



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

Facultad de Ingeniería

Posibilidades de Optimización Energética del
Diseño de Instalaciones de Iluminación en
Oficinas

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

Ingeniero Mecánico Electricista

p r e s e n t a n :

Patricia Javier Castro

Juana Leticia Martínez Estrada



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

I N T R O D U C C I O N

Ahora en día es muy importante tener un ahorro de energía, ya que cada día aumenta más la población de esta ciudad.

El alumbrado de oficinas durante mucho tiempo se ha realizado en una forma convencional, sin importar mucho el costo y su funcionamiento.

La búsqueda de fuentes luminosas en un gran rendimiento de luz de buena - calidad se encuentra en desarrollo. El continuado desarrollo de las lámparas de descarga gaseosa posibilita la utilización cada vez más intensiva de nuestros recursos energéticos.

Existe, sin embargo, una clara necesidad de abordar con renovado vigor el problema de la conservación de energía, y esto influirá claramente en la - elección del tipo de lámpara y en el diseño de nuevas instalaciones de alumbrado.

Este trabajo está enfocado al análisis de si puede haber un ahorro tanto en consumo de energía como en costo. Para poder realizar este análisis se siguió una secuencia en cada capítulo. En estos se trató de explicar en - una forma sencilla los principales elementos que influyen en el cálculo de iluminación, manejo de tablas, hasta un cálculo de costos probabilísticos, y por último algunas recomendaciones para tener en un diseño de iluminación resultados óptimos.

I N D I C E

CAPITULO I. CONDICIONES PRELIMINARES

1.1 CANTIDAD DE LUZ

1.2 CALIDAD DE LUZ

- a) Deslumbramiento
- b) Relaciones de brillo
- c) Difusión
- d) Color

1.3 CLASIFICACION DE LAS LUMINARIAS

- a) Directa
- b) Semidirecta
- c) General difusa o directa-indirecta
- d) Semi-indirecta
- e) Indirecta

1.4 METODOS O SISTEMAS DE ILUMINACION

- a) Iluminación General
- b) Iluminación local
- c) Iluminación general localizada
- d) Iluminación suplementaria
- e) Iluminación tarea ambiente

CAPITULO II. ALUMBRADO DE OFICINAS.

II.1. CONTRASTE

II.2. LUMINARIAS

II.3. SUPERFICIE Y COLOR DE OFICINAS

II.4. SISTEMA DE ALUMBRADO

- a) Oficinas abiertas
- b) Oficinas privadas
- c) Cuartos de dibujo
- d) Archivos

e) Cuartos de descanso

f) Salón de entradas

11.5 ELEMENTOS DE DISEÑO

CAPITULO III. CONDICIONES DE DISEÑO.

III.1. NIVEL DE ILUMINACION (N.I.)

a) Método de punto por punto

b) Método de Lúmenes.

III.2. COEFICIENTE DE UTILIZACION (C.U.)

a) Índice de cuarto

b) Cavidad zonal

III.3. FLUJO LUMINOSO (Φ_L)

III.4. FACTOR DE MANTENIMIENTO (F.M.)

a) Depreciación de los equipos de iluminación por basura.

b) Lámparas fundidas.

c) Depreciación de las superficies del cuarto por basura.

d) Temperatura, voltaje y factor de balastro.

e) Reemplazamiento de lámparas y limpieza.

III.5. SUGERENCIAS DE DISEÑO

CAPITULO IV. ESTUDIO ECONOMICO.

IV.1. POSIBILIDADES DE VARIACION.

- Nivel de iluminación (N.I.). Nuevos procedimientos.

- Flujo luminoso (Φ_L)

- Coeficiente de utilización (C.U.)

- Factor de mantenimiento (F.M.)

IV.2. CALCULO DEL COSTO DE ENERGIA.

IV.3. ANALISIS DE VIARIACION.

- Resumen

IV.4. CONCLUSIONES

CAPITULO I

CONDICIONES PRELIMINARES

Para poder hacer un diseño de iluminación es necesario tomar en cuenta que, tanto diseñadores, arquitectos, contratistas e ingenieros, deben tener una organización en conjunto para proporcionar una buena iluminación y confort para el área a iluminar.

El diseño de una instalación de alumbrado lleva consigo la consideración de numerosas variables, que pueden ser:

- Dureza del trabajo visual a realizar y cuánto tiempo va a durar.
- Exigencias arquitectónicas y decorativas.
- Consideraciones económicas.
- Luz para visión, ventas, decoración, etc.

Las dificultades que se tienen en el diseño iluminativo no sólo son los fenómenos físicos a considerarse, sino también un grupo de factores funcionales, formales y emocionales los cuales deberán balancearse y combinarse. En estos existen implicaciones tanto estéticas como psicológicas.

La función del espacio influye grandemente la forma en la cual la iluminación es aplicada. Factores como son: económicos, apariencia, continuidad del esfuerzo y la calidad de los resultados; influyen en los diseños iluminativos para determinada empresa. Por esto, las técnicas de aplicación generalmente designadas como iluminación industrial, iluminación comercial, iluminación de oficinas, etc., se han desarrollado a base de soluciones iluminativas para la clase de tarea visual generalmente encontrada en cada tipo de ocupación. Es decir, es necesario relacionar el diseño de la instalación de alumbrado con la ocupación particular del cual el espacio va a servir.

Es importante recordar que no todas las tareas visuales se encuentran en un plano horizontal. Gran parte de la iluminación en negocios o industrias, está relacionada con tareas en un plano vertical u otros planos no horizontales. Los métodos típicos de diseño no siempre toman en consideración tales cosas, por lo que el diseñador deberá hacer consideraciones especiales, la distribución de luminancia a las tareas en planos no horizontales.

Existen ciertas reglas básicas para determinar la cantidad adecuada y la buena calidad de alumbrado interior, que siempre deberán observarse.

1.1 CANTIDAD DE LUZ.

Al planear un diseño de iluminación, una de las primeras consideraciones involucra la cantidad de iluminación necesaria para realizar el trabajo visual considerado. La ingeniería de iluminación para el diseño de un sistema tiene necesariamente su punto de partida en los niveles de iluminación. Estos niveles se determinan a partir de las tablas recomendadas por el IES (Illuminating Engineering Society).

La distribución de la iluminación, lo mismo que el nivel luminoso, deberá venir determinado por la finalidad de la instalación. Normalmente es conveniente colocar las luminarias de tal manera que den una iluminación máxima bajo las luminarias, y la mínima en lugares situados entre dos de ellas, no debe ser nunca mayor de $3/2$, y para obtener los mejores resultados debe acercarse todo lo posible a la unidad. Las luminarias con distribución ancha pueden colocarse más separadas para la misma altura de montaje, que las que tienen una distribución más concentrada.

Debe tenerse en cuenta que estas cifras son valores máximos desde el punto de vista de tener una uniformidad razonable, y qué frecuencia será necesaria una colocación más próxima para producir los niveles de iluminación deseados.

1.2 CALIDAD DE LUZ.

Este factor se ocupa de producir la luminancia necesaria en un ambiente visual para obtener condiciones óptimas y cómodas de visión. La adecuada cantidad de luz por sí sola no asegura una buena iluminación. La buena calidad es tan importante como la cantidad, y normalmente más difícil de conseguir. Los factores que intervienen en la calidad de la iluminación son muchos y complejos; pero el deslumbramiento, las relaciones de brillo, la difusión y el color pueden considerarse como las más importantes.

a) Deslumbramiento: El deslumbramiento es cualquier brillo que produce molestia, interferencia con la visión o fatiga visual. Este, ya sea directo o reflejado, es consecuencia de la presencia de superficies de excesiva luminancia (luminarias, ventanas, etc.), comparadas con el nivel general de luminancia del local. Puede ser de dos formas:

- Deslumbramiento Perturbador, que afecta la capacidad de ver claramente
- Deslumbramiento Molesto, que se manifiesta como una sensación de malestar al permanecer durante algún tiempo en una zona y pasar a otra de mayor nivel de luminancia.

En el alumbrado interior, el deslumbramiento molesto causa mayores problemas que el perturbador. El grado de deslumbramiento molesto depende ante todo de:

- . La luminancia de las fuentes de luz.
- . El número y superficie aparente de esas fuentes.
- . La luminancia general de los alrededores.
- . La posición de las fuentes de luz en el campo de visión.

Como es difícil evaluar matemáticamente los distintos elementos del deslumbramiento, se han establecido ciertos factores específicos determinantes:

1. Brillo de la fuente. Cuanto mayor sea éste, mayor será la molestia y la interferencia con la visión.

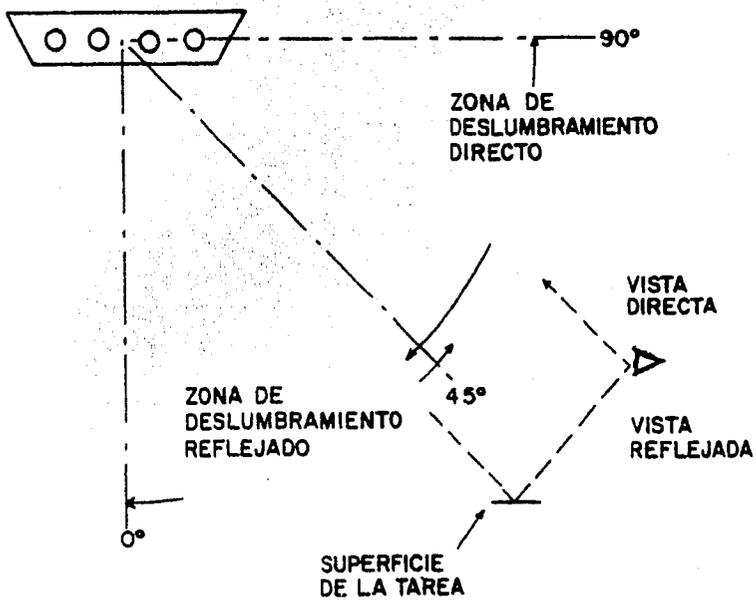
2. Tamaño de la fuente, expresado en función del ángulo subtendido por el ojo. Un área grande de bajo brillo, como un panel luminoso, o un cierto número de luminarias de bajo brillo puede ser tan molesto como una sola fuente pequeña de alto brillo.

3. Posición de la fuente de luz. El deslumbramiento decrece rápidamente a medida que la fuente se aparta de la línea de visión. Una luminaria suspendida en el campo de la visión produce mayor deslumbramiento que una montada por encima del ángulo visual normal.

4. Contraste de brillo. Cuanto mayor es el contraste de brillo durante un corto espacio de tiempo, puede resultar muy molesto y fatigoso para una persona que tuviera que trabajar en tales condiciones durante 8 horas al día.

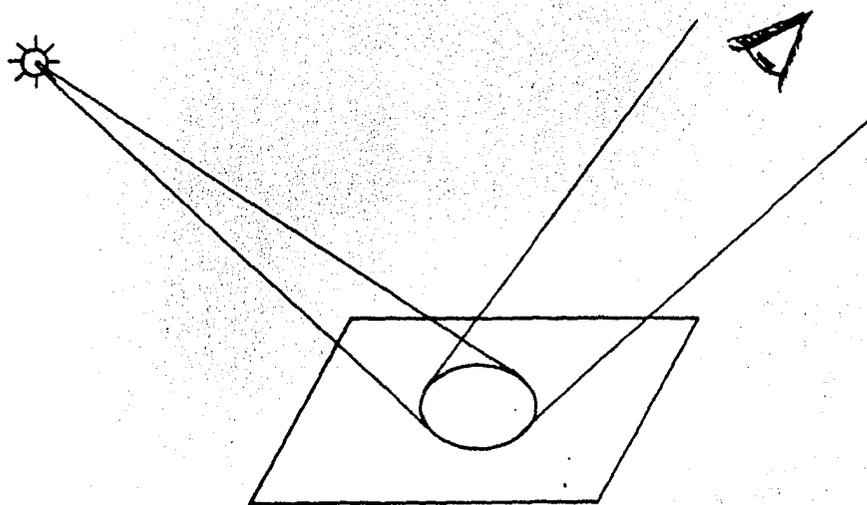
Los brillos de luminarias que son muy agradables en una pequeña oficina donde las unidades están fuera del campo de visión, pueden ser excesivos en habitaciones mayores, donde las luminarias más apartadas quedan próximas a la línea normal de visión. De igual modo, las luminarias que individualmente no tienen un brillo muy desagradable, pueden, si se montan en grandes grupos, presentar un área total lo suficientemente grande para producir una sensación desagradable. Esto ocurre ocasionalmente cuando se colocan algunos tipos de luminarias fluorescentes a lo largo de la línea de visión en zonas grandes con techos relativamente bajos.

Deslumbramiento reflejado y reflexión por velo: si las fuentes de luz se reflejan en objetos que tengan una superficie alta reflectancia, resultan zonas brillantes que pueden dificultar la percepción de los detalles de los objetos. Si estas zonas son tan brillantes que producen una sensación de molestia, el efecto se llama "Deslumbramiento Reflejado". Si el efecto es solamente una reducción de contraste dentro del área de la tarea visual, se llama "Reflexión por Velo". Ver figura 1.1 y 1.2.



ZONAS DE DESLUMBRAMIENTO DIRECTO Y REFLEJADO

Figura. 1.1



REFLEXIONES POR VELO

Figura. 1.2

El grado en que se reducen los contrastes (o en que se aumentan en algunos casos), se denomina Rendimiento de Contraste. Los contrastes reducidos y por consiguiente la deficiente visibilidad de la tarea, causada por la presencia de la reflexión por velo, deben atribuirse principalmente a la distribución especial de la luz que llega a la tarea visual. La presencia de estas reflexiones dependen por consiguiente: de la distribución de las luminarias dentro del local, y de su luminancia.

b) Relaciones de Brillo (Luminancia, brillo fotométrico), las excesivas relaciones de brillo en el campo de la visión o contrastes de brillo entre superficies adyacentes, incluso cuando no son lo suficientemente fuertes para que constituyan "Deslumbramientos", pueden ser muy perjudiciales para la calidad del alumbrado. Por ejemplo, no es conveniente un brillo alto del objeto de trabajo con brillo comparativamente bajo de los alrededores, ya que obliga a reajustar continuamente los ojos de un nivel de brillo a otro.

La buena obtención de relaciones de brillo para cualquier situación, requiere un estudio cuidadoso de todos los factores implicados, incluyendo no sólo las fuentes de luz y las luminarias, sino también las características reflectoras de techos, paredes, suelos y muebles. Para obtener los mejores resultados es necesario lograr un equilibrio adecuado entre el brillo de la zona de trabajo y el de otras superficies del campo visual, evitando tanto los alrededores demasiado oscuros como las zonas de mucho brillo.

FACTORES DE VISION REPRESENTATIVOS

Techos	70 - 90 %
Paredes	40 - 60 %
Parte posterior de los pupitres	25 - 50 %
Suelos	20 - 25 %

c) Difusión: La iluminación que resulta de la luz procedente de varias direcciones, en contraposición a la luz que procede de una sola dirección se llama "Difusa". La difusión es función del número o tamaño físico de las fuentes de luz que contribuyen a la iluminación de un punto determinado y se mide en términos de ausencia de sombras. El grado de difusión deseable depende del tipo de trabajo que se ha de realizar. La luz preferentemente difusa es ideal para muchos trabajos que requieren buena visión, y en aplicaciones como el alumbrado de escuelas y oficinas ha de procurarse obtener el mayor grado de difusión compatible con las limitaciones económicas de metal pulimentados.

d) Color: La importancia del color de la fuente de luz para el buen resultado de una instalación luminosa implica la comprensión del proceso de producción del color. El color de una superficie reflectora está determinado por dos factores: las características de la reflectancia espectral de la superficie, y la composición espectral de la luz por la que es iluminada.

La calidad de un color de un objeto es en su capacidad para modificar la calidad espectral de la luz que se incide sobre él. Generalmente el color es simplificado o especificado en función de tres características: el tono, el valor y la cromaticidad, Es decir, el tono de un color específico, su región espectral dominante o longitud de onda. En términos generales, para lograr una alta eficacia del alumbrado de las áreas principales deben exhibir colores claros. Normalmente, los techos son blancos, mientras que las demás superficies en muchos casos son de color.

Aún cuando el gusto por los colores varía con la personalidad, edad, sexo, clima y grupo étnico, es posible formular algunas reglas generales con respecto a los colores de las superficies principales y el aspecto cromático de las fuentes de luz.

Los objetos de colores "cálidos" son más agradables a la vista con una luz de color cálido que con luz "fría". A la inversa, la ausencia de radiaciones de longitud de onda corta en las fuentes de luz "cálida", tiende a "matar" los colores fríos de los objetos.

Los colores preferidos para fondos (paredes, techos, y objetos de gran superficie), son el blanco o los colores pálidos, con baja cromaticidad (es decir, tonos pastel). Tales colores pueden llamarse "seguros" para fondos

El interrogante de si el color de un objeto se considera "agradable" o no, depende del fondo que dé la fuente de luz empleada. Así pues, una correcta selección del color de fondo puede compensar, en mayor o menor grado, un color inapropiado de la fuente de la luz.

A la inversa, el color del fondo puede, en caso de ser mal seleccionado, perjudicar el efecto producido por una fuente de luz calificado como buena.

Se podría decir, por lo tanto, que la cantidad y calidad del alumbrado interior se deben basar en lo siguiente:

- a) Rendimiento o eficacia visual.
- b) Confort y placer visual
- c) Economía.

Estos criterios se refieren a un local iluminado, que consiste en un modelo de diferentes superficies brillantes y colores que son observados por el ojo. Las luminancias más altas se encuentran en las luminarias y las ventanas; y las más bajas en las superficies de baja reflexión situadas en la sombra.

El diseño del sistema de iluminación es afectada por los colores iniciales como por los de operaciones. Generalmente la mejor forma de ver los costos de luz, es viendo los costos de un ciclo de vida. No es fácil predecir el valor exacto de la iluminancia comercial o industrial en términos generales de producción, seguridad, control de calidad, o la moral y la salud del empleado, o calcular en pesos y centavos la importancia de la iluminación en el hogar. El diseñador deberá balancear los costos con los resultados adquiridos en el desarrollo de cualquier diseño de iluminación.

1.3 CLASIFICACION DE LAS LUMINARIAS.

Una buena calidad de iluminación y adecuada cantidad, puede obtenerse con cualquiera de los diferentes tipos de luminarias, dependiendo en parte, de las características físicas de la habitación, el tipo de trabajo a realizar y el tipo de condiciones de mantenimiento que se desean conseguir.

Las luminarias han sido clasificadas basadas en las características de la distribución de la luz, las cuales son: directa, semidirecta, difusa general e indirecta.

a) Directa: En este tipo de iluminación, entre el 90 y el 100% de la luz se dirige hacia abajo. Un sistema de alumbrado directo es un eficaz productor de luz en la zona usual de trabajo. Aunque esta eficacia se obtiene frecuentemente a expensas de factores de calidad, como son: sombras y deslumbramientos reflejados. Las sombras por ejemplo, pueden causar molestias, a menos que las luminarias sean de gran área o estén muy cerca unas de otras. El brillo directo y el reflejado pueden ser satisfactorios a causa de la alta diferencia de luminancia entre la fuente y el techo y partes altas de las paredes más oscuras. Un techo iluminado de pared a pared es una forma de luminaria de alumbrado directo.

b) Semi-Directa: del 60 al 90% de la luz se dirige hacia abajo, en ángulos por debajo de la horizontal. El nivel de iluminación eficaz que este sistema proporciona en el plano de trabajo normal es resultado de la luz que viene directamente de la luminaria. La porción de luz dirigida hacia el techo, produce una pequeña componente indirecta, y su mayor valor se debe a que hace más brillante a la zona del techo que rodea a la luminaria, resultado de ello una disminución del contraste de brillo.

c) General Difusa o Directa-Indirecta: del 40 al 60% de la luz se dirige hacia abajo en ángulos por debajo de la horizontal, la mayor parte de la iluminación existente en el plano de trabajo es resultado de la luz que procede directamente de la luminaria, pero hay una porción importante de luz dirigida al techo y a las paredes laterales. Cuando éstas son de color claro, la luz dirigida hacia arriba proporciona un fondo más claro contra el que resalta la luminaria, suministrando una componente indirecta que favorece sensiblemente el carácter difuso de la iluminación.

La diferencia entre las clasificaciones general-difusa y directa-indirecta, estriba en la cantidad de luz producida en dirección horizontal.

d) Semi-Indirecta: del 60 al 90% de la intensidad de luz de la luminaria se dirige hacia el techo en los ángulos por encima de la horizontal, mientras el resto se dirige hacia abajo. El alumbrado semi-directo tiene la mayoría de las ventajas del indirecto, pero es un poco más eficiente y se prefiere a veces para lograr una mejor relación de brillo entre el techo y la luminaria en instalaciones de alto nivel luminoso.

e) Indirecta: El 90% de la intensidad de luz de la luminaria se dirige hacia el techo en ángulos por encima de la horizontal. Prácticamente, toda la luz efectiva en el plano de trabajo se refleja hacia abajo por el techo y en menor medida por las paredes. Ya que el techo es en realidad la fuente de luz, la iluminación producida es bastante difusa.

Aunque el alumbrado indirecto no es tan eficaz como algunos otros sistemas en términos puramente cuantitativos, su distribución uniforme, ausencia de sombras y de brillo reflejado, lo hacen frecuentemente el más recomendable para las oficinas, escuelas y otras aplicaciones similares.

Puesto que los acabados de la habitación tienen un papel importante, es necesario que tengan un color tan claro como sea posible y se mantengan en buenas condiciones. El techo deberá tener un acabado mate, si se quiere evitar la imagen reflejada de la fuente de luz. Ver figura 1.3.

1.4 METODOS O SISTEMAS DE ILUMINACION.

También los sistemas de iluminación han sido clasificados por los ingenieros de iluminación para reflejar el tipo de luz apropiada, y la disposición general de las luminarias. Estos sistemas son los siguientes: General, Local, General Localizado, Suplementario y Tarea Ambiental.

a) Iluminación General: Son sistemas de iluminación los cuales proveen una iluminancia uniforme aproximada en el plano de trabajo sobre el área entera. Las luminarias por lo regular, están colocadas simétricamente y encajadas a las características físicas del área. Son relativamente simples de instalar y no requieren coordinación con mobiliario o maquinaria que no esté en su lugar en el momento de la instalación. En las salas en las que no hay lugares preestablecidos para el trabajo, debe de usarse la iluminación general, la cual produce condiciones uniformes de visión. Probablemente la mayor ventaja del sistema de iluminación general es que permite mayor flexibilidad en la localización de las tareas.

b) Iluminación Local: Este sistema provee luz sobre un área relativamente pequeña ocupada por la tarea y los alrededores inmediatos. La iluminación puede ser de luminarias montadas cerca de la tarea o desde proyectores remotos. Es un medio económico de proporcionar alta luminancia sobre un área pequeña, y usualmente permite ciertos ajustes de la iluminación que encaje con los requerimientos individuales. Se recomienda iluminación localizada cuando:

CLASIFICACION DE LAS LUMINARIAS

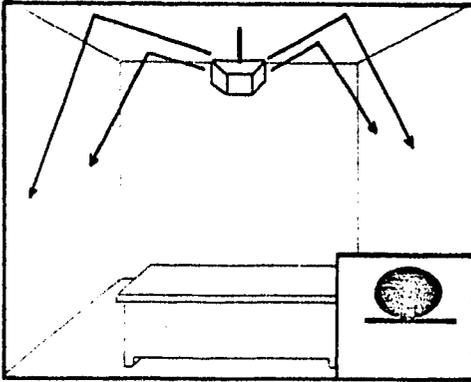
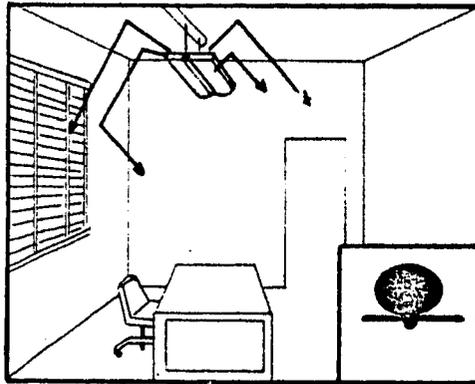


FIG. (D). INDIRECTA

FIG. (E) SEMI-INDIRECTA



CLASIFICACION DE LAS LUMINARIAS

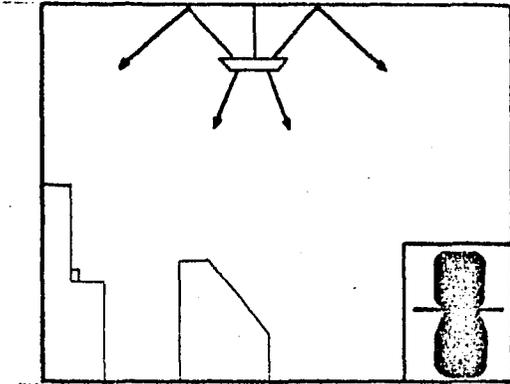


FIG.(C). GENERAL DIFUSA O DIRECTA - INDIRECTA

FIG.(B). SEMI-DIRECTA

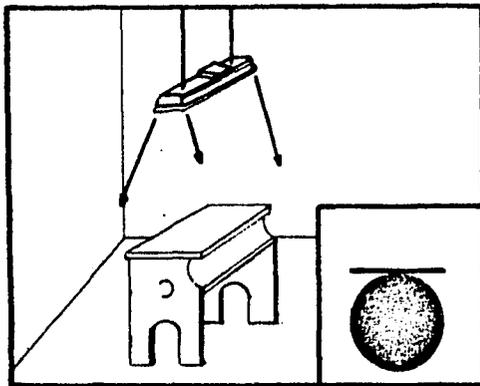
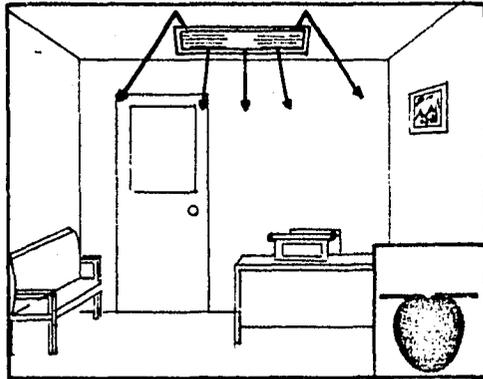


FIG.(A). DIRECTA

Figura. 1.3

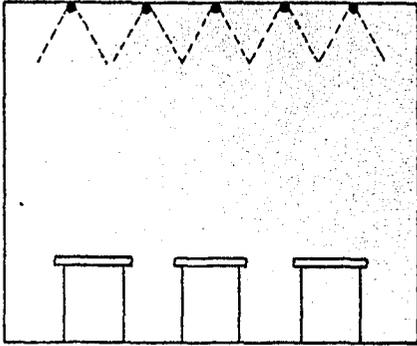
- El trabajo implique exigencias visuales muy críticas.
- La visión de formas y texturas requiera que la luz venga de una dirección precisa.
- La iluminación general no alcance a ciertas zonas, debido a los obstáculos existentes.
- Se necesite mayor nivel de iluminancia en beneficio de trabajadores de edad o trabajadores de rendimiento visual deficiente.
- Para conseguir comodidad visual en interiores donde normalmente no se realizan trabajos.

c) Iluminación General Localizada: Esta consiste en un arreglo funcional de las luminarias con relación a las tareas visuales o áreas de trabajo. También provee iluminación para el área entera del cuarto. Tiene la ventaja de una mejor iluminación en el área de trabajo y la oportunidad de localizar las luminarias; por lo que, las sombras desagradables, el resplandor directo y las reflexiones de sombras, son prevenidas o minimizadas.

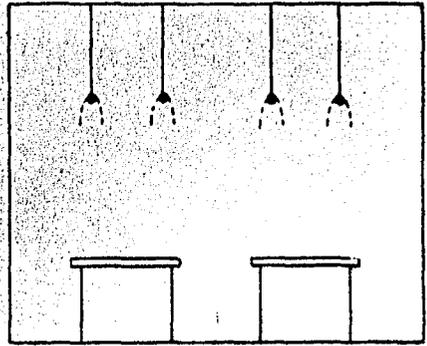
d) Iluminación Suplementaria: Proporciona una intensidad relativamente alta en puntos específicos de trabajo mediante un equipo de alumbrado directo combinado con la iluminación general o localizada. Con frecuencia es necesario cuando se trata de tareas visuales especiales, y cuando no se puede proporcionar mayor intensidad por ninguno de los otros métodos; asimismo, cuando se requiere luz de calidad direccional para ciertas operaciones de inspección. Se debe tener siempre gran cuidado de mantener una relación razonable entre las intensidades de alumbrado general y del suplementario, ya que una excesiva relación de brillos entre el punto de trabajo y los alrededores, crea unas condiciones desagradables para la visión.

e) Iluminación Tarea Ambiente: Este tipo de iluminación frecuentemente es construido en el mobiliario en un arreglo abierto de oficina. La luz de tareas están localizadas cerca de las áreas de trabajo y son suplementadas por iluminación de ambiente indirecta pegados al mobiliario y dirigido hacia el techo. Ver figura 1.4.

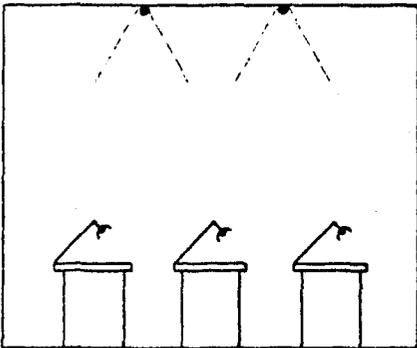
METODOS O SISTEMAS DE ILUMINACION



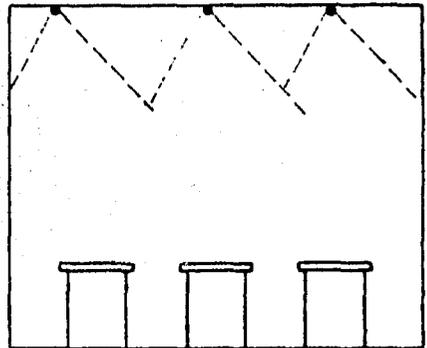
(A). ALUMBRADO GENERAL



(B). ALUMBRADO LOCAL



(C). ALUMBRADO GENERAL LOCALIZADO



(D). ALUMBRADO DIRECCIONAL

Figura. 1.4

CAPITULO II

ALUMBRADO DE OFICINAS

El propósito del alumbrado de oficinas es el de suministrar eficazmente la ejecución visual, ya que en esta área se llevan a cabo trabajos visuales durante largos períodos de tiempo. Este puede diseñarse de un modo más esquemático que el de otras instalaciones de alumbrado, porque:

- El número de tareas visuales es limitado y bien definido.
- El plano horizontal de trabajo tiene una altura constante (aproximadamente 0.75 metros), sobre el nivel del piso.
- La altura de techo es casi siempre la misma (aproximadamente 3 metros).

Los requisitos visuales para alumbrado de oficinas son los siguientes:

- Luminarias de baja luminancia.
- Ausencia de reflexiones en las superficies de las mesas de trabajo y papeles brillantes.
- Aspecto cromático y rendimiento en color agradables.

Para conseguir una visión confortable y eficiente, hay que controlar el entorno total de la visión, que incluye no sólo el equipo de alumbrado de oficinas, estos son:

11.1 CONTRASTE.

Es la valoración de la diferencia de aspecto de dos partes de un campo de visión, observada simultánea o sucesivamente. Para mejorar el rendimiento visual, la luminancia de los alrededores de la tarea visual debe ser en lo posible menor que la luminancia de la tarea misma, pero no inferior a $1/3$.

El grado de contraste se debe en parte a la relativa localización de los orígenes a iluminar, la tarea y los ojos. Cuando se examina una tarea visual, la imagen de una luminaria puede encontrarse reflejada en los detalles de una tarea, estos asumirán algo de brillantez de las superficies de la luminaria. Esta determinación de reducción de contraste, perjudica el deseo de visibilidad. Este efecto es frecuentemente llamado "Cubrimiento de Reflexiones".

El área en el techo donde un luminario causa la mayor parte de estas reflexiones es el término "Zona Turbulenta". En la oficina privada, las luminarias pueden estar colocadas eludiendo la "Zona Turbulenta". En áreas abiertas de oficina, en todo caso, trabajando el luminario en la zona turbulenta puede estar contribuyendo a otra calidad de alumbrado.

Los acabados mate son esenciales para minimizar el deslumbramiento reflejado. También es importante que las superficies verticales de los escritorios y los cajones de archivo, tengan acabados en el rango recomendado de reflectancias. Ya que ellos ocuparán generalmente una porción importante del campo visual. Por lo que, estas superficies reciben más iluminación que las superficies horizontales adyacentes, y el terminado de luz es necesario para hacerlo moderadamente más claro.

En las oficinas sólo pueden obtenerse condiciones confortables de visión si los brillos de las luminarias están limitados por una protección adecuada de la fuente de luz.

11.2 LUMINARIAS.

La mayor pérdida de luz puede atribuirse generalmente al polvo acumulado en la lámpara y en las superficies de la luminaria que deben controlar el flujo luminoso, ya sea por reflexión, refracción o difusión.

La cantidad de depreciación debido al polvo acumulado en estas superficies, depende de su ángulo de inclinación, acabado y temperatura; también el grado de ventilación, de si está construída a prueba

de polvo y de la contaminación existente en la atmósfera circundante.

La depreciación del rendimiento luminoso puede reducirse proyectando las luminarias más apropiadas a cada local. En luminarias con ventilación aparecen corrientes de convección que expulsan el polvo a través de las aberturas en la carcasa de la luminaria, eliminándolo de las superficies de reflexión. La figura 2.1 muestra curvas típicas de depreciación del rendimiento luminoso de varias clases de luminarias.

11.3 SUPERFICIES Y COLOR DE OFICINAS.

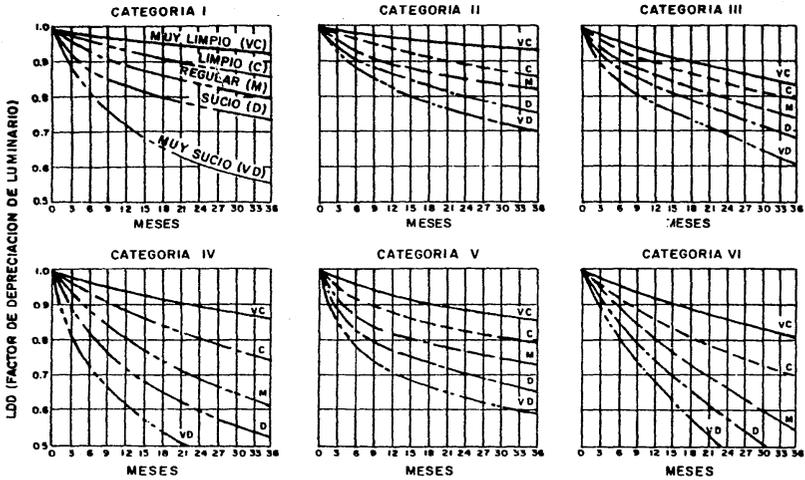
La gente tiende a responder a los colores que hay a su alrededor, y en la oficina donde trabajan se exponen a estar por largos períodos de tiempo, por lo que el color en ese medio ambiente puede tener un efecto positivo o negativo. Se pueden hacer oficinas pequeñas que se vean menos llenas; si las paredes, maderería y materiales colocados enfrente de paredes, tienen similar reflectancia en algún color. Un color contrastante, claro o un color oscuro de un solo color, puede ser usado como un punto o puntos en el cuarto. Estos pueden ser en las telas, la tapicería para sillas o sofás, o con cualquier decoración de pared, tal como las pinturas.

11.4 SISTEMA DE ALUMBRADO.

Todo el sistema de alumbrado interior es comprendido en una de las seis siguientes clasificaciones: Indirecto, Semi-directo, Directo (que ya se mencionaron en el capítulo 1).

La selección particular de los equipos de luminarias para la clasificación anterior, depende de un número de consideraciones físicas y estéticas, entre las cuales están:

CURVAS TÍPICAS DE DEPRECIACION DEL RENDIMIENTO LUMINOSO DE VARIAS CLASES DE LUMINARIAS



Categoría de mantenimiento	Parte superior	Parte inferior
I	1. Nada	1. Nada
II	1. Nada 2. Transparente con 15% o más de luz hacia arriba a través de las aberturas. 3. Translúcido con 15% o más de luz hacia arriba a través de las aberturas. 4. Opaco con 15% o más de luz hacia arriba a través de las aberturas.	1. Nada 2. Rejillas o reflectores.
III	1. Transparente con menos del 15% de luz hacia arriba a través de las aberturas. 2. Translúcido con menos del 15% de luz hacia arriba a través de las aberturas. 3. Opaco con menos del 15% de luz a través de las aberturas.	1. Nada 2. Rejillas o reflectores

Categoría de mantenimiento	Parte superior	Parte inferior
IV	1. Transparente sin aberturas. 2. Translúcido sin aberturas. 3. Opaco sin aberturas.	1. Nada 2. Rejillas
V	1. Transparente sin aberturas. 2. Translúcido sin aberturas. 3. Opaco sin aberturas.	1. Transparente sin aberturas 2. Translúcido sin aberturas 3. Opaco sin aberturas
VI	1. Nada 2. Transparente sin aberturas. 3. Translúcido sin aberturas. 4. Opaco sin aberturas.	1. Transparente sin aberturas 2. Translúcido sin aberturas 3. Opaco sin aberturas

Figura. 2.1

1. Altura y tipo de techo.
2. Dimensión del módulo del techo.
3. Deseo de apariencia en el techo.
4. Contraste de energía.
5. Requerimientos de protección de incendio de la estructura.
6. Limitación presupuestaria.
7. Programa de equipo de mantenimiento.

La iluminación uniforme puede no ser necesaria o poco deseable, tenerla en un espacio íntegro de oficina. Pero, si la densidad de las ocasiones de trabajo es alta, los niveles de alumbrado uniforme puede ser una técnica práctica de alumbrado.

Las disposiciones de alumbrado variable, pueden necesitar del uso flexible de conexiones de sistemas para volver a situar las luminarias del techo cuando las estaciones del trabajo sean móviles.

Dando una buena calidad de alumbrado y teniendo reducción directa de brillo, se proporciona uniformidad.

El ambiente de la luz, podría ser interpretada: por un aumento directo de luminarias, por luminarias indirectas suspendidas más abajo del techo o integrándolas a los muebles, o indirectamente poner libre una luminaria indirecta la cual ilumina el techo.

Los sistemas generalmente empleados en la tarea de un ambiente de alumbrado, son de acuerdo a la siguiente clasificación:

1. Tarea indirecta y ambiente directo.
2. Tarea indirecta y ambiente indirecto.
3. Tarea directa y ambiente indirecto.

a) Oficinas Abiertas: Son áreas abiertas de oficina las cuales usualmente acomodan trabajos en un espacio común sin divisiones de piso o techo. Para asegurar una amplitud de espacio satisfactoria y una buena iluminación, se deben seleccionar adecuadamente los acabados, colores y otros factores del medio ambiente.

Las oficinas abiertas pueden ser extremadamente flexibles en el medio ambiente, y permiten que los sistemas de alumbrado proporcionen confort al ejercicio de la tarea eficientemente para todas direcciones.

b) Oficinas Privadas: En oficinas privadas, en donde el escritorio es una localización fija, o el límite práctico de flexibilidad es un área pequeña, la iluminación horizontal, no es requerida. Se diseña el alumbrado adecuadamente cubriendo el área del escritorio y otras zonas de espacio de trabajo.

Las luminarias montadas en forma de "U", "L" o rectangular, proporcionan el alumbrado más eficaz y de mayor calidad para habitaciones de este tamaño. Deberán colocarse alrededor de las zonas reales de trabajo, de tal manera que no se produzca deslumbramiento reflejado en las mesas.

c) Cuartos de Dibujo: El requerimiento visual para dibujo, demanda alta calidad de iluminación ya que la discriminación de detalles finos, es frecuentemente requerida para períodos extensos de tiempo. La calidad es importante por lo que requiere que se le preste especial atención para minimizar el deslumbramiento directo descubriendo las reflexiones (deslumbramiento reflejado), y sombras a lo largo de los bordes de las escuadras, grados de obscurecimiento por lo largo de T cuadradas o la producida por las manos del dibujante. Se pueden encontrar buenas soluciones usando alumbrado indirecto o semi-indirecto, u otras formas de alumbrado de techos que controlen cuidadosamente la luminaria. El uso de mesas de dibujo casi verticales, puede reducir el problema de sombras y reflexiones. Cuando no pueden adoptarse sistemas de luminarias de techo, las sombras se pueden reducir situando las luminarias en las mesas de dibujo, de modo que quede un ángulo de 15 a 20 grados entre los bordes de éstas y el eje longitudinal de las luminarias.

d) Archivos: Los archivos presentan el problema particular de que las superficies de trabajo son verticales, inclinadas y horizontales. En actividades de áreas de archivo, probablemente el trabajo se prolonga y la tarea visual es más que un promedio de vigor. Cuando el cuarto primeramente se dedica a archivos, se hacen consideraciones en el diseño de luminarias, y se localizan para proporcionar iluminación sobre superficies verticales.

e) Cuartos de Descanso: No se requiere iluminación uniforme en el cuarto de reposo. Las luminarias serán localizadas para que den la suficiente luz en la cercanía del módulo para la iluminación adecuada de la cara. Otras luminarias serán localizadas, tal que su luz máxima se determine concentrada en las áreas de los orinales e instalaciones de tocador. La concentración de luz en estas áreas tiene una tendencia a fomentar más limpieza efectiva.

En la iluminación de los corredores se proporcionará por lo menos un quinto del nivel de iluminación de áreas adyacentes. La reflectancia en los acabados de paredes se valora igualmente o exceden esas áreas adyacentes. Las luminarias lineales orientadas en cruz en el corredor, generalmente hacen parecerlo espacioso. Las líneas continuas de luminarias, localizadas próximas a las orillas de pared proporcionan alta luminancia de pared; generalmente dan una percepción de espaciosidad. En los corredores, existe una trayectoria de salida por lo que se debe proporcionar alumbrado de emergencia.

Con esa proporción, iguales niveles de iluminación en los corredores de edificios, deberán proporcionarse en los elevadores. La iluminación en un elevador, siempre deberá estar conectada al edificio suministrando en caso de emergencia, la fuerza para ayudar a evitar el posible pánico en el incidente de la falta de energía.

f) Salón de Entrada: El alumbrado del medio ambiente será estéticamente agradable, complementa la arquitectura y cumple requerimientos primarios visuales. La iluminación proporcionará seguridad y tránsito atractivo para el exterior y el interior. Dando brillo o teniendo un buen diseño arquitectural, el edificio designado puede elegir materiales relucientes para el salón de entrada. Esto incluye máximo pulido, cromo, acero inoxidable, aluminio, espejos, cristales y cerámica. Las reflexiones en esos materiales serán consideradas cuando se establezca un sistema de alumbrado.

11.5 ELEMENTOS DE DISEÑO.

En el diseño de un sistema de alumbrado, lo primero que hay que tomar en cuenta es la creación de un medio ambiente visual agradable. El medio ambiente óptimo puede lograrse mediante la cooperación y esfuerzo del propietario, arquitecto, ingeniero y de los consultistas especializados para integrar todos los componentes del diseño para una solución final.

Deberán ser considerados los siguientes elementos:

1. Económicos: Establecimiento inicial y costo del ciclo de vida del sistema.
2. Energía: Determinar totalmente el consumo de energía en el sistema de iluminación.
3. Visibilidad en la tarea: Revisar las características de la tarea, localización de la tarea con respecto al luminario y luminaria fotométrica provistas de un sistema de iluminación segura, con adecuada iluminación y visibilidad.
4. Confort visual: Si se aplican y revisan los radios de luminancia se puede determinar la probabilidad de confort visual.
5. Arquitectura: Revisar la arquitectura del proyecto y la compatibilidad del sistema de alumbrado.
6. Color: Basarse en la selección de colores; en el rendimiento de color de las lámparas si se tienen previamente colores determinados; en la selección de lámparas y en el mejoramiento de color del área de tarea.

El costo anual del sistema de alumbrado puede ser comparado o considerado como:

1. Depreciación anual del costo inicial de instalación a través de un período selectivo de tiempo (10 a 20 años).
2. Costo de energía anual.
3. Mantenimiento anual de costos.

Es esencial trabajar con condiciones seguras en cualquier área de oficina, y deberá ser considerado el efecto de iluminación sobre la seguridad. La iluminación de emergencia garantiza la seguridad de los ocupantes de los edificios cuando el registro del sistema de alumbrado falla. Por lo que, el determinar el sistema de operación dará seguridad y confort en la permanencia de los ocupantes hasta que el alumbrado general pueda ser reestablecido.

La necesidad de energía para el funcionamiento de instalaciones de alumbrado en los edificios de oficinas representa el 40% de la necesidad total de energía del edificio; debido a esta circunstancia se aplican otras instalaciones técnicas, tales como los sistemas de refrigeración y climatización que dependen en gran medida de las instalaciones de alumbrado (este tema ya no entra dentro de nuestro estudio).

Para un empleo más eficiente de la energía en las instalaciones de alumbrado, se han considerado los siguientes defectos que tienen las instalaciones normales:

- a) La elevación de los gastos de inversión ocasionan que se desatendan los gastos de explotación y conservación de las instalaciones de alumbrado, y consecuentemente, se utilizan unas luminarias relativamente caras y con poco rendimiento.
- b) La exigencia en cuanto a flexibilidad de los grandes locales, provoca que en cada lugar se den las mismas condiciones de iluminación.
- c) La intensidad de iluminación de los lugares de trabajo no se reducen, por ejemplo, en los casos de enfermedad, ausencia o vacaciones.

d) La intensidad de iluminación en las zonas próximas a las ventanas aún cuando no se esperan contrastes de luminancia perturbadores, no se reduce con la influencia de la luz diurna.

La mejora del rendimiento de las luminarias, así como la posibilidad de que se prevenga sobre el funcionamiento de las instalaciones, deben estar en un primer plano en los estudios sobre el ahorro de energía. En el alumbrado individual, al estudiar los puntos antes mencionados y las ideas que se tienen para evaluar los lugares de trabajo de los grandes locales, se podrían dividir las instalaciones de alumbrado en dos componentes.

En la primera se trata de tomar en cuenta las exigencias del alumbrado general o de tráfico; la segunda trata de conseguir las condiciones visuales óptimas en el lugar de trabajo y a su alrededor.

Para que se realicen estas instalaciones, existen varias opciones:

1. El alumbrado general con una potencia de 300 a 500 lux se produce por luminarias integradas en el techo. Los puntos de luz necesarios para los lugares de trabajo se instalan flexiblemente colgados del techo o como luces de escritorio. Para poder ajustarse a esta flexibilidad en la disposición de las luces, se debe instalar en el techo, en el piso o en forma de carriles, entre el techo y el piso; unos sistemas de conexión.
2. Las luminarias para el alumbrado general se disponen como luces indirectas, debajo del techo, siendo la superficie del techo la superficie de reflexión. Las luces para el alumbrado individual de trabajo se configuran en la forma descrita en el punto (1).
3. Las dos componentes del alumbrado se unen como elemento integrante del lugar de trabajo. Para la iluminación general, se toma nuevamente la superficie del cielo raso como superficie de reflexión.

Estos sistemas de alumbrado presentan la siguiente ventaja, en comparación con los usuales:

- Los costos de explotación se reducen bastante, ya que la disponibilidad local y temporal de la luz, sólo es necesaria para el alumbrado general; es decir, el alumbrado del lugar de trabajo sólo es utilizado en caso de necesidad.

CAPITULO III

CONDICIONES DE DISEÑO

Al efectuar un proyecto de una instalación eléctrica, se deben tomar en cuenta muchos factores que son de suma importancia; el objeto de este estudio es el analizar uno de ellos que es: la carga de alumbrado y como consecuencia el costo de energía.

La carga de alumbrado se puede expresar como:

$$\text{Carga de alumbrado} = \text{Número de lámparas} \times \text{Potencia de cada lámpara (watts)}$$

De tal manera, que el número de lámparas se puede expresar por medio de la siguiente expresión:

$$N.L. = \frac{NI \times S}{\phi_L \times FM \times CU}$$

donde:

NI = Nivel de Iluminación (Lux)

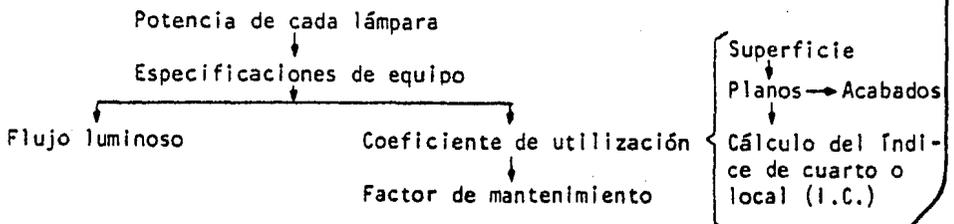
S = Superficie (m²)

ϕ_L = Flujo luminoso (Lumens)

FM = Factor de Mantenimiento

CU = Coeficiente de Utilización

y la Potencia de cada lámpara está en función de:



Como se puede apreciar, los factores de las expresiones anteriores se interrelacionan en cierta manera, por lo que para poder comprenderlos es necesario saber cómo están definidos. A continuación se irán explicando cada uno de los elementos que componen la expresión para el cálculo del Número de Lámparas.

III.1 NIVEL DE ILUMINACION (N.I.)

Se define como "la cantidad de energía luminosa de una superficie".

Como el ojo humano tiene la capacidad de funcionar sobre una amplia gama de niveles de iluminación, por ejemplo: cuando con algún esfuerzo se puede leer un libro a la luz de la luna, y con cierta molestia se puede leer el mismo libro a plena luz del sol. La luz de la luna proveería solamente 1/100 luxes sobre la página, mientras que el sol de verano podría proveer 107,650,000 luxes. Esta es una variación un millón a uno en el nivel de iluminación. Sin embargo, no es aconsejable tratar de ver en condiciones críticas sobre una gama tan amplia de iluminación. En un día soleado de verano a pocas personas les gustaría leer un libro con una iluminación de 10,765 luxes sobre la página, pero podría leerlo cómodamente a la sombra de un árbol, donde el nivel de iluminación sería aproximadamente 5,382,500 luxes.

El Nivel de Iluminación es sólo una de las características de las instalaciones luminosas, muchas otras consideraciones importantes entran en juego en el proyecto de un ambiente visual completamente satisfactorio. Sin embargo, es obvio que sin la exigencia básica de una iluminación adecuada, es decir, sin un nivel de iluminación suficiente, no se puede llevar a cabo ninguna tarea visual de un modo correcto, rápido, seguro y fácil.

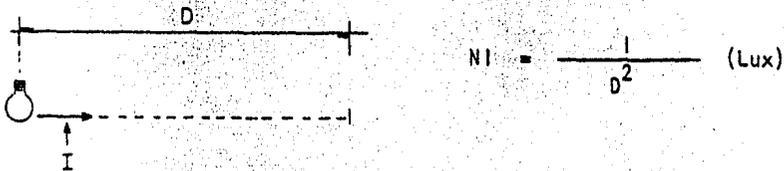
Se usan varios métodos para determinar la cantidad de iluminación que se necesita para satisfacer de la mejor manera posible requisitos específicos.

El Nivel de Iluminación se puede obtener por medio de dos métodos según sea el tipo de distribución luminosa, que son:

a) Método de punto por punto.

El método de punto por punto, se usa para un local donde se requiera una distribución luminosa no uniforme (ver figura 3.2) sobre un plano de trabajo, es decir, para calcular el Nivel de Iluminación en un punto originado por la acción de la energía luminosa que a él llega. Este método también se aplica en los cálculos para iluminación exterior donde no hay ni paredes ni techos que puedan causar reflejos internos, y se basa en:

Ley de "la inversa del cuadro de la distancia".

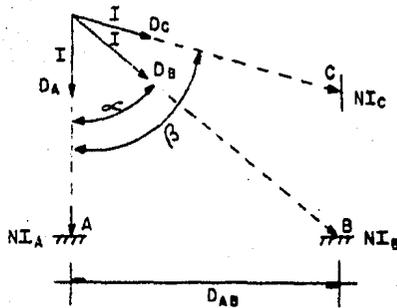


donde:

I = Intensidad de la fuente (candelas)

D = Distancia (metros)

si la superficie no es perpendicular a la dirección de la radiación:



Ley del coseno:

$$NI_A = \frac{I}{D_A^2}$$

$$NI_B = \frac{I}{D_B^2} \cos \alpha; \text{ pero } \cos \alpha = \frac{D_A}{D_B} = D_B = \frac{D_A}{\cos \alpha}$$

al sustituirla en NI_B : $NI_B = \frac{I}{D_A^2 / \cos^2 \alpha} = \cos^3 \alpha$

$$NI_B = \frac{I}{D_A^2} \cos^3 \alpha$$

Otra forma en la que se puede obtener NI_B es:

$$NI_B = \frac{I \cos \alpha}{D_A^2 + D_{AB}^2}$$

$$NI_C = \frac{I}{D_C^2} \text{ sen } \beta$$

Se utiliza el Nomograma para el cálculo de iluminación punto por punto. El determinar el ángulo de incidencia (θ) y la distancia del luminario - al punto a iluminar puede ser muy laborioso; la fórmula básica es:

$$\text{Luxes} = \frac{cd}{D^2} (\cos \theta)$$

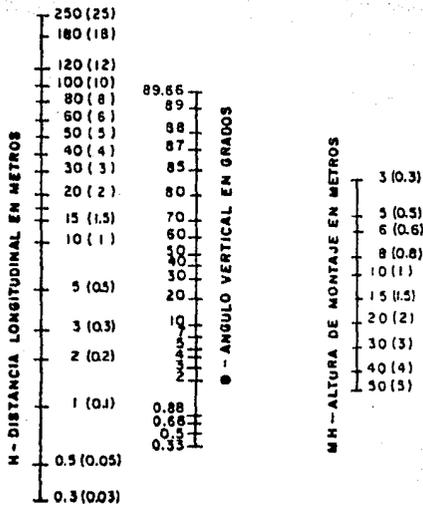
pero se puede expresar también en función de la altura de montaje del luminario (MH)

$$\cos \theta = \frac{MH}{D} \quad \text{ó} \quad D = \frac{MH}{\cos \theta}$$

$$\text{Luxes} = \frac{c^d}{(MH)^2} \cos^3 \theta$$

Esta fórmula se utiliza también para calcular la iluminación en superficies verticales, sustituyendo la distancia horizontal por la altura de montaje (MH).

Todos los valores pueden ser calculados por el Nomograma de la figura 3.1., a excepción de las candelas del luminario.



NOMOGRAMA

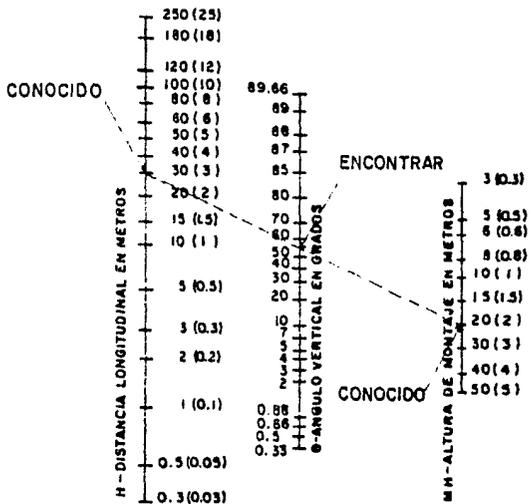
Figura. 3.1.

EJEMPLO 1 :

CALCULAR EL ANGULO VERTICAL (θ) SI TENEMOS LOS SIGUIENTES DATOS:

ALTURA DE MONTAJE = 20 METROS

DISTANCIA LONGITUDINAL = 30 METROS



EL ANGULO VERTICAL ES

$$\theta = 56^\circ$$

b) Método de Lúmenes:

El método de Lúmenes, se usa para un local donde se requiera una distribución luminosa uniforme (ver figura 3), este método proporciona el Nivel de Iluminación promedio en un espacio aplicando la fórmula:

$$NI = \frac{ELI_s}{S} = \frac{\text{Lumens}}{m^2} = \text{LUX}$$

donde:

ELI_s = Energía luminosa incidente en una superficie.

S = Superficie.

que está afectada por varios factores los cuales deben ser calculados - adecuadamente.

Para determinar el número de luxes que llegan al plano de trabajo u otra superficie, hay que tomar en cuenta las pérdidas de luz ocurridas entre - la fuente y la superficie y también que la salida de lúmenes de la lámpara no se mantiene igual a su valor inicial.

Es por esto, que es necesario determinar el tipo de trabajo que se desarrollará en el local, y así poder obtener la cantidad y calidad de luz - requerida.

La Sociedad de Ingeniería de Iluminación (IES), indica los niveles de - iluminación recomendados por trabajos específicos (ver tabla 3.1).

La determinación de N.I. esta en función del uso del local → TABLAS

III.2 COEFICIENTE DE UTILIZACION (C.U.)

Se define como "la relación entre la Energía luminosa Incidente en una superficie (ELI_s) y la Energía Luminosa Emitida por la lámpara (EEL_L), es decir, los lúmenes que alcanzan el plano de trabajo entre los lúmenes totales generados por la lámpara.

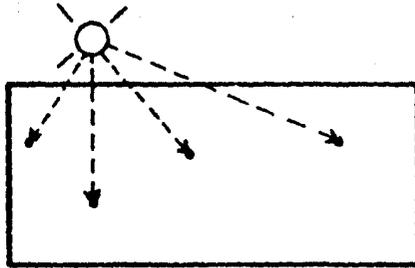


FIG. 3.2 DISTRIBUCION LUMINOSA NO UNIFORME

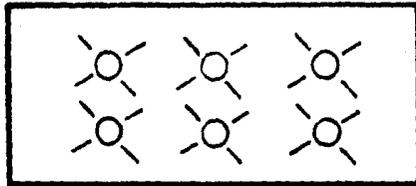


FIG. 3.3 DISTRIBUCION LUMINOSA UNIFORME

NIVELES DE ILUMINACION EN MEXICO

O F I C I N A S	L U X E S	
	I. E. S. 99%	S. M. I. I. 95%
PROYECTOS Y DISEÑOS	2000	1100
CONTABILIDAD, AUDITORIA, MAQUINAS DE CONTABILIDAD.	1500	900
TRABAJOS ORDINARIOS DE OFICINA SELECCION DE CORRESPONDENCIA ARCHIVADO. ACTIVO O CONTINUO	1000	600
ARCHIVO INTERMINENTE O DESCONTINUADO	700	400
SALA DE CONFERENCIAS, ENTREVISTAS, SALAS DE RECESO, ARCHIVOS DE POCO USO O SEAN LAS AREAS EN LAS CUALES NO SE EXIGE LA FIJACION DE LA VISTA EN FORMA PROLONGADA	300	200

TABLA. 3.1.

$$C.U. = \frac{E L I_s}{E L E_L}$$

Esta relación es fácil de comprender cuando vemos cómo las diferentes direcciones de la luz son reflejadas en los techos, paredes y pisos. A causa de las múltiples reflexiones que tiene lugar dentro de un local, una parte de la energía luminosa pasa hacia abajo a través del plano - imaginario de trabajo más de una vez, por lo que en algunas circunstancias el coeficiente de utilización puede sobrepasar la unidad.

El coeficiente de utilización depende de:

a) Dimensiones del local, es decir, si se tiene un local rectangular, cuadrado, etc. (ver figura 3.4).

b) Tipo de sistema de iluminación: (ver figura 3.5).

c) Reflexión de superficies: éste va a ser bueno si se tiene una pared en color claro y bajo, cuando es un color oscuro (ver figura 3.6).

El coeficiente de utilización se encuentra en los datos técnicos proporcionados por el fabricante para el luminario que se usará. Existen algunos métodos con los cuales se puede determinar el coeficiente de utilización - que pueden ser:

1.- Índice de cuarto

2.- Cavidad zonal

por lo que, según sea el método utilizado se empleará la tabla adecuada.

A continuación se explicarán los métodos antes mencionados:

1.- Índice de cuarto o local: Para calcular el índice de cuarto, éste depende del tipo de sistema de iluminación, y estos son:

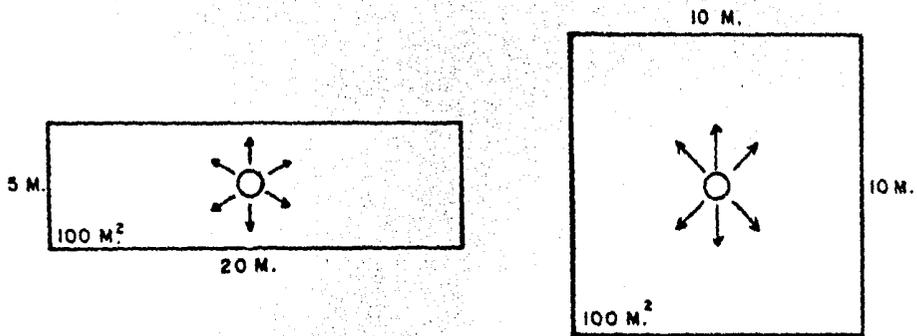


FIG. 3.4

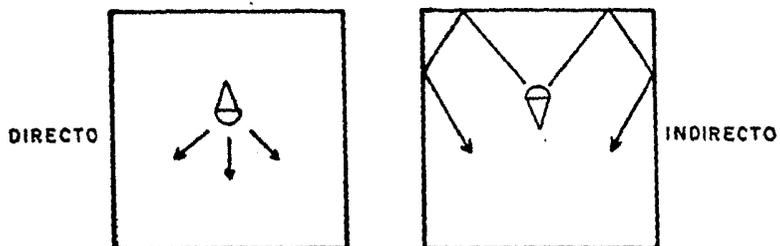


FIG. 3.5

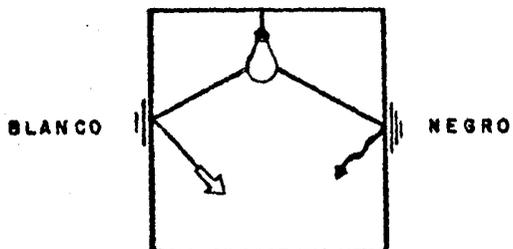


FIG. 3.6

- Alumbrado Directo y Semi-directo:

$$IC = \frac{\text{Largo} \times \text{Ancho}}{\text{Altura de montaje (largo + Ancho)}}$$

- Alumbrado Indirecto y Semi-Indirecto:

$$IC = \frac{3 \times \text{Largo} \times \text{Ancho}}{2 \times \text{Altura de montaje (largo + Ancho)}}$$

Durante muchos años, se usaron letras del alfabeto para designar el efecto de las dimensiones del local en la determinación del coeficiente de utilización. Estas letras son llamadas el índice del local. Cada letra corresponde a una gama de valores numéricos de la relación del local. De esta manera, conocido ya el valor del índice de cuarto nos dirigimos a la siguiente tabla para encontrar el índice del local.

Índice del Local	Índice de Cuarto
J	menos de 0.7
I	0.7 - 0.9
H	0.9 - 1.12
G	1.12 - 1.38
F	1.38 - 1.75
E	1.75 - 2.25
D	2.25 - 2.75
C	2.75 - 3.5
B	3.5 - 4.5
A	más de 4.5

Otra forma de obtener el índice del local es por medio de la tabla 3.2

INDICE DEL LOCAL

(CLASIFICACION DE LOCALES DE ACUERDO CON SUS DIMENSIONES)

ANCHO DEL LOCAL (M.)	LARGO DEL LOCAL (M.)	ALTURA DE TECHO EN METROS													
		PARA ALUMBRADO SEMI-INDIRECTO E INDIRECTO													
		2.75	3.20	3.65	4.10	4.55	5.00	5.50	6.40	7.30	8.25	10.05	11.90	14.65	19.20
		ALTURA DE MONTAJE SOBRE EL SUELO EN METROS													
		PARA ALUMBRADO DIRECTO, SEMI-DIRECTO, DIRECTO-INDIRECTO Y GENERAL DIFUSO													
		2.15	2.45	2.75	3.05	3.35	3.65	3.95	4.55	5.20	5.80	7.00	8.25	10.05	13.10
2.45	3.05	H	I	J	J	J	J								
	3.65	H	I	I	J	J	J	J							
	4.26	G	H	I	J	J	J	J							
	4.87	G	H	I	I	J	J	J							
	5.48	G	H	I	I	J	J	J	J						
	6.10	G	H	I	I	J	J	J	J	J					
	7.30	G	H	H	I	J	J	J	J	J	J				
	9.15	F	G	H	I	I	J	J	J	J	J	J			
	10.65	F	G	H	I	I	J	J	J	J	J	J	J		
	12.20	F	G	H	I	I	I	J	J	J	J	J	J	J	
15.25	F	G	H	H	I	I	J	J	J	J	J	J	J	J	
3.05	3.05	H	H	I	J	J	J	J							
	3.65	G	H	I	I	J	J	J							
	4.26	G	H	I	I	J	J	J	J						
	4.87	F	H	H	I	I	J	J	J	J					
	5.48	F	G	H	I	I	J	J	J	J	J				
	6.10	F	G	H	I	I	J	J	J	J	J	J			
	7.30	F	G	H	H	I	I	J	J	J	J	J	J		
	9.15	F	G	H	H	I	I	I	J	J	J	J	J	J	
	10.65	F	F	G	H	H	I	I	I	J	J	J	J	J	J
	12.20	F	F	G	H	H	I	I	I	J	J	J	J	J	J
	15.25	E	F	G	H	H	I	I	I	J	J	J	J	J	J
	18.30	E	F	G	G	H	H	I	I	J	J	J	J	J	J
	21.35	E	F	G	G	H	H	H	I	J	J	J	J	J	J
3.65	3.65	G	H	H	I	I	J	J	J						
	4.26	F	G	H	I	I	J	J	J	J					
	4.87	F	G	H	H	I	I	J	J	J					
	5.48	F	G	H	H	I	I	J	J	J	J				
	6.10	F	G	H	H	I	I	J	J	J	J	J			
	7.30	F	G	G	H	H	I	I	J	J	J	J	J		
	9.15	E	F	G	G	H	H	I	I	J	J	J	J	J	
	10.65	E	F	G	G	H	H	H	I	J	J	J	J	J	J
	12.20	E	F	F	G	H	H	H	I	J	J	J	J	J	J
	15.25	E	F	F	G	G	H	H	H	I	J	J	J	J	J
	18.30	E	F	F	G	G	H	H	H	I	J	J	J	J	J
21.35	D	E	F	G	G	H	H	H	I	J	J	J	J	J	
24.40	D	E	F	F	G	G	H	H	I	J	J	J	J	J	
30.50	D	E	F	F	G	G	H	H	I	J	J	J	J	J	

TABLA Nº 3.2

INDICE DEL LOCAL

(CLASIFICACION DE LOCALES DE ACUERDO CON SUS DIMENSIONES)

ANCHO DEL LOCAL (M.)	LARGO DEL LOCAL (M.)	ALTURA DE TECHO EN METROS														
		PARA ALUMBRADO SEMI-INDIRECTO E INDIRECTO														
		2.75	3.20	3.65	4.10	4.55	5.00	5.50	6.40	7.30	8.25	10.05	11.90	14.65	19.20	
		ALTURA DE MONTAJE SOBRE EL SUELO EN METROS														
		PARA ALUMBRADO DIRECTO, SEMI-DIRECTO, DIRECTO-INDIRECTO Y GENERAL DIFUSO														
		2.15	2.45	2.75	3.05	3.35	3.65	3.95	4.55	5.20	5.80	7.00	8.25	10.05	13.10	
4.25	4.26	F	G	H	H	I	I	J	J	J						
	4.87	F	G	H	H	I	I	J	J	J						
	5.48	F	F	G	H	H	I	I	J	J	J					
	6.10	E	F	G	H	H	I	I	J	J	J					
	7.30	E	F	G	G	H	H	I	I	J	J					
	9.15	E	F	F	G	H	H	I	I	J	J					
	10.65	E	E	F	G	G	H	H	I	J	J	J				
	12.20	D	E	F	G	G	H	H	I	I	J	J	J			
	15.25	D	E	F	F	G	G	H	H	I	I	J	J	J		
	18.30	D	E	F	F	G	G	H	H	I	I	J	J	J		
4.85	4.87	E	F	G	H	H	I	I	J	J	J					
	5.48	E	F	G	H	H	I	I	J	J	J					
	6.10	E	F	G	H	H	I	I	J	J	J					
	7.30	E	F	G	G	H	H	I	I	J	J					
	9.15	D	E	F	F	G	H	H	I	J	J	J				
	10.65	D	E	F	F	G	G	H	H	I	J	J	J			
	12.20	C	E	E	F	F	G	G	H	I	J	J	J			
	15.25	C	E	E	F	F	G	G	H	I	J	J	J			
	18.30	C	D	E	F	F	G	G	H	H	I	J	J	J		
	21.35	C	D	E	F	F	G	G	H	H	I	J	J	J		
5.50	5.48	E	F	F	G	H	H	I	I	J	J					
	6.10	E	F	F	G	H	H	I	I	J	J					
	7.30	D	E	F	G	G	H	H	I	J	J	J				
	9.15	D	E	F	F	G	G	H	H	I	J	J				
	10.65	D	E	F	F	G	G	H	H	I	J	J	J			
	12.20	C	D	E	F	F	G	G	H	H	I	J	J	J		
	15.25	C	D	E	F	F	G	G	H	H	I	J	J	J		
	18.30	C	D	E	F	F	G	G	H	H	I	J	J	J		
	21.35	C	D	E	F	F	G	G	H	H	I	J	J	J		
	24.40	C	D	D	E	E	F	F	F	F	H	H	J	J	J	J
30.50	C	C	D	D	E	E	F	F	F	H	H	J	J	J	J	
36.60	C	C	D	D	E	E	F	F	F	H	H	J	J	J	J	

TABLA N° 3.2

INDICE DEL LOCAL

(CLASIFICACION DE LOCALES DE ACUERDO CON SUS DIMENSIONES)

ANCHO DEL LOCAL (M.)	LARGO DEL LOCAL (M.)	ALTURA DE TECHO EN METROS															
		PARA ALUMBRADO SEMI-INDIRECTO E INDIRECTO															
		2.75	3.20	3.65	4.10	4.55	5.00	5.50	6.40	7.30	8.25	10.05	11.90	14.65	19.20	23.75	28.35
		ALTURA DE MONTAJE SOBRE EL SUELO EN METROS															
		PARA ALUMBRADO DIRECTO, SEMI-DIRECTO, DIRECTO-INDIRECTO Y GENERAL DIFUSO															
		2.15	2.45	2.75	3.05	3.35	3.65	3.95	4.55	5.20	5.80	7.00	8.25	10.05	13.10	16.15	19.20
6.10	6.10	F	G	G	H	H	I	J	J	J							
	7.30	D	E	F	F	G	I	H	I	J							
	9.15	D	E	E	F	F	G	G	H	I	J	J					
	10.65	C	D	E	E	F	F	G	H	I	J	J	J				
	12.20	C	D	E	E	F	F	G	H	I	J	J	J	J			
	15.25	C	D	E	E	F	F	G	H	I	J	J	J	J	J		
	18.30	C	D	D	E	E	F	F	G	H	H	I	J	J	J	J	
	21.35	C	C	D	E	E	F	F	G	H	H	I	J	J	J	J	J
	24.40	B	C	D	E	E	F	F	G	H	H	I	J	J	J	J	J
	30.50	B	C	D	E	E	F	F	G	H	H	I	J	J	J	J	J
7.30	6.10	B	C	D	D	E	E	F	F	G	H	I	J	J	J	J	J
	7.30	D	E	E	F	F	G	G	H	I	I	J	J	J	J	J	J
	9.15	C	D	E	E	F	F	G	H	H	I	J	J	J	J	J	J
	10.65	C	D	E	E	F	F	G	H	H	I	J	J	J	J	J	J
	12.20	C	D	E	E	F	F	G	H	H	I	J	J	J	J	J	J
	15.25	B	C	D	E	E	F	F	G	H	H	I	J	J	J	J	J
	18.30	B	C	D	D	E	E	F	F	G	H	H	I	J	J	J	J
	21.35	B	C	D	D	E	E	F	F	G	H	H	I	J	J	J	J
	24.40	B	C	C	D	E	E	F	F	G	H	H	I	J	J	J	J
	30.50	B	B	C	C	D	D	E	E	F	F	H	I	J	J	J	J
9.15	6.10	B	B	C	C	D	D	E	E	F	F	H	I	J	J	J	J
	7.30	A	B	C	C	D	D	E	E	F	F	H	H	J	J	J	J
	9.15	C	D	D	E	E	F	F	G	H	H	I	J	J	J	J	J
	10.65	B	C	D	E	E	F	F	G	H	H	I	J	J	J	J	J
	12.20	B	C	D	D	E	E	F	F	G	H	H	I	J	J	J	J
	15.25	B	C	C	D	E	E	F	F	G	H	H	I	J	J	J	J
	18.30	B	B	C	C	D	D	E	E	F	F	H	H	I	J	J	J
	21.35	A	B	C	C	D	D	E	E	F	F	H	H	I	J	J	J
	24.40	A	B	C	C	D	D	E	E	F	F	H	H	I	J	J	J
	30.50	A	B	B	C	C	D	D	E	E	F	H	H	I	J	J	J

TABLA N° 3.2

INDICE DEL LOCAL

(CLASIFICACION DE LOCALES DE ACUERDO CON SUS DIMENSIONES)

ANCHO DEL LOCAL (M.)	LARGO DEL LOCAL (M.)	ALTURA DE TECHO EN METROS																	
		PARA ALUMBRADO SEMI-INDIRECTO E INDIRECTO																	
		2.75	3.20	3.65	4.10	4.55	5.00	5.50	6.40	7.30	8.25	10.05	11.90	14.65	19.20	23.75	28.35		
		ALTURA DE MONTAJE SOBRE EL SUELO EN METROS																	
PARA ALUMBRADO DIRECTO, SEMI-DIRECTO, DIRECTO-INDIRECTO Y GENERAL DIFUSO																			
		2.15	2.45	2.75	3.05	3.35	3.65	3.95	4.55	5.20	5.80	7.00	8.25	10.05	13.10	16.15	19.20		
10.65	10.65	B	C	D	D	E	E	F	F	G	H	I	I	J					
	12.20	B	C	D	D	E	E	F	F	G	H	I	I	J					
	15.25	B	B	C	D	D	E	E	F	F	G	H	I	J	J				
	18.30	A	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G	H	I	J	J			
	21.35	A	B	B	C	D	D	E	E	F	F	G	H	I	J	J			
	24.40	A	B	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G	H	I	J	J		
	30.50	A	A	B	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G	H	I	J		
	36.60	A	A	B	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G	H	I	J		
12.20	42.70	A	A	B	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G	H	I	J		
	12.20	B	B	C	D	D	E	E	F	F	G	H	I	J	J				
	15.25	A	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G	H	I	J	J			
	18.30	A	B	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G	H	I	J	J		
	21.35	A	A	B	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G	H	I	J		
	24.40	A	A	B	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G	H	I	J		
	30.50	A	A	A	B	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G	H	I		
	36.60	A	A	A	B	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G	H	I		
15.25	42.70	A	A	A	B	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G	H	I		
	15.25	A	A	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G	H	I	J	J		
	18.30	A	A	B	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G	H	I	J		
	21.35	A	A	B	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G	H	I	J		
	24.40	A	A	B	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G	H	I	J		
	30.50	A	A	A	B	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G	H	I		
	36.60	A	A	A	A	B	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G	H		
	51.80	A	A	A	A	A	B	B	B	C	C	D	D	E	E	F	F		
18.30	60.95	A	A	A	A	A	B	B	B	C	C	D	D	E	E	F	F		
	18.30	A	A	A	B	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G	H	I		
	21.35	A	A	A	B	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G	H	I		
	24.40	A	A	A	A	B	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G	H		
	30.50	A	A	A	A	B	B	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G		
	36.60	A	A	A	A	A	B	B	B	C	C	D	D	E	E	F	F		
	42.70	A	A	A	A	A	B	B	B	C	C	D	D	E	E	F	F		
	51.80	A	A	A	A	A	A	B	B	B	C	C	D	D	E	E	F		
24.40	60.95	A	A	A	A	A	A	B	B	B	C	C	D	D	E	E	F		
	24.40	A	A	A	A	B	B	B	C	D	D	E	E	F	F	G	H		
	42.70	A	A	A	A	A	A	A	B	B	B	C	C	D	E	F	G		
	60.95	A	A	A	A	A	A	A	A	B	B	B	C	C	D	E	F		
	30.50	A	A	A	A	A	A	A	A	B	B	B	C	C	D	E	F		
	45.70	A	A	A	A	A	A	A	A	A	B	B	B	C	C	D	E		
	60.95	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	B	B	B	C	C	D		
	36.60	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	B	B	B	C	C		
36.60	48.80	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	B	B	B	C	C	D		
	60.95	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	B	B	B	C	C	D		

TABLA N° 3.2

Ahora, para ver por qué la form. del local afecta la utilización de la luz, vamos a considerar los dos locales representados en la figura 3.7. Primero, se supondrá que en ambos locales se usa el mismo tipo de luminaria y la distancia de instalación entre ellas es también la misma. Como se podrá ver, la iluminación sobre el plano de trabajo no es igual en ambos casos. Las paredes altas del cuarto B absorben un porcentaje mayor de lúmenes que las paredes del cuarto A. Como resultado, en un caso la iluminación sobre el plano de trabajo es menor que en el otro y la razón para esto, es la diferencia de forma y altura de los locales.

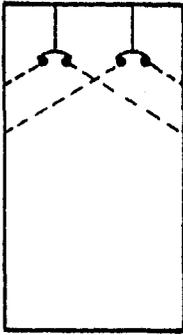
2.- Cavidad Zonal:

El método de cavidad zonal es el recomendado por la Sociedad de Ingeniería de Iluminación (IES), para los cálculos de iluminación interior uniformemente distribuido sobre superficies horizontales; donde la luz es reflejada por los techos, paredes y pisos. Este método, asume que cada local está constituido por tres diferentes zonas o cavidades en donde se calculan los niveles de iluminación promedio horizontales a través de un espacio.

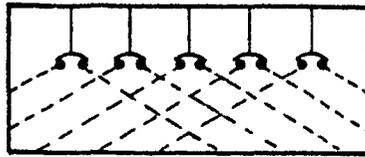
Estas zonas o cavidades son las siguientes:

a) Cavidad de techo: Es el área medida desde el plano del luminario al techo. Para luminarios colgantes existirá una cavidad de techo, para luminarios colocados directamente en el techo o empotrarlos en el mismo no existirá cavidad de techo.

b) Cavidad de local: Es el espacio entre el plano de trabajo donde se desarrolla la tarea y la parte inferior del luminario (altura de montaje), el plano de trabajo se encuentra localizado normalmente arriba del nivel del piso. En algunos casos, donde el plano de trabajo es considerado al nivel del piso, el espacio desde el luminario al piso se considera como cavidad del local.



A



B

(A) UNA MAYOR PROPORCION DE LA EMISION LUMINOSA DE UNA LAMPARA ES ABSORBIDA POR LAS PAREDES DE UN LOCAL ALTO Y ANGOSTO (B) QUE EN UN LOCAL ANCHO Y DE TECHO BAJO.

Figura. 3.7.

c) Cavidad de piso: Se considera desde el piso a la parte superior - del plano de trabajo, o bien, el nivel donde se realiza la tarea específica. Para áreas de oficina, esta distancia es aproximadamente de 76 - cms.

En la figura 3.8 se muestra el espaciamiento relativo de las cavidades del local, techo y piso, así como la "altura de montaje" de las luminarias.

La teoría considerada en este método de cálculo de iluminación, es - que la luz producida por una lámpara o luminaria es reflejada por todas las superficies del área. Las reflexiones múltiples de la luz desde el luminario y desde las superficies del local, actúan para producir la - luz en el plano de trabajo.

El cálculo de las relaciones de cavidad es:

$$RCL = \text{Relación de cavidad del local} = \frac{5 \times \text{Altura (Largo + Ancho)}}{\text{Largo} \times \text{Ancho}}$$

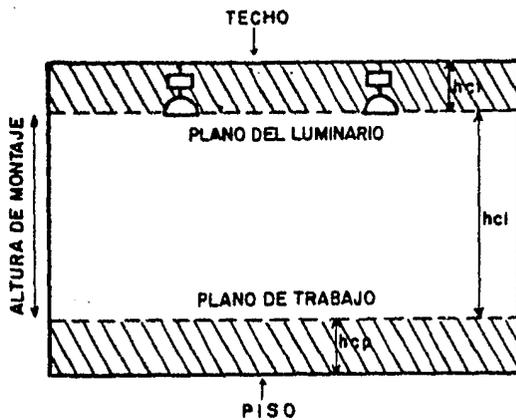
donde:

Altura = Altura de cavidad de local, piso o techo.

Otra forma de obtener ésta, es por medio de la tabla 3.3 donde se ilustran las relaciones de cavidad correspondientes a las diferentes dimensiones del local.

Este procedimiento permite el cálculo de los valores del coeficiente de utilización tomando en consideración lo siguiente:

- 1.- Longitud ilimitada de los soportes de las lámparas colgantes.
- 2.- Alturas diferentes de los planos de trabajo.
- 3.- Reflejos diferentes por encima y por debajo de las luminarias
- 4.- Obstrucciones en la cavidad del techo y en el espacio por - debajo del plano de trabajo.



h_{ct} = ALTURA DE LA CAVIDAD DE TECHO

h_{cl} = ALTURA DE LA CAVIDAD DEL LOCAL

h_{cp} = ALTURA DE LA CAVIDAD DE PISO

Figura 3.8.

RELACIONES DE CAVIDAD

DIMENSIONES DEL LOCAL		PROFUNDIDAD DE CAVIDAD									
ANCHO	LARGO	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	5.0	6.0	7.0
8	8	1.2	1.9	2.5	3.1	3.7	4.4	5.0	6.2	7.5	8.6
	10	1.1	1.7	2.2	2.8	3.4	3.9	4.5	5.0	6.7	7.9
	14	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.4	3.9	4.9	5.9	6.9
	20	0.9	1.3	1.7	2.2	2.6	3.1	3.5	4.4	5.2	6.1
	30	0.8	1.2	1.6	2.0	2.4	2.8	3.2	4.0	4.7	5.5
	40	0.7	1.1	1.5	1.9	2.3	2.6	3.0	3.7	4.5	5.3
10	10	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	5.0	6.0	7.0
	14	0.9	1.3	1.7	2.1	2.6	3.0	3.4	4.3	5.1	6.0
	20	0.7	1.1	1.5	1.9	2.3	2.6	3.0	3.7	4.5	5.3
	30	0.7	1.0	1.3	1.7	2.0	2.3	2.7	3.3	4.0	4.7
	40	0.6	0.9	1.2	1.6	1.9	2.2	2.5	3.1	3.7	4.4
	60	0.6	0.9	1.2	1.5	1.7	2.0	2.3	2.9	3.5	4.1
12	12	0.8	1.2	1.7	2.1	2.5	2.9	3.3	4.2	5.0	5.8
	16	0.7	1.1	1.5	1.8	2.2	2.5	2.9	3.6	4.4	5.1
	24	0.6	0.9	1.2	1.6	1.9	2.2	2.5	3.1	3.7	4.4
	36	0.6	0.8	1.1	1.4	1.7	1.9	2.2	2.8	3.3	3.9
	50	0.5	0.8	1.0	1.3	1.5	1.8	2.1	2.6	3.1	3.6
	70	0.5	0.7	1.0	1.2	1.5	1.7	2.0	2.4	2.9	3.4
14	14	0.7	1.1	1.4	1.8	2.1	2.5	2.9	3.6	4.3	5.0
	20	0.6	0.9	1.2	1.5	1.8	2.1	2.4	3.0	3.6	4.2
	30	0.5	0.8	1.0	1.3	1.6	1.8	2.1	2.6	3.1	3.7
	42	0.5	0.7	1.0	1.2	1.4	1.7	1.9	2.4	2.9	3.3
	60	0.4	0.7	0.9	1.1	1.3	1.5	1.8	2.2	2.6	3.1
	90	0.4	0.6	0.8	1.0	1.2	1.4	1.6	2.0	2.5	2.9
17	17	0.6	0.9	1.2	1.5	1.8	2.1	2.3	2.9	3.5	4.1
	25	0.5	0.7	1.0	1.2	1.5	1.7	2.0	2.5	3.0	3.5
	35	0.4	0.7	0.9	1.1	1.3	1.5	1.7	2.2	2.6	3.1
	50	0.4	0.6	0.8	1.0	1.2	1.4	1.6	2.0	2.4	2.8
	80	0.4	0.5	0.7	0.9	1.1	1.2	1.4	1.8	2.1	2.5
	120	0.3	0.5	0.7	0.8	1.0	1.2	1.3	1.7	2.0	2.3

TABLA Nº 3.3

RELACIONES DE CAVIDAD

DIMENSIONES DEL LOCAL		PROFUNDIDAD DE CAVIDAD									
ANCHO	LARGO	8	9	10	11	12	14	16	20	25	30
8	8	10.0	11.2	12.5							
	10	9.0	10.1	11.3	12.4						
	14	7.8	8.8	9.7	10.7	11.7					
	20	7.0	7.9	8.8	9.6	10.5	12.2				
	30	6.3	7.1	7.9	8.7	9.5	11.0				
	40	5.9	6.5	7.4	8.1	8.8	10.3	11.8			
10	10	8.0	9.0	10.0	11.0	12.0					
	14	6.9	7.8	8.6	9.5	10.4	12.0				
	20	6.0	6.8	7.5	8.3	9.0	10.5	12.0			
	30	5.3	6.0	6.6	7.3	8.0	9.4	10.6			
	40	5.0	5.6	6.2	6.9	7.5	8.7	10.0	12.5		
	60	4.7	5.3	5.9	6.5	7.1	8.2	9.4	11.7		
12	12	6.7	7.5	8.4	9.2	10.0	11.7				
	16	5.8	6.5	7.2	8.0	8.7	10.2	11.6			
	24	5.0	5.6	6.2	6.9	7.5	8.7	10.0	12.5		
	36	4.4	5.0	5.5	6.0	6.6	7.8	8.8	11.0		
	50	4.1	4.6	5.1	5.6	6.2	7.2	8.2	10.2		
	70	3.9	4.4	4.9	5.4	5.8	6.8	7.8	9.7	12.2	
14	14	5.7	6.4	7.1	7.8	8.5	10.0	11.4			
	20	4.9	5.5	6.1	6.7	7.3	8.6	9.8	12.3		
	30	4.2	4.7	5.2	5.8	6.3	7.3	8.4	10.5		
	42	3.8	4.3	4.7	5.2	5.7	6.7	7.6	9.5	11.9	
	60	3.5	3.9	4.4	4.8	5.2	6.1	7.0	8.8	10.1	
	90	3.3	3.7	4.1	4.5	5.0	5.8	6.6	8.3	10.3	12.4
17	17	4.7	5.3	5.9	6.5	7.0	8.2	9.4	11.7		
	25	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	7.0	8.0	10.0	12.5	
	35	3.5	3.9	4.4	4.8	5.2	6.1	7.0	8.7	10.9	
	50	3.1	3.5	3.9	4.3	4.5	5.4	6.7	7.7	9.7	11.6
	80	2.9	3.3	3.6	4.0	4.3	5.1	5.8	7.2	9.0	10.9
	120	2.7	3.0	3.4	3.7	4.0	4.7	5.4	6.7	8.4	10.1

TABLA Nº 3.3

RELACIONES DE CAVIDAD

DIMENSIONES DEL LOCAL		PROFUNDIDAD DE CAVIDAD									
ANCHO	LARGO	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	5.0	6.0	7.0
19	20	0.5	0.7	1.0	1.2	1.5	1.7	2.0	2.5	3.0	3.5
	30	0.4	0.6	0.8	1.0	1.2	1.5	1.7	2.1	2.5	2.9
	45	0.4	0.5	0.7	0.9	1.1	1.3	1.4	1.8	2.2	2.5
	60	0.3	0.5	0.7	0.8	1.0	1.2	1.3	1.7	2.0	2.3
	90	0.3	0.5	0.6	0.8	0.9	1.1	1.2	1.5	1.8	2.1
	150	0.3	0.4	0.6	0.7	0.8	1.0	1.1	1.4	1.7	2.0
24	24	0.4	0.6	0.8	1.0	1.2	1.5	1.7	2.1	2.5	2.9
	32	0.4	0.5	0.7	0.9	1.1	1.3	1.5	1.8	2.2	2.6
	50	0.3	0.5	0.6	0.8	0.9	1.1	1.2	1.5	1.8	2.2
	70	0.3	0.4	0.6	0.7	0.8	1.0	1.1	1.4	1.7	2.0
	100	0.3	0.4	0.5	0.6	0.8	0.9	1.0	1.3	1.6	1.8
	160	0.2	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	1.0	1.2	1.4	1.7
30	30	0.3	0.5	0.7	0.8	1.0	1.2	1.3	1.7	2.0	2.3
	45	0.3	0.4	0.6	0.7	0.8	1.0	1.1	1.4	1.7	1.9
	60	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.9	1.0	1.2	1.5	1.7
	90	0.2	0.3	0.4	0.6	0.7	0.8	0.9	1.1	1.3	1.6
	150	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	1.0	1.2	1.4
	200	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	1.0	1.1	1.3
36	36	0.3	0.4	0.6	0.7	0.8	1.0	1.1	1.4	1.7	1.9
	50	0.2	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	1.0	1.2	1.4	1.7
	75	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	1.0	1.2	1.4
	100	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.1	1.3
	150	0.2	0.3	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.9	1.0	1.2
	200	0.2	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	1.0	1.1
42	42	0.2	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	1.0	1.2	1.4	1.6
	60	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	1.0	1.2	1.4
	90	0.2	0.3	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.9	1.0	1.2
	140	0.2	0.2	0.3	0.4	0.5	0.5	0.6	0.8	0.9	1.1
	200	0.1	0.2	0.3	0.4	0.4	0.5	0.6	0.7	0.9	1.0
	300	0.1	0.2	0.3	0.3	0.4	0.5	0.5	0.7	0.8	0.9

TABLA Nº 3.3

RELACIONES DE CAVIDAD

DIMENSIONES DEL LOCAL		PROFUNDIDAD DE CAVIDAD									
ANCHO	LARGO	8	9	10	11	12	14	16	20	25	30
19	20	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	7.0	8.0	10.0	12.5	
	30	3.3	3.7	4.1	4.5	4.9	5.8	6.6	8.2	10.3	12.4
	45	2.9	3.3	3.6	4.0	4.3	5.1	5.8	7.2	9.1	10.9
	60	2.7	3.0	3.4	3.7	4.0	4.7	5.4	6.7	8.4	10.1
	90	2.4	2.7	3.0	3.3	3.6	4.2	4.8	6.0	7.5	9.0
	150	2.3	2.6	2.9	3.2	3.4	4.0	4.6	5.7	7.2	8.6
24	24	3.3	3.7	4.1	4.5	5.0	5.8	6.7	8.2	10.3	12.4
	32	2.9	3.3	3.6	4.0	4.3	5.1	5.8	7.2	9.0	11.0
	50	2.5	2.8	3.1	3.4	3.7	4.4	5.0	6.2	7.8	9.4
	70	2.2	2.5	2.8	3.0	3.3	3.8	4.4	5.5	6.9	8.2
	100	2.1	2.4	2.6	2.9	3.1	3.7	4.2	5.2	6.5	7.9
	160	1.9	2.1	2.4	2.6	2.8	3.3	3.8	4.7	5.9	7.1
30	30	2.7	3.0	3.3	3.7	4.0	4.7	5.4	6.7	8.4	10.0
	45	2.2	2.5	2.7	3.0	3.3	3.8	4.4	5.5	6.9	8.2
	60	2.0	2.2	2.5	2.7	3.0	3.5	4.0	5.0	6.2	7.4
	90	1.8	2.0	2.2	2.5	2.7	3.1	3.6	4.5	5.6	6.7
	150	1.6	1.8	2.0	2.2	2.4	2.8	3.2	4.0	5.0	5.9
	200	1.5	1.7	1.9	2.0	2.2	2.6	3.0	3.7	4.7	5.6
36	36	2.2	2.5	2.8	3.0	3.3	3.9	4.4	5.5	6.9	8.3
	50	1.9	2.1	2.5	2.6	2.9	3.3	3.8	4.8	5.9	7.2
	75	1.6	1.8	2.0	2.3	2.5	2.9	3.3	4.1	5.1	6.1
	100	1.5	1.7	1.9	2.1	2.3	2.6	3.0	3.8	4.7	5.7
	150	1.4	1.6	1.7	1.9	2.1	2.4	2.8	3.5	4.3	5.2
	200	1.3	1.5	1.6	1.8	2.0	2.3	2.6	3.3	4.1	4.9
42	42	1.9	2.1	2.4	2.6	2.8	3.3	3.8	4.7	5.9	7.1
	60	1.6	1.8	2.0	2.2	2.4	2.8	3.2	4.0	5.0	6.0
	90	1.4	1.6	1.7	1.9	2.1	2.4	2.8	3.5	4.4	5.2
	140	1.2	1.4	1.5	1.7	1.9	2.2	2.5	3.1	3.9	4.6
	200	1.1	1.3	1.4	1.6	1.7	2.0	2.3	2.9	3.6	4.3
	300	1.1	1.3	1.4	1.5	1.7	1.9	2.2	2.8	3.5	4.2

TABLA Nº 3.3

RELACIONES DE CAVIDAD

DIMENSIONES DEL LOCAL		PROFUNDIDAD DE CAVIDAD									
ANCHO	LARGO	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	5.0	6.0	7.0
50	50	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	1.0	1.2	1.4
	70	0.2	0.3	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.9	1.0	1.2
	100	0.1	0.2	0.3	0.4	0.4	0.5	0.6	0.7	0.9	1.0
	150	0.1	0.2	0.3	0.3	0.4	0.5	0.5	0.7	0.8	0.9
60	60	0.2	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	1.0	1.7
	100	0.1	0.2	0.3	0.3	0.4	0.5	0.5	0.7	0.8	0.9
	150	0.1	0.2	0.2	0.3	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8
	300	0.1	0.1	0.2	0.2	0.3	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
75	75	0.1	0.2	0.3	0.3	0.4	0.5	0.5	0.7	0.8	0.9
	120	0.1	0.2	0.2	0.3	0.3	0.4	0.4	0.5	0.6	0.8
	200	0.1	0.1	0.2	0.2	0.3	0.3	0.4	0.5	0.5	0.6
	300	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.4	0.5	0.6
100	100	0.1	0.1	0.2	0.2	0.3	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
	200	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.3	0.3	0.4	0.4	0.5
	300	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.4	0.5
150	150	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.4	0.5
	300		0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3
200	200		0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3
	300		0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.3
300	300			0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2
500	500					0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1

TABLA Nº 3.3

RELACIONES DE CAVIDAD

DIMENSIONES DEL LOCAL		PROFUNDIDAD DE CAVIDAD									
ANCHO	LARGO	8	9	10	11	12	14	16	20	25	30
-50	50	1.6	1.8	2.0	2.2	2.4	2.8	3.2	4.0	5.0	6.0
	70	1.4	1.5	1.7	1.9	2.0	2.4	2.7	3.4	4.3	5.1
	100	1.2	1.3	1.5	1.6	1.8	2.1	2.4	3.0	3.7	4.5
	150	1.1	1.2	1.3	1.5	1.6	1.9	2.1	2.7	3.3	4.0
60	60	1.3	1.5	1.7	1.8	2.0	2.3	2.7	3.3	4.2	5.0
	100	1.1	1.2	1.3	1.5	1.6	1.9	2.1	2.7	3.3	4.0
	150	0.9	1.0	1.2	1.3	1.4	1.6	1.9	2.3	2.9	3.5
	300	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.4	1.6	2.0	2.5	3.0
75	75	1.1	1.2	1.3	1.5	1.6	1.9	2.1	2.7	3.3	4.0
	120	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3	1.5	1.7	2.2	2.7	3.3
	200	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.3	1.5	1.8	2.3	2.7
	300	0.7	0.7	0.8	0.9	1.0	1.2	1.3	1.7	2.1	2.5
100	100	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.4	1.6	2.0	2.5	3.0
	200	0.6	0.7	0.7	0.8	0.9	1.0	1.2	1.5	1.9	2.2
	300	0.5	0.6	0.7	0.7	0.8	0.9	1.1	1.3	1.7	2.0
150	150	0.5	0.6	0.7	0.7	0.8	0.9	1.1	1.3	1.7	2.0
	300	0.4	0.5	0.5	0.6	0.6	0.7	0.8	1.0	1.2	1.5
200	200	0.4	0.5	0.5	0.6	0.6	0.7	0.8	1.0	1.2	1.5
	300	0.3	0.4	0.4	0.5	0.5	0.6	0.7	0.8	1.0	1.2
300	300	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4	0.5	0.5	0.6	0.7	0.8
500	500	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.4	0.5	0.6

TABLA Nº 3.3

7.- Formas de locales formadas por más de un rectángulo.

8.- Areas divididas dentro de un amplio local.

La luz producida por una lámpara o luminario es reflejada por todas - las superficies del área. Las reflexiones múltiples de la luz desde el luminario y desde las superficies del local actúan para producir la luz en el plano de trabajo. Debido a este hecho, es muy importante determinar las reflectancias del local referente a:

- a) Techo.
- b) Paredes.
- c) Pisos.

La tabla 3.4 nos da valores de reflectancias recomendadas por el IES - con los valores de reflectancias anotados en la tabla 3.4 y los valores de las relaciones de cavidad del piso o del techo se obtienen los porcentajes de reflectancia efectiva. Ver tabla 3.5, 3.6 y 3.7

III.3 FLUJO LUMINOSO (θ_L):

El flujo luminoso se define como "la radiación o energía radiada que - es capaz de causar directamente la sensación visual".

Cuando se establecen los niveles de iluminación, debe tenerse en cuenta que el flujo luminoso emitido por las lámparas, decrece con el tiempo, no sólo en función de su promedio de vida, sino también a causa del depósito de polvo y suciedad que tiene lugar sobre ellas.

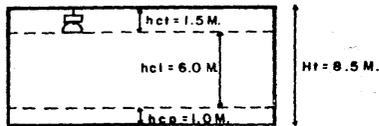
Parte del flujo luminoso emitido por una lámpara es absorbido por la - luminaria en la cual está instalada y no contribuye al nivel de iluminación del local. El resto del flujo de la lámpara es radiado: una parte hacia arriba y otra hacia abajo, es decir, por encima y por debajo de un plano horizontal que pase por el centro de la lámpara.

Ejemplo 2

CALCULAR CAVIDAD DEL LOCAL, DE TECHO Y DEL PISO
CON LOS SIGUIENTES DATOS:

DIMENSIONES DEL LOCAL : LONGITUD = 150.00 M.
ANCHO = 30.00 M.
ALTURA = 6.50 M.
ALTURA DEL PLANO DE TRABAJO = 1.00 M.
ALTURA DE MONTAJE DEL LUMINARIO = 6.00 M.

SOLUCION:



UTILIZANDO LA RELACION DE CAVIDAD SE TIENE:

$$\text{RELACION DE CAVIDAD DE TECHO} = \frac{5 \times 1.5 (30 + 150)}{30 \times 150} = 0.3$$

$$\text{RELACION DE CAVIDAD DE LOCAL} = \frac{5 \times 6 (30 + 150)}{30 \times 150} = 1.2$$

$$\text{RELACION DE CAVIDAD DE PISO} = \frac{5 \times 1 (30 + 150)}{30 \times 150} = 0.2$$

$$R_{ct} = 0.3, \quad R_{cl} = 1.2, \quad R_{cp} = 0.2$$

ESTOS FACTORES TAMBIEN PUEDEN SER ENCONTRADOS POR MEDIO DE LA TABLA 3.3

TABLA 3.3 RELACIONES DE CAVIDADES

DIMENSIONES DEL LOCAL		PROFUNDIDAD DE CAVIDAD																			
ANCHO	LARGO	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	5.0	6.0	7.0	8	9	10	11	12	14	16	20	25	30
30	30	0.3	0.5	0.7	0.8	1.0	1.2	1.3	1.7	2.0	2.3	2.7	3.0	3.3	3.7	4.0	4.7	5.4	6.7	8.4	10.0
	45	0.3	0.4	0.6	0.7	0.8	1.0	1.1	1.4	1.7	1.9	2.2	2.5	2.7	3.0	3.3	3.8	4.4	5.3	6.9	8.2
	60	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	1.0	1.2	1.5	1.7	2.0	2.2	2.5	2.7	3.0	3.5	4.0	5.0	6.2	7.4
	90	0.2	0.3	0.4	0.6	0.7	0.8	0.9	1.1	1.3	1.6	1.8	2.0	2.2	2.5	2.7	3.1	3.6	4.5	5.8	6.7
	150	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	1.0	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0	2.2	2.4	2.8	3.2	4.0	5.0	5.9
200		0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	1.0	1.1	1.3	1.5	1.7	1.9	2.0	2.2	2.6	3.0	3.7	4.7	5.8

COMO RESULTADOS SE OBTENDRIAN:

DADO ANCHO = 30 M. $h_{cp} = 1.0 \text{ M.}$ $R_{cp} = 0.2$
 CON: $h_{ct} = 1.5 \text{ M.}$ $R_{ct} = 0.3$
 $h_{cl} = 6.0 \text{ M.}$ $R_{cl} = 1.2$

VALORES DE REFLECTANCIAS RECOMENDADAS
POR EL I.E.S.

SUPERFICIE	OFICINAS	PLANTAS INDUSTRIALES	ESCUELAS	RESIDENCIAS	HOSPITALES
TECHO	80 - 92	80 - 90	70 - 90	60 - 90	80 - 92
PAREDES	40 - 60	40 - 60	40 - 60	35 - 60	40 - 60
PISOS	21 - 37	20 - 40	30 - 50	15 - 35	20 - 40

TABLA. 3.4.

PORCENTAJE DE LAS REFLECTANCIAS EFECTIVAS DE TECHO O PISO PARA VARIAS COMBINACIONES DE REFLECTANCIAS

% DE REFLECTANCIA BASE *	10										0									
	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0
% DE REFLECTANCIA DE PARED RELACION DE CAVIDAD																				
0.2	11	11	11	10	10	10	10	09	09	09	02	02	02	01	01	01	01	00	00	00
0.4	12	11	11	11	11	10	10	09	09	08	04	03	03	02	02	02	01	01	00	00
0.6	13	13	12	11	11	10	10	09	08	08	05	05	04	03	03	02	02	01	01	00
0.8	15	14	13	12	11	10	10	09	08	07	07	06	05	04	04	03	02	02	01	00
1.0	16	14	13	12	12	11	10	09	08	07	08	07	06	05	04	03	02	02	01	00
1.2	17	15	14	13	12	11	10	09	07	06	10	08	07	06	05	04	03	02	01	00
1.4	18	16	14	13	12	11	10	09	07	06	11	09	08	07	06	04	03	02	01	00
1.6	19	17	15	14	12	11	09	08	07	06	12	10	09	07	06	05	03	02	01	00
1.8	19	17	15	14	13	11	09	08	06	05	13	11	09	08	07	05	04	03	01	00
2.0	20	18	16	14	13	11	09	08	06	05	14	12	10	09	07	05	04	03	01	00
2.2	21	19	16	14	13	11	09	07	06	05	15	13	11	09	07	06	04	03	01	00
2.4	22	19	17	15	13	11	09	07	06	05	16	13	11	09	08	06	04	03	01	00
2.6	23	20	17	15	13	11	09	07	06	04	17	14	12	10	08	06	05	03	02	00
2.8	23	20	18	16	13	11	09	07	05	03	17	15	13	10	08	07	05	03	02	00
3.0	24	21	18	16	13	11	09	07	05	03	18	16	13	11	09	07	05	03	02	00
3.2	25	21	18	16	13	11	09	07	05	03	19	16	14	11	09	07	05	03	02	00
3.4	26	22	18	16	13	11	09	07	05	03	20	17	14	12	09	07	05	03	02	00
3.6	25	22	19	16	13	11	09	06	04	03	20	17	15	12	10	08	05	04	02	00
3.8	27	23	19	17	14	11	09	06	04	02	21	18	15	12	10	08	05	04	02	00
4.0	27	23	20	17	14	11	09	06	04	02	22	18	15	13	10	08	05	04	02	00
4.2	28	24	20	17	14	11	09	06	04	02	22	19	16	13	10	08	06	04	02	00
4.4	28	24	20	17	14	11	08	06	04	02	23	19	16	13	10	08	06	04	02	00
4.6	29	25	20	17	14	11	08	06	04	02	23	20	17	13	11	08	06	04	02	00
4.8	29	25	20	17	14	11	08	06	04	02	24	20	17	14	11	08	06	04	02	00
5.0	30	25	20	17	14	11	08	06	04	02	25	21	17	14	11	08	06	04	02	00
6.0	31	26	21	18	14	11	08	06	03	01	27	23	18	15	12	09	06	04	02	00
7.0	32	27	21	17	13	11	08	06	03	01	28	24	19	15	12	09	06	04	02	00
8.0	33	27	21	17	13	10	07	05	03	01	30	25	20	15	12	09	06	04	02	00
9.0	34	28	21	17	13	10	07	05	02	01	31	25	20	15	12	09	06	04	02	00
10.0	34	28	21	17	12	10	07	05	02	01	31	25	20	15	12	09	06	04	02	00

* Techo, piso, o piso de la cavidad.
Cortesía IES Handbook

TABLA Nº 3.5

PORCENTAJE DE LAS REFLECTANCIAS EFECTIVAS DE TECHO O PISO PARA VARIAS COMBINACIONES DE REFLECTANCIAS

% DE REFLECTANCIA BASE *	30										20									
	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0
0.2	31	31	30	30	29	29	29	28	28	27	21	20	20	20	20	19	19	19	17	17
0.4	31	31	30	30	29	28	28	27	26	25	22	21	20	20	19	19	18	18	16	16
0.6	32	31	30	29	28	27	26	26	25	23	23	21	21	20	19	19	18	18	17	15
0.8	32	31	30	29	28	26	25	25	23	22	24	22	21	20	19	19	18	17	16	14
1.0	33	32	30	29	27	25	24	23	22	20	25	23	22	20	19	18	17	16	15	13
1.2	33	32	30	28	27	25	23	22	21	19	25	23	22	20	19	17	17	16	14	12
1.4	34	32	30	28	26	24	22	21	19	18	26	24	22	20	18	17	16	15	13	12
1.6	34	33	29	27	25	23	22	20	18	17	26	24	22	20	18	17	16	15	13	11
1.8	35	33	29	27	25	23	21	19	17	16	27	25	23	20	18	17	15	14	12	10
2.0	35	33	29	26	24	22	20	18	16	14	28	25	23	20	18	16	15	13	11	09
2.2	36	32	29	26	24	22	19	17	15	13	28	25	23	20	18	16	14	12	10	09
2.4	36	32	29	26	24	22	19	16	14	12	29	26	23	20	18	16	14	12	10	08
2.6	36	32	29	25	23	21	18	16	14	12	29	26	23	20	18	16	14	11	09	08
2.8	37	33	29	25	23	21	17	15	13	11	30	27	23	20	18	15	13	11	09	07
3.0	37	33	29	25	22	20	17	15	12	10	30	27	23	20	17	15	13	11	09	07
3.2	37	33	29	25	22	19	16	14	12	10	31	27	23	20	17	15	12	11	09	06
3.4	37	33	29	25	22	19	16	14	11	09	31	27	23	20	17	15	12	10	08	06
3.6	38	33	29	24	21	18	15	13	10	09	32	27	23	20	17	15	12	10	08	05
3.8	38	33	28	24	21	18	15	13	10	08	32	28	23	20	17	15	12	10	07	05
4.0	38	33	28	24	21	18	14	12	09	07	33	28	23	20	17	14	11	09	07	05
4.2	38	33	28	24	20	17	14	12	09	07	33	28	23	20	17	14	11	09	07	04
4.4	39	33	28	24	20	17	14	11	09	06	34	28	24	20	17	14	11	09	07	04
4.6	39	33	28	24	20	17	13	10	08	06	34	29	24	20	17	14	11	09	07	04
4.8	39	33	28	24	20	17	13	10	08	05	35	29	24	20	17	13	10	08	06	04
5.0	39	33	28	24	19	16	13	10	08	05	35	29	24	20	16	13	10	08	06	04
6.0	39	33	27	23	18	15	11	09	06	04	36	30	24	20	15	13	10	08	05	02
7.0	40	33	26	22	17	14	10	08	05	03	36	30	24	20	15	12	09	07	04	03
8.0	40	33	26	21	16	13	09	07	04	02	37	30	23	19	15	12	08	06	03	01
9.0	40	33	25	20	15	12	09	07	04	02	37	29	23	19	14	11	08	06	03	01
10.0	40	32	24	19	14	11	08	06	03	01	37	29	22	18	13	10	07	05	03	01

* Techo, piso, o piso de la cavidad. TABLA N° 3.5

Cortesía IES Handbook

PORCENTAJE DE LAS REFLECTANCIAS EFECTIVAS DE TECHO O PISO PARA VARIAS COMBINACIONES DE REFLECTANCIAS

% DE REFLECTANCIA BASE *	50										40									
	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0
0.2	50	50	49	49	48	48	47	46	46	44	40	40	39	39	39	38	38	37	36	36
0.4	50	49	48	48	47	46	45	45	44	42	41	40	39	39	38	37	36	35	34	34
0.6	50	48	47	46	45	44	43	42	41	38	41	40	39	38	37	36	34	33	32	31
0.8	50	48	47	45	44	42	40	39	38	36	41	40	38	37	36	35	33	32	31	29
1.0	50	48	46	44	43	41	38	37	36	34	42	40	38	37	35	33	32	31	29	27
1.2	50	47	45	43	41	39	36	35	34	29	42	40	38	36	34	32	30	29	27	25
1.4	50	47	45	42	40	38	35	34	32	27	42	39	37	35	33	31	29	27	25	23
1.6	50	47	44	41	39	36	33	32	30	26	42	39	37	35	32	30	27	25	23	22
1.8	50	46	43	40	38	35	31	30	28	25	42	39	36	34	31	29	26	24	22	21
2.0	50	46	43	40	37	34	30	28	26	24	42	39	36	34	31	28	25	23	21	19
2.2	50	46	42	38	36	33	29	27	24	22	42	39	36	33	30	27	24	22	19	18
2.4	50	46	42	37	35	31	27	25	23	21	43	39	35	33	29	27	24	21	18	17
2.6	50	46	41	37	34	30	26	23	21	20	43	39	35	32	29	26	23	20	17	15
2.8	50	46	41	36	33	29	25	22	20	19	43	39	35	32	28	25	22	19	16	14
3.0	50	45	40	36	32	28	24	21	19	17	43	39	35	31	27	24	21	18	16	13
3.2	50	44	39	35	31	27	23	20	18	16	43	39	35	31	27	23	20	17	15	13
3.4	50	44	39	35	30	26	22	19	17	15	43	39	34	30	26	23	20	17	14	12
3.6	50	44	39	34	29	25	21	18	16	14	44	39	34	30	26	22	19	16	14	11
3.8	50	44	38	34	29	25	21	17	15	13	44	38	33	29	25	22	18	16	13	10
4.0	50	44	38	33	28	24	20	17	15	12	44	38	33	29	25	21	18	15	12	10
4.2	50	43	37	32	28	24	20	17	14	12	44	38	33	29	24	21	17	15	12	10
4.4	50	43	37	32	27	23	19	16	13	11	44	38	33	28	24	20	17	14	11	09
4.6	50	43	36	31	26	22	18	15	13	10	44	38	32	28	23	19	16	14	11	08
4.8	50	43	36	31	26	22	18	15	12	09	44	38	32	27	22	19	16	13	10	08
5.0	50	42	35	30	25	21	17	14	12	09	45	38	31	27	22	19	15	13	10	07
6.0	50	42	34	29	23	19	15	13	10	06	44	37	30	25	20	17	13	11	08	05
7.0	49	41	32	27	21	18	14	11	08	05	44	36	29	24	19	16	12	10	07	04
8.0	49	40	30	25	19	16	12	10	07	03	44	35	28	23	18	15	11	09	06	03
9.0	48	39	29	24	18	15	11	09	07	03	44	35	26	21	16	13	10	08	05	02
10.0	47	37	27	22	17	14	10	08	06	02	43	34	25	20	15	12	08	07	05	02

* Techo, piso, o piso de la cavidad.
Cortesía IES Handbook.

TABLA Nº 3.5

PORCENTAJE DE LAS REFLECTANCIAS EFECTIVAS DE TECHO O PISO PARA VARIAS COMBINACIONES DE REFLECTANCIAS

% DE REFLECTANCIA BASE *	70										60									
	% DE REFLECTANCIA DE PARED										% DE REFLECTANCIA DE PARED									
RELACION DE CAVIDAD	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0
0.2	70	69	68	68	67	67	66	66	65	64	60	59	59	59	58	57	56	56	55	53
0.4	69	68	67	66	65	64	63	62	61	58	60	59	59	58	57	55	54	53	52	50
0.6	69	67	65	64	63	61	59	58	57	54	60	58	57	56	55	53	51	51	50	46
0.8	68	66	64	62	60	58	56	55	53	50	59	57	56	55	54	51	48	47	46	43
1.0	68	65	62	60	58	55	53	52	50	47	59	57	55	53	51	48	45	44	43	41
1.2	67	64	61	59	57	54	50	48	46	44	59	56	54	51	49	46	44	42	40	38
1.4	67	63	60	58	55	51	47	45	44	41	59	56	53	49	47	44	41	39	38	36
1.6	67	62	59	56	53	47	45	43	41	38	59	55	52	48	45	42	39	37	35	33
1.8	66	61	58	54	51	46	42	40	38	35	58	55	51	47	44	40	37	35	33	31
2.0	66	60	56	52	49	45	40	38	36	33	58	54	50	46	43	39	35	33	31	29
2.2	66	60	55	51	48	43	38	36	34	32	58	53	49	45	42	37	34	31	29	28
2.4	65	60	54	50	46	41	37	35	32	30	58	53	48	44	41	36	32	30	27	26
2.6	65	59	54	49	45	40	35	33	30	28	58	53	48	43	39	35	31	28	26	24
2.8	65	59	53	48	43	38	33	30	28	26	58	53	47	43	38	34	29	27	24	22
3.0	64	58	52	47	42	37	32	29	27	24	57	52	46	42	37	32	28	25	23	20
3.2	64	58	51	46	40	36	31	28	25	23	57	51	45	41	36	31	27	23	22	18
3.4	64	57	50	45	39	35	29	27	24	22	57	51	45	40	35	30	26	23	20	17
3.6	63	56	49	44	38	33	28	25	22	20	57	50	44	39	34	29	25	22	19	16
3.8	63	56	49	43	37	32	27	24	21	19	57	50	43	38	33	29	24	21	19	15
4.0	63	55	48	42	36	31	26	23	20	17	57	49	42	37	32	28	23	20	18	14
4.2	62	55	47	41	35	30	25	22	19	16	56	49	42	37	32	27	22	19	17	14
4.4	62	54	46	40	34	29	24	21	18	15	56	49	42	36	31	27	22	19	16	13
4.6	62	53	45	39	33	28	24	21	17	14	56	49	41	35	30	26	21	18	16	13
4.8	62	53	45	38	32	27	23	20	16	13	56	48	41	34	29	25	21	18	15	12
5.0	61	52	44	36	31	26	22	19	16	12	56	48	40	34	28	24	20	17	14	11
6.0	60	51	41	35	28	24	19	16	13	09	55	45	37	31	25	21	17	14	11	07
7.0	58	48	38	32	26	22	17	14	11	06	54	43	35	30	24	20	15	12	09	05
8.0	57	46	35	29	23	19	15	13	10	05	53	42	33	28	22	18	14	11	08	04
9.0	56	45	33	27	21	18	14	12	09	04	52	40	31	26	20	16	12	10	07	03
10.0	55	43	31	25	19	16	12	10	08	03	51	39	29	24	18	15	11	09	07	02

* Techo, piso, o piso de la cavidad.

TABLA N° 3.5

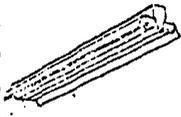
PORCENTAJE DE LAS REFLECTANCIAS EFECTIVAS DE TECHO O PISO PARA VARIAS COMBINACIONES DE REFLECTANCIAS

% DE REFLECTANCIA BASE *	90										80									
	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0
0.2	89	88	88	87	86	85	85	84	84	82	79	78	78	77	77	76	76	75	74	72
0.4	88	87	86	85	84	83	81	80	79	76	79	77	76	75	74	73	72	71	70	68
0.6	87	86	84	82	80	79	77	76	74	73	78	76	75	73	71	70	68	66	65	63
0.8	87	85	82	80	77	75	73	71	69	67	78	75	73	71	69	67	65	63	61	57
1.0	86	83	80	77	75	72	69	66	64	62	77	74	72	69	67	65	62	60	57	55
1.2	85	82	78	75	72	69	66	63	60	57	76	73	70	67	64	61	58	55	53	51
1.4	85	80	77	73	69	65	62	59	57	52	76	72	68	65	62	59	55	53	50	48
1.6	84	79	75	71	67	63	59	56	53	50	75	71	67	63	60	57	53	50	47	44
1.8	83	78	73	69	64	60	56	53	50	48	75	70	66	62	58	54	50	47	44	41
2.0	83	77	72	67	62	56	53	50	47	43	74	69	64	60	56	52	48	45	41	38
2.2	82	76	70	65	59	54	50	47	44	40	74	68	63	58	54	49	45	42	38	35
2.4	82	75	69	64	58	53	48	45	41	37	73	67	61	56	52	47	43	40	36	33
2.6	81	74	67	62	56	51	46	42	38	35	73	66	60	55	50	45	41	38	34	31
2.8	81	73	66	60	54	49	44	40	36	34	73	65	59	53	48	43	39	36	32	29
3.0	80	72	64	58	52	47	42	38	34	30	72	65	58	52	47	42	37	34	30	27
3.2	79	71	63	56	50	45	40	36	32	28	72	65	57	51	45	40	35	33	28	25
3.4	79	70	62	54	48	43	38	34	30	27	71	64	56	49	44	39	34	32	27	24
3.6	78	69	61	53	47	42	36	32	28	25	71	63	54	48	43	38	32	30	25	23
3.8	78	69	60	51	45	40	35	31	27	23	70	62	53	47	41	36	31	28	24	22
4.0	77	69	58	51	44	39	33	29	25	22	70	61	53	46	40	35	30	26	22	20
4.2	77	62	57	50	43	37	32	28	24	21	69	60	52	45	39	34	29	25	21	18
4.4	76	61	56	49	42	36	31	27	23	20	69	60	51	44	38	33	28	24	20	17
4.6	76	60	55	47	40	35	30	26	22	19	69	59	50	43	37	32	27	23	19	15
4.8	75	59	54	46	39	34	28	25	21	18	68	58	49	42	36	31	26	22	18	14
5.0	75	59	53	45	38	33	28	24	20	16	68	58	48	41	35	30	25	21	18	14
6.0	73	61	49	41	34	29	24	20	16	11	66	55	44	38	31	27	22	19	15	10
7.0	70	58	45	38	30	27	21	18	14	08	64	53	41	35	28	24	19	16	12	07
8.0	68	55	42	35	27	23	18	15	12	06	62	50	38	32	25	21	17	14	11	05
9.0	66	52	38	31	25	21	16	14	11	05	61	49	36	30	23	19	15	13	10	04
10.0	65	51	36	29	22	19	15	11	09	04	59	46	33	27	21	18	14	11	08	03

* Techo, piso, o piso de la cavidad. **TABLA N° 3.5**
Cortesía IES Handbook

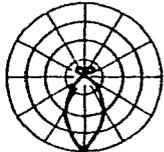
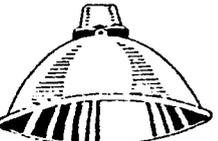
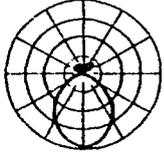
TABLA de C.U.



COEFICIENTES DE UTILIZACION							REFLEXIONES							
TIPO	UNIDAD DE ALUMBRADO	DISTRIBUCION	DISTANCIA ENTRE LAMPARAS INFERIOR A	FACTOR DE MONTAJE	C.O.	COEFICIENTES DE UTILIZACION								
						0.10	0.20	0.30	0.40	0.50	0.60	0.70	0.80	0.90
Semidirecta		12 ↑ 75	1.4 X ALTURA DE MONTAJE	Buena 0.70 Medio 0.60 Mala 0.50	C.O.	I	0.30	0.25	0.22	0.29	0.25	0.22	0.25	0.21
						H	0.39	0.34	0.31	0.38	0.33	0.30	0.33	0.30
						G	0.41	0.41	0.37	0.45	0.40	0.26	0.39	0.35
						F	0.54	0.48	0.43	0.52	0.47	0.43	0.45	0.42
						E	0.52	0.53	0.47	0.56	0.52	0.43	0.50	0.47
						D	0.65	0.60	0.56	0.62	0.53	0.43	0.56	0.53
						C	0.70	0.65	0.61	0.60	0.63	0.60	0.60	0.58
A	0.73	0.69	0.65	0.70	0.66	0.63	0.63	0.61						
B	0.77	0.73	0.70	0.73	0.70	0.63	0.67	0.65						
A	0.60	0.77	0.74	0.76	0.74	0.71	0.70	0.69						
Semidirecta		11 ↑ 74	1.3 X ALTURA DE MONTAJE	Buena 0.70 Medio 0.60 Mala 0.50	C.O.	J	0.30	0.25	0.22	0.30	0.25	0.22	0.25	0.22
						I	0.39	0.34	0.31	0.33	0.34	0.30	0.33	0.30
						H	0.46	0.41	0.37	0.45	0.40	0.37	0.29	0.36
						G	0.53	0.48	0.44	0.51	0.47	0.43	0.46	0.42
						F	0.58	0.53	0.49	0.55	0.52	0.43	0.50	0.47
						E	0.65	0.60	0.56	0.62	0.50	0.55	0.56	0.54
						D	0.65	0.64	0.61	0.66	0.62	0.59	0.60	0.59
C	0.72	0.68	0.65	0.69	0.66	0.63	0.63	0.63						
B	0.76	0.72	0.70	0.72	0.70	0.67	0.67	0.66						
A	0.78	0.76	0.73	0.75	0.73	0.71	0.70	0.69						
Fluorescentes		18 ↑ 60	1.2 X ALTURA DE MONTAJE	Buena 0.70 Medio 0.65 Mala 0.60	C.O.	J	0.27	0.23	0.20	0.26	0.22	0.20	0.22	0.19
						I	0.35	0.30	0.27	0.33	0.29	0.27	0.29	0.26
						H	0.41	0.36	0.33	0.39	0.35	0.32	0.34	0.31
						G	0.47	0.42	0.39	0.45	0.41	0.37	0.39	0.36
						F	0.51	0.46	0.43	0.49	0.45	0.41	0.43	0.40
						E	0.57	0.53	0.49	0.54	0.50	0.47	0.47	0.46
						D	0.60	0.57	0.53	0.57	0.54	0.51	0.51	0.49
C	0.63	0.60	0.60	0.59	0.56	0.54	0.53	0.53						
B	0.67	0.54	0.61	0.62	0.60	0.58	0.56	0.55						
A														

VALORES DE C.U.

- 1.- DEFINIR TSL.
- 2.- CALCULAR INDICE CUARTO.
- 3.-DEFINIR REFLEXIONES.
- 4.-LEER C.U.

COEFICIENTES DE UTILIZACION														
LUMINARIA	DISTRIBUCION	SEPARACION NO SUPERIOR A	REFLECTANCIAS											
			CAVIDAD DEL TECHO	80 %			50 %			10 %			0 %	
				PAREDES	50 %	30 %	10 %	50 %	30 %	10 %	50 %	30 %	10 %	0 %
RCL COEFICIENTES DE UTILIZACION														
CATEGORIA III  VENTILADA DE ALUMINIO 450mm GRAN DES ALTURAS, HAZ MEDIO. LAMPARA DE VAPOR CLARA DE VAPOR DE 400W	9 ↑ — ↓ 77	 7 x ALTURA DE MONTAJE	1	9.30	9.00	8.80	8.50	8.30	8.20	7.60	7.50	7.40	7.20	
			2	8.60	8.20	7.90	7.90	7.70	7.40	7.20	7.00	6.90	6.90	6.70
			3	7.90	7.50	7.10	7.40	7.00	6.80	6.80	6.50	6.40	6.20	6.20
			4	7.40	6.90	6.50	6.90	6.50	6.20	6.40	6.10	5.90	5.70	5.70
			5	6.80	6.30	5.90	6.40	6.00	5.70	6.00	5.70	5.40	5.30	5.30
			6	6.30	5.80	5.40	6.00	5.60	5.20	5.60	5.30	5.00	4.90	4.90
			7	5.90	5.30	4.90	5.60	5.10	4.80	5.20	4.90	4.60	4.50	4.50
			8	5.50	4.90	4.50	5.20	4.70	4.40	4.90	4.50	4.30	4.10	4.10
			9	5.00	4.50	4.10	4.80	4.30	4.00	4.50	4.20	3.90	3.80	3.80
			10	4.70	4.10	3.80	4.50	4.00	3.70	4.20	3.80	3.50	3.50	3.50
			CATEGORIA III  VENTILADA DE ALUMINIO 450mm GRAN DES ALTURAS, HAZ MEDIO. LAMPARA DE VAPOR REVESTIDA, 400W.	10 ↑ — ↓ 74	 1.2 x ALTURA DE MONTAJE	1	8.80	8.60	8.40	8.00	7.90	7.70	7.10	7.00
2	8.10	8.60				8.40	7.50	7.20	7.00	6.70	6.50	6.40	6.20	6.20
3	7.40	7.70				7.40	6.90	6.50	6.20	6.20	6.00	5.80	5.60	5.60
4	6.80	6.30				5.90	6.40	6.00	5.70	5.80	5.50	5.30	5.10	5.10
5	6.30	5.70				5.30	5.90	5.50	5.10	5.40	5.10	4.90	4.70	4.70
6	5.80	5.20				4.80	5.40	5.00	4.60	5.00	4.70	4.40	4.30	4.30
7	5.30	4.70				4.30	5.00	4.50	4.20	4.60	4.30	4.00	3.90	3.90
8	4.80	4.30				3.90	4.60	4.10	3.80	4.20	3.90	3.60	3.50	3.50
9	4.40	3.90				3.50	4.20	3.70	3.40	3.90	3.50	3.30	3.10	3.10
10	4.10	3.50				3.10	3.90	3.40	3.00	3.60	3.20	3.00	2.80	2.80
CATEGORIA III  VENTILADA, DE PORCELANA ESMALTADA, 675 mm. LAMPARA DE VAPOR RE- VESTID* DE FOSFORO 1,000 W.	11 ↑ — ↓ 73	 1.3 x ALTURA DE MONTAJE				1	8.60	8.30	8.00	7.80	7.60	7.30	6.80	6.70
			2	7.70	7.20	6.80	7.00	6.60	6.30	6.10	5.90	5.70	5.50	5.50
			3	6.80	6.20	5.70	6.20	5.80	5.40	5.50	5.20	4.90	4.70	4.70
			4	6.10	5.50	4.90	5.60	5.10	4.70	5.00	4.60	4.30	4.10	4.10
			5	5.50	4.80	4.20	5.00	4.50	4.10	4.50	4.10	3.80	3.60	3.60
			6	4.90	4.20	3.70	4.50	3.90	3.50	4.00	3.60	3.30	3.10	3.10
			7	4.30	3.60	3.10	4.00	3.40	3.00	3.60	3.10	2.80	2.60	2.60
			8	3.90	3.20	2.80	3.60	3.00	2.60	3.20	2.80	2.50	2.30	2.30
			9	3.50	2.80	2.40	3.30	2.70	2.30	2.90	2.50	2.20	2.00	2.00
			10	3.20	2.50	2.10	2.90	2.40	2.00	2.60	2.20	1.90	1.70	1.70

7
 TABLA No. 7

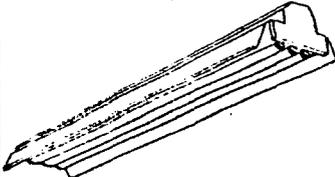
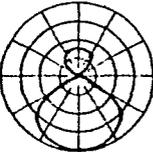
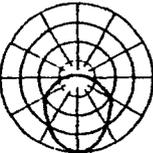
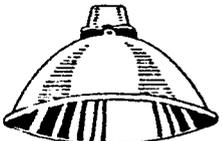
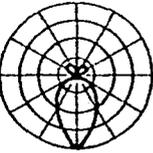
COEFICIENTES DE UTILIZACION														
LUMINARIA	DISTRIBUCION	SEPARACION NO SUPERIOR A	REFLECTANCIAS											
			CAVIDAD DEL TECHO	80 %			50 %			10 %			0 %	
			PAREDES	50%	30%	10%	50%	30%	10%	50%	30%	10%	0 %	
			RCL	COEFICIENTES DE UTILIZACION										
CATEGORIA II  3 LAMPARAS T-12 - 430 ó 800 mA. PARA LAMPARAS T-10, C.U. X 1.02	15 ↑ — ↓ 69	 1.3 X ALTURA DE MONTAJE	1	8.50	8.20	7.90	7.60	7.30	7.10	6.40	6.30	6.20	5.90	
			2	7.50	7.00	6.50	6.70	6.30	5.90	5.70	5.50	5.20	5.00	5.00
			3	6.60	6.00	5.50	5.90	5.40	5.00	5.10	4.80	4.50	4.20	4.20
			4	5.90	5.20	4.60	5.20	4.70	4.30	4.50	4.10	3.80	3.60	3.60
			5	5.10	4.40	3.90	4.60	4.00	3.60	4.00	3.60	3.30	3.00	3.00
			6	4.60	3.90	3.30	4.10	3.50	3.10	3.60	3.10	2.80	2.60	2.60
			7	4.10	3.40	2.90	3.70	3.20	2.70	3.20	2.80	2.40	2.30	2.30
			8	3.70	3.00	2.50	3.30	2.70	2.30	2.90	2.40	2.10	1.90	1.90
			9	3.30	2.60	2.10	3.00	2.40	2.00	2.60	2.10	1.80	1.60	1.60
			10	3.00	2.30	1.90	2.70	2.10	1.80	2.30	1.90	1.60	1.40	1.40
CATEGORIA III  VENTILADA, DE PORCELANA ESMALTADA, BAJAS ALTURAS LAMPARA DE VAPOR REVESTIDA DE FOSFORO 400 W.	0 ↑ — ↓ 76	 1.2 X ALTURA DE MONTAJE	1	8.10	7.80	7.60	7.60	7.40	7.20	7.10	6.90	6.80	6.70	
			2	7.30	6.90	6.50	6.90	6.60	6.30	6.40	6.20	6.00	5.90	5.90
			3	6.50	6.00	5.60	6.20	5.80	5.50	5.80	5.50	5.30	5.10	5.10
			4	5.90	5.30	4.80	5.60	5.20	4.80	5.30	5.00	4.70	4.50	4.50
			5	5.30	4.70	4.30	5.10	4.70	4.20	4.80	4.40	4.10	4.00	4.00
			6	4.80	4.20	3.80	4.60	4.10	3.70	4.40	4.00	3.70	3.50	3.50
			7	3.90	3.30	2.90	4.10	3.60	3.20	3.90	3.60	3.20	3.10	3.10
			8	3.60	3.00	2.60	3.80	3.20	2.80	3.60	3.20	2.80	2.70	2.70
			9	3.20	2.70	2.30	3.40	2.90	2.50	3.30	2.80	2.50	2.40	2.40
			10	3.10	2.90	2.30	3.10	2.90	2.30	3.00	2.50	2.20	2.10	2.10
CATEGORIA III  VENTILADA DE ALUMINIO 450mm. GRAN DES ALTURAS, HAZ CONCENTRADO. LAMPARA CLARA DE VAPOR DE 400 W.	9 ↑ — ↓ 77	 7 X ALTURA DE MONTAJE	1	9.30	9.00	8.80	8.50	8.30	8.20	7.60	7.50	7.40	7.20	
			2	8.60	8.20	7.90	7.90	7.70	7.40	7.20	7.00	6.90	6.70	6.70
			3	7.90	7.50	7.10	7.40	7.00	6.80	6.80	6.50	6.40	6.20	6.20
			4	7.40	6.90	6.50	6.90	6.50	6.20	6.40	6.10	5.90	5.70	5.70
			5	6.80	6.30	5.90	6.40	6.00	5.70	6.00	5.70	5.40	5.30	5.30
			6	6.30	5.80	5.40	6.00	5.60	5.20	5.60	5.30	5.00	4.90	4.90
			7	5.90	5.30	4.90	5.60	5.10	4.80	5.20	4.90	4.60	4.50	4.50
			8	5.50	4.90	4.50	5.20	4.70	4.40	4.90	4.50	4.30	4.10	4.10
			9	5.00	4.50	4.10	4.80	4.30	4.00	4.50	4.20	3.90	3.80	3.80
			10	4.70	4.10	3.80	4.50	4.00	3.70	4.20	3.80	3.50	3.50	3.50

TABLA No. 7

COEFICIENTES DE UTILIZACION

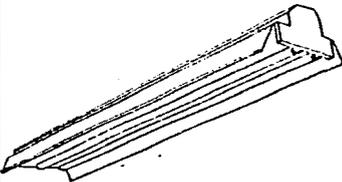
LUMINARIA	DISTRIBUCION	SEPARACION NOSUPERIOR A	REFLECTANCIAS											
			CAVIDAD DEL TECHO	80 %			50 %			10 %			0 %	
				50%	30%	10%	50%	30%	10%	50%	30%	10%	0 %	
			PAREDES	COEFICIENTES DE UTILIZACION										
RCL														
 2 LAMPARAS T-12, CUALQUIER CAR- GA, PARA LAMPARAS T-10, C.U. X 1.02	17 ↑ — ↓ 71	1.3 x ALTURA DE MONTAJE	1	8.80	8.50	8.30	7.70	7.50	7.30	6.50	6.40	6.20	5.90	
			2	7.70	7.10	6.70	6.80	6.40	6.00	5.70	5.50	5.30	5.00	5.00
			3	6.80	6.10	5.60	6.00	5.50	5.10	5.10	4.80	4.50	4.20	4.20
			4	6.00	5.30	4.70	5.30	4.80	4.30	4.50	4.20	3.80	3.60	3.60
			5	5.30	4.50	4.00	4.70	4.10	3.60	4.00	3.60	3.30	3.00	3.00
			6	4.70	3.90	3.40	4.20	3.60	3.10	3.60	3.10	2.80	2.60	2.60
			7	4.20	3.40	2.90	3.80	3.10	2.70	3.20	2.80	2.40	2.20	2.20
			8	3.80	3.00	2.50	3.40	2.80	2.30	2.90	2.40	2.10	1.90	1.90
			9	3.40	2.60	2.20	3.00	2.40	2.00	2.60	2.10	1.80	1.60	1.60
			10	3.10	2.40	1.90	2.60	2.20	1.80	2.40	1.90	1.60	1.40	1.40
			 2 LAMPARAS T-12, CUALQUIER . CAJSA, PROTECCION CENTRAL, PA- RA LAMPARAS T-10, C.U. X 1.02.	18 ↑ — ↓ 66	1.3 x ALTURA DE MONTAJE	1	8.40	8.10	7.80	7.40	7.20	7.00	6.10	6.00
2	7.50	7.00				6.50	6.60	6.20	5.90	5.50	5.30	5.10	4.80	4.80
3	6.60	6.00				5.60	5.90	5.40	4.10	4.90	4.70	4.40	4.20	4.20
4	5.90	5.20				4.70	5.20	4.70	4.30	4.40	4.10	3.80	3.60	3.60
5	5.20	4.50				4.00	4.60	4.10	3.70	3.90	3.60	3.30	3.10	3.10
6	4.70	4.00				3.50	4.20	3.60	3.20	3.60	3.20	2.90	2.70	2.70
7	4.20	3.50				3.00	3.70	3.20	2.80	3.20	2.80	2.50	2.30	2.30
8	3.80	3.10				2.60	3.40	2.80	2.40	2.90	2.50	2.20	2.00	2.00
9	3.40	2.70				2.20	3.00	2.50	2.10	2.60	2.20	1.90	1.70	1.70
10	3.10	2.40				2.00	2.70	2.20	1.80	2.30	1.90	1.70	1.50	1.50
 LAMPARAS T-12 - 430 ó 800mA. PARA LAMPARAS T-10, C.U. X 1.02	9 ↑ — ↓ 74	1.3 x ALTURA DE MONTAJE				1	8.60	8.30	8.00	7.80	7.60	7.30	6.90	6.70
			2	7.50	7.00	6.60	6.90	6.50	6.10	6.10	5.80	5.60	5.40	5.40
			3	6.70	6.00	5.50	6.10	5.60	5.20	5.40	5.10	4.80	4.60	4.60
			4	3.90	5.20	4.70	5.40	4.90	4.40	4.80	4.50	4.10	3.90	3.90
			5	5.20	4.50	3.90	4.80	4.20	3.80	4.30	3.90	3.50	3.30	3.30
			6	4.60	3.90	3.40	4.30	3.70	3.20	2.80	3.40	3.00	2.80	2.80
			7	4.10	3.40	2.90	3.80	3.20	2.80	3.40	3.00	2.60	2.50	2.50
			8	3.70	3.00	2.50	3.40	2.80	2.40	3.10	2.60	2.30	2.10	2.10
			9	3.30	2.60	2.20	3.10	2.50	2.10	2.80	2.30	2.00	1.80	1.80
			10	3.00	2.30	1.90	2.80	2.20	1.80	2.50	2.10	1.70	1.60	1.60

TABLA No. 7

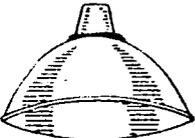
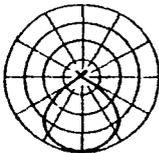
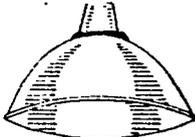
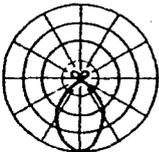
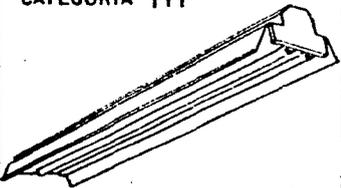
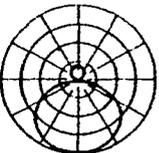
COEFICIENTES DE UTILIZACION														
LUMINARIA	DISTRIBUCION	SEPARACION NO SUPERIOR A	REFLECTANCIAS											
			CAVIDAD DEL TECHO	80 %			50 %			10 %			0 %	
			PAREDES	50%	30%	10%	50%	30%	10%	50%	30%	10%	0 %	
RCL														
COEFICIENTES DE UTILIZACION														
CATEGORIA III  VENTILADA DE ALUMINIO 675 mm., GRANDES ALTURAS. HAZ MEDIO, LAM- PARÁ DE VAPOR REVESTIDA DE FOSFO- RO, 1.000 W.	7 ↑ — ↓ 79	 1.0 x ALTURA DE MONTAJE	1	9.10	8.80	8.60	8.40	8.20	8.00	7.50	7.40	7.30	7.10	
			2	8.30	7.80	7.50	7.70	7.30	7.10	7.00	6.70	6.60	6.40	6.40
			3	7.50	6.90	6.50	7.00	6.50	5.50	6.40	6.10	5.80	5.60	5.60
			4	6.80	6.20	5.70	6.30	5.80	5.50	5.80	5.50	5.20	5.00	5.00
			5	6.10	5.50	5.00	5.70	5.20	4.80	5.30	4.90	4.60	4.40	4.40
			6	5.50	4.90	4.40	5.20	4.70	4.30	4.80	4.40	4.10	3.90	3.90
			7	5.00	4.30	3.80	4.70	4.10	3.70	4.30	3.90	3.60	3.40	3.40
			8	4.50	3.90	3.40	4.30	3.70	3.30	3.90	3.50	3.20	3.00	3.00
			9	4.10	3.40	3.00	3.90	3.30	2.90	3.60	3.20	2.90	2.70	2.70
			10	3.70	3.10	2.70	3.50	3.00	2.60	3.30	2.80	2.50	2.40	2.40
CATEGORIA III  VENTILADA DE ALUMINIO 675 mm., GRANDES ALTURAS LAMPARA DE VAPOR REVESTIDA DE FOSFORO, 1.000 W.	12 ↑ — ↓ 73	 1,3 x ALTURA DE MONTAJE	1	9.00	8.80	8.60	8.10	8.00	7.80	7.10	7.00	7.00	6.70	
			2	8.30	7.90	7.60	7.60	7.30	7.10	6.70	6.60	6.40	6.20	6.20
			3	7.70	7.20	6.30	7.00	6.70	6.40	6.30	6.10	5.90	5.70	5.70
			4	7.10	6.60	6.20	6.60	6.20	5.90	5.90	5.70	5.50	5.30	5.30
			5	6.50	6.00	5.60	6.10	5.70	5.30	5.50	5.20	5.00	4.80	4.80
			6	6.00	5.50	5.00	5.60	5.20	4.80	5.20	4.80	4.60	4.40	4.40
			7	5.50	5.00	4.60	5.20	4.70	4.40	4.80	4.40	4.20	4.00	4.00
			8	5.10	4.50	4.10	4.80	4.30	4.00	4.40	4.10	3.80	3.70	3.70
			9	4.70	4.10	3.80	4.40	4.00	3.70	4.10	3.80	3.50	3.40	3.40
			10	4.40	3.80	3.40	4.10	3.70	3.30	3.80	3.50	3.20	3.10	3.10
CATEGORIA III  2 LAMPARAS T-2, CUALQUIER CAR- GA, PARA LAMPARAS T-10, C.U. X 1.02	10 ↑ — ↓ 75	 1,3 x ALTURA DE MONTAJE	1	8.80	8.40	8.10	7.90	7.70	7.40	6.90	6.80	6.60	6.40	
			2	7.70	7.10	6.60	7.00	6.50	6.20	6.10	5.90	5.60	5.40	5.40
			3	6.80	6.10	5.60	6.10	5.60	5.20	5.40	5.10	4.80	4.60	4.60
			4	6.00	5.20	4.70	5.40	4.90	4.40	4.80	4.40	4.10	3.90	3.90
			5	5.20	4.50	3.90	4.80	4.20	3.70	4.30	3.80	3.50	3.30	3.30
			6	4.70	3.90	3.40	4.30	3.70	3.20	3.80	3.40	3.00	2.80	2.80
			7	4.20	3.40	2.90	3.80	3.20	2.80	3.40	3.00	2.60	2.40	2.40
			8	3.70	3.00	2.50	3.40	2.80	2.40	3.10	2.60	2.20	2.10	2.10
			9	3.30	2.60	2.10	3.10	2.50	2.10	2.80	2.30	1.90	1.80	1.80
			10	3.00	2.30	1.90	2.80	2.20	1.80	2.50	2.00	1.70	1.50	1.50

TABLA No. 7

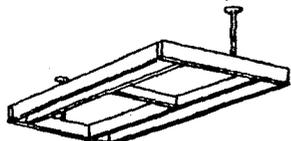
COEFICIENTES DE UTILIZACION														
LUMINARIA	DISTRIBUCION	SEPARACION NO SUPERIOR A	REFLECTANCIAS											
			CAVIDAD DEL TECHO	80 %			50 %			10 %			0 %	
				50%	30%	10%	50%	30%	10%	50%	30%	10%	0 %	
			PAREDES	COEFICIENTES DE UTILIZACION										
RCL	COEFICIENTES DE UTILIZACION													
CATEGORIA V  4 LAMPARAS T-12, 430 mA.LENTE PRISMATICA 60 cm ANCHA. PARA LAMPARAS T-10,C.U. X I.O2.	2 ↑ — ↓ 51	1.2 X ALTURA DE MONTAJE	1	5.60	5.40	5.20	5.20	5.00	4.90	4.70	4.60	4.50	4.40	
			2	5.00	4.70	4.50	4.70	4.40	4.20	4.30	4.10	4.00	3.90	
			3	4.50	4.10	3.80	4.20	3.90	3.70	3.90	3.70	3.50	3.40	
			4	4.10	3.6	3.40	3.80	3.50	3.20	3.50	3.30	3.10	3.00	
			5	3.70	3.20	2.90	3.40	3.10	2.80	3.20	2.90	2.70	2.60	
			6	3.30	2.90	2.60	3.10	2.80	2.50	2.90	2.70	2.40	2.30	
			7	3.00	2.60	2.30	2.90	2.50	2.20	2.70	2.40	2.20	2.00	
			8	2.70	2.30	2.00	2.60	2.20	2.00	2.40	2.10	1.90	1.80	
			9	2.50	2.00	1.80	2.30	2.00	1.70	2.20	1.90	1.70	1.60	
			10	2.20	1.80	1.60	2.10	1.80	1.50	2.00	1.70	1.50	1.40	
			CATEGORIA V  1 LAMPARA-CUALQUIER CARGA-LENTE PRISMATICA 60cm ANCHA Y 30cm. ALTA.	0 ↑ — ↓ 60	1.2 ALTURA DE MONTAJE	1	6.40	6.20	6.00	6.30	6.10	5.90	6.00	5.90
2	5.80	5.50				5.20	5.70	5.40	5.10	5.50	5.20	5.00	-	
3	5.20	4.80				4.50	5.10	4.70	4.40	4.90	4.60	4.40	-	
4	4.70	4.20				3.90	4.60	4.20	3.90	4.50	4.10	3.80	-	
5	4.20	3.70				3.00	4.20	3.70	3.40	4.00	3.60	3.40	-	
6	3.80	3.30				3.00	3.80	3.30	3.00	3.70	3.20	3.00	-	
7	3.50	3.00				2.60	3.40	3.00	2.60	3.30	2.90	2.60	-	
8	3.10	2.60				2.30	3.10	2.60	2.30	3.00	2.60	2.30	-	
9	2.80	2.30				2.00	2.80	2.30	2.00	2.70	2.30	2.00	-	
10	2.60	2.10				1.80	2.50	2.10	1.80	2.50	2.10	1.80	-	
CATEGORIA VI  2 LAMPARAS, CUALQUIER CARGA, LADOS OPACOS.	75 ↑ — ↓ 5	1.5 ALTURA DE MONTAJE				1	6.80	6.50	6.20	5.90	5.60	5.40	4.20	4.10
			2	5.90	5.40	5.10	5.10	4.80	4.40	3.70	3.50	3.20	-	
			3	5.20	4.60	4.20	4.50	4.00	3.70	3.20	2.90	2.70	-	
			4	4.60	4.00	3.50	4.00	3.50	3.10	2.80	2.50	2.30	-	
			5	4.00	3.40	3.00	3.50	3.00	2.60	2.50	2.20	2.00	-	
			6	3.60	3.00	2.60	3.10	2.70	2.30	2.20	2.00	1.70	-	
			7	3.20	2.60	2.20	2.80	2.30	1.90	2.00	1.70	1.40	-	
			8	2.90	2.30	1.90	2.50	2.00	1.70	1.80	1.50	1.30	-	
			9	2.60	2.00	1.70	2.30	1.80	1.50	1.70	1.30	1.10	-	
			10	2.40	1.80	1.50	2.10	1.60	1.30	1.50	1.20	1.00	-	

TABLA No. 7

COEFICIENTES DE UTILIZACION

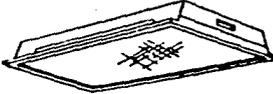
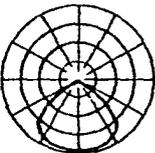
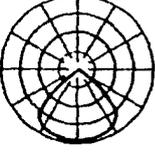
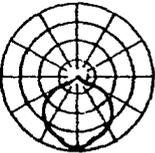
LUMINARIA	DISTRIBUCION	SEPARACION NOSUPERIOR A	REFLECTANCIAS												
			CAVIDAD DEL TECHO	80 %			50 %			10 %			0%		
				PAREDES	50%	30%	10%	50%	30%	10%	50%	30%	10%	0 %	
			RCL	COEFICIENTES DE UTILIZACION											
CATEGORIA V  4 LAMPARAS T-12, 430 mA. LENTE PRISMATICA 60 cm ANCHA. PARA LAMPARAS T-10, C.U. X 1.02	0 ↑ — ↓ 62	 1.2 x ALTURA DE MONTAJE	1	6.60	6.40	6.20	6.20	6.10	5.90	5.80	5.70	5.60	5.50		
			2	6.00	5.60	5.30	5.60	5.40	5.20	5.30	5.10	4.90	4.80	4.70	4.60
			3	5.40	5.00	4.60	5.10	4.80	4.50	4.80	4.60	4.40	4.40	4.30	4.30
			4	4.90	4.40	4.10	4.60	4.30	4.00	4.40	4.10	3.90	3.90	3.80	3.80
			5	4.40	3.90	3.50	4.20	3.80	3.50	4.00	3.70	3.40	3.40	3.30	3.30
			6	4.00	3.50	3.10	3.80	3.40	3.10	3.60	3.30	3.10	3.10	2.90	2.90
			7	3.60	3.10	2.80	3.50	3.00	2.70	3.30	3.00	2.70	2.70	2.60	2.60
			8	3.20	2.80	2.40	3.10	2.70	2.40	3.00	2.60	2.40	2.40	2.30	2.30
			9	2.90	2.40	2.10	2.80	2.40	2.10	2.70	2.30	2.10	2.10	2.00	2.00
			10	2.70	2.20	1.90	2.60	2.30	1.90	2.50	2.10	1.80	1.80	1.70	1.70
			CATEGORIA V  6 LAMPARAS T-12, 430 mA. LENTE PRISMATICA 60 cm ANCHA. PARA LAMPARAS T-10, C.U. X 1.05	0 ↑ — ↓ 56	 1.2 x ALTURA DE MONTAJE	1	6.00	5.80	5.60	5.60	5.50	5.40	5.20	5.10	5.00
2	5.40	4.10				4.80	5.10	4.90	4.70	4.80	4.60	4.50	4.40	4.40	4.40
3	4.90	4.50				4.20	4.60	4.30	4.10	4.40	4.10	4.00	3.90	3.90	3.90
4	4.40	4.00				3.70	4.20	3.90	3.60	4.00	3.70	3.50	3.40	3.40	3.40
5	4.00	3.50				3.20	3.80	3.50	3.20	3.60	3.30	3.10	3.10	3.00	3.00
6	3.60	3.20				2.90	3.50	3.10	2.80	3.30	3.00	2.80	2.80	2.70	2.70
7	3.30	2.80				2.50	3.20	2.80	2.50	3.00	2.70	2.50	2.50	2.40	2.40
8	3.00	2.50				2.20	2.80	2.50	2.20	2.70	2.40	2.20	2.20	2.10	2.10
9	2.70	2.20				1.90	2.60	2.20	1.90	2.50	2.10	1.90	1.90	1.80	1.80
10	2.40	2.00				1.70	2.30	2.00	1.70	2.20	1.90	1.70	1.70	1.60	1.60
CATEGORIA V  8 LAMPARAS T-12, 430 mA. LENTE PRISMATICA 1.20 X 1.20 m. PARA LAMPARAS T-10, C.U. X 1.02	0 ↑ — ↓ 55	 1.3 x ALTURA DE MONTAJE				1	5.90	5.70	5.50	5.50	5.40	5.20	5.10	5.00	4.90
			2	5.30	5.00	4.70	5.00	4.80	4.60	4.70	4.50	4.40	4.40	4.30	4.30
			3	4.80	4.40	4.10	4.50	4.20	4.00	4.30	4.00	3.90	3.80	3.80	3.80
			4	4.30	3.90	3.60	4.10	3.80	3.50	3.90	3.60	3.40	3.40	3.30	3.30
			5	3.90	3.50	3.10	3.70	3.40	3.10	3.50	3.20	3.00	3.00	2.90	2.90
			6	3.50	3.10	2.80	3.40	3.00	2.80	3.20	2.90	2.70	2.70	2.60	2.60
			7	3.20	2.80	2.50	3.10	2.70	2.50	2.90	2.60	2.40	2.40	2.30	2.30
			8	2.90	2.50	2.20	2.80	2.40	2.20	2.70	2.40	2.10	2.10	2.00	2.00
			9	2.60	2.20	1.90	2.50	2.10	1.90	2.40	2.10	1.90	1.90	1.80	1.80
			10	2.40	2.00	1.70	2.30	1.90	1.70	2.20	1.70	1.60	1.60	1.60	1.60

TABLA No. 7

COEFICIENTES DE UTILIZACION

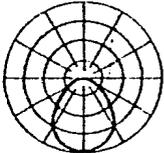
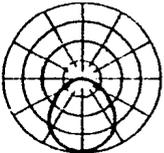
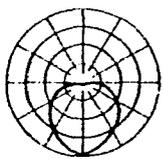
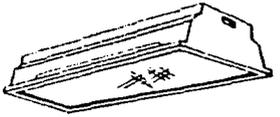
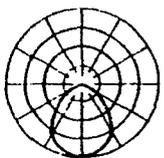
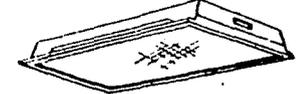
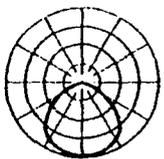
LUMINARIA	DISTRIBUCION	SEPARACION NO SUPERIOR A	REFLECTANCIAS											
			CAVIDAD DEL TECHO	80 %			50 %			10 %			0 %	
				50%	30%	10%	50%	30%	10%	50%	30%	10%	0 %	
			PAREDES	COEFICIENTES DE UTILIZACION										
RCL														
CATEGORIA V  2 LAMPARAS T-12, 430 mA ENVOLTURA PRISMATICA DE 30 cm ANCHO	7 ↑ — ↓ 59	 1.2 X ALTURA DE MONTAJE	1	6.80	6.50	6.30	6.50	6.30	6.10	6.10	6.00	5.80	-	
			2	6.00	5.60	5.30	5.80	5.50	5.20	5.50	5.20	4.90	-	-
			3	5.40	4.90	4.50	5.20	4.80	4.50	5.00	4.60	4.30	-	-
			4	4.90	4.30	4.00	4.70	4.30	3.90	4.50	4.10	3.80	-	-
			5	4.40	3.80	3.40	4.30	3.80	3.40	4.00	3.60	3.30	-	-
			6	4.00	3.40	3.00	3.90	3.40	3.00	3.70	3.20	2.90	-	-
			7	3.60	3.10	2.70	3.50	3.00	2.60	3.30	2.90	2.60	-	-
			8	3.20	2.70	2.40	3.20	2.70	2.30	3.00	2.60	2.30	-	-
			9	2.90	2.40	2.10	2.90	2.40	2.00	2.70	2.30	2.00	-	-
			10	2.70	2.20	1.80	2.60	2.10	1.80	2.50	2.10	1.80	-	-
CATEGORIA V  4 LAMPARAS T12, 430 mA ENVOLTURA PRISMATICA DE 60 cm ANCHO	4 ↑ — ↓ 59	 1,2 X ALTURA DE MONTAJE	1	6.60	6.40	6.10	6.40	6.20	6.00	6.10	5.90	5.70	-	
			2	5.90	5.50	5.20	5.70	5.40	5.10	5.50	5.20	4.00	-	-
			3	5.30	4.80	4.50	5.20	4.80	4.40	4.90	4.60	4.30	-	-
			4	4.80	4.30	3.90	4.70	4.20	3.90	4.50	4.10	3.80	-	-
			5	4.30	3.80	3.40	4.20	3.70	3.40	4.00	3.60	3.30	-	-
			6	3.90	3.40	3.00	3.80	3.40	3.00	3.60	3.20	2.90	-	-
			7	3.50	3.00	2.60	3.40	3.00	2.60	3.30	2.90	2.60	-	-
			8	3.20	2.70	2.30	3.10	2.60	2.30	3.00	2.60	2.30	-	-
			9	2.80	2.40	2.00	2.80	2.30	2.00	2.70	2.30	2.00	-	-
			10	2.60	2.10	1.80	2.50	2.10	1.80	2.50	2.00	1.70	-	-
CATEGORIA I  2 LAMPARAS DESNUDAS, CUALQUIER CARGA	17 ↑ — ↓ 69	 1.5 X ALTURA DE MONTAJE	1	8.30	7.90	7.50	7.90	7.60	7.20	7.30	7.00	6.70	-	
			2	7.10	6.50	6.00	6.80	6.20	5.70	6.20	5.80	5.40	-	-
			3	6.20	5.50	4.90	5.90	5.30	4.70	5.50	4.90	4.40	-	-
			4	5.50	4.70	4.10	5.20	4.50	3.90	4.80	4.20	3.70	-	-
			5	4.80	4.00	3.40	4.60	3.80	3.30	4.20	3.60	3.10	-	-
			6	4.30	3.50	2.90	4.10	3.30	2.80	3.80	3.10	2.60	-	-
			7	3.80	3.00	2.50	3.60	2.90	2.40	3.40	2.70	2.30	-	-
			8	3.40	2.60	2.10	3.30	2.50	2.10	3.00	2.40	1.90	-	-
			9	3.00	2.30	1.80	3.00	2.30	1.80	2.70	2.10	1.70	-	-
			10	2.80	2.10	1.60	2.70	2.00	1.50	2.50	1.90	1.50	-	-

TABLA No. 7

COEFICIENTES DE UTILIZACION														
LUMINARIA	DISTRIBUCION	SEPARACION NOSUPERIOR A	REFLECTANCIAS											
			CAVIDAD DEL TECHO	80 %			50 %			10 %			0 %	
				PAREDES	50%	30%	10%	50%	30%	10%	50%	30%	10%	0 %
RCL COEFICIENTES DE UTILIZACION														
CATEGORIA V  2 LAMPARAS T-12, 430mA. PARA 800 mA. C.U. X 0.96	12 ↑ --- ↓ 60	 1,5 x ALTURA DE MONTAJE	1	7.00	6.60	6.30	6.20	5.90	5.70	5.20	5.10	4.90	4.70	
			2	6.00	5.40	5.00	5.30	4.90	4.60	4.50	4.20	4.00	3.70	3.70
			3	5.20	4.60	4.10	4.60	4.10	3.80	3.90	5.60	3.30	3.10	3.10
			4	4.60	3.90	3.40	4.10	3.60	3.20	3.50	3.10	2.80	2.60	2.60
			5	4.00	3.30	2.80	3.60	3.00	2.60	3.10	2.70	2.40	2.20	2.20
			6	3.60	2.90	2.40	3.20	2.60	2.20	2.70	2.30	2.00	1.80	1.80
			7	3.20	2.50	2.10	2.90	2.30	1.90	2.50	2.10	1.70	1.60	1.60
			8	2.90	2.20	1.80	2.60	2.00	1.70	2.20	1.80	1.50	1.30	1.30
			9	2.60	1.90	1.50	2.30	1.80	1.40	2.00	1.60	1.30	1.10	1.10
			10	2.30	1.70	1.30	2.10	1.60	1.20	1.80	1.40	1.10	1.00	1.00
CATEGORIA V  2 LAMPARAS T-12, 430mA. LENTE PRISMATICA 30 cm ANCHA PARA LAMPARA T-10, C.U. X 1.02	0 ↑ --- ↓ 59	 1,2 x ALTURA DE MONTAJE	1	6.30	6.10	5.90	5.90	5.80	5.60	5.50	5.40	5.30	5.20	
			2	5.70	5.40	5.10	5.40	5.10	4.90	5.00	4.90	4.70	4.60	4.60
			3	5.10	4.80	4.40	4.90	4.60	4.30	4.60	4.40	4.20	4.10	4.10
			4	4.60	4.20	3.90	4.40	4.10	3.80	4.20	3.90	3.70	3.60	3.60
			5	4.20	3.70	3.40	4.00	3.60	3.40	3.80	3.50	3.30	3.20	3.20
			6	3.80	3.40	3.00	3.70	3.30	3.00	3.50	3.20	2.90	2.80	2.80
			7	3.50	3.00	2.70	3.30	2.90	2.70	3.20	2.90	2.60	2.50	2.50
			8	3.10	2.70	2.40	3.00	2.60	2.30	2.90	2.60	2.30	2.20	2.20
			9	2.80	2.40	2.10	2.70	2.30	2.00	2.60	2.30	2.00	1.90	1.90
			10	2.60	2.10	1.80	2.50	2.10	1.80	2.40	2.00	1.80	1.70	1.70
CATEGORIA V  2 LAMPARAS T-12, 430mA LENTE PRISMATICA 30 cm ANCHA PARA LAM PARAS T-10, C.U. X 1.01	0 ↑ --- ↓ 68	 1,2 x ALTURA DE MONTAJE	1	7.30	7.10	6.80	6.90	6.70	6.60	6.40	6.20	6.10	6.00	
			2	6.60	6.20	5.90	6.20	5.90	5.70	5.80	5.60	5.50	5.30	5.30
			3	5.90	5.50	5.10	5.60	5.30	5.00	5.30	5.00	4.80	4.70	4.70
			4	5.30	4.80	4.50	5.10	4.70	4.40	4.80	4.50	4.30	4.10	4.10
			5	4.80	4.30	3.90	4.60	4.20	3.90	4.40	4.00	3.80	3.60	3.60
			6	4.40	3.80	3.40	4.20	3.70	3.40	4.00	3.60	3.30	3.20	3.20
			7	3.90	3.40	3.00	3.80	3.30	3.00	3.60	3.20	3.00	2.80	2.80
			8	3.60	3.00	2.60	3.40	3.00	2.60	3.30	2.90	2.60	2.50	2.50
			9	3.20	2.70	2.30	3.10	2.60	2.30	2.90	2.50	2.30	2.10	2.10
			10	2.90	2.40	2.00	2.80	2.30	2.00	2.70	2.30	2.00	1.90	1.90

69

TABLA No. 7

COEFICIENTES DE UTILIZACION

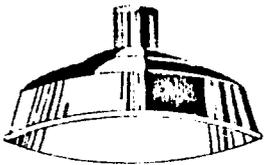
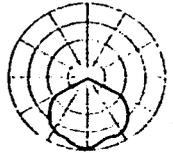
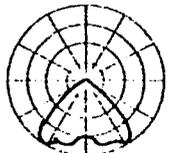
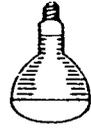
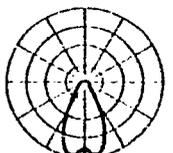
LUMINARIA	DISTRIBUCION	SEPARACION DEL SUPERFICIE A	REFLECTANCIAS												
			CAVIDAD DEL TUBO AREDES	80%			50%			10%			0%		
				50%	30%	10%	50%	30%	10%	50%	30%	10%	0%		
			RCL	COEFICIENTES DE UTILIZACION											
CATEGORIA III  REFLECTOR DE CUPULA VENTILADO	U ↑ — ↓ 79	 1,3 x ALTURA DE MONTAJE	1	8.50	8.20	7.90	7.90	7.70	7.50	7.30	7.20	7.10	6.90		
			2	7.40	6.90	6.50	7.00	6.60	6.20	6.50	6.20	6.20	6.20	5.90	5.80
			3	6.50	6.00	5.40	6.20	5.70	5.30	5.70	5.30	5.70	5.40	5.10	4.90
			4	5.80	5.10	4.60	5.50	4.90	4.50	5.10	4.50	5.10	4.70	4.40	4.20
			5	5.00	4.40	3.80	4.70	4.20	3.70	4.50	4.00	4.50	4.00	3.60	3.50
			6	4.40	3.80	3.30	4.30	3.60	3.20	4.00	3.50	4.00	3.50	3.20	3.00
			7	4.00	3.30	2.80	3.80	3.30	2.80	3.60	3.20	3.60	3.20	2.70	2.60
			8	3.60	2.90	2.40	3.40	2.80	2.40	3.20	2.70	3.20	2.70	2.30	2.20
			9	3.30	2.50	2.00	3.10	2.50	2.00	2.90	2.40	2.90	2.40	2.00	1.80
			10	2.90	2.20	1.80	2.80	2.20	1.80	2.60	2.10	2.60	2.10	1.80	1.70
CATEGORIA I  LAMPARA REFLECTORA DE FILAMENTO R-52 HAZ ANCHO, 500 Y 750 W.	0 ↑ — ↓ 100	 1.5 x ALTURA DE MONTAJE	1	10.80	10.50	10.20	10.10	9.90	9.70	9.40	9.30	9.10	8.90		
			2	9.80	9.30	8.90	9.30	8.90	8.60	8.80	8.60	8.80	8.90	8.20	8.00
			3	8.90	8.30	7.80	8.50	8.00	7.60	8.00	7.60	8.00	7.60	7.30	7.10
			4	8.10	7.40	6.80	7.70	7.20	6.70	7.30	6.90	7.30	6.90	6.50	6.40
			5	7.30	6.60	6.00	7.00	6.40	5.90	6.60	6.20	6.60	6.20	5.80	5.60
			6	6.70	5.90	5.30	6.40	5.80	5.20	6.10	5.60	6.10	5.60	5.20	5.00
			7	6.00	5.20	4.70	5.80	5.10	4.60	5.50	5.00	5.50	5.00	4.60	4.50
			8	5.40	4.60	4.00	5.20	4.50	4.00	4.90	4.40	4.90	4.40	4.00	3.80
			9	4.80	4.00	3.50	4.60	3.90	3.50	4.40	3.80	4.40	3.80	3.40	3.30
			10	4.30	3.60	3.00	4.20	3.50	3.00	4.00	3.40	4.00	3.40	3.00	2.80
CATEGORIA I  LAMPARA REFLECTORA DE FILAMENTO R-57 HAZ ESTRECHO, 500 Y 750 W	0 ↑ — ↓ 100	 1.6 ALTURA DE MONTAJE	1	11.00	10.80	10.50	10.40	10.20	10.00	9.70	9.60	9.50	9.30		
			2	10.20	9.80	9.40	9.70	9.40	9.10	9.10	8.90	8.90	8.80	8.60	8.60
			3	9.50	9.00	8.50	9.10	8.70	8.30	8.60	8.30	8.60	8.30	8.10	7.90
			4	8.80	8.20	7.80	8.50	8.00	7.60	8.10	7.70	8.10	7.70	7.50	7.30
			5	8.20	7.60	7.10	7.90	7.40	7.00	7.60	7.20	7.60	7.20	6.90	6.70
			6	7.70	7.00	6.60	7.40	6.90	6.50	7.20	6.80	7.20	6.80	6.40	6.30
			7	7.10	6.50	6.10	6.90	6.40	6.00	6.70	6.30	6.70	6.30	6.00	5.80
			8	6.60	6.00	5.60	6.50	5.90	5.50	6.30	5.80	6.30	5.80	5.50	5.40
			9	6.20	5.50	5.10	6.00	5.50	5.10	5.90	5.40	5.90	5.40	5.00	4.90
			10	5.80	5.10	4.70	5.60	5.10	4.70	5.50	5.00	5.50	5.00	4.60	4.50

TABLA No. 7

La parte del flujo radiada directamente sobre el plano de trabajo es la que contribuye en mayor cuantía al nivel de iluminancia. Solamente una parte del flujo dirigida hacia el techo y las paredes se convierte en flujo útil en el plano de trabajo, algunas veces después de varias reflexiones.

Se puede decir entonces, que si:

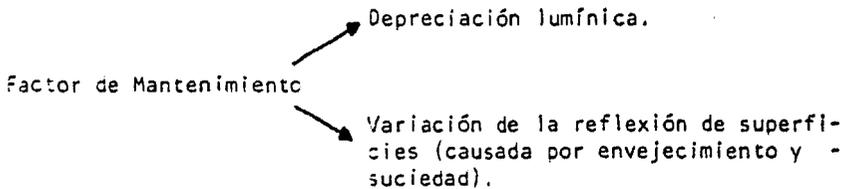
$$\begin{array}{ccc} \text{C.U.} & \longrightarrow & \text{ELI}_s = \text{EEL}_L \times \text{C.U.} \\ \text{conocido} & & \end{array}$$

Ver tablas 3.8, 3.9, 3.10, 3.11

Figura 3.9

III.4 FACTOR DE MANTENIMIENTO (F.M.):

Al determinar el número de luminarias necesarias para conseguir la iluminancia requerida en una instalación, es común incorporar en los cálculos, un factor de mantenimiento. Este se define como "la relación entre la iluminancia media en el plano de trabajo después de cierto período de uso, y la iluminancia media de la misma en nueva instalación".



A partir del día en que una instalación de alumbrado nueva se pone en funcionamiento, la iluminación va sufriendo cambios constantes a medida que las lámparas envejecen, las luminarias acumulan suciedad y se hace sentir el efecto de otros factores que contribuyen a las pérdidas de luz. Es importante reconocer que los siguientes factores contribuyen a pérdidas de luz (algunos de los cuales ya se mencionaron anteriormente):

- a) Depreciación de los equipos de iluminación por basura.
- b) Lámparas fundidas.

CARACTERISTICAS DE LAMPARAS



LUZ MIXTA

WATTS-VOLTS	BASE	BULBO	ACABADO	LONGITUD TOTAL (C.M.)	VIDA HORAS	LUMENS INICIALES	DEPRECIACION
SERVICIO GENERAL							
160 220	Media	BT-28	Blanco	21.2	6000	2,900	15%
250 "	Mogul	"	"	22.6	"	5,500	"
500 "	"	BT-37	"	29.3	"	12,500	17%

VAPOR DE SODIO

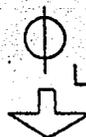
WATTS	BASE	BULBO	ACABADO	LONGITUD TOTAL (C.M.)	VIDA HORAS	LUMENS INICIALES	DEPRECIACION
SERVICIO GENERAL							
40	VY22d	T-25	Claro	31	6000	4,400	15%
60	"	"	"	42.4	"	7,400	"
100	"	T-29	"	52.5	"	12,500	"
150	"	"	"	77.5	"	20,500	"
200	"	"	"	112.0	"	30,000	"

SODIO ALTA PRESION

WATTS	BASE	BULBO	ACABADO	LONGITUD TOTAL (C.M.)	VIDA HORAS	LUMENS INICIALES	DEPRECIACION
SERVICIO GENERAL							
250	Mogul	E-18	Claro	24.76	15,000	25,500	15%
400	"	"	"	24.76	20,000	50,000	"
1000	"	T-18	"	38.26	15,000	140,000	"

TABLA No. 3.8

CARACTERISTICAS DE LAMPARAS



VAPOR DE MERCURIO

WATTS	BASE	BULBO	ACABADO	LONGITUD TOTAL (C.M.)	VIDA HORAS	LUMENS INICIALES	DEPRECIACION
SERVICIO GENERAL							
175	Mogul	BT-28	Blanco de Lujo	21.2	24,000	8,500	15%
250	"	BT-28	Blanco de Lujo	22.6	"	13,000	"
250	"	"	Color corregido	"	"	11,850	"
400	"	BT-37	Blanco de Lujo	29.3	"	24,000	17%
400	"	"	Color corregido	"	"	24,000	"
700	"	BT-46	Blanco de Lujo	37.0	"	44,500	22%
700	"	"	Color corregido	"	"	41,000	"
1000	"	BT-56	Blanco de Lujo	39.0	"	63,000	"
1000	"	"	Color corregido	"	"	55,000	"

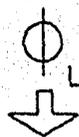
VAPORES METALICOS

WATTS	BASE	BULBO	ACABADO	LONGITUD TOTAL (C.M.)	VIDA HORAS	LUMENS INICIALES	DEPRECIACION	POSICION
SERVICIO GENERAL								
175	Mogul	BT-28	Claro	21.1	7,500	14,000	16%	Vertical
400	"	B-37	"	29.3	15,000	34,000	25%	"
1000	"	BT-56	"	39.0	10,000	100,000	18%	"
175	"	BT-28	"	21.1	7,500	14,000	16%	Horizontal
400	"	E-37	"	29.3	"	34,000	25%	"
1000	"	BT-56	"	39.0	10,000	100,000	18%	"

TABLA No. 3.9

CARACTERISTICAS DE LAMPARAS

FLUORESCENTES



WATTS	TIPO	ENCENDIDO	BULBO	ACABADO	LONGITUD TOTAL (C.M.)	VIDA HORAS	LUMENS INICIALES	DEPRECIACION
SERVICIO GENERAL								
15	Standard	Standard	T-8	B. Frío	45.7	7,500	830	16%
15	"	"	"	L. Dña	"	"	710	"
15	"	"	T-12	B. Frío	"	"	825	14%
15	"	"	"	L. Dña	"	"	620	"
20	"	"	"	B. Frío	61.0	"	1,170	13%
20	"	"	"	L. Dña	"	"	995	"
40	E. Rápido	Rápido	"	B. Frío	122.0	9,000	3,100	10%
40	"	"	"	L. Dña	"	"	2,600	"
38	Slimline	Instantáneo	"	B. Frío	"	"	2,900	11%
38	"	"	"	L. Dña	"	"	2,400	"
55	"	"	"	B. Frío	183.0	"	4,290	9%
55	"	"	"	L. Dña	"	"	3,600	"
74	"	"	"	B. Frío	244.0	"	6,050	"
74	"	"	"	L. Dña	"	"	5,080	"
87	H.C.	Rápido	"	B. Frío	183.0	"	6,200	11%
87	"	"	"	L. Dña	"	"	5,170	"
110	"	"	"	B. Frío	244.0	"	8,980	12%
110	"	"	"	L. Dña	"	"	7,520	"
110	V.H.C.	"	"	B. Frío	122.0	6,000	6,900	20%
110	"	"	"	L. Dña	"	"	5,900	"
160	"	"	"	B. Frío	183.0	"	11,100	"
160	"	"	"	L. Dña	"	"	9,700	"
215	"	"	"	B. Frío	244.0	"	15,500	"
215	"	"	"	L. Dña	"	"	13,300	"
110	P. Groove	"	PG-17	B. Frío	122.0	"	6,900	"
110	"	"	"	L. Dña	"	"	6,150	"
160	"	"	"	B. Frío	183.0	"	10,900	"
160	"	"	"	L. Dña	"	"	9,700	"
215	"	"	"	B. Frío	244.0	"	15,500	"
215	"	"	"	L. Dña	"	"	13,300	"

TABLA No. 3.10

CARACTERISTICAS DE LAMPARAS



INCANDESCENTES

WATTS	VOLTS	BASE	BULBO	ACABADO	LONGITUD TOTAL (C.M.)	VIDA HORAS	LUMENS INICIALES	DEPRECIACION
-------	-------	------	-------	---------	-----------------------	------------	------------------	--------------

SERVICIO GENERAL

15	125	Media	A-15	Perla	8.6	1000	144	13%
25	"	"	A-19	"	9.8	"	265	15%
40	"	"	"	Cl. o Per.	10.5	"	470	9%
60	"	"	"	"	"	"	855	6%
75	"	"	"	"	"	"	1180	"
100	"	"	"	"	10.7	"	1720	"
150	"	"	A-23	"	14.8	"	2730	9%
200	"	"	PS-25	"	17.0	"	3750	"
300	"	"	PS-30	"	20.0	"	6000	12%
300	"	Mogul	PS-35	"	23.0	"	5700	"
500	"	"	PS-40	Claro	24.1	"	9900	"
750	"	"	PS-52	"	32.4	"	15600	"
1000	"	"	"	"	"	"	21600	15%
1500	"	"	"	"	"	"	33000	21%

REFLECTORES USO INTERIOR

30	125	Media	R-20	Difuso	10.2	2000	200	15%
50	"	"	"	"	"	"	430	"
75	"	"	R-30	Dif. o Con.	12.7	"	840	"
150	"	"	R-40	"	15.9	"	1725	"
300	"	"	"	"	"	"	3600	"
500	"	Med.Fald.	"	"	16.5	"	6500	"
500	"	Mog.Mec.	"	"	17.8	"	"	"
500	"	Mogul	R-52	Difuso	29.0	"	8300	"
750	"	"	"	"	"	"	12700	"

REFLECTORES USO EXTERIOR

75	125	Media	PAR-38	Dif. o Con.	15.6	2000	730	15%
150	"	"	"	"	"	"	1730	"
300	"	Med. Prol.	PAR-56	"	12.70	"	3650	"
500	"	"	PAR-64	"	15.3	"	6000	"

TODO CUARZO (HALOGENAS)

WATTS	VOLTS	BASE	BULBO	ACABADO	LONGITUD TOTAL (C.M.)	VIDA HORAS	LUMENS INICIALES	DEPRECIACION
-------	-------	------	-------	---------	-----------------------	------------	------------------	--------------

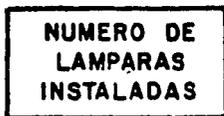
SERVICIO GENERAL

500	120	R75-15	T3Q/C1-RSC	Claro	11.6	2000	10,500	12%
1000	220	"	"	"	18.6	"	22,000	"
1500	"	"	"	"	25.4	"	33,000	"
2000	"	F4	"	"	33.0	"	44,000	"

TABLA No. 3.11



$$ELE_L = NL_i \times \phi_L$$



RECORDANDO QUE $NI = \frac{ELI_s}{S}$

Y DESARROLLANDO:

$$NI = \frac{ELI_s}{S} = \frac{ELE_L \times CU}{S} = \frac{NL_i \times \phi_L \times CU}{S}$$



SE CONCLUYE:

$$NL_i = \frac{NI \times S}{\phi_L \times CU}$$

Figura. 3.9.

- c) Depreciación de las superficies del cuarto por basura.
- d) Temperatura, voltaje y factor de balastro.
- e) Reemplazamiento de lámparas y limpieza.
- f) Limpieza periódica
 - f.1 Más luz entregada por equipo.
 - f.2 Mejor manejo de energía.
 - f.3 Apariencia del local.
 - f.4 Reducción de capital de inversión.

El efecto individual de cada factor varía con la clase de trabajo realizado y las localizaciones atmosféricas del edificio. Por ejemplo: el aire es más sucio en una bodega que en una oficina con aire acondicionado; la cantidad y tipo de basura o polvo encontrado en una oficina es diferente para un área industrial comparada con los suburbios.

- a) Depreciación de los equipos de iluminación por basura:

En una superficie para iluminación una cantidad insignificante de pérdida de luz puede ser generalmente atribuida a la acumulación de basura en ésta. Además de la clase y cantidad de polvo del área, la cantidad de pérdida de luz depende del diseño del equipo de iluminación, tipos de lámparas y formas, y, el terminado del equipo de iluminación.

La acumulación de basura en una superficie reflectante puede ser minimizada si el reflector es sellado y se impide el paso del aire.

- b) Lámparas fundidas:

Las lámparas fundidas contribuyen a la pérdida de luz, si las lámparas no se reemplazan rápidamente después de fundirse, el promedio será reducido proporcionalmente. En algunos casos, la lámpara que falló puede ser pérdida, esto es, cuando una serie de balastos fluorescentes son usados y una lámpara falla, ambas lámparas fallarán.

- c) Depreciación de las superficies del cuarto por basura:

En la práctica, para determinados campos de iluminación con alto grado de reflectancia, se balancea la brillantez para poder

utilizar la luz en una forma más eficiente. La proporción y distribución de la luz en el cuarto y las unidades de iluminación determinan la cantidad de luz que choca contra las paredes y techo. La acumulación de basura en el cuarto tiende a reducir la cantidad de luz reflejada. Mientras que la limpieza y pintado periódico de las paredes y techos es necesaria en todas las instalaciones donde un mayor porcentaje de luz es reflejada por estas superficies.

d) Temperatura, voltaje y factor de balastro:

Hay otros factores que pueden causar una variación en la salida de luz, día a día. Además de las causas descritas anteriormente, algunos de estos factores son la variación de voltaje y la temperatura ambiente; las lámparas fluorescentes son particularmente afectadas por cambios en la temperatura.

e) Reemplazamiento de lámparas y limpieza:

Reemplazamiento periódico planeado.- Un plan programado e implementado de reemplazamiento de lámparas interrumpirá la depreciación de iluminación y prevendrá muchas fundiciones; por lo tanto, se mejoran y mantienen los niveles de iluminación. La reducción en las fundiciones tiene además una ventaja en ahorro y tiempo, aparte de otros tipos de gastos involucrado en el reemplazamiento de lámparas fundidas.

Limpieza periódica.- El equipo de iluminación y las superficies del cuarto limpio producen los siguientes resultados:

1.- Más luz entregada por equipo.- La limpieza mejora la salida de la luz de un sistema cuando los equipos de iluminación en las superficies de los cuartos tiene una menor reflectancia que el que tienen las superficies en sí.

2.- Mejor manejo de la energía.- El equipo de iluminación limpio permite el uso de lámparas de menos wattaje o menor equipo de iluminación.

3.- Apariencia del local.- Las luminarias limpias y las superficies del cuarto limpias, dan una notoria evidencia del buen mantenimiento del lugar.

4.- Reducción de capital de inversión.- Cuando un sistema de iluminación es periódicamente reemplazado y limpiado o corregido por un plan correctamente esquematizado, proporciona más luz que cuando las lámparas permanecen sucias. Si los diseñadores de equipo de iluminación saben que un programa de mantenimiento planeado será llevado a cabo, ellos pueden diseñar para un programa dado de nivel de iluminación, usando un menor número de luminarias. Esto, por supuesto, resultará en reducción de capital de inversión, así como reducción de los costos de operación y uso de energía.

Ver figuras 10 y 11.

III.5 SUGERENCIA DE DISEÑO.

Por lo tanto, con el objeto de simplificar el procedimiento de cálculo para determinar el número de luminarias así como la localización de éstas en el área, se pueden seguir los siguientes pasos:

1.- Determinar el tipo de trabajo que se desarrollará en el local. Esto servirá para determinar la calidad y cantidad de luz que se necesita.

La IES indica los niveles de iluminación recomendados para trabajos específicos.

2.- Determinar qué fuente luminosa deberá usarse.

3.- Determinar qué condiciones ambientales prevalecerán en el área. Esto ayuda a determinar los efectos de polvo y suciedad y las condiciones ambientales que se deberán tomar en cuenta.

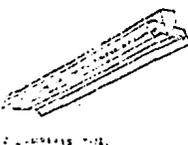
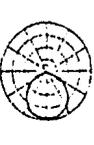
CONDICIONES INICIALES $\rightarrow NL = \frac{NI \times S}{\Phi_L \times CU}$

CONDICIONES PROMEDIO $\rightarrow NL = \frac{NI \times S}{\Phi_L \times CU \times \underline{\underline{FM}}}$

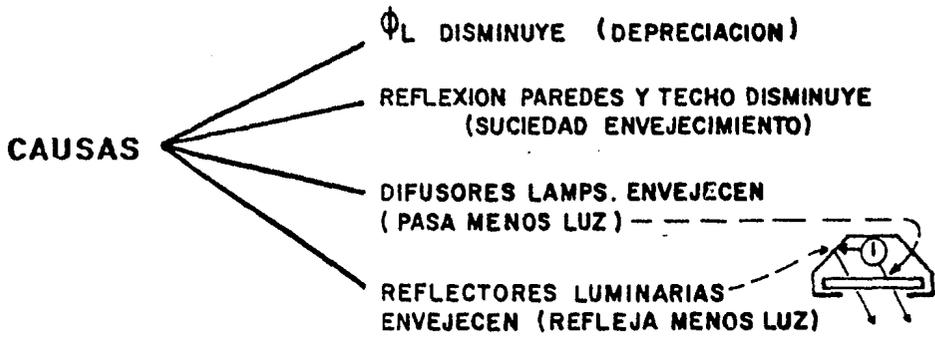
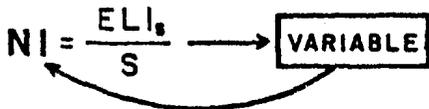
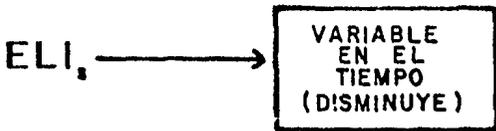
DETERMINACION DE F.M.

\rightarrow EN TABLAS DE CU:

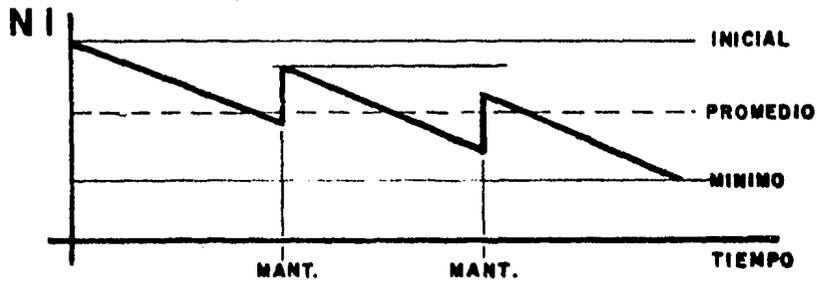
FM \rightarrow

COEFICIENTES DE UTILIZACION					TEMPERATURAS									
TIPO	UNIDAD DE ALUMBRADO	DISTRIBUCION	DISTANCIA ENTRE LAMPARAS INFERIOR	FACTOR DE MANTENIMIENTO	TEMPERATURAS									
					75%	75%	75%	75%	75%	75%	75%			
					75%	75%	75%	75%	75%	75%	75%	75%		
					COEFICIENTE DE UTILIZACION									
Semidirecta		10		1.4 X ALTURA DE MONTAJE	Bueno 0.70 Medio 0.60 Malo 0.50	J	0.27	0.25	0.22	0.29	0.25	0.22	0.25	0.21
						I	0.29	0.24	0.20	0.22	0.25	0.26	0.33	0.30
						H	0.25	0.21	0.27	0.25	0.23	0.22	0.39	0.35
						G	0.22	0.45	0.42	0.32	0.47	0.43	0.45	0.42
						F	0.58	0.53	0.49	0.56	0.52	0.48	0.50	0.47
						E	0.55	0.60	0.56	0.62	0.53	0.43	0.56	0.53
						D	0.70	0.65	0.61	0.66	0.63	0.60	0.60	0.58
						C	0.73	0.69	0.65	0.70	0.66	0.63	0.63	0.61
						B	0.77	0.73	0.70	0.73	0.70	0.68	0.67	0.65
						A	0.30	0.27	0.24	0.26	0.24	0.21	0.20	0.70
Semidirecta		11		1.3 X ALTURA DE MONTAJE	Bueno 0.70 Medio 0.60 Malo 0.50	J	0.26	0.25	0.22	0.30	0.25	0.22	0.25	0.22
						I	0.29	0.24	0.21	0.23	0.24	0.26	0.33	0.30
						H	0.25	0.21	0.27	0.25	0.23	0.22	0.29	0.26
						G	0.22	0.48	0.44	0.31	0.47	0.43	0.46	0.42
						F	0.58	0.53	0.49	0.56	0.52	0.48	0.50	0.47
						E	0.55	0.60	0.56	0.62	0.56	0.55	0.56	0.54
						D	0.65	0.64	0.61	0.66	0.62	0.59	0.60	0.53
						C	0.72	0.68	0.65	0.70	0.65	0.63	0.63	0.61
						B	0.76	0.72	0.70	0.73	0.70	0.67	0.67	0.66
						A	0.28	0.26	0.23	0.25	0.23	0.21	0.20	0.70
Fluorescente		18		1.2 X ALTURA DE MONTAJE	Bueno 0.70 Medio 0.65 Malo 0.60	J	0.27	0.23	0.20	0.26	0.22	0.20	0.22	0.19
						I	0.29	0.26	0.23	0.27	0.23	0.20	0.29	0.26
						H	0.24	0.20	0.26	0.24	0.22	0.21	0.34	0.31
						G	0.21	0.42	0.39	0.25	0.41	0.37	0.39	0.36
						F	0.51	0.46	0.42	0.49	0.45	0.41	0.43	0.42
						E	0.57	0.53	0.49	0.54	0.50	0.47	0.47	0.45
						D	0.60	0.57	0.53	0.57	0.54	0.51	0.51	0.49
						C	0.63	0.60	0.56	0.59	0.56	0.54	0.53	0.51
						B	0.67	0.54	0.51	0.62	0.60	0.58	0.56	0.55
						A								

FACTOR DE MANTENIMIENTO (F M)



COMPORTAMIENTO



SOLUCION: NO SE DISEÑA PARA CONDICIONES INICIALES, SINO PROMEDIO → FM

Figura. 3. II.

4.- Determinar las características físicas y operacionales del área y cómo se usará. Esto incluye dimensiones del local, valores de reflectancia, localización del plano de trabajo y características operacionales, tales como: horas diarias y anuales de uso del sistema.

5.- Seleccionar el luminario que se usará.

6.- Determinar los factores de depreciación de luz para el área. Los factores de pérdida de luz se pueden dividir en dos categorías:

- a) No recuperables.
- b) Recuperables.

Los factores no recuperables se consideran como: la temperatura ambiental, la cual puede afectar el comportamiento del luminario; voltaje de alimentación al luminario, características del balastro y características del luminario.

Los factores recuperables son: la depreciación de la producción lumínica de la lámpara; las lámparas de operación, depreciación del luminario debido al polvo; depreciación de las superficies del local debido al polvo.

Multiplicando todos los factores de pérdida se obtiene un factor de pérdida neta.

7.- Cálculo de Índice de cuarto o local:

$$IC = \frac{\text{Largo} \times \text{Ancho}}{\text{Altura de montaje} (\text{Largo} + \text{Ancho})} \quad \text{Alumbrado Directo y Semi-directo}$$

$$IC = \frac{3 \times \text{Largo} \times \text{Ancho}}{2 \times \text{Altura de montaje} (\text{Largo} + \text{Ancho})} \quad \text{Alumbrado Indirecto y Semi-Indirecto.}$$

Cálculo de las relaciones de cavidad:

- a) Cavidad de local.
- b) Cavidad de techo.
- c) Cavidad de piso.

La fórmula para el cálculo de la relación de cavidad es:

$$\text{Relación de cavidad} = \frac{5 \times \text{Altura} \times (\text{Largo} \times \text{Ancho})}{\text{Largo} \times \text{Ancho}}$$

donde:

Altura = Altura de cavidad de local, piso o techo.

8.- Determinar las reflectancias correspondientes a las cavidades de techo y piso. Este procedimiento contempla el efecto de interreflexión de la luz, considerando las diferentes superficies del local. (En la tabla se indican las Reflectancias efectivas).

Si todas las superficies son solamente reflectivas, o si los luminarios se encuentran localizados directamente en el techo, no será necesario realizar este cálculo. En este caso se puede usar el valor actual de las reflectancias de las superficies para determinar el coeficiente de utilización.

9.- Determinar el coeficiente de utilización (C.U.): Este se encuentra en los datos técnicos proporcionados por el fabricante para el luminario que se usará.

Con el objeto de seleccionar el valor apropiado del C.U. de esas tablas se deberán conocer primero las reflectancias efectivas de techo, pared y piso. La mayoría de las tablas muestran solamente un valor típico para la reflectancia de piso. Este valor es 20% y es considerado generalmente como un valor normal. En caso de que el valor de reflectancia se mayor o menor del 20% se debe corregir de acuerdo con los datos disponibles en la tabla No.

10.- Cálculo del número de luminarias requerido:

Con los datos anteriores se aplica entonces la siguiente fórmula:

$$\text{No. de luminarias} = \frac{\text{área} \times \text{Luxes (Promedio mantenido)}}{\frac{\text{No. de lámparas}}{\text{luminario}} \times \frac{\text{lúmenes}}{\text{lámpara}} \times \text{C.U.} \times \text{F.M.}}$$

$$\text{N.L.} = \frac{S \times \text{N.I.}}{\theta_L \times \text{C.U.} \times \text{F.M.}}$$

RESUMEN DE CONDICIONES DE DISEÑO

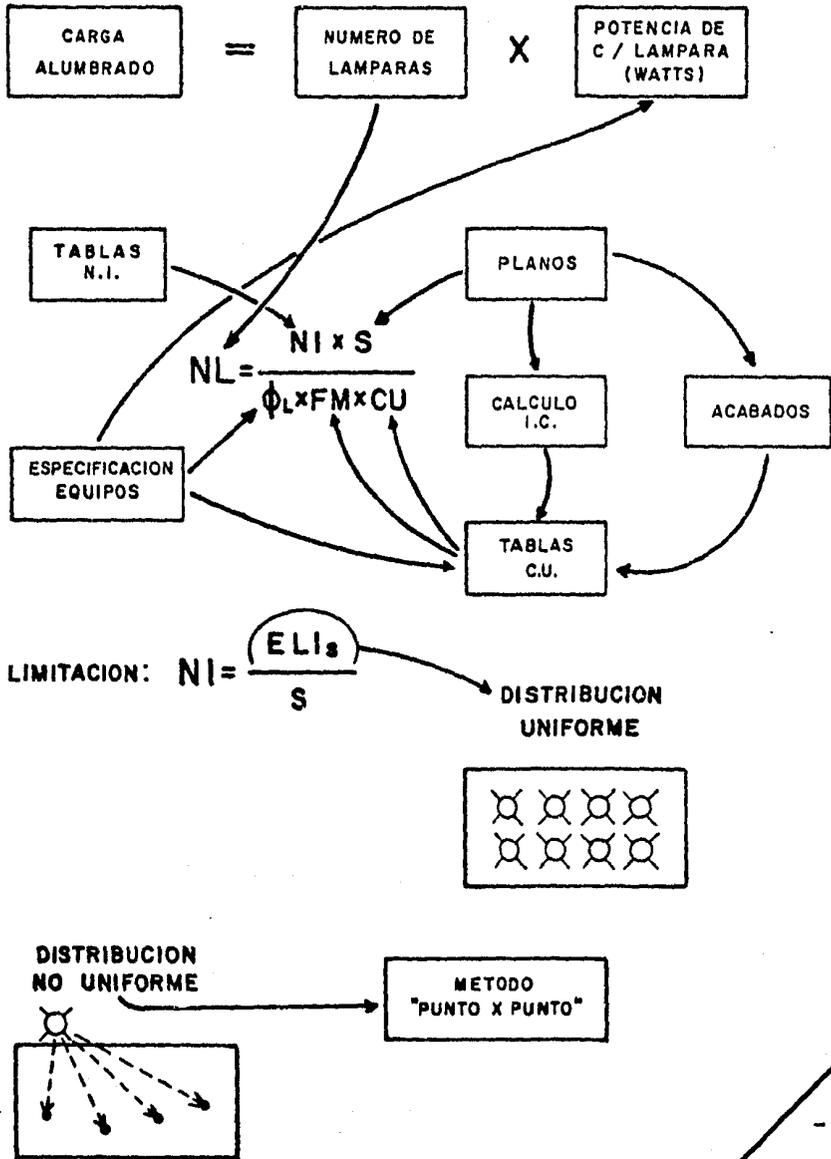


Figura. 3.12.

C A P I T U L O I V

ESTUDIO ECONOMICO

El costo total del alumbrado puede calcularse reuniendo todos los factores que intervienen en cualquier instalación. Al comparar sistemas de alumbrado desiguales como el indirecto y el directo, es imposible valorar el factor de calidad desde un punto de vista económico. Por ello, es preferible comparar el costo de las instalaciones basándose en iguales niveles de iluminación y la misma calidad. Los resultados que se obtienen de este modo son una guía más segura respecto a las fuentes de luz y tipo de luminaria más adecuadas a emplear en una instalación dada.

Para producir y utilizar la luz en la forma más satisfactoria y económica, deben considerarse los siguientes aspectos:

- Costo de la electricidad.
- Eficacia luminosa de la lámpara.
- Costo de la lámpara y su reemplazo.

El objeto de este estudio es el de analizar si hay o no la posibilidad de obtener un ahorro de energía tomando en cuenta los aspectos anteriores y los parámetros que intervienen en el cálculo del número de lámparas, por lo que del capítulo anterior, se tiene que:

$$NL = \frac{NI \times S}{\phi_L \times CU \times FM}$$

Para poder ver esta posibilidad se irá variando cada uno de los parámetros de la fórmula anterior.

IV.1. POSIBILIDADES DE VARIACION.

- NIVEL DE ILUMINACION (N.I.)

Desde 1958 la IES ha estado publicando recomendaciones sobre simples valores para la selección del nivel de iluminación basados en métodos establecidos, en aquel entonces a partir de 1979 los comités de la Sociedad han aplicado nuevos procedimientos en la preparación de nuevas recomendaciones de nivel de iluminación interior; estos procedimientos analizan la necesidad de flexibilidad en la determinación de los niveles de iluminación para que los diseñadores puedan ajustarse a necesidades específicas; de acuerdo a estos nuevos procedimientos, se podrá analizar como sigue.

Una tarea iluminativa deberá considerarse compuesta por lo siguiente:

- 1 . La exhibición visual (detalles a ser vistos)..
- 2 . Edad del observador: predice la condición del sistema visual del observador.
- 3 . Importancia de la rapidez o velocidad, y la minuciosidad para la ejecución visual.
- 4 . Reflectancia de la tarea (transfondo en donde los detalles son vistos).

Los comités de aplicación de la Sociedad en base a un consenso, han establecido unas series apropiadas de nivel de iluminación para varios tipos de exhibiciones visuales. Dichas series son nueve, llamadas "Categorías de Iluminancias", éstas son designadas de la "A" hasta la "I", cubriendo niveles de iluminación de 20 a 20,000lux (ver tabla 4.1), en donde los valores del nivel de iluminación están dados para niveles bajos, medianos o altos.

Para poder determinar estos valores de iluminación, es necesario considerar lo siguiente:

TABLA 4.1

1. Categorías y valores de Nivel de Iluminación en tipos genéricos de actividades en interiores.

La tabulación siguiente nos ofrece una lista de las recomendaciones para la iluminación dadas por la sociedad. Se considera que ésta sirva de guía al proyectista en la selección de la iluminación apropiada al diseño y en la evaluación de los sistemas de iluminación.

Rangos de Iluminancia.

Tipo de actividad	Categoría de Iluminancia	LUX	Referencia de plano Trabajo
Espacios públicos con alrededores oscuros	A	20 - 30 - 50	Nivel de iluminación general de espacios.
Orientación simple de visitas cortas temporales.	B	50 - 75 - 100	
Áreas de trabajo donde las tareas visuales se hacen sólo ocasionalmente	C	100-150-200	
Tareas visuales de alto contraste.	D	200- 300 -500	Nivel de iluminación en el trabajo.
Tareas o trabajos visuales de contraste medio o de tamaño pequeño.	E	500- 750-1000	
Tareas visuales de bajo contraste o tamaño muy pequeño	F	1000-1500 -2000	
Tareas visuales de bajo contraste y muy pequeñas por períodos prolongados	G	2000-3000-5000	
Tareas muy prolongadas y muy detalladas.	H	5000-7500-10000	Nivel de iluminación en el trabajo obtenidas por la combinación de la general y la local (iluminación complementaria)
Tareas visuales muy especiales de muy bajo contraste y pequeños.	I	10000-15000-2000	

TABLA . 4.1.

De la "A" a la "C" sus características de funcionamiento de iluminación son para áreas completas de espacio interior considerado. (es decir, un nivel general de iluminación).

De la "D" a la "F" son para tareas que permanecen relativamente fijas en una localidad, es decir, un sistema de iluminación localizado.

De la "G" a la "I" son para tareas visuales extremadamente difíciles de iluminar. Estos requieren a veces una combinación de un sistema de iluminación general y un localizado.

Ahora, para establecer los Niveles de Iluminación y de blancos u objetivos a iluminar se debe tomar en cuenta:

a) Para las categorías "A" hasta la "C" se debe de conocer el espacio que se diseña y sus futuros ocupantes, además de:

- a.1. La edad de los ocupantes.
- a.2. Reflectancia de las superficies.

Después de establecer lo anterior se podrá determinar el blanco apropiado de la categoría de iluminancia usando la tabla 4.2.a.

El manejo de esta tabla es:

- Revisar cada una de las características y determinar los factores de peso apropiado (-1, 0, +1).
- Añadir los dos factores algebraicos tomando en cuenta los signos.
- Si la suma total de estos factores es (-2), usar la más baja de las tres iluminancias de la tabla 4.1, ahora si la suma total es (+2), usar la más alta de las iluminancias, pero si el total es otro, usar la mediana.

b) Para las categorías "D" hasta la "I". Para estas categorías el diseñador debe estar plenamente familiarizado con la tarea anticipada y con los ocupantes del espacio, además de:

b.1. La tarea precisa.

b.2. Edad de los ocupantes (si la tarea es escribir nóminas de cheques o pagos, se debe establecer la edad aproximada de quien ejecuta esta labor).

Ya que se ha establecido lo anterior, se procede a determinar un valor del blanco u objetivo de acuerdo a la tabla 4.2.b., como sigue:

- Revisar cada una de las 3 características y determinar el factor apropiado (-1, 0, +1).
- Añadir los 3 factores en forma algebraica, tomando en cuenta los signos.
- Si la suma de estos factores es -2 ó -3, se usará lo más baja de la tabla 4.1, ahora si la suma total es +2 ó +3, se usará la más alta pero si es diferente que las anteriores, se tomará la mediana.
- Para este rango de categorías (hasta la "!!!"), se recomienda como aceptación mínima de diseño 200 lux de iluminación horizontal para áreas de trabajo no generales.

Valores adivinados son pobres sustitutos para esta información y pueden resultar sobrados o bajos para el diseño.

Hemos hablado de cómo podemos determinar el nivel de iluminación que quizás suene repetitivo, pero este estudio es en el que nos basaremos para variar este factor, es decir, presenta más flexibilidad y a continuación veremos que si:

al aumentar NI tenemos que:

$$NL = \frac{(\uparrow) NI \times S}{\theta_L \times CU \times FM} \rightarrow NL \uparrow \text{ aumenta}$$

al disminuir NI tenemos que:

$$NL = \frac{(\downarrow) NI \times S}{\theta_L \times CU \times FM} \rightarrow NL \downarrow \text{ disminuye}$$

Tabla 4.2. Factores de balance que deben considerarse en la selección de los niveles de iluminación específica dentro de los rangos de valores para cada categoría.

a) Para categorías de nivel de iluminación de la A a la C.

Características del local y ocupantes	Factores de Peso		
	-1	0	+1
Edad de ocupantes	Menor de 40	40 - 55	Mayores 55
Reflectancias de las superficies del local	Mayor de 70%	30 - 70%	Menor de 30%

b) Para categorías de nivel de iluminación de la D a la I.

Características del trabajo y del trabajador.	Factor de Peso		
	-1	0	+1
Edad del trabajador	Menor de 40	40 - 55	Mayores de 55
Velocidad y/o precisión **	Sin importancia	Importante	Crítica
Reflectancia del fondo de trabajo ***	Mayor de 70%	30 - 70%	Menor de 30%

* Las reflectancias promedio de las superficies consideradas incluyendo - aquellas de las paredes, piso y techo, si abarcan una porción grande del - área de trabajo o partes circundantes visuales. Por ejemplo, en un pasillo de elevador, donde la altura del techo es de 7.6 mts. ni el área de - trabajo ni los alrededores visuales abarcarán el techo, por lo que sólo - habrá que considerar los reflejos del piso y las paredes.

** En la determinación de si la velocidad y/o precisión carecen de importancia, son importantes o críticos. Es necesario considerar las siguientes preguntas: ¿Cuáles son las limitaciones de tiempo? ¿Qué importancia tiene la rapidez al efectuar el trabajo? ¿Causarán los errores una condición o producto inseguro? ¿Reducirán los errores la productividad y serán costosos? Por ejemplo en la lectura por placer no hay limitaciones del tiempo y no tiene importancia al leer con rapidez. Los errores no serán costosos y no tienen relación con la seguridad. De esta manera la seguridad y precisión carecen de importancia. Sin embargo, en la elaboración de recetas que han de leerse por el farmacéutico, la precisión es crítica porque puede haber errores que causen una condición insegura y el tiempo es importante para el usuario.

*** El fondo de trabajo es la porción del trabajo sobre la cual se presentan la visualización de importancia. Por ejemplo: en esta página el área de visualización importante incluye las letras que se combinan con otras para la formación de palabras y frases. El área de visualización media o de fondo de trabajo, es el papel que tiene una reflectancia aproximada del 65%.

De lo explicado en la selección de Nivel de Iluminación, nos presenta rangos bajos, medianos y altos, es precisamente con esta flexibilidad en la que podemos variar el nivel de iluminación para obtener un número de lámparas -- adecuado con un sistema de iluminación bueno.

- FLUJO LUMINOSO (ØL)

Como ya se mencionó el Flujo Luminoso es la radiación o energía radiada - que es capaz de causar directamente la sensación visual, es decir, este parámetro depende del tipo de lámpara que se utilice.

Usualmente el tipo de lámpara que se emplea en las oficinas es:

LAMPARA	TIPO	ENCENDIDO	ACABADO	WATTS	LUMENES INICIALES
Fluorescente	Standard	Standard	Luz de día	20	995
"	"	"	Blanco frío	20	1, 170
Fluorescente	E.Rápido	Rápido	Luz de día	40	2, 600
"	"	"	Blanco frío	40	3, 100
Fluorescente	Slimline	Instantaneo	Luz de día	38	2, 400
"	"	"	Blanco frío	38	2, 900
"	"	"	Luz de día	74	5, 080
"	"	"	Blanco frío	74	6, 050
Fluorescente	H.O.	Rápido	Luz de día	110	7, 520
"	"	"	Blanco frío	110	8, 980
Fluorescente	V.H.O.	Rápido	Blanco frío	110	6, 900
"	"	"	Blanco frío	160	11, 100

LAMPARA	ACABADO	WATTS	LUMENES INICIALES
Incandescente	Perla	25	265
"	Claro o Perla	40	470
"	" "	60	855
"	" "	75	1180
"	" "	100	1720
"	" "	150	2730
"	" "	300	6000
"	Claro	500	9900

Ahora nos preguntaremos: qué pasaría si el flujo luminoso sufre variaciones, se tiene entonces que:

al aumentar el ϕ_L tenemos que:

$$NL = \frac{NI \times S}{(\uparrow) \phi_L \times FM \times CU} \rightarrow NL (\downarrow) \text{ disminuye}$$

al disminuir el ϕ_L tenemos que:

$$NL = \frac{NI \times S}{(\downarrow) \phi_L \times FM \times CU} \rightarrow NL (\uparrow) \text{ aumenta}$$

Es decir, el flujo luminoso se puede variar en función del tipo de lámparas seleccionado; comúnmente se utiliza la lámpara fluorescente más que la incandescente, ya que la eficiencia del alumbrado fluorescente es dos veces y medio mayor que el alumbrado incandescente. Por lo tanto, habrá un consumo de KW-H dos veces y medio mayor en un sistema incandescentes que un fluorescente para un mismo nivel de iluminación (además de que se utiliza la lámpara incandescente como complemento a un sistema de iluminación con lámparas fluorescentes.

- COEFICIENTE DE UTILIZACION (C.U.)

En el capítulo anterior se mencionó que:

$$C.U. = \frac{E_L}{E_L} \frac{E_S}{E_L}$$

donde:

E_L E_S = Energía luminosa emitida en una superficie

E_L E_L = Energía luminosa emitida por la lámpara.

al aumentar el C.U. tenemos que:

$$N.L. = \frac{NI \times S}{\rho_L \times FM \times CU} \rightarrow NL (\downarrow) \text{ disminuye}$$

al disminuir el C.U. tenemos que:

$$N.L. = \frac{NI \times S}{\rho_L \times FM \times C.U.} \rightarrow NL (\uparrow) \text{ aumenta}$$

Para ver estas variaciones se sabe que en un local algunos de los lúmenes - emitidos por una lámpara serán absorbidos por los materiales reflectores, refractores y transmisores del artefacto, y otros serán absorbidos por el techo y las paredes.

Es decir, precisamente en la expresión de C.U. en el factor de E_L E_S donde - existe la posibilidad de obtener una variación.

Esta variación puede consistir en:

- Pintar de colores claros o blancos los techos y paredes.
- Presentar limpieza en techos y paredes para que no se vaya matando la tonalidad de blancos, ya que se estima que la reflexión de una superficie recién pintada de blanco oscila entre 75 y 85%.

- FACTOR DE MANTENIMIENTO (F.M.)

En este último factor las variaciones que podemos tener son:

al aumentar FM tenemos que:

$$NL = \frac{NI \times S}{\phi_L \times CU \times FM (\uparrow)} \rightarrow NL (\downarrow) \text{ disminuye}$$

al disminuir FM tenemos que:

$$NL = \frac{NI \times S}{\phi_L \times CU \times FM (\downarrow)} \rightarrow NL (\uparrow) \text{ aumenta}$$

Para poder hacer estas variaciones, tenemos que: a medida que las lámparas son usadas su salida disminuye, por lo tanto, no se mantiene un mismo nivel de iluminación, también ocurre una pérdida adicional de luz por el polvo y suciedad que se acumulan en las lámparas y artefactos. Para solucionar esto se debe considerar:

- Un reemplazo en grupo de lámparas.
- Un programa de mantenimiento.

IV.2. CALCULO DEL COSTO DE ENERGIA.

Con el fin de hacer una comparación del consumo de energía eléctrica utilizada para alumbrado de oficinas y el consumo que se obtendría haciendo variaciones en los cálculos de iluminación (de acuerdo al subtema anterior), se tomó como una base real la energía eléctrica contratada en el D.F. Dicho estudio consistió en realizar un análisis estadístico de la contratación de Energía Eléctrica para alumbrado de oficinas ante la Compañía de Luz y Fuerza en Liquidación.

La información que proporcionó la Cfa. de Luz, fueron los expedientes correspondientes de Julio de 1981 a Julio de 1982; el número total de expedientes fue de 318 con una carga total de alumbrado de 11,851,000 KW.

Para obtener este dato se tuvieron que hacer varias modificaciones en algunos expedientes.

1. Debido a que en algunos expedientes no se tomaba en cuenta el consumo de los reactores en las lámparas fluorescentes, se les hizo una corrección aumentándoles el 25% a la capacidad de las lámparas.
2. En algunos expedientes el consumo de reactores se tomaba del 30 ó 20% de la capacidad de las lámparas. En éstas se les hizo una corrección del 25% también del consumo de reactores.
3. En otros no se especificaba la capacidad instalada de alumbrado. Se hizo una comparación con otros que tuvieran una carga aproximada y con esto se obtuvo un porcentaje de la capacidad total del alumbrado.

Para poder hacer el análisis del cálculo, nos basaremos en las tarifas de venta de Energía Eléctrica de acuerdo al Diario Oficial publicado el 30 de Diciembre de 1983, y el Factor de Ajuste (Ver tabla 4.3 y 4.4).

De acuerdo a las tarifas de venta de Energía Eléctrica, se selecciona el tipo de tarifa por medio de la carga que se tiene y para el uso que se requiera.

Una vez que se ha determinado el tipo de esta tarifa, procedemos al siguiente cálculo.

Carga : 11,851,000 KW
Uso : Baja Tensión

De la tabla 4.3 se selecciona la tarifa No. 3, aplicando esta tarifa se tiene:

COSTO DE ENERGIA ELECTRICA

TARIFAS

TARIFA	C A R G O S					MINIMO	DEPOSITO GARANTIA	U S O	
	FIJO	POR CONSUMO							
1	0-50 KWH-0 (IHC) DEMÁS SERVS.-30.00	los. 50 KWH	SIG. 25 KWH	SIG. 25 KWH	RESTO KWH	8 KWH	40 KWH-1HC 200 KWH-2HC 500 KWH-3HC	DOMESTICO B.T.	
		3.85	6.35	7.20	8.00				
1A	1a. CUOTA: 0-50 KWH-0 (IHC) DEMÁS SERVS.-30.00	los. 100 KWH	SIG. 100 KWH	RESTO KWH		8 KWH	IMPORTE DE 2a. CUOTA: 40KWH-1HC 200KWH-2HC 500KWH-3HC	DOMESTICO B.T. (1a. CUOTA: 6 MESES CONSECUTIVOS MÁS CALIDOS DEL AÑO TEMP. 25° C 2a. CUOTA: PERIODOS RESTANTES DEL AÑO)	
	2a. CUOTA: 0-50 KWH-0 (IHC) DEMÁS SERVS.-30.00	los. 50 KWH	SIG. 25 KWH	SIG. 25 KWH	RESTO KWH				3.85
2	60.00	los. 50 KWH	RESTO KWH			60.00	40KWH-1HC 200KWH-2HC 600KWH-3HC	GENERAL B.T. DEM. MAX. 25 KW.	
		5.65	7.90						
3	795 X KW DEM MAX MED	X C/KWH				8 X CARGO KW DEM MAX	2X CARGO DEM MAX A DEM. CONTRATADA	B.T. CUALQUIER USO MÁS DE 25 KW DEM.	
		3.95							
4	—	X C/KWH				40 X CARGO KWH	4 X MINIMO	MOLINOS DE NIXT. Y TORTILLERIAS EN B.T. ALUMB=40W/KW FZA.	
		2.60							
5	—	A.T. X C/KWH		B.T. X C/KWH		4Hrs. DIARIAS DEL SERV. DEM CONT	4 X MINIMO	ALUMBRADO PUBLICO Y SEMAFOROS	
		3.35		4.00					
6	875.00	X C/KWH				875.00	4 X MINIMO	BOMBEO AGUAS POTABLES O NEGRAS, DE SERV. PUB.	
		4.40							
7	290.00 1er. DIA 36.00 C/DIA ADIC.	720.00 X KW DEM. 18.00 X KWH CONS. PARA EQUIPO ELECT. O PORTATIL SE APLICAN, LAS CUOTAS DE CARGO FIJO O LAS 2 ANTS. ; O BIEN 1435.00 X KW DEM.					—	—	SERV. TEMPORAL CUALQUIER USO. HORARIO FIJO (LO CON VENIDO ENTRE EL SUM Y USUARIO). MAX. 30 DIAS MIN. 4 Hrs / DIA
8	600 X KW DEM. MAX MED (1)	300 X KWH				10 X CARGO KW DEM MAX (1)	2 X CARGO P/DEM MAX A DEM CONT.	SERV. GRAL EN A.T. 20 KW O MAS	
9	—	los. 5000 KWH	SIG. 10000 KWH	SIG. 20000 KWH	RESTO KWH	—	95.00 X KW DEM CONT	BOMBEO DE AGUA PARA RIEGO, AGRICOLA A.T. O B.T. ALUMB DEL LOCAL	
		2.05	2.45	2.70	3.00				
10.	68.00 X KW DEM MAX MED (1)	los. 90 KWH X KW DEM. MAX. MED.	SIG. 180 KWH X KW DEM. MAX. MED.	RESTO KWH		10 X CARGO P / KW DEM MAX	2 X CARGO P/DEM MAX A DEM CONT	A.T. PARA REVENTA	
		2.60	2.30	2.00					
11	620.00 X KW DEM MAX MED	X KWH 2.50				20 X CARGO P / KW DEM MAX	2 X CARGO P/DEM MAX A DEM CONT	SERV. GRAL A.T. 66 K.V. O MAS CUALQUIER USO	

DATOS TOMADOS DEL DIARIO OFICIAL DE ENERO DE 1984.

TABLA. 4.3.

FACTOR DE AJUSTE
(CUOTAS POR CONSUMO Y CARGOS
FIJOS DE CADA TARIFA)

FEB.	1.025
MARZO	1.050625
ABRIL	1.0768906
MAYO	1.1038129
JUNIO	1.1314082
JULIO	1.1596934
AGOSTO	1.1886857
SEPT.	1.2184029
OCT.	1.248863
NOV.	1.2800846
DIC.	1.3120867

DATOS TOMADOS DEL DIARIO OFICIAL DE ENERO DE 1984

- 98 -

TABLA. 4.4.

a) Carga Conectada.

Carga total de alumbrado = 11,851,000KW de oficinas.

b) Cargo Fijo.

$$CF = 795 \times \text{KW Demanda Máxima Medida}$$

$$CF = 795 \times 11,851,000KW$$

$$CF = \$ 9,421,545,000.00$$

c) Consumo Anual.

c.1. Debido a que se tiene la potencia instalada en KW y lo que interesa es la energía en KW-Hr, se hizo un cculo aproximado de horas trabajadas en oficinas.

$$\begin{aligned} \text{Hrs. oficina} &= (365 \frac{\text{días}}{\text{año}} - 52 \text{ Domingos} - 52 \text{ Sábados} - 13 \text{ días fe-} \\ &\quad \text{riados}) \\ &\quad \times \frac{9 \text{ Hrs.}}{\text{turno}} \quad \times 1 \text{ turno} \end{aligned}$$

$$\text{Hrs. oficina} = 2,232 \text{ Hrs.}$$

c.2. Consumo Anual

$$CA = \text{Carga Conectada} \times \text{Tiempo uso en un año} \times \text{Demanda}$$

$$CA = 11,851,000 \times 2,232 \times 1.0$$

$$CA = 2,645132 \times 10^{10} \text{ KW-Hr.}$$

$$\text{Consumo mensual} = \frac{2,6451432 \times 10^{10}}{12}$$

$$CM = 2,204,286,000 \text{ KW-Hr.}$$

$$\text{Cargo por Consumo} = \text{KW-Hr mensual} \times 3.95$$

$$CC = 2204,286,000 \times 3.95$$

$$CC = 8706,929,700$$

Costo total = (Cargo Fijo + Cargo por Consumo) 1.025

CT = (9,421,545,000 + 8,706,929,700) 1.025

CT = 18,581,687,000

+15 % IVA

C. Mensual = \$ 21,368,940,000.00

NOTA: El 1,025 es obtenido por medio de la tabla 4.4, es el factor de ajuste aplicado al mes de Febrero de 1984.

IV. . ANALISIS DE VARIACION.

Para poder realizar un análisis comparativo, se tomo como muestra uno de los expedientes de la Cía. de Luz de donde se obtendrá el costo de la energía, se aplicará el Método de Lúmenes en donde se irán variando sus parámetros. Con esto se pretende ver la posibilidad de obtener un porcentaje que nos permita disminuir la carga instalada y por lo tanto, el costo de energía.

Dicho expediente consta de los siguientes datos:

825 luminarias de lámparas fluorescentes de 2 X 40 W

$W_T = 825 \times 100 = 82,500$ ó 82.50 KW

Haciendo el cálculo de costo de energía y empleando la tarifa No.3 , se tiene:

a) Carga Conectada = 82.5 W

b) Consumo Anual = Carga \times tiempo uso \times Demanda
conectada en un año

CA = 82.5 KW X 2,232 Hr. X 1.00

CA = 184,140 W-Hr

Consumo Mensual = $\frac{184140}{12} = 15,345$

CM = 15,345 KW-Hr.

$$\begin{aligned}
 \text{c) c.1. Cargo fijo} &= 795 \times \text{KW Dem M}{\acute{a}}\text{x Med} \\
 &= 795 \times 82.5 \\
 \text{CF} &= \$ 65,587.5
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{c.2 Cargo por consumo} &= \text{KW-Hr mensual} \times 3.95 \\
 &= 15,345 \times 3.95 \\
 \text{CC} &= \$ 60,612.75
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{d) Cargo total} &= (\text{CF} + \text{CC}) \times 1.025 \\
 \text{CT} &= (65,587.5 + 60,612.75) \times 1.025 \\
 \text{CT} &= 129,355.25 \\
 &\quad + 15 \% \text{ IVA} \\
 \text{CT} &= \underline{\underline{\$ 148,758.55}}
 \end{aligned}$$

De acuerdo al análisis que se hizo anteriormente y de las posibilidades de variación de la fórmula del número de lámparas que se analizó al principio del Capítulo, se hará el análisis para este expediente como a continuación se describe.

Como en el expediente nos dicen nada más el número de lámparas o la carga, suponemos lo siguientes datos:

$$NI = 500 \text{ lux}$$

$$S = 4,805 \text{ m}^2.$$

$$\phi_L = 2600 \text{ l{\'u}menes (2 x 40 W l{\'a}mparas fluorescentes, luz de d{\'i}a)}$$

$$CU = 0.8$$

$$FM = 0.7$$

$$NL = \frac{NI \times S}{\phi_L \times CU \times FM}$$

$$NL = \frac{500 \times 4,805}{2,600 \times 0.8 \times 0.7} = 1650 \quad \text{l{\'a}mparas}$$

que vienen siendo las 825 luminarias de lámparas fluorescentes 2 x 40 W

Por lo que ahora se procederá al análisis de variación para obtener las posibilidades de ahorro.

1. NIVELES DE ILUMINACION.

Como se vió anteriormente de la tabla 4.1 , se seleccionó la categoría D - (para tareas visuales de alto contraste) para determinar el Nivel de Iluminación se tiene de la Tabla 4.2 b:

1.a. Considerando (-1) para la edad del trabajador (0) para velocidad y/o precisión y (-1) para reflectancia del fondo del trabajo. La suma algebraica de los factores de peso es:

$$-1 + 0 - 1 = 2$$

y de acuerdo al manejo de estas tablas se elige un NI = 200 lux.
+ variando NI = 200 lux y manteniendo constantes los demás elementos se tiene:

$$NL = \frac{200 \times 4,805}{2,600 \times 0.8 \times 0.7} = 660 \quad \text{Lámparas}$$

330 luminarias de lámparas fluorescentes de 2 x 40 W.

1.b. Calculando el costo de energía para esta carga de alumbrado de acuerdo con la tabla No.3.

660 lámparas fluorescentes de 40 W y aplicando el 1.25 % de pérdida de balastro:

$$\text{Carga} = 660 \times 40 = 26,400 \text{ W}$$

$$\text{Carga alumbrado} = 26,400 \times 1.25 = 33,000 \text{ W} = 33.00 \text{ KW}$$

Costo de energía para esta carga de alumbrado:

a) Carga conectada = 33 KW

b) Consumo anual = Carga conectada x tiempo uso en un año x Demanda

$$CA = 33 \times 2,232 \times 1.0$$

$$CA = 73656 \text{ KW} - \text{Hr}$$

$$\text{Consumo mensual} = \frac{73656}{12} = 6138 \text{ KW-Hr}$$

$$\text{CM} = 6138 \text{ KW-Hr}$$

c) De acuerdo a la tarifa No. 3 se tiene:

$$\text{c.1. Cargo Fijo} = 795 \text{ X KW Dem Max Med}$$

$$= 795 \text{ X } 33$$

$$\text{CF} = \$ 26,235.00$$

$$\text{c.2 Cargo por consumo} = 3.95 \text{ X KW-Hr}$$

$$= 3.95 \text{ X } 6138$$

$$\text{CC} = \$ 24,245.10$$

$$\text{d) Cargo total} = (\text{CF} + \text{CC}) 1.025$$

$$= (26,235.00 + 24,245.10) 1.025$$

$$\text{CT} = \$ 51,742.102$$

$$+ 15 \% \text{ IVA}$$

$$\text{Costo total mensual} = \$ 59,503.45$$

1.2. a) Considerando (-1) para la edad del trabajador, (0) velocidad y/o precisión (0) para reflectancias del fondo de trabajo. La suma algebraica de los factores de peso es:

$$-1 + 0 + 0 = -1, \text{ por lo que con este valor se elige un NI} = 300 \text{ lux.}$$

+ variando NI = 300 lux y manteniendo constantes los demás elementos, se tiene:

$$\text{NL} = \frac{300 \text{ X } 4805}{2600 \text{ X } 0.8 \text{ X } 0.7} = 990 \text{ Lámparas}$$

495 luminarias de lámparas fluorescentes de
2 X 40 W.

b) Calculando el costo de energía para esta carga de alumbrado de acuerdo con la tarifa No. 3.

990 lámparas fluorescentes de 40 W y aplicando el 1.25 % de pérdida de balastro.

$$\text{Carga} = 990 \times 40 = 39,600 \text{ W}$$

$$\text{Carga alumbrado} = 39,600 \times 1.25 = 49,500 \text{ W} = 49.50 \text{ KW}$$

$$\text{a) carga conectada} = 49.50 \text{ KW}$$

$$\text{b) Consumo anual} = \text{Carga Conectada} \times \frac{\text{tiempo uso}}{\text{en un año}} \times \text{Demanda}$$

$$\text{CA} = 49.50 \times 2232 \times 1.0$$

$$\text{CA} = 110,484 \text{ KW-Hr}$$

$$\text{Consumo mensual} = \frac{110484}{12} = 9,207 \text{ KW-Hr}$$

$$\text{CM} = 9,207 \text{ KW-Hr}$$

c) De acuerdo a la tarifa No. 3 se tiene:

$$\text{c.1. Cargo fijo} = 795 \times \text{KW Dem Max Med}$$

$$= 795 \times 49.50$$

$$\text{CF} = \$ 39,352.50$$

$$\text{c.2. Cargo por consumo} = 3.95 \times \text{KW-Hr}$$

$$= 3.95 \times 9207$$

$$\text{CC} = \$ 36,367.65$$

$$\text{d) Cargo total} = (\text{CF} + \text{CC}) 1.025$$

$$= (39,352.50 + 36367.65) 1.025$$

$$\text{CT} = \$ 77,613.15$$

$$+ 15 \% \text{ IVA}$$

$$\text{Costo total mensual} = \$ \underline{\underline{89,255.15}}$$

2. FLUJO LUMINOSO.

Como ya se analizó en el Capítulo III, se puede variar este elemento por medio del empleo de otro tipo de lámparas del que se ha estado utilizando comúnmente.

Otro tipo de lámpara que se sugiere utilizar para el alumbrado de oficinas es de utilizar la lámpara Lite White de 32 W en lugar de la lámpara fluorescente Slimline de 40 W con lo cual se hará el siguiente análisis:

2.1. Datos eléctricos de las lámparas Lite White:

32 W

2750 Lúmens

Teniendo un flujo luminoso de 2750 lúmens y manteniendo constantes - los otros parámetros, se obtendrá el número de lámparas.

S = 4805 m²

NI = 500 luxes

ØL = 2750 lumens

CU = 0.8

FM = 0.7

$$NL = \frac{500 \times 4805}{2750 \times 0.8 \times 0.7} = 1560 \text{ Lámparas}$$

780 luminarias con lámparas Lite White de 2 x 32 W.

Calculando el costo de la energía y basándonos en la tarifa No.3 . 1560 lámparas Lite White de 32 W y aplicando el 1.25 % de pérdidas de balastro.

$$1560 \times 32 \text{ W} = 49920 \text{ W}$$

$$\text{Carga} = 49920 \times 1.25 = 62400 \text{ W} = 62.40 \text{ KW}$$

a) Carga conectada = 62.40 W

b) Consumo anual = 62.40 KW X 2232 Hr X 1.00

CA = 139276.8

C.Mensual = $\frac{139276.8}{12}$

CM = 11606.4 KW-Hr.

12

c) De acuerdo a la tarifa 3 se obtiene:

c.1. $CF = 795 \times 62.40$

$CF = \$ 49,608.00$

c.2. $CC = 3.95 \times 11606.4$

$CC = \$45,845.28$

d) Carga total = $(49608.00 + 45845.28) \times 1.025$

CaT = $\$ 97,839.61$

e) Costo total = Carga total Total + IVA

CT = $97839.61 + 14675.85$

Costo total = $\$ 112,514.90$
=====

3. COEFICIENTE DE UTILIZACION (C.U.)

Como ya se ha mencionado anteriormente, el CU es un parámetro que nos indica qué tan eficiente es el luminario en convertir los lúmenes producidos por la lámpara en nivel de iluminación útil en el plano de trabajo.

Es decir, si se tiene un CU de 0.80 significa que la luz emitida por la lámpara solamente un 80% se puede utilizar en el plano de trabajo. Eso indica que el CU depende de otros factores independientes del luminario como son las reflectancias de las superficies (techos, paredes y pisos).

Con estas reflectancias se verá si existe la posibilidad de variaciones.

Para este caso en el que se tiene:

Ancho = 60 m.

Relación de

Largo = 80 m.

cavidad

= 0.33

Este dato se obtuvo por medio de la tabla 3.2 calculando el CU.

VALORES DE REFLECTANCIAS

CONDICIONES	MALAS	REGULARES	BUENAS
Techo	10	50	80
Pared	10	30	50
Piso	20	20	20
C.U.*	0.62	0.70	0.88

* Se obtuvo de la tabla No. 3.7

- 3.1. S = 4805 m².
 ØL = 2600 lumens
 NI = 500 luxes
 FM = 0.7
 ahora CU = 0.62

$$NL = \frac{500 \times 4805}{2600 \times 0.7 \times 0.62} = 2129 \text{ lámparas}$$

1065 luminarias de lámpara
 fluorescente Slimline
 de 2 X 40 W

Calculando el costo de la energía y basándonos en la tarifa No. 3.

2129 lámparas fluorescentes Slimline de 40W y aplicando el 1.25% de pérdida de balastro.

$$2129 \times 40 \text{ W} = 85160 \text{ W}$$

$$\text{Carga} = 85160 \times 1.25 = 106450 = 106.45 \text{ KW}$$

a) Carga conectada = 106.45 KW

b) Consumo anual = 106.45 X 2232 Hr. X 1.00

$$\text{CA} = 237596.4$$

$$\text{C. Mensual} = \frac{237596.4}{12} = \text{CM} = 19799.7 \text{ Kw Hr.}$$

c) De acuerdo a la tarifa 3 se obtiene:

$$c.1) \quad CF = 7.95 \times 106.45$$

$$CF = \$ 84627.75$$

$$c.2) \quad CC = 3.95 \times 19799.7$$

$$CC = \$ 78,208.815$$

$$d) \text{ Carga total} = (84627.75 + 78208.815) \cdot 1.025$$

$$\text{CaT} = \$ 166,907.47$$

$$e) \text{ Costo total} = \text{Carga total} + \text{IVA}$$

$$\text{CT} = 166907.47 + 25036.12$$

$$\text{Costo total} = \$ 191,943.59$$

3.2. $S = 4805 \text{ m}^2.$

$$\varnothing L = 2600 \text{ lumens}$$

$$NI = 500 \text{ luxes}$$

$$FM = 0.7$$

ahora $CU = 0.88$

$$NL = \frac{500 \times 4805}{2600 \times 0.7 \times 0.88} = 1500 \text{ lámparas}$$

750 luminarias con lámparas
fluorescentes Slimline
de 2 X 40 W.

Calculando el costo de la energía y basándonos en la tarifa No. 3.

1500 lámparas fluorescentes Slimline de 40 W y aplicando el 1.25% de pérdida de balastro.

$$1500 \times 40 \text{ W} = 60000$$

$$\text{Carga} = 60000 \times 1.25 = 75000 = 75 \text{ Kw}$$

a) Carga conectada = 75 Kw

b) Consumo anual = 75 X 2232 Hr X 1.00

CA = 167400

C.Mensual = $\frac{167400}{12}$ = CM = 13950 Kw Hr.

c) De acuerdo a la tarifa No. 3 se obtiene:

c.1.) CF = 795 X 75

CF = \$ 59625

c.2.) CC = 3.95 X 13950

CC = \$ 55,102.5

d) Carga total = (59625 + 55102.5) 1.025

CaT = \$ 114727.5

e) Costo total = Carga total + IVA

CT = 114727.5 + 17209.125

Costo total = \$ 131,936.65

4. FACTOR DE MANTENIMIENTO (F.M.)

Para el cálculo del Factor de Mantenimiento influyen depreciaciones como:

- La depreciación lumínica de la lámpara
- Las lámparas fuer. de operación.
- Depreciación del luminario debido al polvo
- Depreciación de la superficie del local debido al polvo

Esto es:

D = Depreciación de lumenes de lámparas

d = Depreciación del luminario debido al polvo

FM = D X d

Donde esta Depreciación del luminario debido al polvo puede ser:

- 10% para locales limpios
- d 15 a 20% para locales de regular limpieza
- 25 a 35% para locales sucios

D = Viene ya especificada por el fabricante en tablas de acuerdo al tipo de lámpara. Para la lámpara Slimline de 40W tiene un 10%.

VALORES DE FACTOR DE MANTENIMIENTO

CONDICIONES	D	d	D X d = FM
Locales limpios	10	11	0.80
Locales regular limpieza	10	22	0.70
Locales sucios	10	33	0.60

4.1 S = 4805 m².

ØL = 2600 lumens

NI = 500 luxes

CU = 0.80

ahora FM = 0.80

$$NL = \frac{500 \times 4805}{2600 \times 0.80 \times 0.8} = 1443 \text{ lámparas}$$

722 luminarios con lámparas fluorescentes
Slimline de 2 X 40W

Calculando el costo de la energía y basándonos en la tarifa No. 3

1444 lámparas fluorescentes Slimline de 40W y aplicando el 1.25% de pérdida de balastro

$$1444 \times 40W = 57760$$

$$\text{Carga} = 57760 \times 1.25 = 72200 = 72.20 \text{ KW.}$$

- a) Carga conectada = 72.20
- b) Consumo anual = 72.20 X 2232 Hr. X 1.00
 CA = 161150.4
 C. Mensual = $\frac{161150.4}{12}$ CM = 13429.20 Kw-Hr.
- c) De acuerdo a la tarifa 3 se obtiene:
- c.1) CF = 795 X 72.20
 CF = \$ 57399
- c.2) CC = 3.95 X 13429.20
 CC = \$ 53,045.34
- d) Carga total = (57399 + 53045.34) 1.025
 CaT = \$ 113,205.44
- e) Costo total = Carga total + IVA
 CT = 113205.44 + 16980.816
 Costo total = \$ 130,186.25

- 4.2. S = 4805 m2.
 ØL = 2600 lumens
 NI = 500 luxes
 CU = 0.8
 ahora FM = 0.60

$$NL = \frac{500 \times 4805}{2600 \times 0.8 \times 0.60} = 1925 \text{ lámparas}$$

963 luminarios con lámparas fluorescentes
 Slimline de 2 X 40 W.

Calculando el costo de la energía y basándonos en la tarifa No. 3.
 1925 lámparas fluorescentes Slimline de 40W y aplicando el 1.25% de
 pérdida de balastro.

$$1925 \times 40 \text{ W} = 77000$$

$$\text{Carga} = 77000 \times 1.25 = 96250 = 96.25 \text{ KW}$$

- a) Carga conectada = 96.25 Kw
- b) Consumo anual = $96.25 \times 2232 \times 1.0$
 CA = 214830
 C.Mensual = $\frac{214830}{12} = 17902.5 \text{ Kw-Hr}$
- c) De acuerdo a la tarifa 3 se obtiene:
- c.1) CF = 795×96.25
 CF = \$ 76518.75
- c.2) CC = 3.95×17902.5
 CC = \$ 70714.87
- d) Carga total = $(76518.75 + 70714.87) 1.025$
 CaT = \$ 150914.46
- e) Costo total = Carga total + IVA
 CT = $150914.46 + 22637.16$
 Costo total = \$ 173,551.65

R E S U M E N

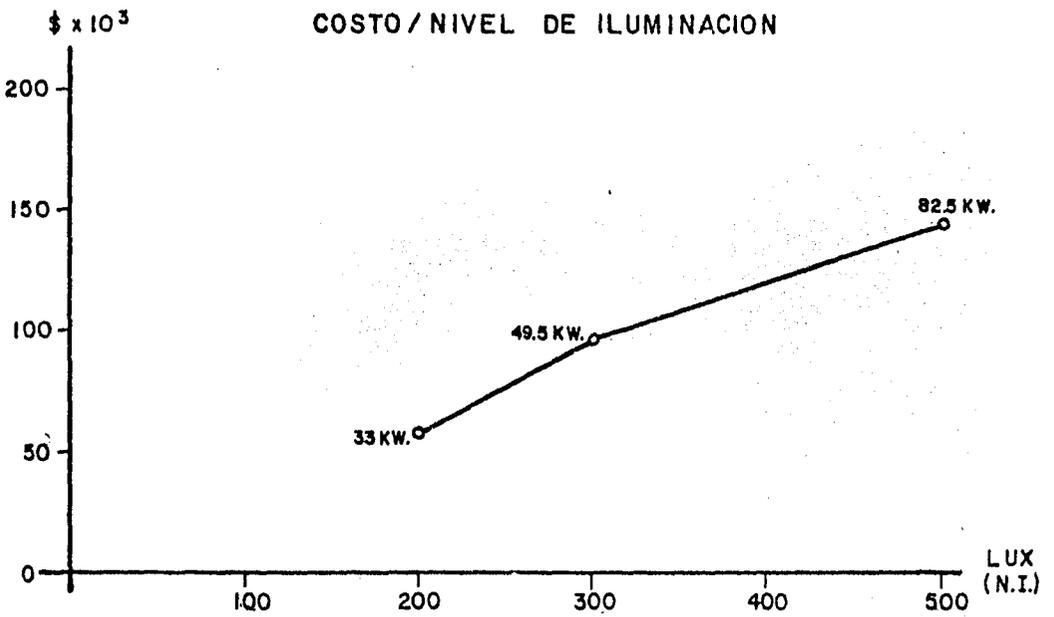
Se toma como base de comparación el ejemplo del expediente que se ha venido manejando.

VARIACION		LUXES NI	LUMENS ØL	C.U.	F.M.	N.L.	IMPORTE (\$)
NIVEL DE ILUMINACION (1)	A	200	2600	0.8	0.7	660	59,503.41
	B	300	2600	0.8	0.7	990	89,255.12
FLUJO LUMINOSO (2)		500	2750	0.8	0.7	1560	112,514.86
COEFICIENTE DE ILU- MINACION (3)	A	500	2600	0.88	0.7	1500	131,936.62
	B	500	2600	0.62	0.7	2129	191,943.59
FACTOR DE MANTENI- MIENTO (4)	A	500	2600	0.8	0.6	1444	130,186.25
	B	500	2600	0.8	0.8	1925	173,551.62
REAL		500	2600	0.8	0.7	1650	148,758.55

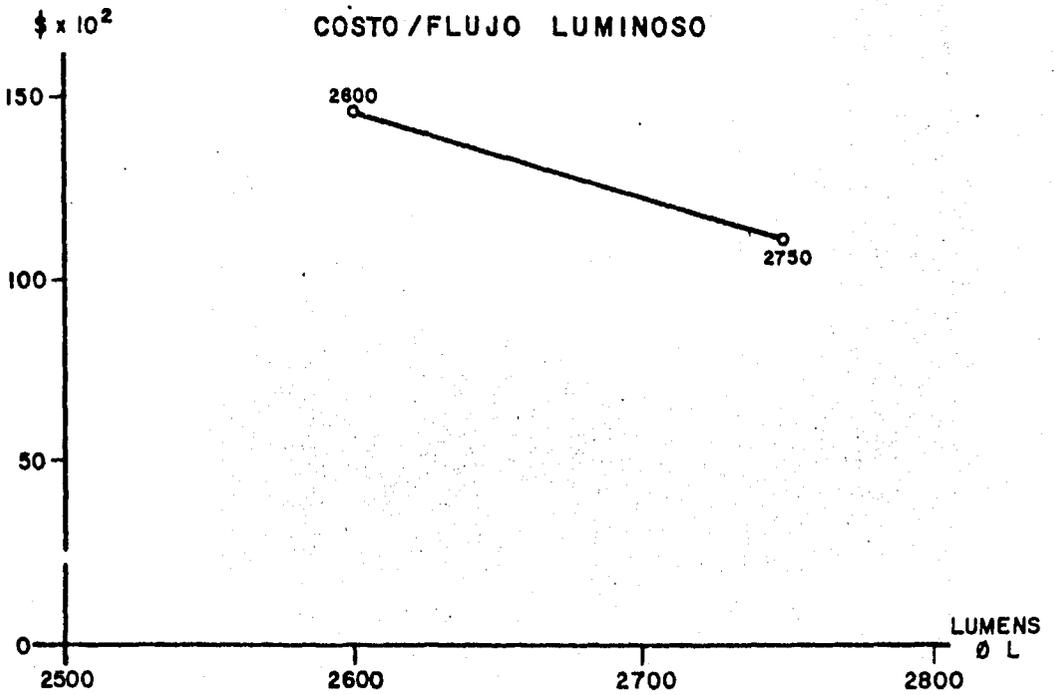
EXISTE POSIBILIDAD DE AHORRO	NO EXISTE POSIBILIDAD DE AHORRO	DIFERENCIA CONTRA LA REAL	AUMENTO CONTRA LA REAL	% AHORRO
(1) A	- - -	89255.14	- - -	40.0
(1) B	- - -	59503.43	- - -	59
(2)	- - -	36243.69	- - -	75
(3) A	- - -	16821.93	- - -	88
	(3) B	- - -	43185.04	- - -
(4) A	- - -	18572.3	- - -	87
	(4) B	- - -	24793.07	- - -

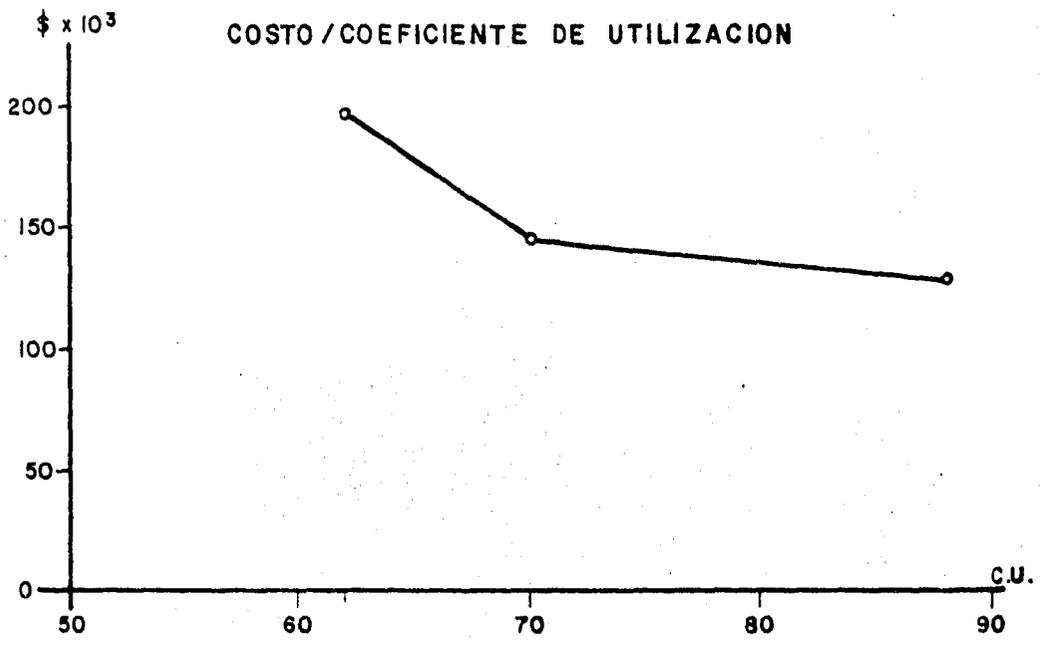
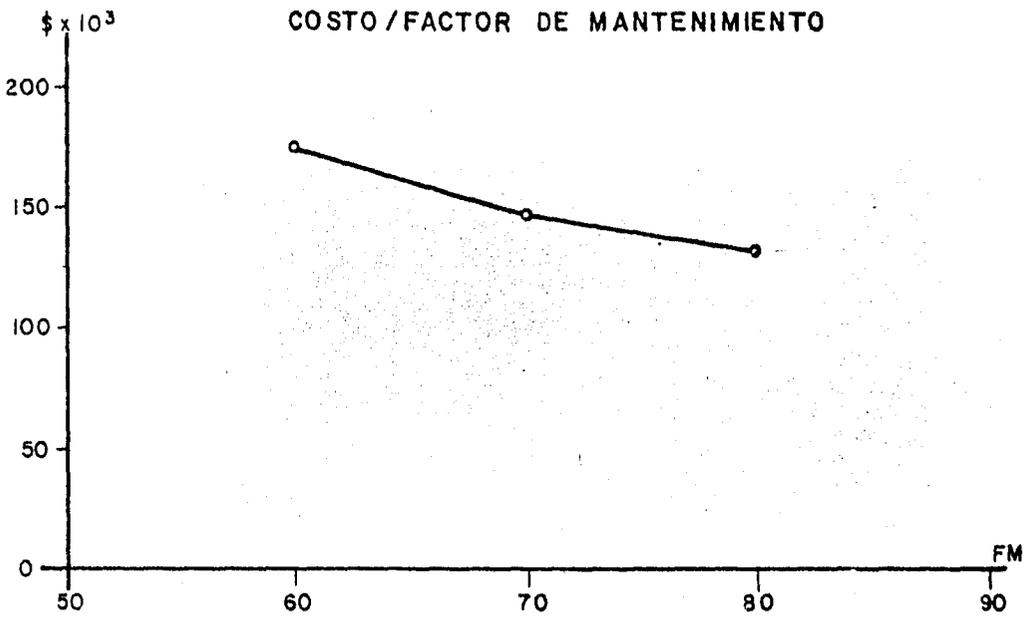
Para obtener esta posibilidad de ahorro, es necesario seguir algunas recomendaciones como se indican en la parte de conclusiones.

COSTO / NIVEL DE ILUMINACION



COSTO / FLUJO LUMINOSO





IV.4 CONCLUSIONES.

Analizando las tablas comparativas, podemos observar que sí existe ahorro en costo de energía; esto puede ser empleando los métodos actuales para el cálculo de alumbrado, es decir si se siguen las recomendaciones que antes ya se han mencionado, se puede disminuir la carga instalada y su costo de energía.

A continuación se enlistan algunas recomendaciones para obtener el máximo rendimiento de la energía para la iluminación, sin reducir la calidad del diseño, que son aplicables en la selección del equipo para la iluminación de nuevas construcciones o en trabajos de renovación, así como la operación y mantenimiento de sistemas de iluminación.

1. Diseñar la iluminación de acuerdo con la actividad que se espera desarrollar. De acuerdo al análisis empleado en la variación del nivel de iluminación y a la gráfica obtenida de costo/N.l., vemos que para poder obtener ese ahorro, es necesario que en lo posible se diseñe la iluminación de acuerdo a la actividad que se espera desarrollar. El diseñador necesita determinar qué tipos de operación deben llevarse a cabo, su duración y las ubicaciones específicas. La iluminación debe ser tal que permita la observación de las tareas con los niveles de iluminación respectivos, más bajos en las áreas que no son de trabajo, como son los corredores y áreas de almacenamiento y circulación debe tenerse capacidad para reubicar o modificar el equipo de iluminación cuando y donde se anticipen cambios en el uso del espacio.
2. Aplicación de fuentes eficientes de luz. Las diversas lámparas tienen características diferentes que deben tomarse en consideración (color, vida, tamaño físico y luz restante de la entrada de wattaje), la selección dependerá de la fuente más eficiente apropiada para

la tarea, en cuanto a las lámparas incandescentes, fluorescentes y HID (sodio y halometálico de alta presión) cuanto mayor es la eficiencia de la lámpara. En cuanto al diseño general debe darse importancia a las fuentes más eficientes como son la fluorescente y la HID. Además de diseñar deberá estar pendiente de las innovaciones tecnológicas que surjan en el mercado. En la posibilidad de variación del flujo luminoso y de la gráfica que se obtuvo vemos que de acuerdo al empleo de otro tipo de lámpara con mayor eficiencia de luminosidad es posible obtener un ahorro de energía y por lo tanto en costo.

3. La eficiencia de la iluminación por luminaria depende de que la luz proporcione una visibilidad a las tareas. La luz de cualquier área si no se controla, puede reducir la visibilidad al producir reflejos veladores (reflejos que ocultan parcialmente los detalles de una tarea y reduce el contraste de la misma), y el deslumbramiento inhabilitante la luz esparcida en los ojos produciendo un velo de la visión como el que se experimenta cuando se recibe la luz de un reflector por la noche.

Uso de acabados claros en techos, paredes, pisos y muebles. Los acabados oscuros absorben luz aprovechable mientras que los acabados muy claros pueden causar deslumbramiento. Esto para la obtención del coeficiente de utilización es muy importante tomarlo en consideración, para evitar reflectancias que provoquen una disminución en éste (ver gráfica COSTO/C.U.)

4. Selección de luminarias que permitan una buena limpieza y lámparas con un buen mantenimiento de lumen. Estudios hechos han mostrado que un buen procedimiento para el mantenimiento de la iluminación proporciona mejor uso del sistema de iluminación. Con un plan correcto para el servicio de la iluminación reduce al mínimo la pérdida de luz durante la operación y reduce el número de luminarias requeridas. La diferencia se podrá ver en el estudio hecho de un sistema de iluminación fluorescente en el cual se usarán diferentes procedimientos de mantenimiento como se verá más adelante.

-Cuando las luminarias se limpiaron y se hizo el cambio de lámpara -
cada 3 años la iluminación bajó hasta el 60% de la inicial.

- En luminarias limpiadas cada 3 y medio año y donde se hizo el cam-
bio de lámparas cada 3 años la iluminación bajó hasta el 60% de la
inicial.

- En luminarias donde la limpieza fue anual y se hizo el cambio en un
tercio de las lámparas cada año, la iluminación descendió hasta sólo
31 78% de la inicial después de 3 años y hasta el 75% aún después de
los 12 años (ver gráfica COSTO/F.M.)

5. Cuando las posiciones de trabajo son fijas conocidas la iluminación de-
berá ser acorde con ellas. Sin embargo, como no siempre se conocen las
ubicaciones con frecuencia, se hace necesario instalar la iluminación -
de trabajo en todas las ubicaciones, es posible con la aplicación de un
sistema general de iluminación. Cuando se proporciona la iluminación -
de trabajo habrá que considerar las recomendaciones concernientes a los
régimenes de nivel de iluminación.

6. Apagar laslámparas cuando no se usen. Instituir un programa en el que -
se recuerde a todos los ocupantes apagar las luces cuando abandonen un -
lugar vacío, así como cuando la iluminación del día sea adecuada.

7. Mantener el equipo de iluminación limpio y en buenas condiciones de tra-
bajo. Establecer un programa bien planeado para la limpieza, cambio de
lámparas y servicio de rutina y revise periódicamente el sistema de ilu-
minación para determinar cuándo haya que hacer el cambio para instalar -
equipo más nuevo y eficiente.

8. La utilización de luz natural puede ayudar a reducir la cantidad de - -
energía consumida por el alumbrado eléctrico. Las tareas visuales que - -
se realizan hasta unos 5 m. de una ventana, pueden ser adecuadamente - -
alumbradas solo por luz natural.

Ante el aumento de la penetración de luz natural, disminuye el suplemento necesario de alumbrado artificial; debido a esto el Nivel de Iluminación requerido para estos locales disminuye también.

B I B L I O G R A F I A

- CALCULOS Y MEDIDAS EN LUMINOTECNIA
H.A.E KEITZ.
Biblioteca Técnica Philips
Editorial Paraninfo
- LUMINOTECNIA Y SUS APLICACIONES.
Emilio Carranza Castellanos.
Editorial Diana, 1981 .
- FUNDAMENTOS DE LAMPARAS E ILUMINACION
Willard Alphin
Editado por FOCOS, S.A.
- SISTEMAS DE ILUMINACION PROYECTOS DE ALUMBRADO.
José Ramírez Vázquez
Ediciones CEAC
Biblioteca CEAC de Electricidad
- ILUMINACION INTERNA
Vittorio de Boixearu Editores. Marcombo
- MANUAL DEL ALUMBRADO
Westinghouse Electric Corporation
Editorial Dossat, S.A.
- MANUAL DEL ALUMBRADO
Editado por Philips

- CURSO BASICO DE ILUMINACION
de Illuminating Engineering Society
publicado por la Sociedad Mexicana de Ingenieria de Iluminación.
Catálogos:
 - Focos, S.A.
 - Lux, S.A.
 - Ilin, S.A.

- REVISTA INTERNACIONAL DE LUMINOTECNIA

- I.E.S. LIGHTING HANDBOOK - 1981

- ARCHIVOS COMPANIA DE LUZ Y FUERZA.
Solicitud de suministro de energía eléctrica.

RECONOCIMIENTOS

Agradecemos al Ing. Ignacio González Castillo por su valiosa colaboración y asesoramiento para la elaboración de este trabajo.

Al Ing. Waldo Martín del Campo, Jefe del Departamento de Presupuestos a - Consumidores de Compañía de Luz y Fuerza, por la información que nos proporcionó ya que sin ella no hubiera sido posible la terminación de éste.

Al Ing. Sergio Arturo García Anaya, Gerente de Focos, S.A., por su valiosas sugerencias y por proporcionarnos información actualizada.

A los Representantes Técnicos de la División de Alumbrado de PHILIPS - Mexicana, S.A. de C.V., por la información proporcionada.

A la Sra. Beatriz Prado López, en la preparación del original.

A la Sra. Delia Leticia Sosa Calvillo y al Sr. Everardo Gallegos por la elaboración de los dibujos.