

# Algunos datos sobre Luminotecnia

por Eduardo Carvajal, ingeniero

Después de las ideas generales expuestas en nuestros anteriores artículos (números 5, 6 y 11 de esta Revista), entendemos que sólo nos resta hacer algunas indicaciones sobre procedimientos de cálculo rápido que permitan al autor de un proyecto adquirir una orientación previa sobre la importancia de la parte correspondiente a iluminación, tal como la hubiese concebido.

Los proyectos de iluminación que pueden presentarse al arquitecto, los clasificamos en dos grandes grupos:

Primero.—Proyectos en los que el efecto útil de la luz, desde el punto de vista de eficacia de la iluminación, tienen una importancia capital.

Segundo.—Proyectos en los que el efecto de la luz como elemento indispensable a la visión, ocupa un lugar secundario, por perseguirse, ante todo, el obtener efectos de decoración artística.

Comprendemos en el primer grupo los proyectos correspondientes a centros docentes, oficinas públicas o privadas, viviendas, hospitales, etc., en los que la luz artificial ha de instalarse, no sólo en forma que sirva *para ver*, sino *para ver bien*; debiendo, por tanto, estudiarse cuantos detalles sean precisos para que la visión se efectúe en condiciones óptimas, teniendo en cuenta las particularidades de cada caso y sin que los ojos puedan sufrir la más ligera molestia, por fuerte y continuo que sea el trabajo a que se les someta. En estos proyectos, la intensidad de iluminación, la dirección de los rayos luminosos, la calidad de la luz, etc., etc., son variables que precisa determinar con todo cuidado, pues lo mismo que se estudian con todo detenimiento los detalles de ventilación, calefacción, saneamiento, etc., no hay razón alguna para limitar el estudio del alumbrado artificial a marcar sobre un plano en planta los sitios en que el instalador ha de dejar la línea en forma que se pueda intercalar una lámpara. La importancia que tiene el estudio de todos estos detalles es de tal magnitud que salta a la vista sin exigir grandes razonamientos; bastaría solamente tener en cuenta la higiene de la vista, el mayor rendimiento en el trabajo, la disminución en el número de accidentes y mil razones más, consideradas como axiomáticas en los países que van a la cabeza de la civilización y en los que la preferencia con que se estudian las cuestiones de luz no son producto caprichoso de la moda, sino que se fundamenta en concienzudos estudios experimentales y estadísticos, dignos de la mayor atención y respeto.

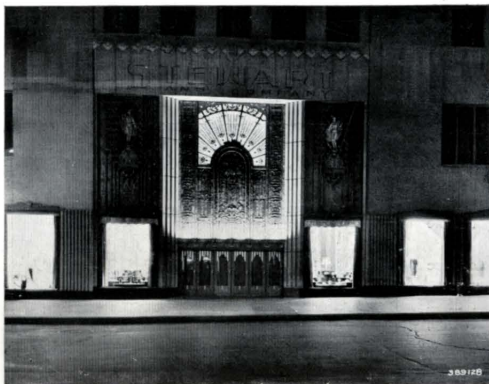
En la segunda clase de proyectos, aquellos en que la luz ha de ser, ante todo, un elemento decorativo, entendemos que la responsabilidad social del proyectista es menor que en el caso anterior, puesto que limitados estos proyectos a lugares de recreo, teatros, cinematógrafos, salas de fiestas, etc., a los que el público acude



Iluminación indirecta mediante reflectores asimétricos. (Nótese la gran uniformidad de iluminación).

voluntariamente durante poco tiempo y sin tener para nada que esforzar su vista, la responsabilidad del autor del proyecto queda limitada a la que pueda exigirle la entidad que haya de pagar el sostenimiento de las instalaciones, si una vez ejecutado el proyecto y por dejar a un lado las leyes más elementales de la Luminotecnia, se llega a cifras de costo en el sostenimiento que sean incompatibles con una explotación económica.

Las dos clases de problemas que hemos definido deben, por tanto, enfocarse de distinto modo. Mientras los problemas correspondientes a la primera clase puede decirse que están perfectamente estudiados y resueltos en sus menores detalles, pudiendo encontrarse en las obras de Luminotecnia reglas y normas, basados en estudios experimentales, con cuya observación se llega infaliblemente a buenos resultados, en los de la segunda clase el proyectista debe crear efectos y dispositivos especiales, aplicando leyes fundamentales de modo a obtener un efecto artístico y económico. No hay que decir que esta segunda clase de problemas son los de



Iluminación indirecta y por transparencia, mediante reflectores.

más difícil solución, pues limitados los procedimientos casi exclusivamente a efectos de iluminación indirecta, en luz blanca o de color, iluminación por transparencia a base de vidrios opalinos, etc., la parte económica, tanto en montajes como en sostenimiento, juega un importantísimo papel, ya que todos los procedimientos que pueden ponerse en juego son de rendimiento escaso, si no se toman las debidas precauciones, procurando en los detalles del decorado "ayudar a la luz", de modo que el rendimiento de la instalación quede dentro de límites económicos.

Consideramos este punto de mayor interés, pues salvo en contadísimas excepciones, el propietario o explotador del edificio en proyecto no se da cuenta exacta de lo que ha de costarle el sostenimiento de la instalación eléctrica hasta que no ve marchar los contadores, y si esta marcha resulta *acelerada*, se dedica seguidamente a condenar circuitos, a rebajar la potencia de las lámparas; en una palabra: a destruir sistemáticamente cuantos efectos artísticos habían sido ideados.

Sea cualquiera la clase de proyectos que haya que trazar, estimamos útil, como decíamos al principio, indicar un procedimiento rápido de cálculo, que, aunque un poco rudimentario, visto bajo el punto de vista lumínico, permita juzgar de antemano la importancia económica de los efectos de luz que se hayan ideado.

Entre los muchos procedimientos que pueden seguirse, indicaremos el siguiente:

El número de *lúmenes* necesarios para iluminar un local depende esencialmente de tres variables: la intensidad de iluminación, o número de *lux* que se quieran obtener; la superficie del local y un coeficiente de utilización, menor que la unidad, por el que hay que dividir el producto de los dos primeros factores, esto es:  $\text{lux por metros cuadrados}$ .

Es evidente, en efecto, que no todo el flujo luminoso

producido por las lámparas se aprovecha de modo útil; una parte es absorbido por los mismos aparatos o dispositivos empleados; otra, por el color del techo y muros del local, y otra, en fin, se pierde por dispersión de rayos luminosos que no podemos dirigir exactamente al plano de utilización.

Todas estas pérdidas vienen a resumirse en este coeficiente, para cuyo cálculo exacto en función de las particularidades de cada caso da medios la Luminotecnia, pero que para el fin que perseguimos de conseguir cálculos abreviados, basta con que indiquemos sus valores límites en los casos concretos de más uso.

Conocida el área del local, hay que fijar la intensidad de iluminación más conveniente y según el sistema escogido, y las condiciones de decoración, fijar igualmente el coeficiente de utilización.

No sería posible dentro de los límites de un artículo fijar normas sobre las intensidades de iluminación más convenientes, abarcando todos los casos posibles; trabajo es éste que está hecho, y en cualquier obra de Luminotecnia pueden encontrarse tablas que marcan para cada caso los valores límites, dejando el margen conveniente a la iniciativa del proyectista. Consignaremos, no obstante, algunas cifras que sirvan para fijar el orden de estas magnitudes.

En viviendas se considera iluminación moderada, 20 lux; media, de 30 a 40 lux, e intensa, de 50 a 60.

En lugares de trabajo, talleres, oficinas, escuelas, etc.: iluminación moderada, 40 lux; media, 75; intensa, 150.

En teatros y cinematógrafos: moderada, 30 lux; media, 60; intensa, 100.

La tendencia moderna es tomar, en general, valores altos, cuidando naturalmente de la buena difusión y buen reparto de la luz. En general, podemos afirmar que con alumbrado artificial nunca hay exceso de luz; podrá haber luz mal repartida, aparatos o dispositivos

Iluminación mixta, indirecta y directa, mediante vidrios y aparatos difusores.



mal estudiados que produzcan deslumbramiento, pudiendo achacarse a exceso de luz lo que sólo es falta de técnica. Basta para convencerse de esta afirmación considerar que en un día claro cerca de una ventana tenemos de siete a diez veces más luz que con un alumbrado artificial muy fuerte, y en un día de verano, a pleno sol, ochocientas veces más.

Respecto al coeficiente de utilización, vamos a dar las siguientes normas para su elección:

a) Para empleo de aparatos abiertos con reflector: de 0,40 a 0,60.

b) Para empleo de aparatos difusores de vidrio: de 0,40 a 0,50. Para empleo de aparatos de luz directa: de 0,45 a 0,65. Para empleo de aparatos semiindirectos: 0,35 a 0,60. Para empleo de aparatos indirectos o para alumbrado *completamente indirecto* (cornisas, nichos, etcétera): de 0,15 a 0,45.

c) Aparatos artísticos a base de lámparas tipo vela, candelabros, apliques sin reflector, etc.: de 0,10 a 0,35.

Los valores máximos corresponden, como es lógico, a las mejores condiciones para obtener buen rendimiento: decoración en tonos claros de poca absorción, por lo menos en el techo y los dos tercios superiores de las paredes; aparatos o dispositivos que dirijan convenientemente el flujo luminoso; lámparas de buen rendimiento, etc., etc.

Determinado el factor de utilización, sólo resta para conocer el número total de lúmenes necesarios, dividir por dicho factor el producto de los lux que se desean obtener por los metros cuadrados a iluminar, como ya habíamos indicado.

Conocido por este rápido procedimiento el número total de lúmenes, hay que distribuir éstos entre el número de lámparas más conveniente, para lo que precisa conocer el número de lúmenes de cada lámpara según

el consumo de vatios de la misma; esto es, conocer el "rendimiento lumínico" de la lámpara. Este es un dato que facilitan con sus listines los fabricantes de lámparas y que conviene tener siempre recientes, pues la fabricación de lámparas avanza en su perfeccionamiento de modo rapidísimo y las cifras representativas del rendimiento mejoran de día en día.

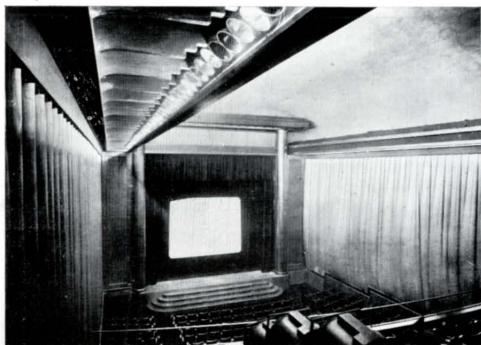
El criterio a seguir al determinar el número de lámparas, es el de procurar que el número de ellas sea el menor posible, y emplear, por tanto, pocas unidades grandes en vez de muchas pequeñas. La razón ya la apuntamos en uno de nuestros artículos anteriores, y puede encontrarse en las siguientes cifras: mientras las lámparas de 15 y 25 vatios sólo rinden 9 lúmenes por watio, las de 40 vatios rinden 10,5, las de 60 rinden 12, las de 100 y 200 vatios, 13,5 y 16, respectivamente.

Este reparto del flujo luminoso total entre grandes unidades, no presenta dificultades de ningún género cuando se trata de iluminación por medio de aparatos, bien sean de tipo serie o contruidos especialmente, puesto que en ambos casos pueden obtenerse propios para lámparas de cualquier potencia.

En el caso en que haya de emplearse el alumbrado indirecto en combinación con la decoración, siendo la luz elemento básico de dicha decoración, tampoco debe haber dificultades, pues en el estudio del proyecto deben haberse tomado las medidas necesarias para que la luz, al cumplir su doble fin de alumbrar y decorar, lo cumpla de un modo racional y económico, cosa que, por desgracia, no sucede actualmente en España en la generalidad de los casos.

Si en el momento actual nos parece absurdo el colocar como alumbrado de una habitación una simple lámpara desnuda pendiente de un flexible, no creemos que deba parecer menos absurdo el alumbrado indirecto obtenido por medio de lámparas sin aparato alguno que dirija





Instalación de "L'Intransigeant", de París, mostrando el empleo de proyectores para iluminación indirecta.

su luz en forma conveniente, ocultas en molduras, la mayoría de las veces, de sección exigua y cuya curvatura interior no se ha calculado, dejando su forma a capricho del escayolista. Este modo de obrar, proscrito en absoluto en cuantas obras de importancia vienen ejecutándose en el extranjero, exige, desde luego, el empleo de lámparas pequeñas muy próximas para obtener una uniformidad en el alumbrado, e igualmente pequeñas unidades en los circuitos de color, puesto que dichas lámparas han de ser pintadas (las de cristal coloreado dan tonalidades muy pobres y son carísimas de adquisición), y la pintura se quema para potencias superiores a los 15 vatios. El rendimiento en estas condiciones es pequeñísimo, y sorprenderá en la mayoría de los casos si se determinasen por mediación directa los lux efectivos y los teóricos.

En la iluminación indirecta deben, igualmente, emplearse aparatos que *dirijan* el flujo luminoso, reflectores o proyectores, según los casos, los que permiten espaciar más las lámparas, y por lo tanto, emplear unidades mayores, tanto en circuitos blancos como de color, obteniéndose estos últimos mediante filtros de gelatinas o vidrios coloreados adaptados a los aparatos. Hay que advertir que estos aparatos de que hablamos, sobre todos los reflectores simples, no ocupan gran espacio, encontrándose en el comercio varios tipos de haz luminoso muy abierto, que se adaptan a la lámpara, ocupando un espacio solamente un poco mayor que el que ocuparía la lámpara sola; pero aunque en algún caso especial no se encontrase en el comercio el tipo de reflector preciso, no ofrece grandes dificultades calcular una sección conveniente, sin atenerse a más teorías que las leyes de la reflexión regular metálica, y hacer construir el reflector justamente necesario. El exceso de costo en la instalación quedará amortizado rápidamente por la economía en el sostenimiento.

De la eficacia práctica de cuanto dejamos expuesto puede juzgarse con un sencillo ejemplo:

La iluminación indirecta de una sala de espectáculos de 600 metros cuadrados de superficie, con una intensidad de 60 lux, puede conducirnos, si los detalles previstos en el decorado favorecen la reflexión y distribución de la luz, a precisar 80.000 lúmenes, empleando el máximo coeficiente de utilización, que repartidos entre lámparas de 40 vatios provistas de reflectores extensivos, compendrían un total de 200 lámparas, con un consumo de 8 kilovatios.

Si en el mismo ejemplo suponemos que en el decorado predominan los colores absorbentes de luz, como son el rojo, el verde o el azul, que en sus tonalidades oscuras llegan a absorber de un 60 a un 80 por 100, el coeficiente de utilización sería el mínimo, y la fórmula explicada nos daría 240.000 lúmenes, que si es además necesario repartir entre lámparas pequeñas de 15 vatios, sin reflector alguno, exigirían 1.800 lámparas, con un consumo de 27 kilovatios. La diferencia, como se ve, es importante, y creemos vale la pena de preocuparse al estudiar un proyecto de las condiciones en que la luz va a actuar.

El momento actual es de indudable interés hacia la luz, y cada día van siendo más numerosos e importantes los ejemplos que podríamos presentar de instalaciones en las que la luz constituye uno de los principales atractivos. Salvo contadas excepciones (pues en Madrid contamos hoy con arquitectos que, compenetrados con el problema, lo vienen tratando de modo brillantísimo), se nota bastante desorientación al aplicar principios seguramente de todos conocidos, pero a los que creemos no se les da la debida importancia.

Si la serie de artículos que con éste terminamos, han servido para encauzar y orientar un poco ese buen deseo a favor de la luz, nos daremos por muy satisfechos; si no lo hemos conseguido, sólo queda esperar, en la seguridad de que es tal la fuerza que la cuestión encierra, que tarde o temprano acabará imponiéndose por sí misma.