limpieza del vidrio. Calculando las areas bajo las curvas podemos determinar la mejora en valores porcentuales.



Grafica 3

Se muestra la variación que se produce con el cambio de reflectividad en las paredes. RO = 0,9 corresponden a un color claro y limpio

Con referencia a la ecuación (2) lo que hacemos para evaluar la ganancia energética es asignar valores de a y β de manera de ajustar la curva lo mejor posible a los valores experimentales, de esa manera asociamos α a valores de radiación de la bóveda celeste y β a las múltiples reflexiones no tenidas en cuenta en el interior del laboratorio de esa manera no queda nada más que los parámetros ρ_a y ρ_t que nos permiten decidir en cuanto mejora la iluminación interna natural si asignamos los ρ para distintas pinturas y sacadas de tablas. Las curvas correspondientes se indican en la gráfica 3.

Del análisis de la gráfica 3 concluimos que los días claros (ρ_t y ρ_a altos) y un adecuado mantenimiento, permiten tener los valores de iluminación requeridos, durante 6 horas al día para cada día claro, si como muestran las estadísticas consideramos que casi el 85% del año San Luis tiene días claros, ese el porcentaje de días de clase que tendremos ahorro energético, por el no consumo de energía eléctrica, esto representa $1,3 \text{ KW/h} \times 6\text{h} = 7,8 \text{ KW}$ por día. Si tomamos en cuenta que el precio de KW es de \$0,106, el ahorro en pesos a valores actuales es de aproximadamente \$250 por año y por laboratorio.

BIBLIOGRAFÍA:

- (1) Refuncionalización Termolumínica de un Laboratorio de la U.N.S.L., A. Fasulo y otros - Actas de ASADES 94, pag. 105 a 112 Vol I.
- (2) Luminotecnia Luz Natural N° 1, Lucía R. Mascaró, Ed SUMMA.
- (3) Thermal Radiation Heat Transfer - Siegel & Howell.

APENDICE:

$$F_{vD} = \left(\frac{1}{\pi}\right) \left[\frac{c}{B} \arctan \frac{1}{B} - \frac{c}{Z} \arctan \frac{1}{Z} \right]$$

$$F_{tD} = \left(\frac{1}{\pi}\right) \left[\left[\frac{c}{X} \arctan \frac{b}{X} + \frac{b}{G} \arctan \frac{c}{G} \right] - \left[\frac{l}{H} \arctan \frac{b}{H} + \frac{b}{G} \arctan \frac{l}{G} \right] \right]$$

Donde:

$$B = \sqrt{(h^2 + c^2)}$$

$$X = \sqrt{(t)^2 + (c)^2}$$

$$Z = \sqrt{(a+h)^2 + (c)^2}$$

$$G = \sqrt{(t)^2 + (b)^2}$$

d = distancia de la mesada a la base de la ventana

c = distancia de la pared Norte al detector

a = altura de la ventana

$2b$ = ancho de la ventana

t = distancia del techo al detector

