

27
27



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES

"CUAUTITLAN"

**DISEÑO DE ILUMINACION INDUSTRIAL UTILIZANDO
EL METODO DE CAVIDAD ZONAL**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

P R E S E N T A

ANDRES MATA NIETO

DIRECTOR DE TESIS:

ING. FRANCISCO GUTIERREZ SANTOS

CUAUTITLAN, EDO. DE MEX.

1984



Universidad Nacional
Autónoma de México



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 D I C E

INTRODUCCION.	PAGINA.
LA IMPORTANCIA DE LA -- ILUMINACION ARTIFICIAL.....	1
FUENTES LUMINOSAS	10
LUMINARIOS CLASIFICACION	38
PROCEDIMIENTOS QUE SE DEBEN SEGUIR EN LA ELABORACION DE UN PROYECTO EN INTERIORES.	48
PROYECTO	66
SELECCION DEL LUMINARIO	66
METODO DE CAVIDAD ZONAL PARA LOSAS NO HORIZONTALES	77
METODO PUNTO POR PUNTO	99
METODO DE CAVIDAD ZONAL PARA LOSAS HORIZONTALES	106
CONCLUSIONES	120

INTRODUCCION

De las 24 horas que a diario vive el mundo moderno, ---
6 a 8 hrs., las utiliza para reponer energías mediante_
el sueño, 8 a 12 horas, en sus labores de trabajo y el_
resto en asuntos personales o compromisos sociales.

Y en cada segundo minuto y hora de acción cotidiana, -
el hombre utiliza voluntaria o involuntariamente sus --
cinco sentidos normales, de los cuales el sentido de la
vista es el más importante, ya que le da a conocer el -
medio en que vive y le sirve para identificar e identi-
ficarse ante el universo del cual forma parte; en una -
palabra, le ayuda a vivir.

Es por eso que es necesario e importante preservar no -
solo la visión humana, sino todas y cada una de las ha-
bilidades naturales que poseemos y que nos sirven para_
desarrollar una vida más placentera.

Los ojos humanos a cada momento ejercen la función vi--
sual, es decir realizar esfuerzos nerviosos que se ---
transmiten al cerebro para proporcionar la sensación de
"ver". Pero esos esfuerzos para que no perjudiquen con_
el tiempo el estado normal de las personas, deben desa-
rrollarse en un medio propicio, cuyas condiciones parti_
culares sean las óptimas.

Y en ésto, existe un factor muy importante sin el cual_

lo antes mencionado no se llevaría a cabo: la luz, ya sea natural o artificial.

Y el objetivo de este trabajo es precisamente hacer resaltar esa importancia que tiene la iluminación, sobre todo la iluminación artificial industrial, que es la que demanda un estudio cuidadoso, ya que la industria, y ésto es, la industria en general, es el centro productor de bienes y servicios que el hombre moderno utiliza cada vez más en su vida diaria, y en el cual él, es el elemento productor principal.

LA IMPORTANCIA DE LA ILUMINACION ARTIFICIAL

Hoy en día la iluminación artificial en una construcción es tan importante como la misma, por lo que al hacer el proyecto de una construcción, el de iluminación artificial debiera hacerse conjuntamente con todos los demás -- proyectos parciales que toman parte en la construcción.

A continuación trataré de mostrar los beneficios de un -- control adecuado de la luz para el más importante de -- nuestros sentidos: La Vista.

I.- FUNCIONES DEL CONTROL DE LUZ.

Como un punto de referencia, podemos empezar con este -- hecho fundamental: sin luz no hay visión. Ni los gatos, -- ni ningún otro animal nocturno pueden ver en una comple-- ta oscuridad.

El murciélago, se vale de un medio semejante al radar, -- o sea de pulsaciones sonoras de alta frecuencia refleja-- das por los objetos cercanos, guiándose con ellos en la -- completa oscuridad y no depende de una habilidad de ver sin luz.

Los peces de aguas profundas, se valen de habilidad para detectar movimientos cercanos por medio de una aguda -- sensibilidad a las variaciones en la presión del agua so-- bre su piel.

En el otro extremo de la escala, en el ardiente sol de medio día, en el desierto o la visión de los rayos directos sobre el océano producen un nivel de iluminación más allá de lo que el ojo humano puede soportar. A medida -- que los niveles de iluminación aumenta, desde el cero -- absoluto, hasta aquel que literalmente hace hervir los fluidos del ojo, hay entre ellos un margen de niveles al tos de iluminación que producen aumentos en nuestra agudeza y habilidad para distinguir los objetos.

El proceso de la visión no incluye simplemente el hecho de "mirar" las cosas. La visión está íntimamente relacionada a nuestra capacidad de sobrevivir y progresar en el ambiente natural, así como en el ambiente artificial creado por el hombre civilizado.

Muchas de nuestras reacciones e imágenes visuales son de acción muscular involuntaria; nos hacemos a un lado instintivamente para escapar de un objeto que cae sobre -- nosotros; nuestro movimiento es muchas veces más rápido que si tratáramos de pensar cual fué la causa de la caída y de donde cae. Las imágenes titilantes, nos dan la sensación de inseguridad y tensión creciente, aunque sin tamos que podemos ver los objetos esenciales dentro de nuestro campo de visión.

Sin embargo, la maravillosa sensibilidad y adaptabilidad del ojo humano nos permite desarrollar nuestros trabajos

visuales, bajo circunstancias desfavorables.

Los resultados muestran que no son los ojos cansados, ya que los ojos como el corazón trabajan sin fatiga muscular notoria, son los efectos de condiciones visuales pobres - que se manifiestan en efectos secundarios, como son: La falta de atención, pérdida de agudeza, falta de sensibilidad a los colores, indecisión, etc., que a su vez conducen a errores, accidentes, irritabilidad y disminución de producción.

Nuestra tarea es producir suficiente luz de la calidad -- correcta para nuestras reacciones visuales, voluntarias e involuntarias, que son necesarios para el balance, bienestar y la comodidad.

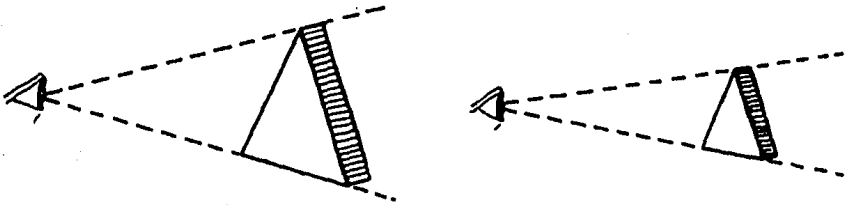
Para llevar a cabo un buen diseño de iluminación debe conocerse la forma en la cual se lleva a cabo la visión de objetos.

En general nosotros vemos por reflexión, transmisión y silueta. Vemos por silueta cuando apreciamos un objeto por que su contorno se destaca por contraste sobre una superficie iluminada. La transmisión incluye la revelación de detalles por variaciones de luz o en cambios de color a través de materiales susceptibles de penetración. Pero generalmente la visión se lleva a cabo por reflexión de luz, en donde las áreas oscuras y claras de los detalles se -

revelan por diferencia en reflexión.

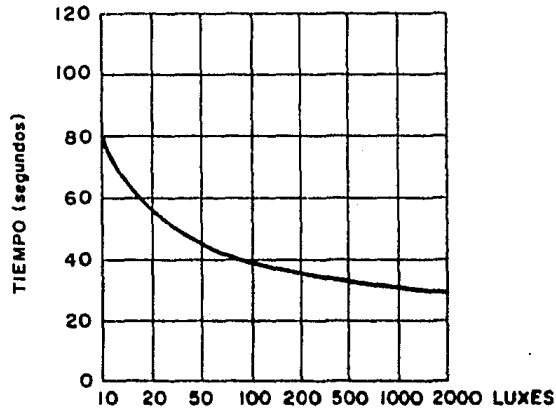
La visibilidad de un trabajo u objeto depende de 4 variables asociadas con el objeto visual; su tamaño, brillantez, contraste de brillantez entre el objeto y el medio circundante y el tiempo de visión.

TAMAÑO.- Cuanto más grande sea un objeto, en términos de ángulo visual (ángulo subtendido del objeto al ojo) más rápidamente podrá verse. La persona que trae cerca de sus ojos un objeto pequeño para verlo más claramente, está inconscientemente haciendo uso del factor tamaño para incrementar el ángulo visual. Al no poderse aumentar el tamaño de los detalles de una tarea visual, será necesario aumentar el nivel de iluminación.



TIEMPO.- La visión no es un proceso instantáneo sino que requiere de tiempo. El ojo puede ver detalles muy pequeños si se le dá el tiempo suficiente para que se realice el proceso visual. Al aumentarse el nivel de iluminación aumenta la capacidad visual y aumenta al mismo tiempo la

velocidad de percepción. En la gráfica siguiente se muestra lo explicado anteriormente. se observa que a mayor nivel de iluminación se requiere menor tiempo para la realización de un trabajo visual.



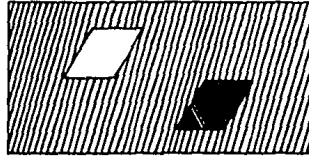
En el diseño de sistemas de alumbrado, se tienen que hacer intervenir muchos factores, dentro de los cuales los más importantes son:

1.- CANTIDAD DE ILUMINACION.

O sea la cantidad de luz que producirá brillantez sobre la tarea visual y sus alrededores.

BRILLANTEZ.- La brillantez de un objeto depende de la intensidad de la luz incidiendo sobre él y la proporción en la cual la luz es reflejada hacia el órgano visual. Por ejemplo una superficie blanca deberá tener mayor brillan-

tez que una superficie negra recibiendo la misma iluminación. Ahora aumentando la cantidad de luz en una superficie oscura es posible aumentar su brillantez.



CONTRASTE.- Tan importante como el nivel de brillantez general, es el contraste de brillantez o color entre el objeto y su inmediato alrededor. Los niveles altos de -- iluminación compensan en parte los bajos contrastes en brillantez y son de gran asistencia donde no se pueden tener condiciones de alto contraste.



2.- CALIDAD DE ILUMINACION.

Se le atribuye a la distribución de la brillantez en el medio ambiente visual y que incluye el color de la luz, dirección, difusión, grado de deslumbramiento, acabados -

interiores del local y muebles o maquinaria, etc.

Cada uno de los dos factores anteriores son independien--
tes uno del otro, es decir, que un sistema de iluminación
puede tener cantidad de luz pero carecer de calidad de --
luz o viceversa. Un buen sistema de iluminación es aquel
que cubre ampliamente las dos partes mencionadas anterior
mente.

Para llevar a cabo lo anterior en forma eficiente y econó
mica, es necesario controlar los rayos luminosos de las -
lámparas en forma adecuada. El control de los rayos lumi
nosos tiene dos objetos:

- 1.- Dirigir los rayos luminosos hacia donde sea necesaa--
rio.
- 2.- Evitar que los rayos luminosos incidan directamente_
sobre los ojos de las personas, con el propósito de_
no causar deslumbramientos.

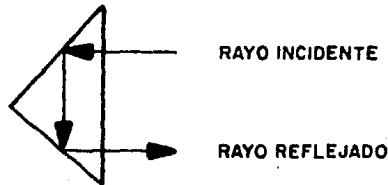
Se entiende por control de los rayos luminosos a la ---
acción de cambiar de dirección a los mismos. Este con---
trol se puede lograr por: reflexión, refracción y polari
zación.

Pero los medios más empleados en iluminación para el con-
trol de la luz son la reflexión y la refracción.

El control por medio de reflexión aprovecha la propiedad de algunos materiales de poder reflejar los rayos de luz que inciden sobre ellos, como por ejemplo, aluminio pulido o lámina de acero cromada o niquelada. La dirección de los rayos luminosos reflejados depende de la forma que tenga la superficie reflectora y de la colocación de la fuente luminosa.

La reflexión también se puede llevar a cabo por medio de prismas de plástico o vidrio transparente.

PRISMA CRISTALINO



La refracción de la luz se hace exclusivamente por medio de prismas de plástico o vidrio transparentes, que de acuerdo con su ángulo y disposición relativa a la fuente luminosa desvian o redirigen los rayos luminosos en diversas direcciones.

PRISMA CRISTALINO



La refracción prismática aunada a la reflexión prismática, es el medio más eficiente de control de luz, ya que se pueden dirigir los rayos luminosos hacia el lugar preciso en que son necesarios, cosa que no se puede hacer con las superficies metálicas, por tener que construir reflectores de configuración muy complicada. Además en estas superficies brillantes, se tiene el inconveniente de muchas pérdidas por absorción y por dispersión, al mismo tiempo de que son susceptibles de sufrir deterioros por rayaduras, que afectan grandemente su eficiencia. Cosa que no sucede con los elementos de cristal prismáticos por poder restaurar su eficiencia inicial con una limpieza periódica.

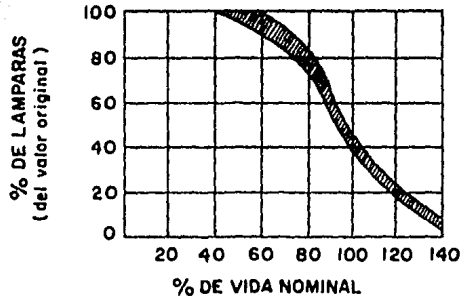
FUENTES LUMINOSAS

LAMPARAS INCANDESCENTES.

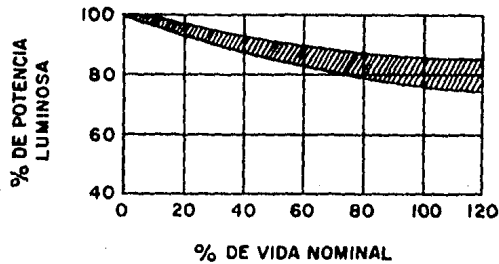
La lámpara incandescente se compone de un filamento de tungsteno que va colocado en un montaje adecuado y encerrado en un bombillo relleno de gas o al vacío. Al conectarse la lámpara a un circuito eléctrico, la corriente que pasa por el filamento tiene que superar su resistencia y la energía consumida calienta el filamento hasta el punto de incandescencia. Cerca del 7% de la potencia de la lámpara, se transforma en energía visible y el resto en forma de calor.

La eficacia de las lámparas incandescentes para uso general de 15 a 1500 Watts, es de aproximadamente de 10 a 20 lúmenes por Watt y su duración o vida es de 750 a 1000 horas.

La vida de la lámpara esta basada en promedios obtenidos de pruebas realizadas a grupos de lámparas. La curva siguiente muestra la mortalidad para lámparas típicas de uso general, como se observa no todas las lámparas se queman al mismo tiempo. Una mortalidad perfecta sería una en la cual todas las lámparas de una instalación puestas en operación al mismo tiempo, alcanzaran su vida normal y se quemaran. (siempre algunas lámparas se queman antes de su vida normal mientras otras duran un poco más)



Debido a la evaporación del filamento, la lámpara llega al fin de su vida. El filamento de una lámpara se adelgaza y entonces consume menos potencial, la potencia lumínica --decrece conforme a la lámpara progresa en su vida, debido a su disminución de temperatura del filamento y ennegrecimiento del bulbo. La curva siguiente muestra la depreciación, pérdida de potencia lumínica de una lámpara de uso general.

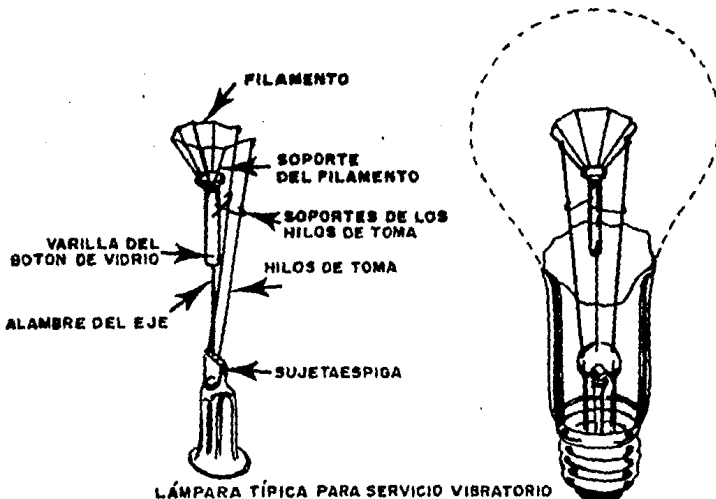


Las lámparas incandescentes se fabrican para distintas --aplicaciones, industriales, ornamental, comercial, etc.

Las lámparas pueden ser de bulbo claro o despulido interiormente, esto último con el objeto de reducir la brillantez, también el bulbo puede ser de color.

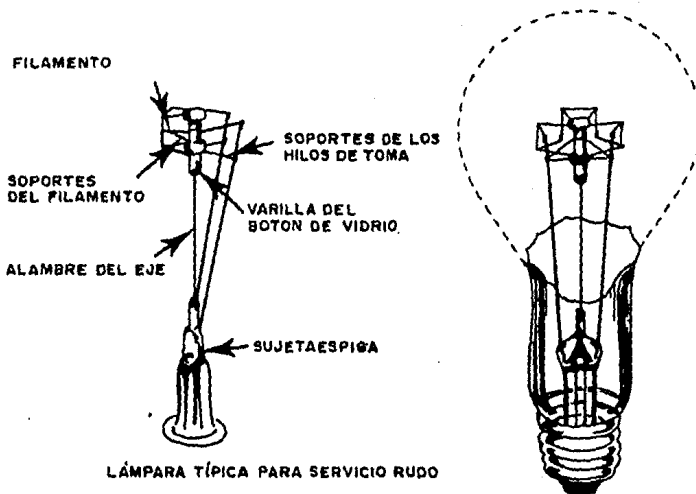
Hay lámpara para vibraciones que usan un alambre de Tungsteno más flexible. El filamento se afloja cuando vibra pero no se rompe tan fácilmente como cuando el alambre no flexiona, debido a lo anterior la lámpara contiene un soporte extra para sostener el filamento a fin de resistir choques mecánicos.

Para este tipo de lámparas se recomienda utilizar Portas Lámparas especiales para que tenga mayor tiempo de vida.



Tenemos lámparas para servicio rudo están hechas de tal forma que puedan resistir golpes, sacudidas y maltratos,

como en el caso de una lámpara con un cordón de extensión como las que se usan en los garajes o talleres mecánicos. Sin embargo, no están proyectadas para resistir vibraciones de ninguna especie. Los filamentos para las lámparas de servicio rudo van cuidadosamente montados y sostenidos por varios soportes.



Las ventajas que sostienen el uso de iluminación incandescente son:

Tamaño compacto.

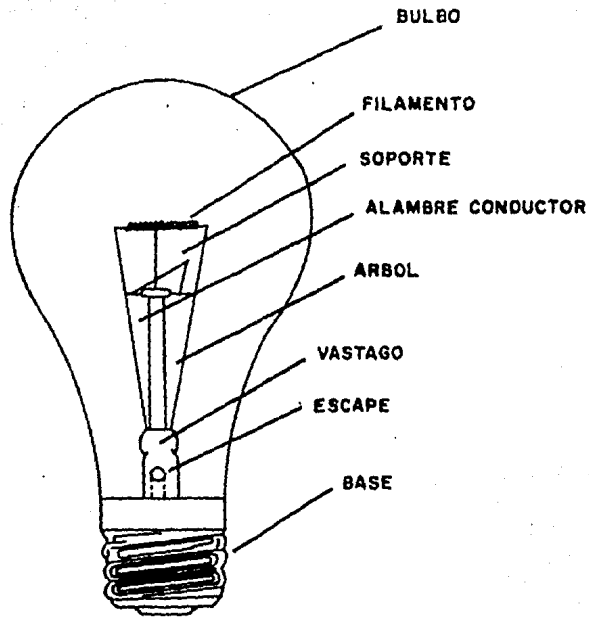
Bajo costo inicial.

Insensible a los cambios de temperatura ambiente.

Contiene un color cálido, dando a los objetos un color agradable.

No requiere accesorios de arranque.

Facilmente controlable en una gran variedad de distribución de luz.



LAMPARA INCANDESCENTE

Sus desventajas son, su corta vida y baja eficiencia en comparación con otros tipos de lámparas.

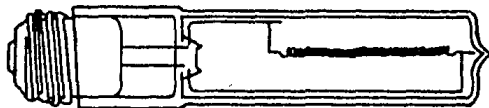
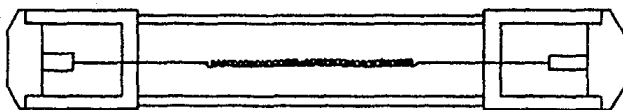
LAMPARAS TUNGSTENO Y HALOGENO.

Otro tipo de lámparas que vienen a sumarse a la creciente línea de lámparas incandescentes, es la de tungsteno y halógeno.

Esta fuente hace uso del ciclo regenerativo del halógeno. El halógeno es el nombre que se aplica a la clasificación de ciertos elementos constitutivos, entre los cuales se incluye el bromo, cloro, flúor, yodo. El ciclo regenerativo reduce el ennegrecimiento de la lámpara, porque no permite que gran parte del tungsteno evaporado se asiente en el bombillo.

Debido a las altas temperaturas que se necesitan para el funcionamiento del ciclo, las lámparas de tungsteno y halógeno, se fabrican usando filamentos de tungsteno en cuarzo tubular; generalmente se clasifican T-3, T-4 y T-6. Durante su fabricación se introduce un gas halógeno, tal como yodo. Mientras la lámpara permanece encendida, las partículas de tungsteno, al evaporarse del filamento, se combinan con el gas halógeno dentro de la lámpara. Esta nueva mezcla de materiales es conducida hasta la pared del tubo de cuarzo por las corrientes de

convección pero no se depositan debido a la alta temperatura y entonces regresa al filamento. En ese punto el calor libera el gas halógeno y las partículas de tungsteno no se depositan en el filamento. Este ciclo se repite una y otra vez, y la lámpara, como resultado de la acción, se limpia por sí misma; se ennegrece mucho menos y produce máxima emisión luminosa durante todo el tiempo de su duración. En teoría, las lámparas podrán durar eternamente si se lograra que el tungsteno se volviera a depositar uniformemente sobre el filamento. Sin embargo, en la práctica el depósito de tungsteno es más pesado en algunos puntos que en otros y de ahí que tarde o temprano las secciones más delgadas del alambre se rompan. La mayoría de las lámparas de tungsteno y halógeno común y corrientes, se fabrican para durar 2000 horas.



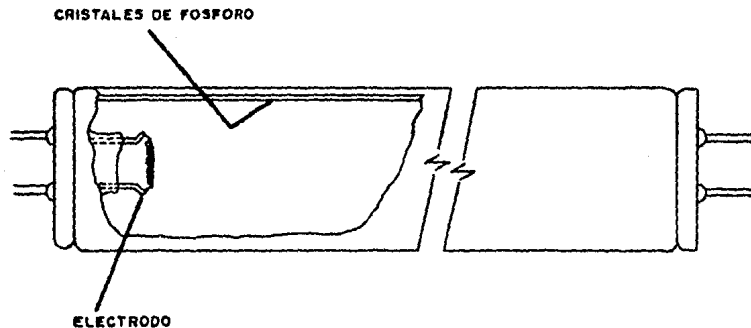
LAMPARAS CUARZO - IODO
O LAMPARAS TUNGSTENO Y HALOGENO

LAMPARAS DE DESCARGA

FLUORESCENTE.

La lámpara fluorescente es una fuente de descarga eléctrica, la cual produce luz debido a la fluorescencia de substancias activadas por rayos ultravioleta emitidos por un arco eléctrico en una atmósfera de vapor a baja presión dentro de un tubo de vidrio.

Para el funcionamiento de este tipo de lámparas se requiere de un aparato que proporcione el voltaje adecuado y limita la corriente de funcionamiento. Este aparato llamado comunmente "Balastro" puede ser sencillo o doble (para operar dos lámparas) de bajo o alto factor de potencia. Los balastros dobles tienen la ventaja de corregir el defecto estroboscópico de las lámparas o sea disminuir el cintileo aparente de la luz característico de la lámpara fluorescente.



LAMPARA FLUORESCENTE

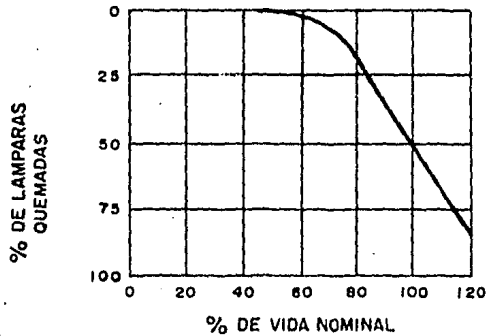
La eficacia varía de 30 a 80 lúmenes por watt, sin incluir las pérdidas del balastro. Se fabrican en forma de tubo recto y circular.

Los colores más usados son:

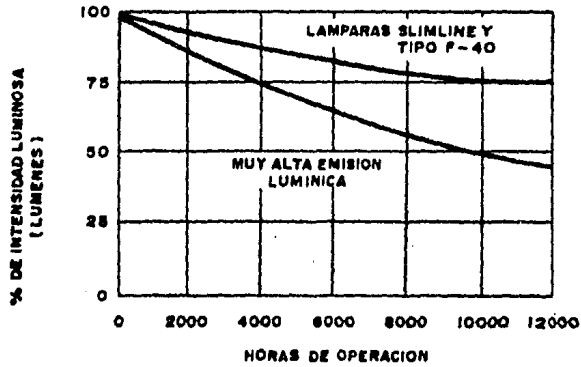
Blanco frío, blanco cálido y luz de día.

La vida de la lámpara depende en alto grado de las condiciones de operación. Por ejemplo, la operación por encendidos frecuentes acortan su vida apreciablemente. Por otra parte, la operación de muchas horas de encendido, aumentan la vida de la lámpara, debido a esta razón, las lámparas tienen diferentes relaciones de vida, basadas en el número de horas de operación por encendido.

La curva siguiente muestra el porcentaje de lámparas quemadas (en instalación) contra el porcentaje de vida normal de la lámpara.

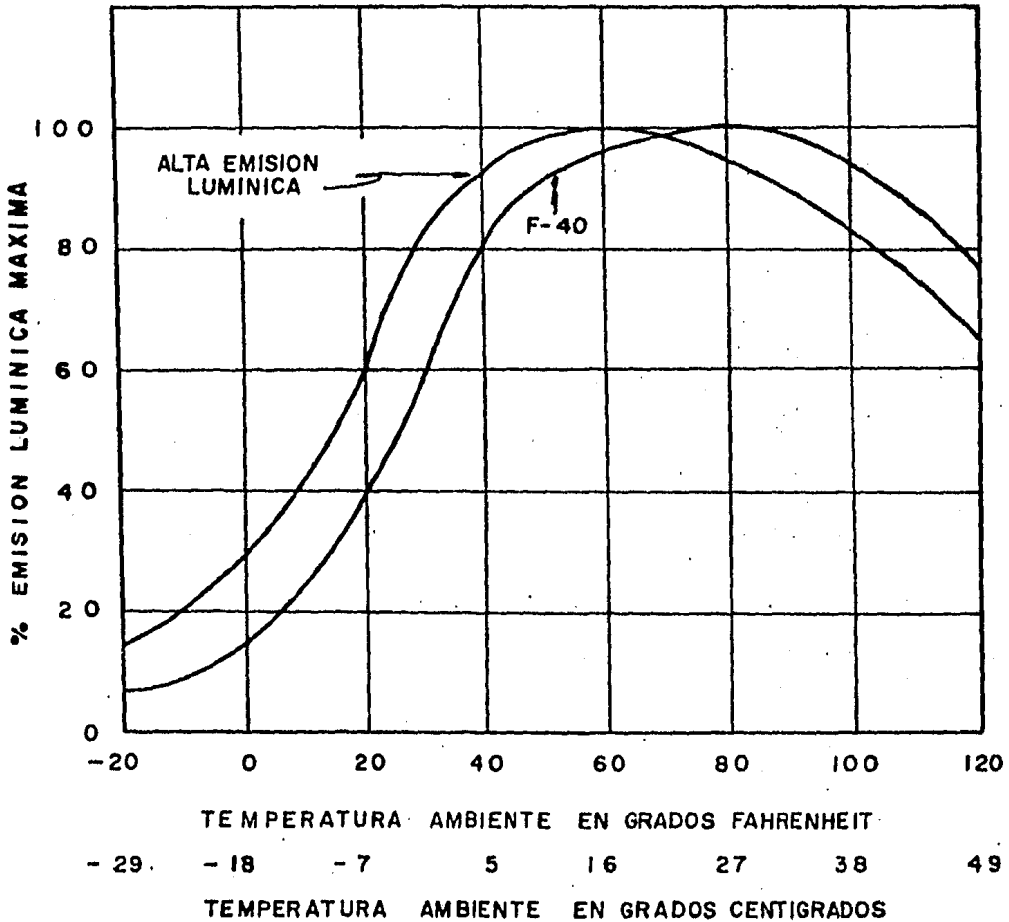


Al igual que en los demás tipos de lámparas existe una depreciación en la intensidad luminosa con las horas de operación.



El rendimiento lumínico de la lámpara fluorescente varía en forma considerable conforme varía la temperatura de la pared del bulbo. La curva siguiente muestra la variación de la emisión lumínica de la lámpara VS temperatura ambiente.

CAMBIOS EN EL RENDIMIENTO LUMINICO CON LA TEMPERATURA AMBIENTE DE LAS LAMPARAS FLUORESCENTES DESNUDAS EN AIRE CALMADO.



LAS DESVENTAJAS DE ESTAS LAMPARAS SON:

- 1.-- El gran tamaño físico en término de su potencia (Watts) en comparación con los demás tipos de fuentes luminosas.
- 2.-- Reducción en su potencia lumínica con las variaciones de la temperatura ambiente.
- 3.-- Debido a su gran tamaño, es más difícil el control de su flujo lumínico.

SUS VENTAJAS SON:

- 1.-- Alta eficacia lumínica, aproximadamente 67 lúmenes por Watt , sin contar las pérdidas en el balastro.
- 2 - Vida más larga, cerca de 12,000 horas comparadas con 750 a 1000 horas de las lámparas Incandescentes.

VAPOR DE MERCURIO.

Otro tipo de lámpara de descarga, lo es la de vapor de mercurio, la cual produce luz mediante un arco eléctrico en una atmósfera de vapor de mercurio, a alta presión, dentro de un bulbo de cuarzo, relativamente pequeño, que

a su vez se encuentra dentro de otro bulbo de vidrio -- resistente a los choques térmicos. Esta lámpara emite -- gran parte de su energía en forma de luz. Tiene su máxi ma eficacia cuando la presión dentro del bulbo interior ha llegado al máximo.

Estas lámparas, así como las fluorescentes requieren de un balastro para su operación y limitar la corriente, ya que tiene una resistencia negativa característica.

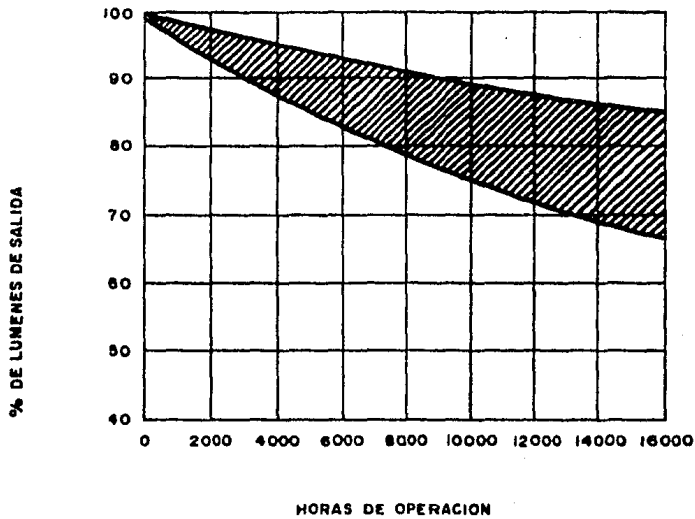
El bulbo interior contiene una pequeña cantidad de gas -- argón puro, como ayuda en el arranque de la lámpara. -- Cuando se aplica el voltaje, salta un arco en el gas -- argón entre el electrodo de arranque y el electrodo prin cipal más cercano. Este argoniza el gas argón que se -- extiende a través del bulbo interior. Casi instantanea mente salta un arco entre los electrodos principales.

Se fabrican con bulbo claro y con bulbo recubierto inte riormente con substancias fluorescentes. Las lámparas -- de bulbo claro producen luz en tono amarillo y verde, -- escasa en tonos rojos, en cambio las lámparas con bulbo _ recubierto, comúnmente llamadas "Fosforadas", producen -- luz en un tono que se asemeja al blanco.

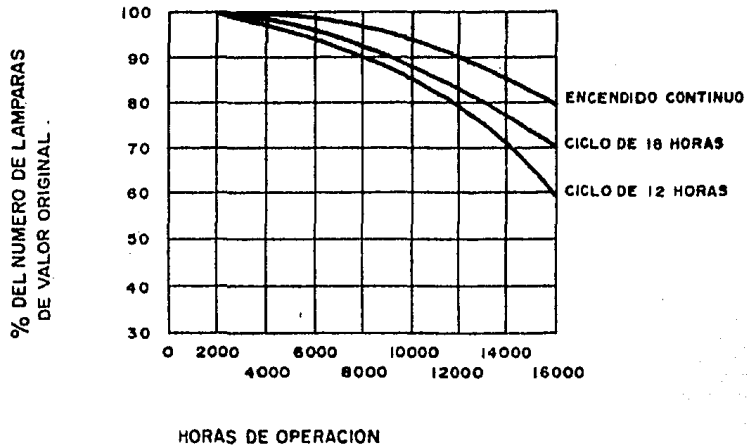
Las lámparas de vapor de mercurio en su encendido requie ren de 5 a 7 minutos, para alcanzar su máxima brillantez;

si hubiese interrupción de la energía eléctrica, de 3 a 5 minutos antes de que la lámpara pueda encenderse.

Al igual que otras fuentes, la potencia lumínica de una lámpara de vapor de mercurio se deprecia a través de la vida de la lámpara.

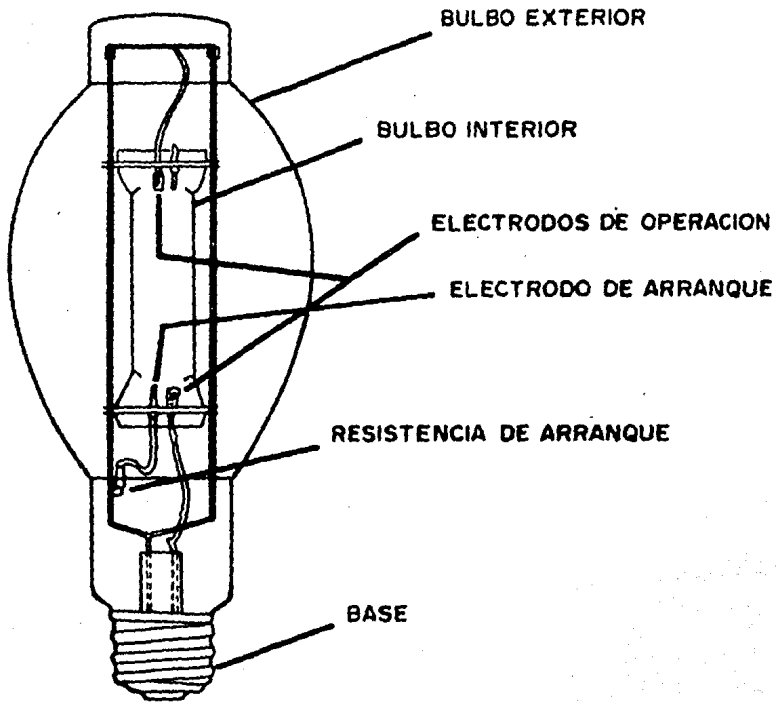


La vida en servicio depende de las condiciones de operación. Se basan en ciclos de operaciones de 10 ó más horas por encendido; a intervalos más cortos, se acorta la vida de la lámpara. La curva siguiente muestra el porcentaje de lámparas de valor original de una instalación en relación a las horas de operación.



LAS VENTAJAS DE ESTE TIPO DE LAMPARAS SON:

- 1.- Larga vida económica, 24,000 horas de vida, con muy baja depreciación.
- 2.- Fuente de luz concentrada lo que facilita el control y distribución de luz.
- 3.- Alta eficacia lumínica, cerca de 80 lúmenes por Watts.
- 4.- Su potencia lumínica es inalterable por cambios de temperatura.
- 5.- De construcción robusta en comparación con las lámparas incandescentes normales y fluorescentes.



LAMPARA DE VAPOR DE MERCURIO

LAMPARAS DE ADITIVOS METALICOS.

La lámpara de aditivos metálicos, es la fuente de luz -- blanca más eficaz disponible hoy en día. Además, incorpora todas las características deseables de otras fuentes luminosas; alta eficacia, vida razonablemente económica, excepcional rendimiento de color y buen mantenimiento de lúmenes.

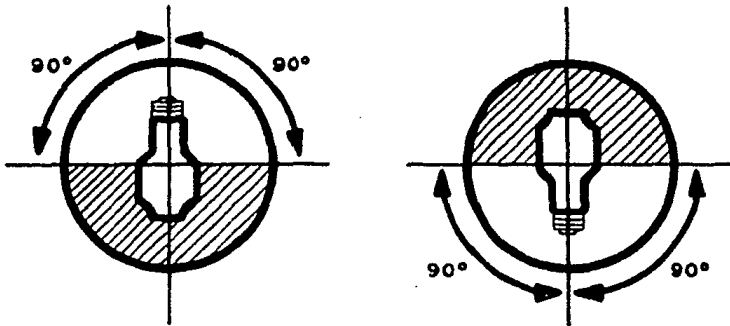
Estas lámparas son muy similares en su construcción a -- las de vapor de mercurio. Es el tubo de descarga de -- cuarzo, ligeramente menor que el correspondiente a una -- lámpara de vapor de mercurio de la misma potencia. El -- tubo de arco o descarga contiene gas argón y mercurio, -- más yoduros de torio, sodio y scandio. Estos tres últimos elementos son los responsables de que la lámpara sea más eficaz en lúmenes por watts y que se obtenga un mejor rendimiento de color.

La lámpara de aditivos metálicos, hace uso del mismo -- principio de arranque de las lámparas de vapor de mercurio, pero difieren en características y requerimientos -- de arranque. Cuando se aplica la tensión a la lámpara, -- se inicia la ionización en el espacio existente entre -- el electrodo de arranque y el electrodo de operación -- adyacente. Debido a la presencia de yoduros metálicos, -- en el tubo de arco, el voltaje requerido para la ioniza-

ción es mucho más alto.

Las lámparas de aditivos metálicos, en su mayoría, se fabrican en dos tipos: "Base arriba a Horizontal" (BU-HOR) y "Base Abajo" (BD). Las lámparas base arriba, están -- diseñadas para operar en posición que varían de base -- arriba a horizontal; la lámpara base abajo de la posi--- ción base abajo hacia arriba, pero sin llegar a la hori--- zontal. Los tipos de lámparas base arriba (BU) y base - abajo (BD) difieren en la localización del bimetal y del electrodo de arranque.

Los datos característicos de las lámparas de aditivos -- metálicos se establecen con la lámpara operada en posi--- ción vertical y horizontal; cuando es operada en otra -- posición diferente a la vertical, los watts y la produ--- cción lumínica decrecen ligeramente, así como el manteni--- miento de lúmenes y los lúmenes medios a través de las -- horas de vida. Las posiciones de operación que producen la menor emisión lumínica (y deberían por lo tanto evi--- tarse) son aproximadamente entre 20-30° de la horizontal (60-70° de la vertical). En posiciones de operación di--- ferentes a la vertical, el arco tiende a colocarse en la parte superior, de tal modo que producirá una distribu--- ción de temperatura no uniforme en las paredes del tubo_ de arco, dando como resultado una operación menos efi--- ciente.



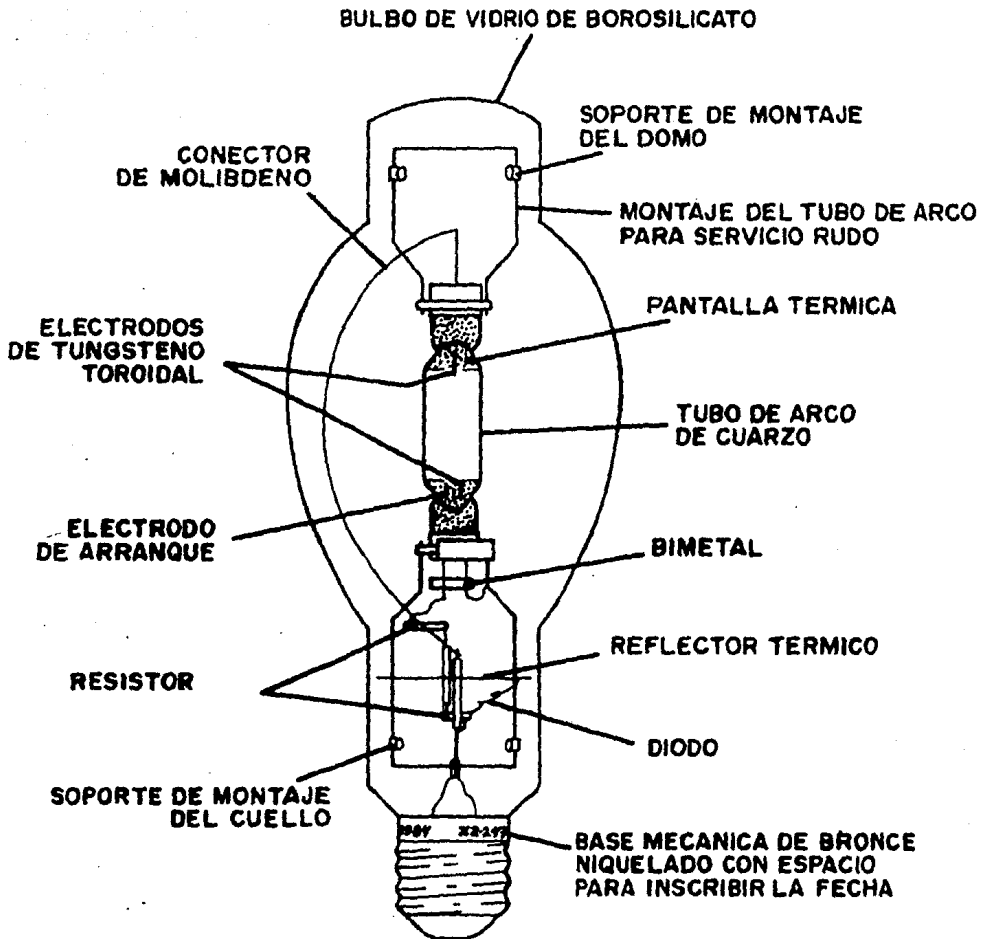
LAMPARAS DE ADITIVOS METALICOS

BASE ARRIBA A HORIZONTAL
(BU-HOR)

BASE ABAJO
(BD)

El funcionamiento de la lámpara de aditivos metálicos es esencialmente independiente de la temperatura ambiente, -- debido a que el bulbo exterior controla la temperatura de operación del tubo de arco. Los watts, la emisión luminosa y el color no varían apreciablemente con la temperatura. Sin embargo, la temperatura ambiente puede afectar el funcionamiento del balastro, y éste a su vez afectar la operación de la lámpara.

La depreciación de lúmenes de la lámpara es un poco mayor que las lámparas de vapor de mercurio.



**CONSTRUCCION DE LA LAMPARA DE ADITIVOS METALICOS
BASE ARRIBA (BU)**

LAMPARAS DE VAPOR DE SODIO ALTA PRESION.

Este tipo de lámpara esta teniendo una gran demanda en -- México, tanto en el área industrial, como en alumbrado -- público, ya que es mucho más eficiente en lúmenes por --- watts que las tratadas anteriormente. Su eficacia ini--- cial es más del doble que una lámpara de vapor de mercu-- rio de potencia equivalente.

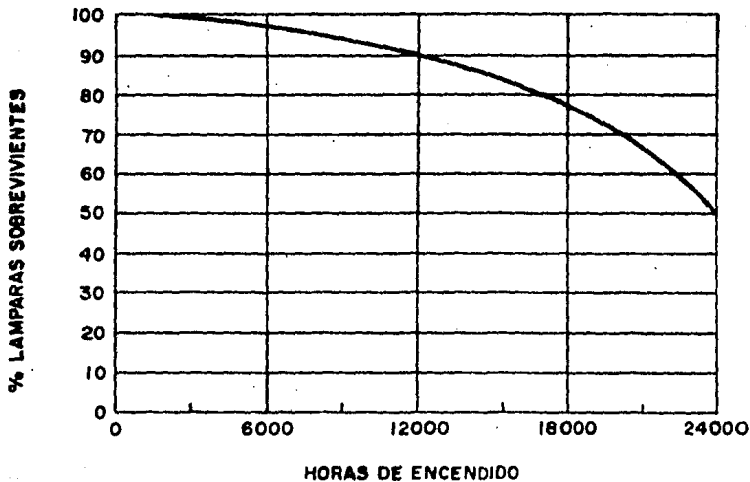
El principal elemento de radiación en el tubo de arco de_ la lámpara de vapor de sodio alta presión es el sodio. -- Sin embargo, contiene mercurio como corrector del color. También existe una pequeña cantidad de xenon, en el tubo_ de arco, utilizado para iniciar la secuencia de arranque.

Para su ignición requiere voltajes extremadamente altos - (2500 a 5000 volts) esta función de arranque, se logra -- por medio de un circuito electrónico (ignitor). El pe--- ríodo de calentamiento es de 3 a 4 minutos para lograr su completa brillantez, un poco menor que el período reque-- rido por una lámpara de aditivos metálicos o vapor de --- mercurio.

Los componentes básicos de esta lámpara al igual que las_ lámparas de vapor de mercurio y aditivos metálicos son -- dos envoltentes: un bulbo exterior resistente a la intem-

perie de vidrio borosilicato, que protege al tubo de arco. Y un bulbo interior (tubo de arco) de cerámica de óxido de aluminio policristalino, resistente al ataque del vapor de sodio.

La lámpara de vapor de sodio alta presión tiene una larga vida promedio, y tiene un comportamiento similar a la de las lámparas de vapor de mercurio y de aditivos metálicos, por ello las horas de encendido por arranque afectan la duración de la misma; o sea, que la vida útil es mayor cuando se usan en encendido continuo.



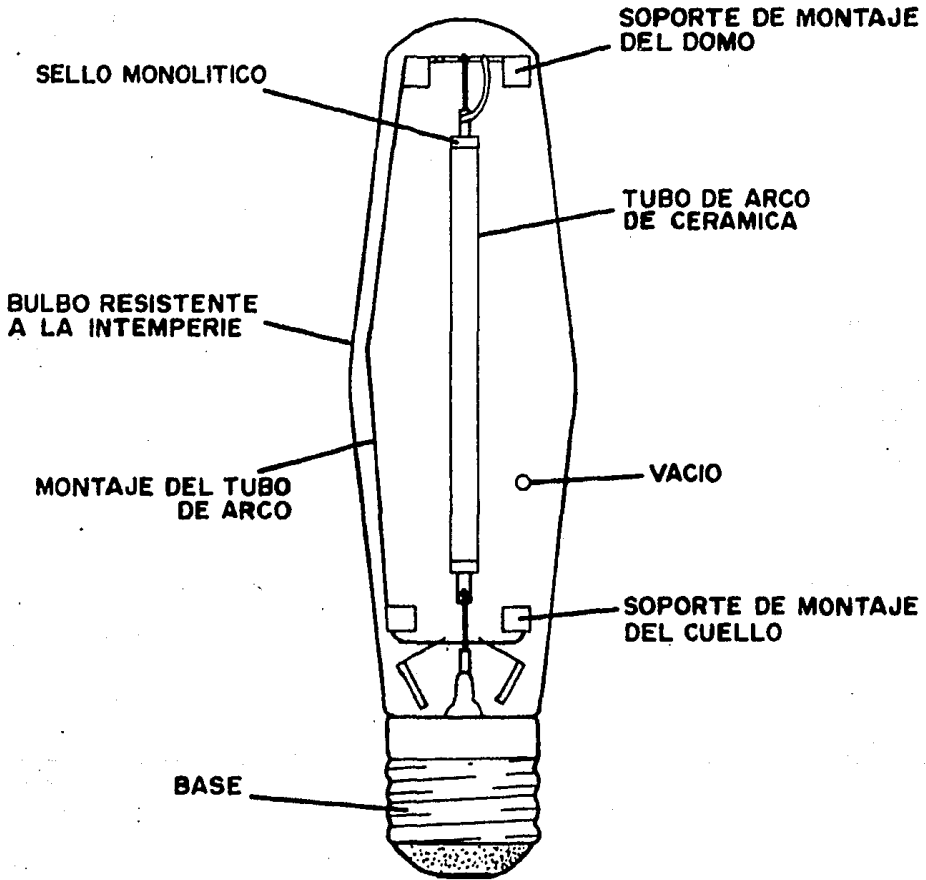
CURVA DE CADUCIDAD PARA LAS LAMPARAS DE VAPOR DE SODIO O ALTA PRESION

La lámpara de vapor de sodio alta presión tiene la eficacia más alta que cualquier otro tipo de fuente luminosa.

La eficacia varía desde 80 lúmenes por watt. hasta 140 lúmenes por watt.

La producción luminosa decae gradualmente en el curso de sus horas de actividad, como todas las demás.

Debido a la construcción de la lámpara de vapor de sodio de alta presión, no se requiere llevar diferentes tipos de inventarios según la posición de encendido, base arriba o base abajo, lo que significa que, con un sólo tipo de lámpara se pueden lograr todas las aplicaciones, sin importar la posición del encendido. Por lo tanto, no solamente se simplifica el poder solicitar fácilmente las lámparas y reducir el inventario, sino que, además, se elimina cualquier posibilidad de error en la aplicación.



**COMPONENTES BASICOS DE LA LAMPARA DE VAPOR DE SODIO
ALTA PRISION**

LAMPARAS DE SODIO BAJA PRESION.

Las lámparas de vapor de sodio en baja presión, proporcionan la más alta eficiencia luminosa que cualquier otra -- fuente luminosa, es decir, "más luz" por menos consumo de energía (lúmenes/watt). La luz monocromática amarilla -- característica que proporciona la lámpara de sodio baja -- presión, se encuentra en la región del espectro cercana -- a donde el ojo humano tiene su máxima sensibilidad, ---- (550 nanómetro).

DESCRIPCION.

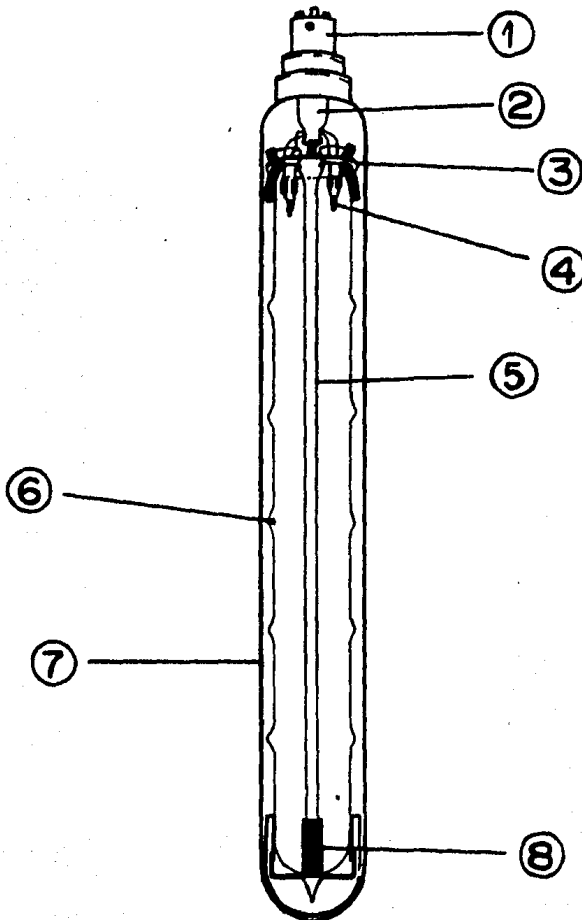
El tubo de descarga está hecho de borosilicato reforzado_ con cavidades de retención para depositar el sodio, evi-- tando la acumulación en su interior. La bombilla exte--- rior contiene en su interior una capa de óxido de indio - de 0.3 micras de espesor que actúa como filtro y reflec-- tor de infrarrojo a la vez. Este regresa al tubo de des- carga el 90% del color radiado, elevando la eficacia de - la lámpara.

La lámpara de vapor de sodio baja presión, tiene una efi- cacia luminosa hasta de 183 Lm., por watt y todos los de- talles en la construcción de la lámpara están encauzados_ para lograr y mantener este flujo.

La relativa baja luminancia de la lámpara reduce al mini-

mo el deslumbramiento factor de seguridad muy importante.
Particularmente en vías sujetas a niebla.

Estas lámparas son recomendables e. el alumbrado exterior
como en: carreteras, y en aquellos lugares donde el color
sea de muy poca importancia.



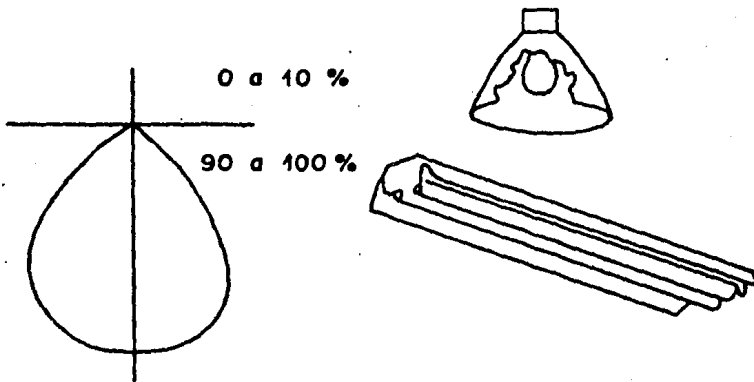
- 1._ BASE DE LA BAYONETA DE MATERIAL SINTETICO, PARA LA COLOCACION EXATA DE LA LAMPARA.
- 2._ GETTERS DE ALTA CALIDAD PARA ASEGURAR EXCELENTE VACIO DURANTE SU VIDA UTIL.
- 3._ SOPORTES ENRESORTADOS PARA PREVENIR RUIDO EN EL TUBO DE DESCARGA Y PROTEGERLO DE RUPTURAS POR IMPACTOS MECANICOS Y VIBRACIONES.
- 4._ ELECTRODO TRIPLE-DEVANADO CUBIERTO CON MATERIAL EMISIVO PARA IGNICION CONFIABLE Y VIDA DURADERA.
- 5._ TUBO DE DESCARGA HECHO DE CRISTAL BOROSILICATO CON DOS CAPAS DE SODIO RESISTENTE.
- 6._ CAVIDADES DE RETENCION DE SODIO PARA ASEGURAR OPERACION CONFIABLE DURANTE SU VIDA UTIL.
- 7._ ENVOLVENTE EXTERIOR CUBIERTO CON UNA CAPA DE OXIDO DE INDIUM EN SU INTERIOR, RESULTANDO UNA ALTA EFICIENCIA DE LA LAMPARA.
- 8._ PIPA DE VACIO.

LUMINARIOS.

Los luminarios se clasifican de acuerdo con la distribución vertical de potencia luminosa, esta clasificación -- consiste en 5 grupos que son:

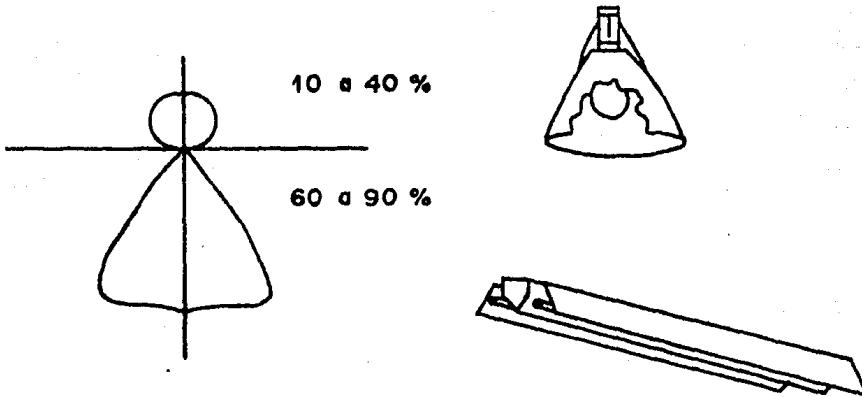
1.- DIRECTO:

Son los que dirigen del 90 al 100% de su potencia luminosa hacia abajo, estos luminarios son los que proveen iluminación más eficiente en las superficies de trabajo.



2.- SEMI-DIRECTA.

Los luminarios dentro de esta clasificación se definen -- como aquellas que dirigen de 60 a 90% de su potencia lumi nosa hacia abajo.



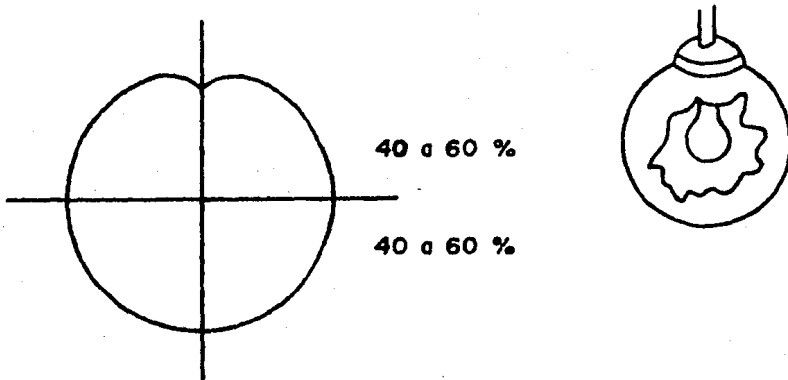
La utilización de la luz de estos luminarios depende en -- gran parte de la reflectancia del techo.

3.- GENERAL DIFUSA O DIRECTA - INDIRECTA.

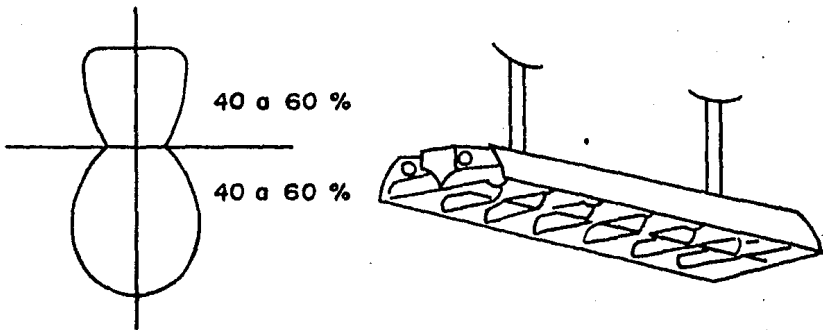
Esta clasificación se refiere a luminarios en los cuales _

las componentes de potencial luminosa hacia arriba y --- hacia abajo son aproximadamente las mismas (cada una de - 40 a 60% de potencia total del luminario.

El luminario General-Difuso emite luz casi igualmente en todas direcciones.

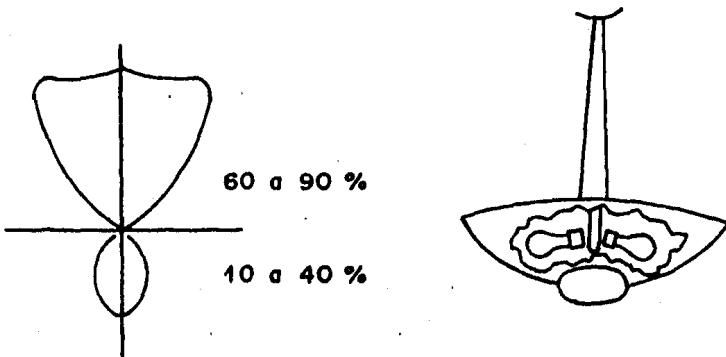


Los luminariés directo-indirecto emiten luz en menor cantidad en ángulos cercanos a la horizontal.



4.- SEMI-INDIRECTOS.

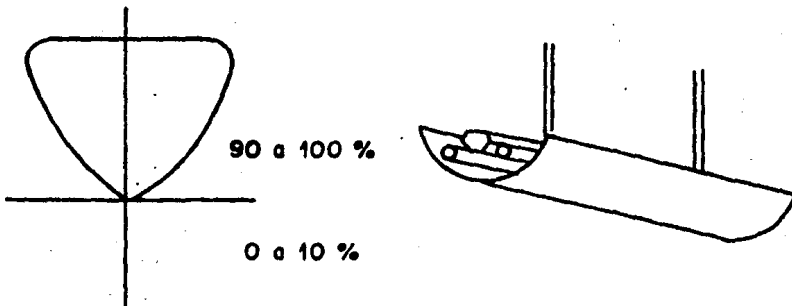
Los luminarios semi-indirectos dirigen de 60 a 90% de su potencia luminosa total hacia arriba.



La mayor parte de la luz alcanza el plano de trabajo por reflexión en el techo y en la parte alta de las paredes. Es por tanto imperativo que las reflectancias sean mantenidas tan alto como sea posible.

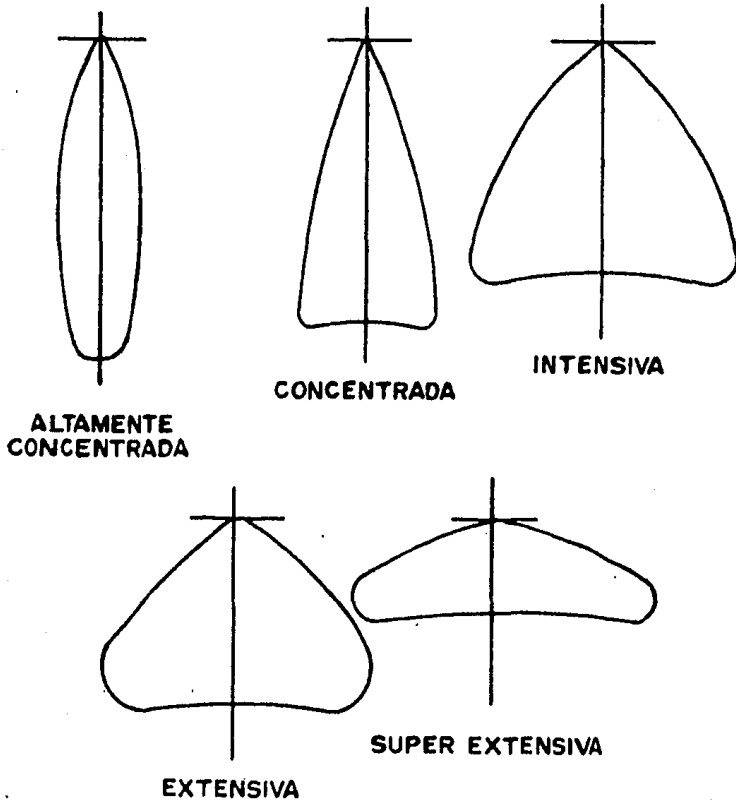
5.- INDIRECTA.

Los luminarios de este tipo emiten de 90 a 100% de su -- potencia luminosa total hacia arriba.



La utilización de la luz de este tipo de luminarios depende en su totalidad de las reflectancias del techo y de la parte alta de las paredes.

Dentro de estos luminarios también tenemos 5 tipos de -- clasificación en términos de la relación de espaciamiento permisible a su altura de montaje.



RELACION ESPACIAMIENTO A ALTURA DE MONTAJE ARRIBA DEL PLANO DE TRABAJO	CLASIFICACION DEL LUMINARIO
HASTA 0.5	ALTAMENTE CONCENTRADA
0.5 A 0.7	CONCENTRADA
0.7 A 1.0	INTENSIVA
1.0 A 1.5	EXTENSIVA
ARRIBA DE 1.5	SUPEREXTENSIVA

METODOS DE ILUMINACION.

La iluminación producida por cualquiera de los cinco luminarios descritos anteriormente puede clasificarse atendiendo a la distribución de luz en el área considerada y puede ser: general, general localizada y suplementaria.

Iluminación General.

La iluminación general, debe producir un nivel de luz uniforme en el área considerada. Se define como iluminación uniforme, la distribución de luz donde la iluminación máxima y mínima en cualquier punto, no es más que un sexto -- arriba o abajo del nivel promedio en área. Los luminarios colocados con espaciamiento que no exceda de los máximos permitidos, deben producir una iluminación uniforme en el plano de trabajo. Este plano de trabajo generalmente se toma de 70 a 100 centímetros arriba del piso.

Iluminación General Localizada.

La localización de maquinaria u otro equipo importante, -- generalmente requiere del uso de un nivel más alto que el nivel de iluminación general. Bajo estas condiciones normalmente se incrementa, el número de luminarios o la potencia lumínica por luminario, para proveer el aumento de --

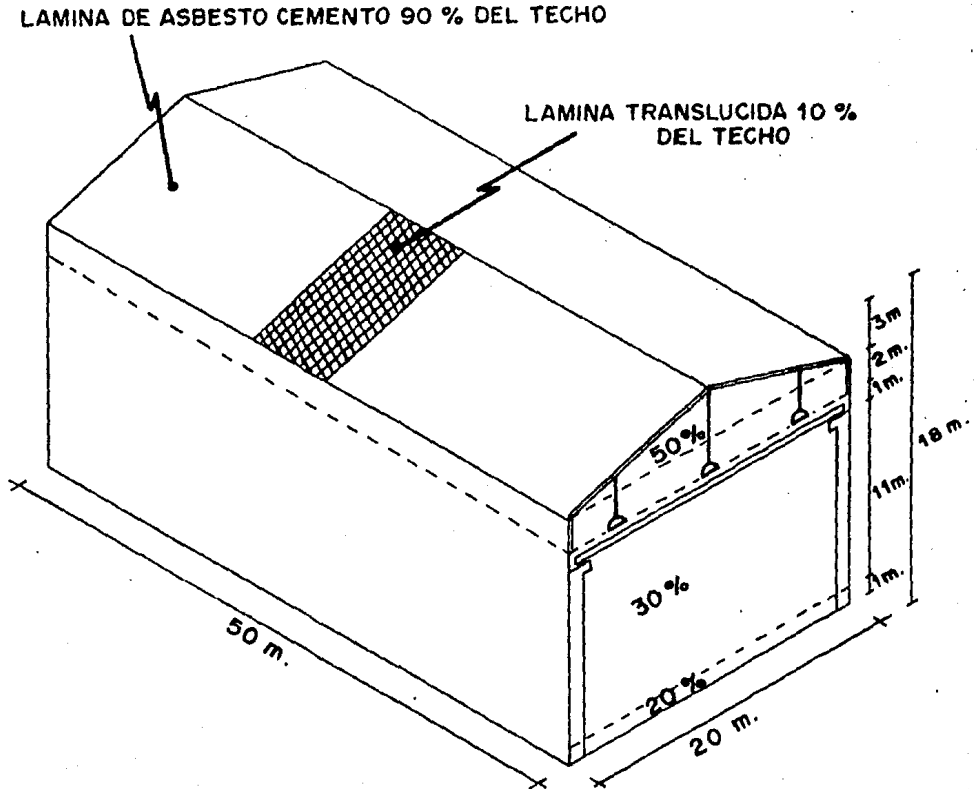
nivel de iluminación el área donde se requiera.

Iluminación Suplementaria.

La iluminación suplementaria, se emplea para proveer un nivel alto de iluminación en determinados puntos de un trabajo o área especial, por medio del equipo de iluminación directa usado en combinación con iluminación general o general localizada.

PROYECTO DE ILUMINACION PARA LA COMPAÑIA
INDUSTRIAS ALVE S. A.

TALLER MECANICO
DE MAQUINAS Y HERRAMIENTAS



Procedimiento general que se debe seguir para la elaboración de cualquier proyecto de iluminación en interiores. El cual consiste en 18 pasos divididos en 4 grupos como se muestra a continuación.

- A).- Objetivos y Especificaciones.
- B).- Factores de depreciación no recuperables.
- C).- Factores de depreciación recuperables.
- D).- Cálculos.

A).- OBJETIVOS Y ESPECIFICACIONES

- 1.- Tarea Visual.
- 2.- Calidad requerida.
- 3.- Cantidad requerida.
- 4.- Atmósfera del área.
- 5.- Descripción del área.
- 6 - Selección del luminario-Lámpara.

B).- FACTORES DE DEPRECIACION NO RECUPERABLES

- 7.- Temperatura Ambiente.

Los efectos de la temperatura ambiente en el flujo de alguna lámpara es considerable, la variación de temperatura mayor o menor de lo normal que encontramos en los interiores, toma muy poco efecto en las lámparas, incandescentes

y en lámparas de alta intensidad de descarga.

Pero si tiene un efecto mayor en lámparas fluorescentes.

8.- Tensión de Alimentación.

La regulación de tensión es difícil de predecir, pero al subir o bajar esta, afecta la salida del flujo luminoso de las lámparas.

Para lámpara incandescentes y mercuriales por cada 1% de variación de tensión, causa aproximadamente un 3% de variación en el flujo luminoso.

Para lámparas fluorescentes habrá un cambio de 1% el flujo luminoso por cada 2 1/2 % de variación de tensión.

9.- Factor de Balastro.

Este factor deberá de ser consultado con el fabricante de los mismos por norma 0.97

10.- Depreciación en las superficies del luminario.

Este resulta de cambios adversos en el metal, la pintura y los componentes plásticos, que nos da como resultado una reducción en la salida del flujo luminoso.

Superficies como el vidrio no tiene casi depreciación.

La pintura horneada y otro tipo de pinturas tienen una -- permanente depreciación, ya que normalmente se hacen porosas a algunas temperaturas.

C).- FACTORES RECUPERABLES

11.- Depreciación por suciedad en las superficies del -- cuarto.

La acumulación de polvo en las superficies del cuarto reduce la reflexión del flujo luminoso y la interreflexión al plano de trabajo.

12.- Lámparas quemadas.

Las lámparas fundidas o quemadas varían su cantidad dependiendo del tipo de lámpara.

La estadística de mortalidad para cada lámpara deberá ser consultada con los fabricantes para planear el programa de mantenimiento.

Al quemarse las lámparas contribuyen a la pérdida del -- nivel de iluminación y uniformidad.

Si las lámparas no son repuestas propiamente después de -- quemarse, el promedio de iluminación bajará proporcional-

mente.

Para efecto de cálculo, se considera de un 5 a 10% máximo de lámparas quemadas.

13.- Depreciación de lúmenes de la lámpara.

La información acerca de la depreciación de los lúmenes de las lámparas, existe en tablas y gráficas de los fabricantes.

14.- Factor de depreciación por suciedad del luminario.

La acumulación de suciedad en los luminarios da -- como resultado una pérdida en el flujo de iluminación en el plano de trabajo. Esta pérdida es conocida como factor de depreciación del luminario y se determina con las siguientes tablas.

a) Conocer el tipo de categoría de mantenimiento de acuerdo a su construcción.

CATEGORIA DE-MANTENIMIENTO	CERRADO PARTE SUPERIOR	CERRADO PARTE INFERIOR
I	1.- NO	1.- NO
II	1.- NO	1.- NO
	2.- Transparente con con 15% o más de luz hacia arriba a través de las aberturas.	2.- Rejillas o louvers.
	3.- Translúcida con 15% o más luz -- hacia arriba a través de las aberturas.	
	4.- Opaca con 15% o más de luz hacia arriba a través de las aberturas.	
III	1.- Transparente, -- con menos del -- 15% de luz hacia arriba a través de las aberturas.	1.- NO
	2.- Translúcida con -- menos del 15% -- de luz hacia a-- rriba a través de las aberturas.	2.- Rejillas o Louvers.
	3.- Opaca con menos del 15% de luz -- a través de las aberturas.	
IV	1.- Transparente sin aberturas.	1.- NO

CATEGORIA DE-MANTENIMIENTO	CERRADO PARTE SUPERIOR	CERRADO PARTE INFERIOR
	2.- Translúcido sin aberturas.	2.- Rejillas.
	3.- Opaco sin aberturas.	
V	1.- Transparente -- sin aberturas.	1.- Transparente sin aberturas.
	2.- Translúcido sin aberturas.	2.- Translúcido -- averturas.
	3.- Opaco sin aberturas.	
VI	1.- NO	1.- Transparente - sin aberturas.
	2.- Transparente sin aberturas.	2.- Transparente - sin aberturas.
	3.- Translúcido sin aberturas.	3.- Opaco sin aberturas.
	4.- Opaco sin aberturas.	

B.- Conocer el ambiente donde va a operar el luminario:

Muy limpio

Limpio

Regular

Sucio

Muy Sucio.

C).- Determinación del factor de depreciación por suciedad del luminario, tomando en cuenta el período en meses en que se planea llevar el ciclo de limpieza de los luminarios.

D).- Este factor también puede ser proporcionado por el fabricante de los luminarios.

D).- CALCULOS

15.- Factor total de pérdida de luz o mantenimiento.

El factor total de pérdida de luz es el producto de todos los factores mencionados en los puntos -----
 $7 \times 8 \times 9 \times 10 \times 11 \times 12 \times 13 \times 14$.

16.- Cálculos.

17.- Arreglo o disposición.

18.- Revisión del proyecto de acuerdo con los objetivos.

FACTORES DE DEPRECIACION POR SUCIEDAD EN LOS LUMINARIOS-- (LDD) PARA 6 CATEGORIAS DE LUMINARIOS Y 5 GRADOS DE SUCIEDAD

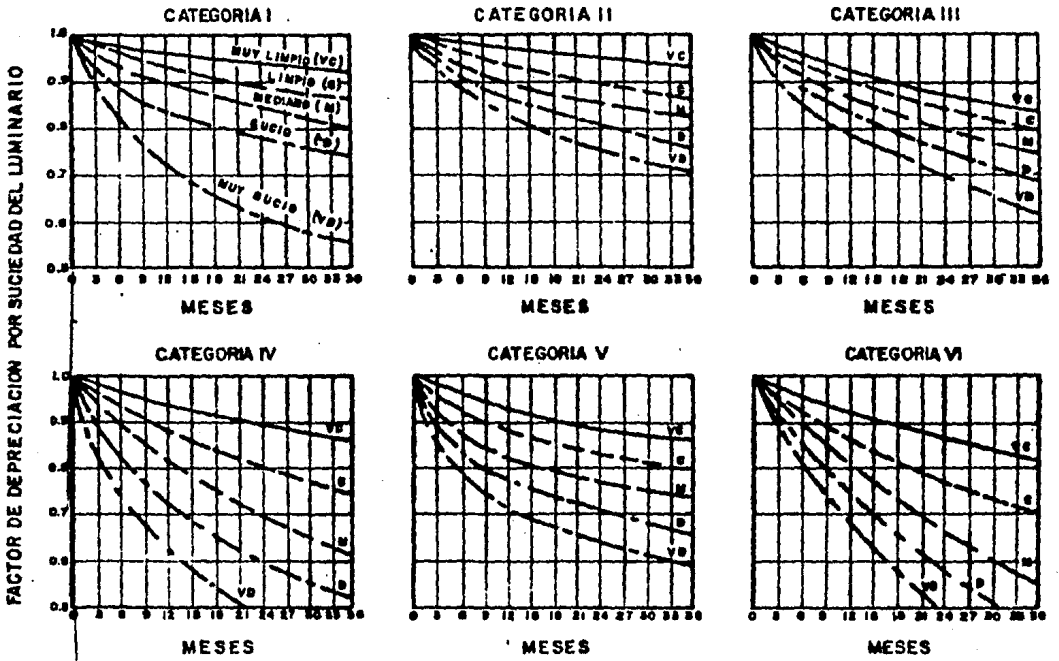






Fig. 9-12. Coefficients of Utilization, Wall Luminance Coefficients, Ceiling Cavity Luminance Coefficients, Guide

In some cases, luminaire data in this table are based on an actual typical luminaire; in other cases, the data represent a composite of generic luminaire types. Therefore, whenever possible, specific luminaire data should be used in preference to this table of typical luminaires.

The polar intensity sketch (candlepower distribution curve) and the corresponding spacing-to-mounting height guide are representative of many luminaires of each type shown. A specific luminaire may differ in perpendicular plane (crosswise) and parallel plane (lengthwise) intensity

distributions and in S/MH guide from the values shown. However, the various coefficients depend only on the average intensity at each polar angle from nadir. The tabulated coefficients can be applied to any luminaire whose average intensity distribution matches the values used to generate the coefficients. The average intensity values used to generate the coefficients are given at the end of the table, normalized to a per thousand lamp lumen basis.

The various coefficients below depend on the shape of the average intensity distribution curve and are linearly related

Typical Luminaire	Typical Distribution and Per Cent Lamp Lumens		Coefficients of Utilization for 20 Per Cent Effective Floor Cavity Reflectance (ρ _{FC} = 20)																WDR ^c ↓		
	Mount. Cat.	Maximum S/MH Guide ^d	ρ _{CC} ^a →				ρ _W ^b →				0				0						
			80		70		50		30		10		0		0						
 Pendant diffusing sphere with incandescent lamp	V	1.5	RCR ^c ↓																		
			0	.87	.87	.87	.81	.81	.81	.69	.69	.69	.59	.59	.59	.49	.49	.49		.44	
			1	.71	.67	.63	.66	.62	.59	.56	.53	.50	.47	.45	.43	.39	.37	.35		.31	.35
			2	.61	.54	.49	.56	.50	.46	.47	.43	.39	.39	.36	.33	.32	.29	.27		.23	.27
			3	.52	.45	.39	.48	.42	.37	.41	.36	.31	.34	.30	.26	.27	.24	.22		.18	.22
			4	.46	.38	.33	.42	.36	.30	.36	.30	.26	.30	.26	.22	.24	.21	.18		.15	.19
			5	.40	.33	.27	.37	.30	.25	.32	.26	.22	.26	.22	.19	.21	.18	.15		.12	.16
			6	.36	.28	.23	.33	.26	.21	.28	.23	.19	.23	.19	.16	.19	.15	.13		.10	.14
			7	.32	.25	.20	.29	.23	.18	.25	.20	.16	.21	.16	.13	.17	.13	.11		.09	.12
			8	.29	.22	.17	.27	.20	.16	.23	.17	.14	.19	.15	.12	.15	.12	.09		.07	.11
			9	.26	.19	.15	.24	.18	.14	.20	.15	.12	.17	.13	.10	.14	.11	.08		.06	.10
10	.23	.17	.13	.22	.16	.12	.19	.14	.10	.16	.12	.09	.13	.09	.07	.05	.09				
 Concentric ring unit with incandescent silvered-bowl lamp	II	1.5	RCR ^c ↓																		
			0	.83	.83	.83	.71	.71	.71	.49	.49	.49	.30	.30	.30	.12	.12	.12		.03	
			1	.72	.69	.66	.62	.60	.57	.43	.42	.40	.26	.25	.25	.10	.10	.10		.03	.02
			2	.63	.58	.54	.54	.50	.47	.38	.36	.33	.23	.22	.21	.08	.09	.08		.02	.01
			3	.55	.49	.45	.48	.43	.39	.33	.30	.28	.20	.19	.17	.06	.06	.07		.02	.01
			4	.48	.42	.37	.42	.37	.33	.29	.26	.24	.18	.16	.15	.07	.07	.06		.02	.01
			5	.43	.36	.32	.37	.32	.28	.26	.23	.20	.16	.14	.13	.06	.06	.05		.01	.01
			6	.38	.32	.27	.33	.28	.24	.23	.20	.17	.14	.12	.11	.06	.06	.04		.01	.01
			7	.34	.28	.23	.30	.24	.21	.21	.17	.15	.13	.11	.08	.06	.04	.04		.01	.01
			8	.31	.25	.20	.27	.21	.18	.19	.15	.13	.12	.10	.08	.06	.04	.03		.01	.01
			9	.28	.22	.18	.24	.19	.16	.17	.14	.11	.10	.09	.07	.04	.03	.03		.01	.01
10	.25	.20	.16	.22	.17	.14	.16	.12	.10	.10	.08	.06	.04	.03	.03	.01	.01				
 Porcelain-enamelled ventilated standard dome with incandescent lamp	IV	1.3	RCR ^c ↓																		
			0	.99	.99	.99	.97	.97	.97	.92	.92	.92	.88	.88	.88	.85	.85	.85		.83	
			1	.88	.85	.82	.86	.83	.81	.83	.80	.78	.79	.78	.76	.77	.76	.73		.72	.76
			2	.78	.73	.68	.76	.72	.67	.73	.69	.66	.71	.67	.64	.68	.65	.63		.61	.68
			3	.69	.62	.57	.67	.61	.57	.65	.60	.56	.63	.58	.55	.61	.57	.54		.52	.58
			4	.61	.54	.49	.60	.53	.48	.58	.52	.48	.56	.51	.47	.54	.50	.46		.45	.54
			5	.54	.47	.41	.53	.46	.41	.51	.45	.41	.50	.44	.40	.48	.43	.40		.38	.43
			6	.48	.41	.35	.47	.40	.35	.46	.39	.35	.44	.39	.34	.43	.38	.34		.32	.41
			7	.43	.35	.30	.42	.35	.30	.41	.34	.30	.39	.34	.30	.38	.33	.29		.28	.40
			8	.38	.31	.26	.38	.31	.26	.37	.30	.26	.36	.30	.26	.35	.30	.26		.24	.39
			9	.35	.28	.23	.34	.27	.23	.33	.27	.23	.32	.27	.23	.31	.26	.22		.21	.37
10	.31	.25	.20	.31	.24	.20	.30	.24	.20	.29	.24	.20	.29	.23	.20	.18	.35				
 Prismatic square surface drum	V	1.3	RCR ^c ↓																		
			0	.89	.89	.89	.85	.85	.85	.77	.77	.77	.70	.70	.70	.63	.63	.63		.60	
			1	.78	.75	.72	.74	.72	.69	.68	.66	.64	.62	.60	.58	.56	.55	.54		.51	.54
			2	.69	.65	.61	.66	.62	.58	.61	.57	.54	.56	.53	.50	.51	.49	.47		.44	.50
			3	.62	.57	.52	.60	.55	.50	.55	.51	.47	.50	.47	.44	.46	.44	.41		.39	.48
			4	.56	.50	.46	.54	.49	.44	.50	.45	.42	.46	.43	.39	.42	.39	.37		.35	.46
			5	.51	.45	.40	.49	.43	.39	.45	.41	.37	.42	.38	.35	.39	.36	.33		.31	.44
			6	.46	.40	.36	.46	.40	.35	.42	.37	.33	.39	.35	.31	.36	.32	.30		.28	.42
			7	.42	.36	.32	.41	.35	.31	.38	.33	.29	.35	.31	.28	.33	.29	.27		.25	.40
			8	.39	.32	.28	.37	.32	.28	.35	.30	.26	.32	.28	.25	.30	.27	.24		.22	.38
			9	.35	.29	.25	.34	.29	.25	.32	.27	.24	.30	.26	.23	.28	.24	.22		.20	.36
10	.32	.27	.23	.31	.26	.22	.29	.25	.21	.27	.23	.20	.26	.22	.20	.18	.34				


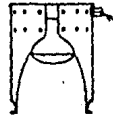

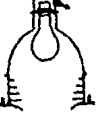

^a ρ_{CC} = per cent effective ceiling cavity reflectance.

^b ρ_W = per cent wall reflectance.

^c RCR = Room Cavity Ratio.


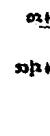





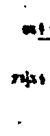

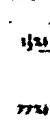
^d Maximum S/MH guide—ratio of maximum luminaire spacing to mounting or ceiling height above work-plane.

Fig. 9-12. Continued

Typical luminaire	Typical Distribution and Per Cent Lamp Lumens		ρ _{cc} ^a →		80			70			50			30			10			0			WDR _{CC} [↓]			
	Main. Cot.	Maximum S/MH Guide ^d	ρ _w ^b →		50			30			10			50			30			10				0		
			RCR ^c ↓		Coefficients of Utilization for 20 Per Cent Effective Floor Cavity Reflectance (ρ _{cc} = 20)																					
 R-40 flood without shielding	IV	0.8	0		1.18	1.18	1.18	1.16	1.16	1.16	1.11	1.11	1.11	1.06	1.06	1.06	1.01	1.01	1.01	0.99	0.99	0.99	0.94	0.94	0.94	.21
			1		1.09	1.07	1.04	1.07	1.05	1.02	1.03	1.01	.99	.99	.98	.96	.96	.95	.94	.92	.92	.91	.88	.88	.88	
	2		1.01	.97	.93	.99	.95	.92	.96	.93	.90	.93	.90	.88	.90	.88	.86	.84	.84	.84	.82	.82	.82	.79	.77	.19
	3		.93	.88	.84	.92	.87	.83	.89	.85	.81	.87	.83	.80	.84	.82	.80	.84	.82	.82	.80	.80	.80	.77	.77	
	4		.87	.81	.78	.85	.80	.75	.83	.78	.75	.81	.77	.74	.79	.76	.74	.79	.76	.74	.77	.76	.75	.73	.71	.18
	5		.80	.74	.69	.79	.73	.69	.77	.72	.68	.76	.71	.67	.74	.70	.67	.74	.70	.67	.68	.65	.65	.65	.65	
	6		.74	.68	.63	.73	.67	.63	.72	.66	.62	.70	.66	.62	.69	.65	.62	.69	.65	.61	.66	.62	.62	.60	.60	.17
	7		.69	.62	.57	.68	.62	.57	.67	.61	.57	.65	.60	.56	.64	.60	.56	.64	.60	.56	.62	.58	.58	.56	.56	
	8		.64	.57	.53	.63	.57	.53	.62	.56	.52	.61	.56	.52	.60	.56	.52	.60	.56	.52	.59	.55	.55	.53	.53	.16
	9		.59	.52	.48	.59	.52	.48	.58	.52	.48	.57	.51	.48	.56	.51	.47	.56	.51	.47	.55	.51	.51	.49	.49	
	10		.55	.49	.44	.55	.48	.44	.54	.48	.44	.53	.48	.44	.52	.47	.44	.52	.47	.44	.51	.47	.47	.45	.45	
 R-40 flood with specular anodized reflector skirt; 45° cutoff	IV	0.7	0		1.00	1.00	1.00	.98	.98	.98	.94	.94	.94	.90	.90	.90	.86	.86	.86	.84	.84	.84	.84	.84	.08	
			1		.96	.94	.92	.94	.92	.91	.90	.89	.88	.87	.86	.85	.84	.83	.82	.82	.81	.80	.80	.80		.80
	2		.91	.88	.86	.90	.87	.85	.87	.85	.83	.84	.83	.82	.82	.82	.82	.82	.81	.80	.80	.80	.80	.77	.76	.07
	3		.87	.84	.81	.86	.83	.81	.84	.81	.79	.82	.80	.78	.80	.78	.78	.80	.78	.77	.78	.77	.76	.76	.76	
	4		.83	.80	.77	.82	.79	.77	.81	.78	.76	.79	.77	.75	.78	.76	.75	.78	.76	.74	.77	.75	.75	.73	.73	.07
	5		.79	.76	.73	.79	.75	.73	.77	.74	.72	.76	.73	.71	.75	.73	.71	.75	.73	.71	.74	.72	.72	.70	.70	
	6		.76	.73	.70	.76	.72	.70	.75	.72	.69	.74	.71	.69	.73	.70	.68	.73	.70	.68	.72	.69	.69	.67	.67	.07
	7		.73	.69	.66	.73	.69	.66	.72	.68	.66	.71	.68	.66	.71	.68	.66	.71	.68	.66	.70	.67	.67	.65	.65	
	8		.70	.66	.63	.70	.66	.63	.69	.65	.63	.68	.65	.63	.68	.65	.63	.67	.65	.63	.67	.65	.65	.63	.63	.07
	9		.67	.63	.60	.67	.63	.60	.66	.62	.60	.65	.62	.60	.65	.62	.60	.65	.62	.60	.64	.62	.62	.60	.60	
	10		.64	.60	.58	.64	.60	.58	.63	.60	.58	.63	.60	.57	.62	.59	.57	.62	.59	.57	.61	.59	.59	.58	.58	
 EAR-38 lamp above 2" diameter aperture	IV	0.7	0		.31	.31	.31	.30	.30	.30	.28	.28	.28	.26	.26	.26	.24	.24	.24	.23	.23	.23	.23	.23	.04	
			1		.49	.48	.48	.48	.48	.47	.47	.46	.46	.45	.45	.44	.44	.43	.43	.43	.43	.43	.42	.42		.42
	2		.47	.46	.45	.46	.45	.44	.45	.44	.43	.44	.43	.42	.43	.42	.42	.43	.42	.42	.42	.42	.42	.41	.41	.03
	3		.45	.44	.43	.45	.43	.42	.44	.42	.42	.43	.42	.41	.42	.41	.41	.42	.41	.40	.41	.40	.40	.39	.39	
	4		.43	.42	.41	.43	.41	.40	.42	.41	.40	.41	.40	.39	.40	.39	.38	.40	.39	.38	.39	.38	.38	.37	.37	.03
	5		.42	.40	.39	.41	.40	.38	.41	.39	.38	.40	.39	.38	.39	.38	.37	.39	.38	.37	.38	.37	.37	.36	.36	
	6		.40	.39	.37	.40	.38	.37	.39	.38	.37	.39	.38	.37	.38	.37	.36	.38	.37	.36	.37	.36	.36	.35	.35	.03
	7		.39	.37	.36	.39	.37	.36	.38	.37	.35	.38	.37	.35	.38	.36	.35	.38	.36	.35	.37	.36	.36	.35	.35	
	8		.37	.36	.34	.37	.35	.34	.37	.35	.34	.36	.35	.34	.36	.34	.34	.36	.34	.34	.35	.34	.34	.33	.33	.03
	9		.36	.34	.33	.36	.34	.33	.35	.34	.33	.35	.34	.33	.35	.34	.33	.35	.34	.33	.34	.33	.33	.32	.32	
	10		.35	.33	.32	.35	.33	.32	.34	.33	.32	.34	.33	.32	.34	.33	.32	.34	.32	.32	.34	.32	.32	.31	.31	
 Reflector downlight with baffles and inside frosted lamp	IV	0.7	0		.53	.53	.53	.52	.52	.52	.49	.49	.49	.47	.47	.47	.45	.45	.45	.44	.44	.44	.44	.44	.04	
			1		.51	.50	.49	.50	.49	.48	.48	.47	.47	.46	.45	.44	.44	.43	.43	.44	.43	.43	.43	.43		.43
	2		.48	.47	.46	.48	.46	.45	.46	.45	.44	.45	.44	.44	.44	.44	.44	.44	.43	.43	.43	.43	.43	.42	.42	.03
	3		.47	.45	.44	.46	.45	.43	.45	.44	.43	.44	.43	.43	.44	.43	.42	.43	.42	.42	.43	.42	.42	.41	.41	
	4		.45	.43	.42	.44	.43	.42	.43	.42	.41	.43	.42	.41	.43	.41	.41	.42	.41	.41	.42	.41	.41	.40	.40	.03
	5		.43	.41	.40	.43	.41	.40	.42	.40	.39	.41	.40	.39	.41	.40	.39	.41	.40	.39	.40	.39	.38	.38	.38	
	6		.42	.40	.39	.41	.40	.38	.41	.39	.38	.40	.39	.38	.40	.39	.38	.40	.39	.38	.39	.38	.38	.37	.37	.03
	7		.40	.38	.37	.40	.38	.37	.39	.38	.37	.39	.38	.37	.39	.38	.37	.38	.37	.37	.38	.37	.37	.36	.36	
	8		.39	.37	.36	.38	.37	.36	.38	.37	.36	.38	.37	.36	.38	.36	.35	.38	.36	.35	.37	.36	.36	.35	.35	.03
	9		.37	.36	.34	.37	.35	.34	.37	.35	.34	.36	.35	.34	.36	.35	.34	.36	.35	.34	.35	.34	.34	.33	.33	
	10		.36	.34	.33	.36	.34	.33	.36	.34	.33	.35	.34	.33	.35	.34	.33	.35	.34	.33	.34	.33	.33	.33	.33	
 Medium distribution unit with lens plate and inside front lamp	V	1.0	0		.64	.64	.64	.63	.63	.63	.60	.60	.60	.57	.57	.57	.55	.55	.55	.54	.54	.54	.54	.54	.11	
			1		.60	.58	.57	.58	.57	.56	.56	.55	.54	.54	.53	.52	.52	.52	.52	.52	.52	.52	.51	.51		.51
	2		.55	.53	.51	.54	.52	.50	.52	.50	.49	.51	.49	.48	.49	.48	.48	.49	.48	.48	.48	.47	.47	.46	.46	.11
	3		.51	.48	.46	.50	.47	.45	.49	.46	.44	.47	.45	.44	.47	.45	.44	.47	.45	.44	.46	.45	.45	.44	.44	
	4		.47	.44	.41	.47	.44	.41	.45	.43	.41	.44	.42	.40	.43	.41	.41	.43	.41	.41	.43	.41	.41	.40	.40	.10
	5		.44	.40	.38	.43	.40	.38	.42	.39	.37	.41	.39	.37	.41	.39	.37	.41	.39	.37	.40	.38	.38	.37	.36	
	6		.41	.37	.35	.40	.37	.35	.39	.36	.34	.39	.36	.34	.39	.36	.34	.38	.36	.34	.38	.36	.36	.34	.34	.09
	7		.38	.34	.32	.37	.34	.32	.37	.34	.31	.37	.34	.31	.36	.33	.31	.35	.33	.31	.35	.33	.33	.31	.30	
	8		.35	.32	.29	.35	.31	.29	.34	.31	.29	.34	.31	.29	.34	.31	.29	.33	.30	.29	.33	.30	.30	.28	.28	.08
	9		.32	.29	.27	.32	.29	.27	.32	.29	.26	.31	.28	.26	.31	.28	.26	.31	.28	.26	.30	.28	.28	.26	.26	
	10		.30	.27	.25	.30	.27	.24	.30	.27	.24	.29	.26	.24	.29	.26	.24	.29	.26	.24	.29	.26	.26	.24	.24	

^a ρ_{cc} = per cent effective ceiling cavity reflectance.
^b ρ_w = per cent wall reflectance.
^c RCR = Room Cavity Ratio.
^d Maximum S/MH guide-ratio of maximum luminaire spacing to mounting or ceiling height above work-plane.

Fig. 9-12. Continued

Typical Luminaire	Typical Distribution and Per Cent Lamp Lumens		pcc ^a →	80			70			50			30			10			0	WDR ^c ↓				
	Mount. Cat.	Maximum S/MAH Guide ^d		p _{ce} ^b →			p _{ce} ^b →			p _{ce} ^b →			p _{ce} ^b →			p _{ce} ^b →			0					
			Coefficient of Utilization for 20 Per Cent Effective Floor Cavity Reflectance (p _{cc} = 20)																					
 <p>Wide distribution unit with lens plate and inside frosted lamp</p>		V	1.4	0	.63	.63	.63	.62	.62	.62	.59	.59	.59	.56	.56	.56	.54	.54	.54	.53				
				1	.68	.56	.54	.57	.55	.54	.54	.53	.52	.52	.51	.50	.50	.50	.49	.49	.49	.48	.14	
				2	.53	.50	.48	.52	.49	.47	.50	.48	.46	.48	.47	.46	.44	.44	.44	.43	.41	.40	.39	.12
				3	.48	.45	.42	.47	.44	.42	.46	.43	.41	.44	.42	.40	.37	.35	.32	.36	.34	.32	.31	.11
				4	.44	.40	.37	.43	.40	.37	.42	.39	.37	.41	.38	.36	.34	.32	.30	.33	.31	.29	.28	.12
				5	.40	.36	.33	.39	.36	.33	.38	.35	.33	.37	.35	.33	.31	.29	.27	.30	.28	.26	.25	.11
				6	.36	.32	.30	.36	.32	.29	.35	.32	.29	.34	.31	.29	.27	.25	.23	.26	.24	.22	.21	.11
				7	.33	.29	.26	.33	.29	.26	.32	.28	.26	.31	.28	.26	.24	.22	.20	.23	.21	.19	.18	.10
				8	.30	.26	.23	.30	.26	.23	.29	.26	.23	.28	.25	.23	.21	.19	.17	.20	.18	.16	.15	.10
				9	.27	.23	.21	.27	.23	.21	.26	.23	.21	.26	.23	.20	.18	.16	.14	.17	.15	.13	.12	.09
10	.25	.21	.18	.25	.21	.18	.24	.21	.18	.24	.20	.18	.16	.14	.12	.15	.13	.11	.10	.09				
 <p>Recessed unit with dropped diffusing glass</p>		V	1.3	0	.61	.61	.61	.60	.60	.60	.57	.57	.57	.54	.54	.54	.51	.51	.51	.50				
				1	.83	.51	.48	.52	.50	.47	.49	.47	.46	.47	.45	.44	.45	.44	.42	.41	.40	.39	.23	
				2	.46	.42	.39	.45	.42	.39	.43	.40	.38	.41	.39	.37	.36	.35	.34	.33	.32	.31	.29	.18
				3	.40	.36	.33	.40	.35	.32	.38	.34	.31	.36	.33	.31	.29	.27	.26	.25	.24	.23	.22	.18
				4	.36	.31	.29	.35	.31	.28	.34	.30	.27	.32	.29	.26	.24	.22	.21	.20	.19	.18	.17	.16
				5	.32	.27	.24	.31	.27	.24	.30	.26	.23	.29	.25	.23	.21	.19	.17	.16	.15	.14	.13	.12
				6	.29	.24	.20	.28	.24	.20	.27	.23	.20	.26	.22	.20	.18	.16	.14	.13	.12	.11	.10	.10
				7	.26	.21	.18	.25	.21	.18	.24	.20	.17	.23	.20	.17	.15	.13	.11	.10	.09	.08	.07	.12
				8	.23	.19	.16	.22	.18	.15	.22	.18	.15	.21	.18	.15	.13	.11	.09	.08	.07	.06	.05	.11
				9	.21	.17	.14	.21	.16	.14	.20	.16	.13	.19	.16	.13	.11	.09	.07	.06	.05	.04	.03	.11
10	.19	.15	.12	.19	.15	.12	.18	.14	.12	.18	.14	.12	.10	.08	.06	.05	.04	.03	.02	.10				
 <p>Clear HID lamp and glass reflector above plastic lens panel</p>		V	1.3	0	.78	.78	.78	.76	.76	.76	.73	.73	.73	.70	.70	.70	.67	.67	.67	.65				
				1	.71	.69	.68	.70	.68	.66	.67	.66	.64	.65	.64	.62	.62	.62	.61	.60	.59	.58	.56	.17
				2	.65	.62	.60	.64	.61	.58	.62	.59	.57	.60	.58	.56	.54	.53	.52	.51	.50	.49	.48	.16
				3	.59	.55	.52	.58	.55	.52	.57	.53	.51	.55	.52	.50	.48	.46	.45	.44	.43	.42	.41	.15
				4	.54	.50	.47	.54	.50	.46	.52	.49	.46	.51	.48	.45	.43	.41	.40	.39	.38	.37	.36	.14
				5	.50	.45	.42	.49	.45	.41	.48	.44	.41	.47	.43	.41	.39	.37	.36	.35	.34	.33	.32	.13
				6	.46	.41	.37	.45	.40	.37	.44	.40	.37	.43	.39	.37	.35	.33	.32	.31	.30	.29	.28	.13
				7	.41	.37	.33	.41	.36	.33	.40	.36	.33	.39	.35	.33	.31	.29	.28	.27	.26	.25	.24	.12
				8	.38	.33	.30	.38	.33	.30	.37	.33	.30	.36	.32	.29	.27	.25	.24	.23	.22	.21	.20	.12
				9	.35	.30	.27	.34	.30	.27	.34	.29	.26	.33	.29	.26	.24	.22	.21	.20	.19	.18	.17	.11
10	.32	.27	.24	.31	.27	.24	.31	.27	.24	.30	.26	.24	.22	.20	.18	.17	.16	.15	.14	.11				
 <p>Enclosed reflector with an incandescent lamp</p>		V	1.4	0	.85	.85	.85	.83	.83	.83	.79	.79	.79	.76	.76	.76	.73	.73	.73	.71				
				1	.78	.76	.74	.76	.74	.73	.73	.72	.70	.71	.69	.68	.67	.66	.65	.64	.63	.62	.61	.17
				2	.71	.68	.65	.70	.67	.64	.68	.65	.63	.65	.63	.61	.60	.59	.58	.57	.56	.55	.54	.16
				3	.65	.61	.57	.64	.60	.57	.62	.59	.56	.60	.57	.55	.53	.51	.50	.49	.48	.47	.46	.15
				4	.60	.55	.51	.59	.54	.51	.57	.53	.50	.55	.52	.50	.48	.46	.45	.44	.43	.42	.41	.14
				5	.54	.49	.45	.54	.49	.45	.52	.48	.45	.51	.47	.44	.42	.40	.39	.38	.37	.36	.35	.14
				6	.49	.44	.40	.49	.44	.40	.47	.43	.40	.46	.42	.40	.38	.36	.35	.34	.33	.32	.31	.14
				7	.44	.39	.35	.44	.39	.35	.43	.38	.35	.42	.38	.35	.33	.31	.30	.29	.28	.27	.26	.14
				8	.40	.35	.31	.40	.35	.31	.39	.35	.31	.38	.34	.31	.29	.27	.26	.25	.24	.23	.22	.13
				9	.37	.31	.28	.36	.31	.28	.36	.31	.28	.35	.31	.28	.26	.24	.23	.22	.21	.20	.19	.13
10	.33	.28	.25	.33	.28	.25	.32	.28	.25	.32	.28	.25	.23	.21	.20	.19	.18	.17	.16	.12				
 <p>Narrow distribution ventilated reflector with clear HID lamp</p>		III	0.7	0	.92	.92	.92	.90	.90	.90	.86	.86	.86	.82	.82	.82	.78	.78	.78	.76				
				1	.87	.85	.83	.85	.83	.82	.81	.80	.79	.78	.77	.76	.75	.74	.73	.72	.71	.70	.69	.11
				2	.81	.79	.76	.80	.77	.75	.77	.75	.73	.75	.73	.71	.69	.67	.66	.65	.64	.63	.62	.10
				3	.77	.73	.71	.76	.72	.70	.73	.71	.69	.71	.69	.67	.65	.63	.62	.61	.60	.59	.58	.10
				4	.73	.69	.66	.72	.68	.66	.70	.67	.64	.68	.64	.62	.60	.58	.57	.56	.55	.54	.53	.09
				5	.69	.65	.62	.68	.64	.61	.66	.63	.61	.65	.62	.60	.58	.56	.55	.54	.53	.52	.51	.09
				6	.65	.61	.58	.64	.61	.58	.63	.60	.57	.62	.59	.57	.55	.53	.52	.51	.50	.49	.48	.09
				7	.62	.57	.54	.61	.57	.54	.60	.56	.54	.59	.56	.53	.51	.49	.48	.47	.46	.45	.44	.08
				8	.58	.54	.51	.58	.54	.51	.57	.53	.51	.56	.53	.51	.49	.47	.46	.45	.44	.43	.42	.08
				9	.55	.51	.48	.55	.51	.48	.54	.50	.48	.53	.50	.48	.46	.44	.43	.42	.41	.40	.39	.08
10	.53	.49	.46	.52	.48	.46	.52	.48	.46	.51	.48	.45	.43	.41	.40	.39	.38	.37	.36	.08				






^a pcc = per cent effective ceiling cavity reflectance.

^b p_{ce} = per cent wall reflectance.

^c RCR = Room Cavity Ratio.






^d Maximum S/MAH guide--ratio of maximum luminaire spacing to mounting or ceiling height above work-plane.

Fig. 9-12. Continued

Typical luminaire	Typical Distribution and Per Cent Lamp Lumens		ρ _{cc} →		80			70			50			30			10			0	WDR _c ↓	
	Model Cat.	Maximum S/MH Outside	RCR ↓	Coefficients of Utilization for 20 Per Cent Effective Floor Cavity Reflectance (ρ _{fc} = 20)																		
				ρ _w ↓	50	30	10	50	30	10	50	30	10	50	30	10	50	30	10	0		
 Intermediate distribution ventilated reflector with clear HID lamp	III	1.0	↓	0	.91	.91	.91	.89	.89	.89	.84	.84	.84	.81	.81	.81	.77	.77	.77	.75		
				1	.84	.81	.79	.82	.80	.78	.79	.77	.76	.76	.74	.73	.73	.72	.71	.71	.71	.69
	2	.77	.73	.70	.76	.72	.70	.73	.70	.68	.70	.68	.66	.66	.66	.66	.66	.66	.66	.63	.16	
	3	.71	.66	.63	.69	.65	.62	.67	.64	.61	.65	.62	.60	.63	.61	.60	.61	.60	.57	.15	.15	
	4	.65	.60	.56	.64	.59	.56	.62	.58	.55	.60	.57	.54	.59	.56	.54	.52	.52	.52	.52	.15	
	5	.59	.54	.50	.59	.54	.50	.57	.53	.50	.56	.52	.49	.54	.51	.48	.47	.47	.47	.47	.14	
	6	.54	.49	.45	.54	.49	.45	.52	.48	.45	.51	.47	.44	.50	.47	.44	.44	.44	.44	.44	.14	
	7	.50	.44	.40	.49	.44	.40	.48	.43	.40	.47	.43	.39	.46	.42	.39	.38	.38	.38	.38	.14	
	8	.45	.40	.36	.45	.40	.36	.44	.39	.36	.43	.39	.35	.42	.38	.35	.34	.34	.34	.34	.13	
	9	.41	.36	.32	.41	.36	.32	.40	.35	.32	.39	.35	.32	.38	.35	.32	.30	.30	.30	.30	.13	
	10	.38	.33	.29	.37	.32	.29	.37	.32	.29	.36	.32	.29	.35	.31	.28	.27	.27	.27	.27	.12	
 Wide distribution ventilated reflector with clear HID lamp	III	1.5	↓	0	.92	.92	.92	.90	.90	.90	.86	.86	.86	.82	.82	.82	.79	.79	.79	.77		
				1	.85	.82	.80	.83	.81	.79	.79	.78	.76	.76	.75	.74	.74	.72	.71	.71	.71	.69
	2	.77	.73	.70	.76	.72	.69	.73	.70	.67	.70	.68	.66	.66	.66	.66	.66	.66	.66	.63	.19	
	3	.70	.65	.61	.68	.64	.60	.66	.62	.59	.64	.61	.58	.62	.59	.57	.56	.56	.56	.56	.18	
	4	.63	.58	.53	.62	.57	.53	.60	.56	.52	.58	.55	.52	.57	.54	.51	.49	.49	.49	.49	.18	
	5	.57	.51	.47	.56	.51	.47	.55	.50	.46	.53	.49	.46	.52	.48	.45	.44	.44	.44	.44	.17	
	6	.51	.45	.41	.51	.45	.41	.49	.44	.40	.48	.44	.40	.47	.43	.40	.38	.38	.38	.38	.16	
	7	.46	.40	.35	.45	.39	.35	.44	.39	.35	.43	.38	.35	.42	.38	.34	.33	.33	.33	.33	.16	
	8	.41	.35	.31	.41	.35	.31	.40	.34	.31	.39	.34	.30	.38	.33	.30	.29	.29	.29	.29	.15	
	9	.37	.31	.27	.37	.31	.27	.36	.30	.27	.35	.30	.27	.34	.30	.26	.25	.25	.25	.25	.15	
	10	.33	.27	.24	.33	.27	.23	.32	.27	.23	.31	.27	.23	.31	.26	.23	.22	.22	.22	.22	.14	
 Intermediate distribution ventilated reflector with phosphor coated HID lamp	III	1.0	↓	0	.96	.96	.96	.93	.93	.93	.87	.87	.87	.82	.82	.82	.77	.77	.77	.75		
				1	.89	.87	.84	.86	.84	.83	.82	.80	.79	.78	.76	.75	.74	.73	.72	.72	.72	.72
	2	.82	.79	.76	.80	.77	.74	.78	.74	.72	.73	.71	.69	.70	.68	.67	.66	.66	.66	.66	.13	
	3	.76	.72	.68	.74	.70	.67	.71	.68	.65	.68	.66	.63	.66	.63	.61	.60	.60	.60	.60	.13	
	4	.70	.66	.62	.69	.65	.61	.66	.63	.60	.64	.61	.58	.62	.59	.57	.55	.55	.55	.55	.13	
	5	.65	.60	.56	.64	.59	.56	.62	.58	.54	.60	.56	.53	.58	.55	.52	.51	.51	.51	.51	.12	
	6	.60	.55	.51	.60	.55	.51	.57	.53	.50	.56	.52	.49	.54	.51	.48	.47	.47	.47	.47	.12	
	7	.56	.51	.47	.56	.50	.46	.53	.49	.46	.52	.48	.45	.50	.47	.44	.43	.43	.43	.43	.12	
	8	.52	.47	.43	.51	.46	.43	.50	.45	.42	.48	.44	.41	.47	.43	.40	.39	.39	.39	.39	.11	
	9	.48	.43	.39	.47	.42	.39	.46	.42	.39	.45	.41	.38	.44	.40	.36	.35	.35	.35	.35	.11	
	10	.45	.40	.36	.44	.39	.36	.43	.39	.36	.42	.38	.35	.41	.37	.33	.32	.32	.32	.32	.10	
 Wide distribution ventilated reflector with phosphor coated HID lamp	III	1.5	↓	0	.93	.93	.93	.89	.89	.89	.83	.83	.83	.77	.77	.77	.71	.71	.71	.68		
				1	.85	.83	.81	.82	.80	.78	.77	.75	.74	.72	.71	.69	.67	.66	.66	.66	.66	.66
	2	.78	.74	.71	.76	.72	.69	.71	.68	.66	.67	.65	.63	.63	.61	.60	.59	.59	.59	.59	.14	
	3	.71	.67	.63	.69	.65	.62	.65	.62	.59	.62	.59	.57	.58	.56	.54	.53	.53	.53	.53	.14	
	4	.65	.60	.56	.64	.59	.55	.60	.56	.53	.57	.54	.51	.54	.51	.48	.47	.47	.47	.47	.13	
	5	.60	.54	.50	.58	.53	.49	.55	.51	.48	.53	.49	.46	.50	.47	.44	.43	.43	.43	.43	.13	
	6	.54	.49	.45	.53	.48	.44	.51	.46	.43	.48	.44	.41	.46	.42	.39	.38	.38	.38	.38	.13	
	7	.49	.44	.40	.48	.43	.39	.46	.41	.38	.44	.40	.37	.42	.38	.34	.33	.33	.33	.33	.12	
	8	.45	.39	.35	.44	.38	.35	.42	.37	.34	.40	.36	.33	.38	.35	.31	.30	.30	.30	.30	.12	
	9	.41	.35	.31	.40	.34	.31	.38	.33	.30	.36	.32	.29	.35	.31	.28	.27	.27	.27	.27	.12	
	10	.37	.31	.27	.36	.31	.27	.34	.30	.26	.33	.29	.26	.32	.28	.24	.23	.23	.23	.23	.11	
 Porcelain-enameled reflector with 14° CW shielding	III	1.3	↓	0	1.00	1.00	1.00	.96	.96	.96	.89	.89	.89	.82	.82	.82	.76	.76	.76	.73		
				1	.88	.85	.82	.85	.82	.79	.79	.77	.74	.73	.72	.70	.68	.67	.66	.66	.66	.66
	2	.78	.72	.67	.75	.70	.66	.70	.66	.62	.65	.62	.59	.61	.58	.56	.55	.55	.55	.55	.26	
	3	.69	.62	.57	.66	.60	.56	.62	.57	.53	.58	.54	.51	.54	.51	.48	.46	.46	.46	.46	.23	
	4	.61	.54	.48	.59	.52	.47	.55	.50	.45	.52	.47	.43	.49	.45	.42	.40	.40	.40	.40	.22	
	5	.54	.46	.41	.52	.45	.40	.49	.43	.39	.46	.41	.37	.43	.39	.36	.33	.33	.33	.33	.20	
	6	.48	.41	.35	.47	.40	.35	.44	.38	.34	.41	.36	.32	.39	.34	.31	.29	.29	.29	.29	.19	
	7	.43	.36	.31	.42	.35	.30	.40	.34	.29	.37	.32	.28	.35	.31	.27	.25	.25	.25	.25	.17	
	8	.39	.32	.27	.38	.31	.26	.36	.30	.25	.34	.28	.24	.32	.27	.24	.22	.22	.22	.22	.16	
	9	.35	.28	.23	.34	.27	.23	.32	.26	.22	.30	.25	.21	.28	.24	.20	.19	.19	.19	.19	.16	
	10	.32	.25	.20	.31	.24	.20	.29	.23	.19	.26	.22	.19	.26	.21	.18	.17	.17	.17	.17	.14	

* ρ_{cc} = per cent effective ceiling cavity reflectance.
 † ρ_w = per cent wall reflectance.
 ‡ RCR = Room Cavity Ratio.
 § Maximum S/MH guide—ratio of maximum luminaire spacing to mounting or ceiling height above work-plane.

Fig. 9-12. Continued

Typical Luminaire	Typical Distribution and Per Cent Lamp Lumens		RCC ^a	80			70			50			30			10			0			WDR ^c		
	Main. Cct.	Maximum S/ML Guide ^d		RCR ^b	50	30	10	50	30	10	50	30	10	50	30	10	50	30	10	50	30		10	
			Coefficients of Utilization for 20 Per Cent Effective Floor Cavity Reflectance (ρ _{cc} = 20)																					
 <p>Porcelain-enameled reflector with 35° CW shielding</p>	II	1.3	RCR 1	0	.99	.99	.99	.94	.94	.94	.84	.84	.84	.76	.76	.76	.68	.68	.68	.65				
				1	.88	.85	.82	.84	.81	.78	.76	.74	.72	.66	.67	.66	.62	.61	.60	.62	.61	.60	.57	.21
				2	.78	.73	.68	.74	.70	.66	.68	.64	.61	.62	.59	.56	.66	.64	.60	.56	.54	.52	.49	.20
				3	.69	.63	.58	.66	.61	.56	.61	.56	.53	.56	.52	.49	.51	.48	.46	.43	.40	.37	.19	
				4	.62	.55	.50	.60	.53	.49	.55	.50	.46	.50	.46	.43	.46	.43	.40	.37	.34	.31	.17	
				5	.55	.48	.43	.53	.47	.42	.49	.44	.39	.45	.41	.37	.41	.38	.35	.32	.29	.26	.16	
				6	.50	.43	.38	.48	.41	.37	.44	.39	.35	.41	.36	.33	.37	.34	.31	.27	.24	.22	.14	
				7	.45	.38	.33	.43	.37	.32	.40	.34	.30	.37	.32	.29	.34	.30	.27	.23	.20	.17	.14	
				8	.40	.34	.29	.39	.32	.28	.36	.30	.27	.33	.28	.25	.31	.27	.24	.20	.17	.14	.11	
				9	.36	.30	.25	.35	.29	.24	.32	.27	.23	.30	.25	.22	.28	.24	.21	.17	.14	.11	.08	
10	.33	.27	.22	.32	.26	.22	.29	.24	.20	.27	.22	.19	.25	.21	.18	.14	.11	.08	.05					
 <p>Diffuse aluminum reflector with 35° CW shielding</p>	II	1.5/1.3	RCR 1	0	.94	.94	.94	.90	.90	.90	.82	.82	.82	.75	.75	.75	.69	.69	.69	.66				
				1	.85	.82	.80	.82	.79	.77	.75	.73	.72	.69	.68	.66	.64	.63	.62	.60	.58	.56	.18	
				2	.76	.72	.68	.74	.70	.66	.68	.65	.62	.63	.61	.58	.58	.56	.55	.53	.51	.48	.17	
				3	.69	.63	.59	.66	.61	.57	.62	.58	.54	.57	.54	.51	.53	.51	.48	.46	.43	.41	.16	
				4	.62	.56	.51	.60	.54	.50	.56	.51	.47	.52	.48	.45	.48	.45	.43	.41	.38	.35	.15	
				5	.55	.49	.44	.53	.48	.43	.50	.45	.41	.47	.43	.39	.44	.40	.38	.36	.33	.31	.15	
				6	.50	.43	.39	.48	.42	.38	.45	.40	.36	.42	.38	.35	.40	.36	.33	.31	.28	.25	.14	
				7	.45	.38	.34	.43	.37	.33	.41	.36	.32	.38	.34	.30	.36	.32	.29	.27	.24	.22	.13	
				8	.40	.34	.29	.39	.33	.29	.37	.31	.28	.34	.30	.26	.32	.28	.25	.22	.20	.18	.11	
				9	.36	.30	.25	.35	.29	.25	.33	.28	.24	.31	.26	.23	.29	.25	.22	.20	.18	.15	.10	
10	.33	.26	.22	.32	.26	.22	.30	.25	.21	.28	.23	.20	.26	.22	.19	.17	.15	.12	.08					
 <p>Porcelain-enameled reflector with 30° CW x 30° LW shielding</p>	II	1.0	RCR 1	0	.90	.90	.90	.85	.85	.85	.76	.76	.76	.68	.68	.68	.60	.60	.60	.57				
				1	.81	.78	.76	.77	.74	.72	.69	.67	.66	.62	.61	.60	.56	.55	.54	.52	.49	.45	.16	
				2	.72	.68	.64	.69	.65	.62	.62	.59	.57	.56	.54	.52	.51	.49	.47	.45	.42	.39	.15	
				3	.65	.59	.55	.62	.57	.53	.56	.52	.49	.51	.48	.46	.46	.44	.42	.39	.37	.35	.14	
				4	.58	.52	.48	.56	.50	.46	.51	.46	.43	.46	.43	.40	.42	.39	.37	.35	.33	.30	.13	
				5	.52	.46	.41	.50	.44	.40	.46	.41	.38	.42	.38	.35	.38	.35	.33	.31	.28	.26	.13	
				6	.47	.41	.36	.45	.39	.35	.41	.37	.33	.38	.34	.31	.35	.31	.29	.27	.25	.22	.13	
				7	.43	.36	.32	.41	.35	.31	.38	.33	.29	.34	.30	.27	.32	.28	.26	.24	.22	.20	.12	
				8	.38	.32	.28	.37	.31	.27	.34	.29	.26	.31	.27	.24	.29	.25	.23	.21	.19	.17	.11	
				9	.35	.29	.24	.33	.28	.24	.31	.26	.22	.28	.24	.21	.26	.22	.20	.18	.16	.14	.10	
10	.32	.26	.22	.30	.25	.21	.28	.23	.20	.26	.22	.19	.24	.20	.18	.16	.14	.12	.08					
 <p>Diffuse aluminum reflector with 35° CW x 35° LW shielding</p>	II	1.5/1.1	RCR 1	0	.83	.83	.83	.79	.79	.79	.71	.71	.71	.65	.65	.65	.59	.59	.59	.56				
				1	.75	.72	.70	.72	.69	.68	.65	.64	.62	.60	.59	.58	.55	.54	.53	.51	.48	.45	.15	
				2	.67	.63	.60	.65	.61	.58	.59	.57	.54	.55	.53	.51	.50	.49	.47	.45	.42	.40	.14	
				3	.61	.56	.52	.58	.54	.51	.54	.50	.48	.50	.47	.45	.46	.44	.42	.40	.38	.35	.13	
				4	.55	.49	.45	.53	.48	.44	.49	.45	.42	.45	.42	.40	.42	.39	.37	.35	.33	.31	.12	
				5	.49	.44	.40	.47	.42	.39	.44	.40	.37	.41	.38	.35	.38	.35	.33	.31	.28	.26	.12	
				6	.45	.39	.35	.43	.38	.34	.40	.36	.33	.37	.34	.31	.35	.32	.30	.28	.26	.24	.11	
				7	.40	.35	.31	.39	.34	.30	.36	.32	.29	.34	.30	.27	.32	.28	.26	.24	.22	.20	.11	
				8	.36	.31	.27	.35	.30	.26	.33	.28	.25	.31	.27	.24	.29	.25	.23	.21	.19	.17	.10	
				9	.33	.27	.23	.32	.26	.23	.29	.25	.22	.28	.24	.21	.26	.22	.20	.18	.16	.14	.09	
10	.30	.24	.21	.29	.24	.20	.27	.22	.19	.25	.21	.18	.23	.20	.18	.16	.14	.12	.08					
 <p>Metal or dense diffusing sides with 45° CW x 45° LW shielding</p>	II	1.1	RCR 1	0	.75	.75	.75	.68	.68	.68	.57	.57	.57	.46	.46	.46	.36	.36	.36	.31				
				1	.67	.64	.62	.61	.59	.57	.51	.50	.49	.42	.41	.40	.34	.33	.32	.29	.27	.25	.08	
				2	.59	.55	.52	.55	.51	.49	.46	.44	.42	.38	.36	.35	.31	.30	.29	.25	.23	.21	.07	
				3	.53	.48	.45	.49	.45	.42	.41	.39	.36	.35	.32	.31	.28	.27	.26	.23	.21	.19	.07	
				4	.47	.42	.39	.44	.40	.36	.37	.34	.32	.31	.29	.27	.26	.24	.23	.20	.18	.16	.07	
				5	.43	.37	.33	.40	.35	.31	.34	.30	.28	.28	.26	.24	.23	.22	.20	.18	.16	.14	.07	
				6	.39	.33	.29	.36	.31	.28	.31	.27	.25	.26	.23	.21	.22	.20	.18	.16	.14	.12	.07	
				7	.35	.30	.26	.33	.28	.25	.28	.24	.22	.24	.21	.19	.20	.18	.16	.14	.12	.10	.06	
				8	.32	.27	.23	.30	.25	.22	.25	.22	.19	.22	.19	.17	.18	.16	.15	.13	.11	.09	.05	
				9	.29	.24	.20	.27	.22	.19	.23	.20	.17	.20	.17	.15	.16	.14	.13	.11	.09	.07	.04	
10	.26	.21	.18	.25	.20	.17	.21	.18	.15	.18	.15	.14	.15	.13	.12	.10	.08	.06	.03					


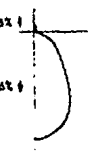

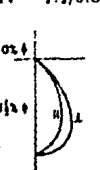

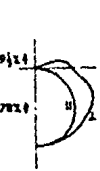


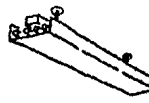

^a ρ_{cc} = per cent effective ceiling cavity reflectance.

^b ρ_w = per cent wall reflectance.

^c RCR = Room Cavity Ratio.

^d Maximum S/ML Guide = ratio of maximum luminaire spacing to mounting or ceiling height above work-plane.

Fig. 9-12. Continued

Typical Luminaire	Typical Distribution and Per Cent Lamp Lumens		ρ _{cc} ^a		80			70			50			30			10			0			WDR _c ↓			
	Main. Cat.	Maximum S/MH Guide ^d	RCR ^c ↓	Coefficients of Utilization for 20 Per Cent Effective Floor Cavity Reflectance (ρ _{cc} = 20)																						
				ρ _w ^b	50	30	10	50	30	10	50	30	10	50	30	10	50	30	10	50	30	10				
 <p>Same as unit #24 except with top reflectors</p>	IV	1.0	0	.60	.60	.60	.58	.58	.58	.54	.54	.54	.50	.50	.50	.47	.47	.47	.46							
					1	.54	.52	.51	.52	.51	.49	.49	.48	.47	.46	.45	.44	.43	.43	.42	.40	.14				
					2	.49	.46	.43	.47	.44	.42	.44	.42	.40	.42	.40	.38	.39	.38	.37	.35	.33	.35	.13		
					3	.44	.40	.37	.43	.39	.37	.40	.38	.35	.38	.36	.34	.36	.34	.33	.31	.29	.31	.12		
					4	.40	.36	.33	.39	.35	.32	.37	.34	.31	.35	.32	.30	.33	.31	.29	.28	.28	.28	.11		
					5	.36	.32	.30	.35	.31	.28	.33	.30	.28	.32	.29	.27	.30	.28	.26	.25	.25	.25	.10		
					6	.33	.29	.26	.32	.28	.25	.30	.27	.25	.29	.26	.24	.28	.25	.23	.22	.22	.22	.09		
					7	.30	.26	.23	.29	.25	.23	.28	.25	.22	.27	.24	.22	.25	.23	.21	.20	.20	.20	.09		
					8	.27	.23	.20	.27	.23	.20	.25	.22	.20	.24	.21	.19	.23	.21	.19	.18	.18	.18	.08		
					9	.25	.21	.18	.24	.21	.18	.23	.20	.18	.22	.19	.17	.21	.19	.17	.16	.16	.16	.08		
					10	.23	.19	.16	.22	.19	.16	.21	.18	.16	.20	.18	.16	.20	.17	.15	.14	.14	.14	.08		
 <p>1' wide aluminum troffer with 40°CW x 45°LW shielding and single extra-high-output lamp</p>	IV	1.1/0.8	0		.50	.50	.50	.49	.49	.49	.47	.47	.47	.45	.45	.45	.43	.43	.43	.42						
					1	.46	.45	.44	.45	.44	.43	.44	.43	.42	.42	.41	.41	.41	.40	.40	.39	.35	.09			
					2	.43	.41	.39	.42	.40	.38	.40	.39	.38	.39	.38	.37	.38	.37	.36	.35	.35	.35	.09		
					3	.39	.37	.35	.39	.36	.34	.37	.35	.34	.36	.35	.33	.35	.34	.33	.32	.32	.32	.09		
					4	.36	.33	.31	.35	.33	.31	.35	.32	.31	.34	.32	.30	.33	.31	.30	.29	.29	.29	.08		
					5	.33	.30	.28	.33	.30	.28	.32	.29	.28	.31	.29	.27	.30	.29	.27	.26	.26	.26	.08		
					6	.31	.28	.26	.30	.28	.26	.30	.27	.25	.29	.27	.25	.28	.26	.25	.24	.24	.24	.08		
					7	.28	.25	.23	.28	.25	.23	.27	.25	.23	.27	.25	.23	.26	.24	.23	.22	.22	.22	.07		
					8	.26	.23	.21	.26	.23	.21	.25	.23	.21	.25	.23	.21	.24	.22	.21	.20	.20	.20	.07		
					9	.24	.21	.19	.24	.21	.19	.23	.21	.19	.23	.20	.19	.22	.20	.19	.18	.18	.18	.07		
					10	.22	.19	.17	.22	.19	.17	.21	.19	.17	.21	.19	.17	.21	.19	.17	.16	.16	.16	.07		
 <p>2 lamp, surface mounted, bare lamp unit—Photometry with 18° wide panel above luminaire (lamps on 6° centers)</p>	I	1.3	0		1.02	1.02	1.02	.98	.98	.98	.92	.92	.92	.86	.86	.86	.80	.80	.80	.78						
					1	.86	.82	.78	.83	.79	.75	.78	.74	.71	.73	.70	.67	.68	.66	.64	.61	.43				
					2	.74	.67	.61	.71	.63	.60	.67	.61	.57	.62	.58	.54	.58	.55	.52	.49	.46	.36			
					3	.64	.56	.50	.62	.53	.49	.58	.52	.47	.54	.49	.45	.51	.47	.43	.41	.31	.28			
					4	.56	.48	.42	.55	.47	.41	.51	.45	.39	.48	.42	.38	.45	.40	.36	.34	.28	.25			
					5	.49	.41	.35	.48	.40	.34	.45	.38	.33	.42	.36	.32	.39	.34	.30	.28	.25	.24			
					6	.44	.36	.30	.43	.35	.29	.40	.33	.28	.38	.32	.27	.35	.30	.26	.24	.23	.23			
					7	.39	.31	.25	.38	.30	.25	.36	.29	.24	.34	.28	.23	.32	.27	.23	.21	.21	.21			
					8	.35	.27	.22	.34	.27	.22	.32	.26	.21	.30	.24	.20	.29	.23	.19	.18	.18	.18			
					9	.32	.24	.19	.31	.23	.18	.29	.22	.18	.27	.21	.17	.26	.20	.17	.15	.15	.15			
					10	.29	.21	.17	.28	.21	.16	.26	.20	.16	.25	.19	.15	.23	.18	.15	.13	.13	.13			
 <p>Luminous bottom suspended unit with extra-high-output lamp</p>	VI	1.5	0		.77	.77	.77	.67	.67	.67	.49	.49	.49	.33	.33	.33	.18	.18	.18	.11						
					1	.67	.64	.62	.59	.57	.54	.44	.42	.41	.30	.29	.28	.17	.16	.16	.10	.04				
					2	.59	.54	.50	.51	.48	.45	.38	.36	.34	.26	.25	.23	.15	.14	.13	.09	.04	.04			
					3	.51	.46	.42	.45	.41	.37	.34	.31	.28	.23	.21	.20	.13	.12	.12	.07	.04	.04			
					4	.45	.40	.35	.40	.35	.31	.30	.27	.24	.20	.18	.17	.12	.11	.10	.06	.03	.03			
					5	.40	.34	.30	.35	.30	.27	.26	.23	.20	.18	.16	.14	.10	.09	.08	.05	.03	.03			
					6	.36	.30	.26	.32	.27	.23	.24	.20	.18	.16	.14	.12	.09	.08	.07	.05	.03	.03			
					7	.32	.26	.22	.28	.23	.20	.21	.18	.15	.12	.11	.10	.08	.07	.06	.04	.03	.03			
					8	.29	.23	.19	.25	.21	.17	.19	.16	.13	.11	.10	.09	.08	.06	.06	.04	.03	.03			
					9	.26	.20	.17	.23	.18	.15	.17	.14	.12	.12	.10	.08	.07	.06	.05	.03	.02	.02			
					10	.24	.18	.15	.21	.16	.13	.16	.12	.10	.11	.09	.07	.06	.05	.04	.03	.02	.02			
 <p>Prismatic bottom and sides, open top, 4 lamp suspended unit—multiply by 1.05 for 2 lamps</p>	VI	1.4/1.2	0		.80	.80	.80	.84	.84	.84	.73	.73	.73	.63	.63	.63	.54	.54	.54	.49						
					1	.80	.77	.74	.78	.73	.70	.66	.64	.62	.57	.56	.54	.49	.48	.47	.43	.15				
					2	.71	.66	.62	.67	.63	.59	.59	.56	.53	.51	.49	.47	.44	.43	.41	.38	.33	.14			
					3	.63	.58	.53	.60	.55	.50	.53	.49	.45	.46	.43	.41	.40	.38	.36	.33	.33	.14			
					4	.57	.50	.46	.53	.48	.43	.47	.43	.39	.41	.38	.35	.36	.34	.32	.29	.29	.13			
					5	.50	.44	.39	.48	.42	.37	.42	.38	.34	.37	.34	.31	.33	.30	.28	.25	.25	.12			
					6	.45	.39	.34	.43	.37	.33	.38	.33	.30	.34	.30	.27	.30	.27	.24	.22	.22	.22			
					7	.41	.34	.30	.39	.33	.28	.34	.30	.26	.30	.27	.24	.27	.24	.21	.19	.19	.19			
					8	.37	.30	.26	.35	.29	.25	.31	.26	.23	.27	.24	.21	.24	.21	.19	.17	.17	.17			
					9	.33	.27	.23	.31	.26	.22	.28	.23	.20	.25	.21	.18	.22	.19	.16	.15	.15	.15			
					10	.30	.24	.20	.28	.23	.19	.25	.21	.18	.23	.19	.16	.20	.17	.14	.13	.13	.13			


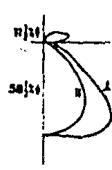

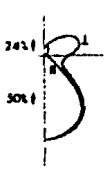

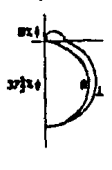

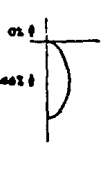

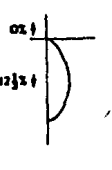
^a ρ_{cc} = per cent effective ceiling cavity reflectance.

^b ρ_w = per cent wall reflectance.

^c RCR = Room Cavity Ratio.

^d Maximum S/MH guide—ratio of maximum luminaire spacing to mounting or ceiling height above work-plane.

Fig. 9-12. Continued

Typical luminaire	Typical Distribution and Per Cent Lamp Lumens		RCR ¹	80		70		50		30		10		0		WDR ²								
	Main	Maximum S/MH Guide ⁴		pc ³ →		pc ³ →		pc ³ →		pc ³ →		pc ³ →		pc ³ →										
			50	30	10	50	30	10	50	30	10	50	30	10	50		30	10	0					
 2 lamp prismatic wraparound—multiply by 0.95 for 4 lamps	V	1.5/1.2		Coefficients of Utilization for 20 Per Cent Effective Floor Cavity Reflectance (pc = 20)	0	.80	.80	.80	.77	.77	.77	.71	.71	.71	.66	.66	.66	.60	.60	.60	.58	.20		
	1	.71			.69	.66	.60	.66	.64	.64	.62	.60	.59	.58	.56	.55	.54	.53	.51	.49	.48	.46	.44	.18
	2	.64			.59	.56	.61	.58	.54	.57	.54	.51	.53	.51	.49	.49	.48	.46	.45	.42	.40	.38	.35	.17
	3	.57			.52	.48	.55	.50	.47	.51	.48	.45	.48	.45	.42	.45	.42	.40	.37	.35	.33	.31	.29	.15
	4	.51			.46	.41	.49	.44	.40	.46	.42	.39	.43	.40	.37	.41	.38	.35	.32	.30	.27	.26	.24	.16
	5	.46			.40	.36	.44	.39	.35	.41	.37	.34	.39	.35	.32	.37	.33	.31	.28	.27	.24	.23	.21	.15
	6	.41			.35	.31	.40	.35	.31	.38	.33	.30	.35	.31	.28	.33	.30	.27	.26	.24	.21	.20	.18	.14
	7	.37			.31	.27	.36	.31	.27	.34	.29	.26	.32	.28	.25	.30	.27	.24	.23	.21	.19	.17	.16	.13
	8	.33			.28	.24	.32	.27	.23	.30	.26	.22	.29	.25	.22	.27	.24	.21	.20	.18	.17	.15	.14	.12
	9	.30			.24	.20	.29	.24	.20	.27	.23	.19	.26	.22	.19	.24	.21	.18	.17	.15	.14	.12	.11	.10
	10	.27			.22	.18	.26	.21	.18	.25	.20	.17	.23	.19	.16	.22	.18	.16	.15	.13	.12	.11	.10	.09
 2 lamp prismatic wraparound—multiply by 0.95 for 4 lamps	V	1.2		Coefficients of Utilization for 20 Per Cent Effective Floor Cavity Reflectance (pc = 20)	0	.82	.82	.82	.77	.77	.77	.68	.68	.68	.60	.60	.60	.53	.53	.53	.49	.22		
	1	.71			.68	.65	.67	.65	.62	.60	.58	.56	.53	.51	.50	.47	.45	.42	.42	.40	.38	.35	.18	
	2	.63			.58	.54	.59	.55	.52	.53	.50	.47	.47	.45	.42	.42	.40	.37	.36	.35	.33	.31	.16	
	3	.56			.50	.46	.53	.48	.44	.47	.44	.40	.42	.39	.37	.38	.35	.33	.31	.29	.27	.24	.14	
	4	.50			.44	.40	.48	.42	.38	.43	.39	.36	.38	.35	.32	.34	.32	.29	.27	.24	.22	.20	.17	.14
	5	.45			.39	.34	.43	.37	.33	.38	.34	.31	.35	.31	.28	.31	.28	.26	.24	.22	.20	.18	.16	.13
	6	.41			.35	.30	.39	.33	.29	.35	.30	.27	.32	.28	.25	.28	.25	.23	.21	.20	.18	.16	.14	.12
	7	.37			.31	.27	.35	.30	.26	.32	.27	.24	.29	.25	.22	.26	.23	.20	.19	.17	.15	.14	.12	.10
	8	.33			.27	.23	.32	.26	.23	.29	.24	.21	.26	.22	.20	.23	.20	.18	.16	.15	.14	.12	.11	.10
	9	.30			.24	.20	.29	.23	.20	.26	.22	.18	.24	.20	.17	.21	.18	.16	.14	.13	.12	.10	.09	.08
	10	.27			.22	.18	.26	.21	.18	.24	.19	.16	.22	.18	.15	.20	.16	.14	.13	.11	.10	.08	.07	.06
 2 lamp white diffuse wraparound—multiply by 0.90 for 4 lamps	V	1.3		Coefficients of Utilization for 20 Per Cent Effective Floor Cavity Reflectance (pc = 20)	0	.82	.82	.82	.50	.60	.50	.46	.46	.46	.42	.42	.42	.39	.39	.39	.37	.18		
	1	.45			.43	.41	.43	.41	.39	.40	.38	.37	.36	.35	.34	.34	.33	.32	.30	.29	.28	.26	.25	.16
	2	.39			.35	.33	.37	.34	.32	.34	.32	.30	.32	.30	.28	.29	.28	.26	.25	.23	.22	.21	.19	.14
	3	.34			.30	.27	.33	.29	.26	.30	.27	.25	.28	.25	.23	.26	.24	.22	.21	.21	.19	.18	.16	.12
	4	.30			.26	.23	.29	.25	.22	.27	.24	.21	.25	.22	.20	.23	.21	.19	.18	.17	.16	.14	.13	.10
	5	.26			.22	.19	.25	.21	.19	.23	.20	.18	.22	.19	.17	.20	.18	.16	.15	.14	.13	.11	.10	.09
	6	.23			.19	.16	.23	.19	.16	.21	.18	.15	.19	.17	.14	.18	.16	.14	.13	.12	.11	.09	.08	.08
	7	.21			.17	.14	.20	.16	.14	.19	.16	.13	.17	.15	.13	.16	.14	.12	.11	.10	.09	.08	.07	.06
	8	.19			.15	.12	.18	.14	.12	.17	.14	.11	.16	.13	.11	.15	.12	.10	.09	.08	.07	.06	.05	.04
	9	.17			.13	.10	.16	.13	.10	.15	.12	.09	.14	.11	.09	.13	.11	.09	.08	.07	.06	.05	.04	.03
	10	.16			.12	.09	.15	.11	.09	.14	.11	.09	.13	.10	.08	.12	.10	.08	.07	.06	.05	.04	.03	.02
 2 lamp, 1' wide troffer with 45° plastic louver—multiply by 0.90 for 3 lamps	IV	1.0		Coefficients of Utilization for 20 Per Cent Effective Floor Cavity Reflectance (pc = 20)	0	.54	.54	.54	.53	.53	.53	.51	.51	.51	.48	.48	.48	.46	.46	.46	.45	.13		
	1	.49			.48	.40	.48	.47	.46	.46	.45	.44	.45	.44	.43	.43	.42	.42	.41	.41	.40	.38	.37	.13
	2	.44			.42	.40	.43	.41	.39	.42	.40	.38	.40	.39	.37	.39	.38	.37	.36	.34	.33	.32	.31	.12
	3	.40			.37	.34	.39	.36	.34	.38	.36	.34	.37	.35	.33	.36	.34	.33	.32	.30	.29	.28	.26	.11
	4	.36			.33	.30	.36	.32	.30	.35	.32	.30	.34	.31	.29	.33	.31	.29	.28	.26	.25	.24	.22	.11
	5	.33			.29	.26	.32	.29	.26	.31	.28	.26	.30	.28	.26	.30	.27	.26	.25	.23	.22	.21	.20	.10
	6	.30			.26	.24	.29	.26	.24	.28	.26	.23	.28	.25	.23	.27	.25	.23	.22	.21	.20	.19	.18	.09
	7	.27			.24	.21	.27	.23	.21	.26	.23	.21	.26	.23	.21	.25	.23	.21	.20	.19	.18	.17	.16	.08
	8	.25			.21	.19	.24	.21	.19	.24	.21	.19	.23	.21	.18	.23	.20	.18	.17	.16	.15	.14	.13	.08
	9	.22			.19	.17	.22	.19	.17	.22	.19	.17	.21	.18	.16	.21	.18	.16	.15	.14	.13	.12	.11	.07
	10	.21			.17	.15	.20	.17	.15	.20	.17	.15	.20	.17	.15	.19	.17	.15	.14	.13	.12	.11	.10	.06
 2 lamp, 1' wide troffer with 45° white metal louver—multiply by 0.90 for 3 lamps	IV	0.9		Coefficients of Utilization for 20 Per Cent Effective Floor Cavity Reflectance (pc = 20)	0	.60	.60	.60	.49	.40	.49	.47	.47	.47	.45	.45	.45	.43	.43	.43	.42	.11		
	1	.46			.45	.44	.45	.44	.43	.43	.42	.42	.42	.41	.40	.40	.40	.39	.38	.35	.34	.34	.34	.11
	2	.42			.40	.38	.41	.39	.37	.40	.38	.36	.38	.37	.36	.37	.36	.35	.34	.33	.31	.31	.31	.10
	3	.38			.35	.33	.37	.35	.33	.36	.34	.32	.35	.33	.32	.34	.33	.31	.31	.31	.31	.31	.31	.10
	4	.35			.32	.29	.34	.31	.29	.33	.31	.29	.32	.30	.28	.31	.30	.28	.27	.26	.25	.24	.24	.09
	5	.31			.28	.26	.31	.28	.26	.30	.28	.26	.29	.27	.25	.29	.27	.25	.24	.23	.22	.21	.21	.09
	6	.29			.26	.23	.29	.26	.23	.28	.25	.23	.27	.25	.23	.27	.24	.23	.22	.21	.20	.19	.18	.08
	7	.27			.23	.21	.26	.23	.21	.26	.23	.21	.25	.23	.21	.24	.22	.21	.20	.19	.18	.17	.16	.08
	8	.24			.21	.19	.24	.21	.19	.23	.21	.19	.23	.20	.19	.22	.20	.19	.18	.17	.16	.15	.14	.07
	9	.22			.19	.17	.22	.19	.17	.21	.19	.17	.21	.19	.17	.21	.19	.17	.16	.15	.14	.13	.12	.07
	10	.20			.17	.15	.20	.17	.15	.20	.17	.15	.19	.17	.15	.19	.17	.15	.14	.13	.12	.11	.10	.06






³pc = per cent effective ceiling cavity reflectance.

²pw = per cent wall reflectance.

¹RCR = Room Cavity Ratio.

⁴Maximum S/MH guide—ratio of maximum luminaire spacing to mounting or ceiling height above work-plane.

Fig. 9-12. Continued

Typical Luminaire	Typical Distribution and Per Cent Lamp Lumens		pcc ^a →	80			70			50			30			10			0	WDR ^c ↓				
	Main. Col.	Maximum S/HH Guide ^d		RCR ^b ↓	p _w ^b →		50		30		10		50		30		10		0					
			Coefficients of Utilization for 20 Per Cent Effective Floor Cavity Reflectance (p _{cc} = 20)																					
 <p>4 lamp, 2' wide troffer with 45° plastic louver—multiply by 1.05 for 2 lamps and 0.95 for 6 lamps</p>	IV	1.0	0	0.5	0	.59	.59	.59	.58	.58	.58	.55	.55	.55	.53	.53	.53	.51	.51	.51	.50			
					1	.64	.62	.50	.52	.51	.49	.50	.49	.48	.48	.47	.46	.47	.46	.45	.44	.41	.39	.39
					2	.48	.45	.43	.47	.44	.42	.45	.43	.41	.44	.42	.40	.42	.41	.39	.37	.35	.33	.34
					3	.43	.40	.37	.42	.39	.37	.41	.38	.36	.40	.37	.36	.39	.37	.35	.33	.31	.29	.26
					4	.39	.35	.32	.38	.35	.32	.37	.34	.32	.36	.33	.31	.35	.33	.31	.29	.27	.26	.23
					5	.35	.31	.28	.35	.31	.28	.34	.30	.28	.33	.30	.28	.32	.29	.27	.25	.23	.22	.21
					6	.32	.28	.25	.32	.28	.25	.31	.27	.25	.30	.27	.25	.29	.27	.25	.23	.22	.21	.20
					7	.29	.25	.22	.29	.25	.22	.28	.25	.22	.27	.24	.22	.27	.24	.22	.21	.20	.19	.18
					8	.26	.22	.20	.26	.22	.20	.25	.22	.20	.25	.22	.20	.24	.22	.20	.19	.18	.17	.16
					9	.24	.20	.17	.24	.20	.17	.23	.20	.17	.23	.20	.17	.22	.19	.17	.16	.15	.14	.13
					10	.22	.18	.16	.22	.18	.16	.21	.18	.16	.21	.18	.16	.21	.18	.15	.14	.13	.12	.11
 <p>4 lamp, 2' wide troffer with 45° white metal louver—multiply by 1.05 for 2 lamps and 0.95 for 6 lamps</p>	IV	0.9	0	0.5	0	.49	.49	.49	.48	.48	.48	.46	.46	.46	.44	.44	.44	.42	.42	.42	.41			
					1	.45	.44	.43	.44	.43	.42	.43	.42	.41	.41	.40	.39	.40	.39	.38	.37	.36	.35	.34
					2	.41	.39	.37	.40	.38	.36	.39	.37	.36	.37	.36	.35	.36	.35	.34	.33	.32	.31	.30
					3	.37	.36	.32	.37	.34	.32	.35	.33	.32	.34	.33	.31	.33	.32	.31	.29	.27	.27	.27
					4	.34	.31	.29	.33	.31	.29	.32	.30	.28	.32	.29	.28	.31	.29	.27	.25	.24	.23	.22
					5	.31	.28	.25	.30	.27	.25	.30	.27	.25	.29	.27	.25	.29	.27	.25	.23	.22	.21	.20
					6	.28	.25	.22	.28	.25	.23	.27	.25	.23	.27	.24	.22	.27	.24	.22	.21	.20	.19	.18
					7	.26	.23	.21	.26	.23	.21	.25	.22	.20	.24	.22	.20	.24	.22	.20	.19	.18	.17	.16
					8	.24	.21	.18	.23	.21	.18	.23	.20	.18	.22	.20	.18	.22	.20	.18	.17	.16	.15	.14
					9	.22	.19	.17	.21	.18	.16	.21	.18	.16	.21	.18	.16	.21	.18	.16	.15	.14	.13	.12
					10	.20	.17	.15	.20	.17	.15	.19	.17	.15	.19	.17	.15	.19	.17	.15	.14	.13	.12	.11
 <p>Fluorescent unit with dropped white diffuser, 2 lamp 1' wide—multiply by 0.90 for 3 lamps</p>	V	1.2	0	0.5	0	.66	.66	.66	.64	.64	.64	.61	.61	.61	.58	.58	.58	.56	.56	.56	.54			
					1	.68	.66	.63	.67	.64	.62	.64	.62	.61	.60	.59	.58	.57	.56	.55	.54	.53	.52	.51
					2	.61	.47	.44	.50	.46	.43	.48	.45	.42	.46	.43	.41	.44	.42	.40	.39	.38	.37	.36
					3	.45	.41	.37	.44	.40	.37	.42	.39	.36	.41	.38	.35	.39	.36	.34	.33	.32	.31	.30
					4	.40	.35	.32	.39	.35	.31	.38	.34	.31	.36	.33	.30	.35	.32	.30	.28	.27	.26	.25
					5	.35	.30	.27	.35	.30	.27	.33	.29	.26	.32	.29	.26	.31	.28	.26	.24	.23	.22	.21
					6	.32	.27	.23	.31	.26	.23	.30	.26	.23	.29	.25	.22	.28	.25	.22	.21	.20	.19	.18
					7	.29	.24	.20	.28	.23	.20	.27	.23	.20	.26	.22	.20	.25	.22	.20	.19	.18	.17	.16
					8	.26	.21	.18	.25	.21	.17	.24	.20	.17	.24	.20	.17	.23	.19	.17	.16	.15	.14	.13
					9	.23	.18	.15	.23	.18	.15	.22	.18	.15	.22	.18	.15	.21	.17	.15	.14	.13	.12	.11
					10	.21	.16	.13	.21	.16	.13	.20	.16	.13	.20	.16	.13	.19	.16	.13	.12	.11	.10	.09
 <p>Fluorescent unit with dropped white diffuser, 4 lamp 2' wide—multiply by 1.10 for 2 lamps and 0.90 for 6 lamps</p>	V	1.2	0	0.5	0	.72	.72	.72	.70	.70	.70	.67	.67	.67	.64	.64	.64	.61	.61	.61	.60			
					1	.64	.61	.59	.62	.60	.58	.60	.58	.56	.57	.56	.54	.55	.54	.52	.51	.50	.49	.48
					2	.56	.52	.49	.55	.51	.48	.52	.49	.47	.50	.48	.46	.48	.46	.44	.43	.42	.41	.40
					3	.50	.45	.41	.49	.44	.41	.47	.43	.40	.45	.42	.39	.43	.41	.38	.37	.36	.35	.34
					4	.44	.39	.35	.43	.38	.35	.42	.37	.34	.40	.36	.33	.39	.36	.33	.32	.31	.30	.29
					5	.39	.34	.30	.38	.33	.29	.37	.32	.29	.36	.32	.29	.34	.31	.28	.27	.26	.25	.24
					6	.35	.30	.26	.34	.29	.25	.33	.29	.25	.32	.28	.25	.31	.27	.25	.23	.22	.21	.20
					7	.31	.26	.22	.31	.26	.22	.30	.25	.22	.29	.25	.22	.28	.24	.22	.20	.19	.18	.17
					8	.28	.23	.19	.28	.23	.19	.27	.22	.19	.26	.22	.19	.25	.22	.19	.18	.17	.16	.15
					9	.25	.20	.17	.25	.20	.17	.24	.20	.17	.23	.19	.16	.23	.19	.16	.15	.14	.13	.12
					10	.23	.18	.15	.23	.18	.15	.22	.18	.15	.22	.18	.15	.21	.17	.15	.14	.13	.12	.11
 <p>Fluorescent unit with flat bottom white diffuser, 4 lamp 2' and 2 lamp 1' wide—multiply by 1.08 for 2 lamp 2' and by 0.92 for 3 lamp 1'</p>	V	1.2	0	0.5	0	.68	.68	.68	.66	.66	.66	.63	.63	.63	.61	.61	.61	.58	.58	.58	.57			
					1	.61	.58	.56	.59	.57	.56	.57	.55	.54	.55	.53	.52	.53	.52	.51	.50	.49	.48	.47
					2	.53	.50	.47	.52	.49	.46	.50	.48	.45	.49	.46	.44	.47	.45	.43	.42	.41	.40	.39
					3	.47	.43	.40	.47	.42	.39	.45	.41	.38	.43	.40	.38	.42	.39	.37	.36	.35	.34	.33
					4	.42	.37	.34	.41	.37	.33	.40	.36	.33	.39	.35	.33	.37	.35	.33	.31	.30	.29	.28
					5	.37	.32	.29	.37	.32	.28	.35	.31	.28	.34	.31	.28	.33	.30	.27	.26	.25	.24	.23
					6	.33	.28	.25	.33	.28	.25	.32	.28	.24	.31	.27	.24	.30	.27	.24	.23	.22	.21	.20
					7	.30	.25	.22	.30	.25	.21	.29	.24	.21	.28	.24	.21	.27	.24	.21	.20	.19	.18	.17
					8	.27	.22	.19	.27	.22	.19	.26	.22	.18	.25	.21	.18	.24	.21	.18	.17	.16	.15	.14
					9	.24	.19	.16	.24	.19	.16	.23	.19	.16	.23	.19	.16	.22	.18	.16	.15	.14	.13	.12
					10	.22	.17	.14	.22	.17	.14	.21	.17	.14	.21	.17	.14	.21	.17	.14	.13	.12	.11	.10


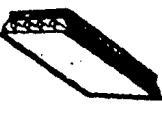

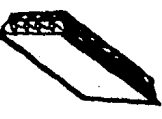
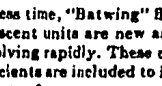
^a pcc = per cent effective ceiling cavity reflectance.

^b p_w = per cent wall reflectance.

^c RCR = Room Cavity Ratio.

^d Maximum S/HH guide—ratio of maximum luminaire spacing to mounting or ceiling height above work-plane.

Fig. 9-12. Continued

Typical Luminaire	Typical Distribution and Per Cent Lamp Lumens		RCR ¹	Coefficients of Utilization for 20 Per Cent Effective Floor Cavity Reflectance (ρ _{cc} = 20)												WDR ²										
	Molal. Coef.	Maximum S/WH Guide ⁴		80			70			50			30				10			0						
			ρ _w ³	50	30	10	50	30	10	50	30	10	50	30	10		50	30	10	50	30	10	0			
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	0	1	2	3		4	5	6	7	8	9	10			
 <p>Fluorescent unit with flat prismatic lens, 2 lamp 1' wide</p>	V	1.4/1.2	0	.69	.69	.69	.67	.67	.67	.64	.64	.64	.61	.61	.61	.59	.59	.59	.58	.58	.58	.58	.18			
				1	.62	.60	.58	.61	.60	.57	.58	.57	.55	.56	.55	.54	.54	.53	.49	.47	.46	.44		.44	.44	.44
				2	.65	.62	.49	.54	.51	.49	.62	.60	.48	.51	.48	.47	.49	.47	.49	.47	.46	.44		.44	.44	.44
				3	.50	.46	.43	.49	.45	.42	.47	.44	.41	.46	.43	.41	.44	.42	.44	.42	.40	.39		.39	.39	.39
				4	.45	.40	.37	.44	.40	.37	.43	.39	.36	.41	.38	.36	.40	.37	.35	.34	.34	.34		.34	.34	.34
				5	.40	.35	.32	.39	.35	.32	.38	.34	.31	.37	.34	.31	.36	.33	.31	.30	.30	.30		.30	.30	.30
				6	.36	.31	.28	.36	.31	.28	.35	.31	.28	.34	.30	.27	.33	.30	.27	.26	.26	.26		.26	.26	.26
				7	.33	.28	.25	.32	.28	.24	.31	.27	.24	.30	.27	.24	.30	.26	.24	.23	.23	.23		.23	.23	.23
				8	.29	.25	.21	.29	.24	.21	.28	.24	.21	.27	.24	.21	.27	.23	.21	.20	.20	.20		.20	.20	.20
				9	.26	.22	.18	.26	.21	.18	.25	.21	.18	.25	.21	.18	.24	.21	.18	.17	.17	.17		.17	.17	.17
				10	.24	.19	.16	.24	.19	.16	.23	.19	.16	.22	.19	.16	.22	.19	.16	.15	.15	.15		.15	.15	.15
 <p>Fluorescent unit with flat prismatic lens, 4 lamp 2' wide—multiply by 1.10 for 2 lamp</p>	V	1.4/1.2	0	.73	.73	.73	.72	.72	.72	.68	.68	.68	.66	.66	.66	.63	.63	.63	.62	.62	.62	.62	.20			
				1	.66	.64	.62	.65	.63	.61	.62	.60	.59	.60	.58	.57	.57	.56	.55	.54	.54	.54		.54	.54	.54
				2	.59	.55	.52	.58	.54	.52	.56	.53	.50	.54	.51	.49	.52	.50	.48	.47	.46	.44		.44	.44	.44
				3	.53	.48	.45	.52	.48	.44	.50	.46	.44	.48	.45	.43	.47	.44	.42	.41	.41	.41		.41	.41	.41
				4	.47	.42	.39	.46	.42	.38	.45	.41	.38	.43	.40	.37	.42	.39	.37	.36	.36	.36		.36	.36	.36
				5	.42	.37	.33	.41	.37	.33	.40	.36	.33	.39	.35	.32	.38	.35	.32	.31	.31	.31		.31	.31	.31
				6	.38	.33	.29	.37	.32	.29	.36	.32	.29	.35	.31	.28	.34	.31	.28	.27	.27	.27		.27	.27	.27
				7	.34	.29	.25	.33	.29	.25	.33	.28	.25	.32	.28	.25	.31	.27	.25	.24	.24	.24		.24	.24	.24
				8	.30	.25	.22	.30	.25	.22	.29	.25	.22	.28	.24	.21	.28	.24	.21	.20	.20	.20		.20	.20	.20
				9	.27	.22	.19	.27	.22	.19	.26	.22	.19	.25	.21	.19	.25	.21	.19	.18	.18	.18		.18	.18	.18
				10	.25	.20	.17	.24	.20	.16	.24	.19	.16	.23	.19	.16	.23	.19	.16	.15	.15	.15		.15	.15	.15
 <p>Fluorescent unit with flat prismatic lens, 2 lamp 1' wide</p>	V	1.4/1.2	0	.66	.66	.66	.65	.65	.65	.62	.62	.62	.59	.59	.59	.57	.57	.57	.56	.56	.56	.56	.15			
				1	.61	.59	.57	.59	.58	.56	.57	.56	.54	.55	.54	.53	.53	.52	.51	.51	.51	.51		.51	.51	.51
				2	.63	.62	.60	.64	.61	.49	.62	.60	.48	.50	.48	.47	.49	.47	.46	.45	.45	.45		.45	.45	.45
				3	.60	.48	.43	.49	.46	.43	.47	.45	.43	.46	.44	.42	.45	.43	.41	.40	.40	.40		.40	.40	.40
				4	.45	.41	.38	.45	.41	.38	.43	.40	.38	.42	.39	.37	.41	.39	.37	.36	.36	.36		.36	.36	.36
				5	.41	.37	.34	.40	.36	.34	.39	.36	.33	.38	.35	.33	.37	.35	.33	.32	.32	.32		.32	.32	.32
				6	.37	.33	.30	.37	.33	.30	.36	.32	.30	.35	.32	.29	.34	.31	.29	.28	.28	.28		.28	.28	.28
				7	.34	.30	.27	.34	.29	.27	.33	.29	.26	.32	.29	.26	.31	.28	.26	.25	.25	.25		.25	.25	.25
				8	.31	.26	.24	.30	.26	.23	.30	.26	.23	.29	.26	.23	.28	.25	.23	.22	.22	.22		.22	.22	.22
				9	.28	.23	.21	.27	.23	.21	.27	.23	.20	.26	.23	.20	.26	.23	.20	.19	.19	.19		.19	.19	.19
				10	.25	.21	.18	.25	.21	.18	.24	.21	.18	.24	.21	.18	.23	.20	.18	.17	.17	.17		.17	.17	.17
 <p>Fluorescent unit with flat prismatic lens, 4 lamp 2' wide—multiply by 1.10 for 2 lamp</p>	V	1.4/1.2	0	.71	.71	.71	.69	.69	.69	.66	.66	.66	.63	.63	.63	.61	.61	.61	.60	.60	.60	.60	.16			
				1	.65	.63	.61	.63	.62	.60	.61	.59	.58	.59	.57	.56	.57	.56	.55	.54	.54	.54		.54	.54	.54
				2	.60	.55	.53	.57	.55	.52	.55	.53	.51	.54	.52	.50	.52	.50	.48	.47	.46	.44		.44	.44	.44
				3	.53	.49	.46	.52	.49	.46	.50	.47	.45	.49	.46	.44	.47	.45	.43	.42	.42	.42		.42	.42	.42
				4	.48	.44	.40	.47	.43	.40	.46	.42	.40	.45	.42	.39	.43	.41	.39	.38	.38	.38		.38	.38	.38
				5	.43	.39	.35	.43	.38	.35	.42	.38	.35	.40	.37	.34	.39	.36	.34	.33	.33	.33		.33	.33	.33
				6	.39	.35	.31	.39	.34	.31	.38	.34	.31	.37	.33	.31	.36	.33	.31	.30	.30	.30		.30	.30	.30
				7	.36	.31	.28	.35	.31	.28	.34	.30	.27	.33	.30	.27	.32	.29	.27	.26	.26	.26		.26	.26	.26
				8	.32	.27	.24	.32	.27	.24	.31	.27	.24	.30	.27	.24	.30	.26	.24	.23	.23	.23		.23	.23	.23
				9	.29	.24	.21	.29	.24	.21	.28	.24	.21	.27	.24	.21	.27	.23	.21	.20	.20	.20		.20	.20	.20
				10	.26	.22	.19	.26	.22	.19	.25	.21	.19	.25	.21	.19	.24	.21	.18	.17	.17	.17		.17	.17	.17
 <p>At press time, "Batwing" fluorescent units are new and evolving rapidly. These coefficients are included to indicate form; more recent data is preferable</p>			0	.65	.65	.65	.63	.63	.63	.60	.60	.60	.58	.58	.58	.56	.56	.56	.54	.54	.54	.54	.20			
				1	.58	.56	.54	.56	.54	.53	.54	.53	.51	.52	.51	.49	.50	.49	.48	.48	.48	.47		.47	.47	.47
				2	.51	.47	.44	.50	.47	.44	.48	.45	.43	.46	.44	.42	.45	.43	.41	.40	.40	.40		.40	.40	.40
				3	.45	.41	.37	.44	.40	.37	.43	.39	.36	.41	.38	.36	.40	.37	.35	.34	.34	.34		.34	.34	.34
				4	.40	.35	.32	.39	.35	.32	.38	.34	.31	.37	.33	.31	.35	.33	.30	.29	.29	.29		.29	.29	.29
				5	.35	.30	.27	.35	.30	.27	.33	.29	.26	.32	.29	.26	.31	.28	.26	.25	.25	.25		.25	.25	.25
				6	.31	.26	.23	.31	.26	.23	.30	.26	.23	.29	.25	.22	.28	.25	.22	.21	.21	.21		.21	.21	.21
				7	.28	.23	.19	.27	.23	.19	.26	.22	.19	.26	.22	.19	.25	.22	.19	.18	.18	.18		.18	.18	.18
				8	.25	.20	.16	.24	.20	.16	.23	.19	.16	.23	.19	.16	.22	.19	.16	.15	.15	.15		.15	.15	.15
				9	.22	.17	.14	.21	.17	.14	.21	.17	.14	.20	.16	.14	.20	.16	.14	.13	.13	.13		.13	.13	.13
				10	.19	.15	.12	.19	.15	.12	.19	.15	.12	.18	.14	.12	.18	.14	.12	.11	.11	.11		.11	.11	.11







¹ ρ_{cc} = per cent effective ceiling cavity reflectance.

² ρ_w = per cent wall reflectance.

³ RCR = Room Cavity Ratio.

⁴ Maximum S/WH guide—ratio of maximum luminaire spacing to mounting or ceiling height above work-plane.

Fig. 9-12. Continued

Typical Luminaires	ρ _{cc} ^a →		80			70			50			30			10			0
	ρ _w ^d →		30	30	10	30	30	10	30	30	10	30	30	10	30	30	10	0
	RCR ^b ↓																	
Coefficients of Utilization for 20 Per Cent Effective Floor Cavity Reflectance, ρ _{fc}																		
 <p>Single row fluorescent lamp cove without reflector, mult. by 0.93 for 2 rows and by 0.85 for 3 rows.</p>			1	.42	.40	.39	.36	.35	.33	.25	.24	.23	Coves are not recommended for lighting areas having low reflectances.					
			2	.37	.34	.32	.32	.29	.27	.22	.20	.19						
			3	.32	.29	.26	.28	.25	.23	.19	.17	.16						
			4	.29	.25	.22	.25	.22	.19	.17	.15	.13						
			5	.25	.21	.18	.22	.19	.16	.15	.13	.11						
			6	.23	.19	.16	.20	.16	.14	.14	.12	.10						
			7	.20	.17	.14	.17	.14	.12	.12	.10	.09						
			8	.18	.15	.12	.16	.13	.10	.11	.09	.08						
			9	.17	.13	.10	.15	.11	.09	.10	.08	.07						
			10	.15	.12	.09	.13	.10	.08	.09	.07	.06						
	 <p>Diffusing plastic or glass 1) Ceiling efficiency ~40%; diffuser transmittance ~50%; diffuser reflectance ~40%. Cavity with minimum obstructions and painted with 80% reflectance paint—use ρ_w = 70. 2) For lower reflectance paint or obstructions—use ρ_w = 50.</p>	ρ _{cc} from below ~65%		1			.60	.58	.56	.58	.56	.54						
		2			.63	.49	.45	.51	.47	.43								
		3			.47	.42	.37	.45	.41	.36								
		4			.41	.36	.32	.39	.35	.31								
		5			.37	.31	.27	.35	.30	.26								
		6			.33	.27	.23	.31	.26	.23								
		7			.29	.24	.20	.28	.23	.20								
		8			.26	.21	.18	.25	.20	.17								
		9			.23	.19	.15	.23	.18	.15								
		10			.21	.17	.13	.21	.16	.13								
 <p>Prismatic plastic or glass. 1) Ceiling efficiency ~47%; prismatic transmittance ~75%; prismatic reflectance ~18%. Cavity with minimum obstructions and painted with 80% reflectance paint—use ρ_w = 70. 2) For lower reflectance paint or obstructions—use ρ_w = 50.</p>		ρ _{cc} from below ~60%		1			.71	.68	.66	.67	.66	.65	.64	.62				
			2			.63	.60	.57	.61	.58	.55	.59	.58	.54				
			3			.57	.53	.49	.55	.52	.48	.54	.50	.47				
			4			.52	.47	.43	.50	.45	.42	.48	.44	.42				
			5			.46	.41	.37	.44	.40	.37	.43	.40	.36				
			6			.42	.37	.33	.41	.36	.32	.40	.35	.32				
			7			.38	.32	.29	.37	.31	.28	.36	.31	.28				
			8			.34	.28	.25	.33	.28	.25	.32	.28	.25				
			9			.30	.25	.22	.30	.25	.21	.29	.25	.21				
			10			.27	.23	.19	.27	.22	.19	.26	.22	.19				
	 <p>Louvered ceiling. 1) Ceiling efficiency ~40%; 48° abiding opaque louvers of 80% reflectance. Cavity with minimum obstructions and painted with 80% reflectance paint—use ρ_w = 50. 2) For other conditions refer to Fig. 9-45.</p>	ρ _{cc} from below ~45%		1					.51	.49	.48		.47	.46	.45			
		2						.46	.44	.42		.43	.42	.40				
		3						.42	.39	.37		.39	.38	.36				
		4						.38	.35	.33		.36	.34	.32				
		5						.35	.32	.29		.33	.31	.29				
		6						.32	.29	.26		.30	.28	.26				
		7						.29	.26	.23		.28	.25	.23				
		8						.27	.23	.21		.26	.23	.21				
		9						.24	.21	.19		.24	.21	.19				
		10						.22	.19	.17		.22	.19	.17				
 <p>2' x 3' fluorescent troffer with 48° lamps mounted along diagonals—use units 38, 41, or 43 as appropriate</p>		49																
 <p>2' x 2' fluorescent troffer with two "U" lamps—use units 38, 41, or 43 as appropriate</p>	50																	

^b RCR = Room Cavity Ratio.
^c ρ_{cc} = Per cent effective ceiling cavity reflectance.
^d ρ_w = Per cent wall reflectance.

Es importante recalcar antes de realizar este cálculo -- que el método que se utiliza para determinar la cantidad de luminarios ó nivel de iluminación es el METODO DE -- LUMEN y el METODO PUNTO POR PUNTO que se utiliza normalmente para comprobación de lo calculado con el método de lumen.

EL METODO DE CAVIDAD ZONAL y el METODO DE INDICE DE -- CUARTO.- sirven solamente para encontrar el valor del -- coeficiente de utilización.

Esta aclaración es con el objeto de que no exista confusión ó mal interpretación con el nombre del tema de --- tesis.

DATOS DEL PROYECTO

Largo = 50 mts.

Ancho = 20 mts.

Altura = 18 mts.

Altura del plano de trabajo = 1 mt.

Nivel de iluminación = 800 luxes.

Reflectancia del techo = 50%

Reflectancia de la pared = 10%

Reflectancia del piso = 20%

Reflectancia de la lámina translúcida = 10%

Tipo de área = limpia.

Horas de operación por año = 16 hrs/días = 4000 hrs/año.

Altura a la parte baja del luminario S.N.P.T. = 13 mts.

El trabajo a desarrollar en este taller mecánico es, trabajo mediano de maquinaria y bancos, máquinas automáticas.

Por lo cual se requiere de una buena calidad de iluminación, con un buen rendimiento de color, solicitado por el cliente, ya que el trabajo requiere de identificación de colores.

El nivel de iluminación recomendado fue de 800 luxes que se encuentra arriba del nivel recomendado por la S. M. I. I., la cual recomienda 600 luxes, y el I.E.S., 1000 luxes.

SELECCION DEL LUMINARIO

El nivel de iluminación abajo de un luminario, debe proporcionar aproximadamente la mitad del nivel de iluminación deseado, el otro 50% lo aportan los demás luminarios o sea:

$$E = \frac{I}{h^2}$$

$$I = E \times h^2$$

donde:

E = Nivel de iluminación en luxes

I = Bujías o candelas

H = Altura de montaje

$$I = E \times 50\% \times h^2$$

$$= 800 \times 0.50 \times 144 = 57600 \text{ bujías.}$$

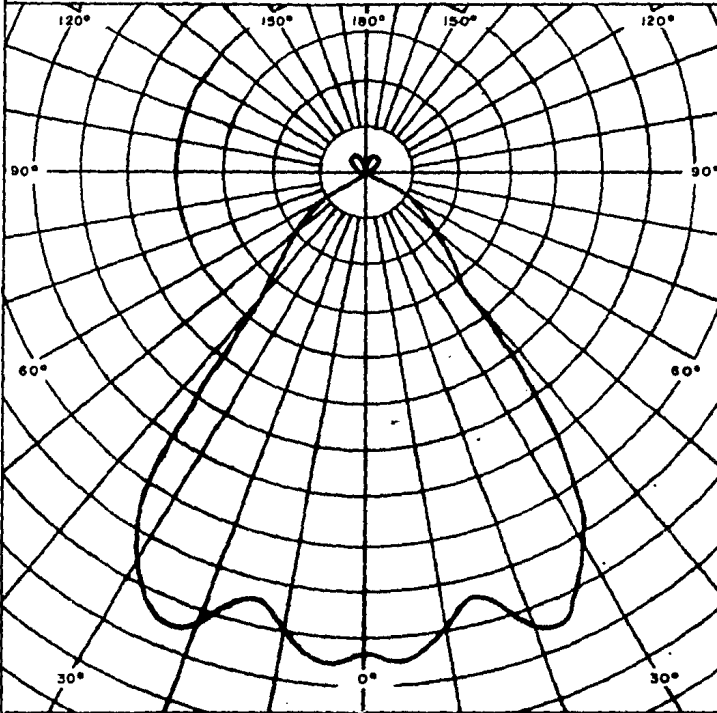
El luminario que cumple aproximadamente con el valor encontrado en bujías es:

Luminario Holophane cat. No. 1030, para operar una lámpara de 1000 watts de aditivos metálicos con reflector de cristal prismático.

REPORTE DE PRUEBA FOTOMETRICA

HOLOPHANE, COMPANY INC.
CENTRO DE INVESTIGACIONES Y DESARROLLO
NEWARK, OHIO

DATOS DE DISTRIBUCION



ANGULO EN GRADOS	BUJIAS	LUMENS
0	61920	
5	62669	5200
10	58582	
15	55857	13807
20	61930	
25	61335	23500
30	56110	
35	46705	21120
40	23615	
45	14324	10346
50	11100	
55	10040	7120
60	6084	
65	2391	2374
70	870	
75	544	375
80	326	
85	217	217
90	55	
95	61	63
105	75	77
115	82	79
125	103	88
135	172	122
145	1226	655
155	3519	1425
165	1980	524
175	616	51
180	692	

PRUEBA DE LUMINARIO: HOLOPHANE CAT. No. 1030

POSICION DE LA LAMARA: CENTRO FOCAL A 4 3/4" ABAJO DE LA PARTE SUPERIOR DEL REFLECTOR.

DATOS DE SALIDA

ZONA EN GRADOS	LUMENS	% TOTAL LUMENS
0-30	42907	42.5
0-45	66973	66.9
0-60	81073	81.0
60-90	3166	3.1
90-180	3084	3.0
0-180	87323	87.1

LAMPARA: MV 1000 CLARA DE ADITIVOS METALICOS.

LUMENS: 100 000

WATTS: 1000

BULBO: BT-56

DISTANCIA DE PRUEBA: 7.62 mts.

S.M.R. = 1.1

PRUEBA HECHA POR:

FECHA:
SEPTIEMBRE-7-1976

CERTIFICADA POR:

PRUEBA No. H-25390

FACTORES DE DEPRECIACION NO RECUPERABLES

TEMPERATURA AMBIENTE.

El funcionamiento de la lámpara de aditivos metálicos es esencialmente independiente de la temperatura ambiente, debido a que el bulbo exterior controla la temperatura de operación del tubo de arco.

Por lo cual despreciamos este factor para el cálculo.

TENSION DE ALIMENTACION.

Tomamos una variación de tensión de + 5% por lo cual el factor será 0.85

FACTOR DE BALASTRO.

Según dato del fabricante (Sola Basic) este factor es de

0.97

FACTOR DE DEPRECIACION EN LAS SUPERFICIES DEL LUMINARIO.

Debido a que el vidrio tiene muy poca depreciación en lapsos de tiempo muy largos, este factor se concidera de

0.95 a 99

FACTORES RECUPERABLES

FACTOR DE DEPRECIACION EN LAS SUPERFICIES DEL LOCAL.

Para poder determinar este factor, entramos en la gráfica de la figura 9-5, Pag. 9-4 del I.E.S. Lighting, -- Handbook, quinta edición.

Determinación de la cavidad del cuarto -
(R.C.R.)

$$\text{Relación de cavidad} = \frac{2.5 \text{ altura de la cavidad} \times \text{perímetro.}}{\text{A r e a}}$$

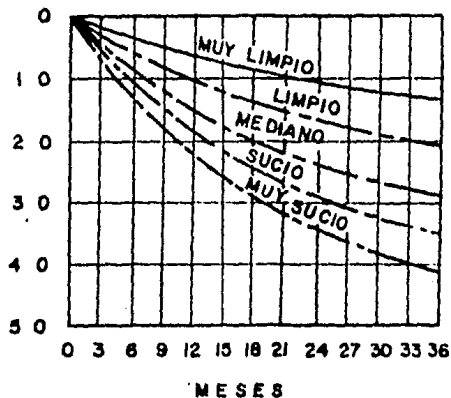
De la figura No. 1 se tiene

Altura de la cavidad del cuarto	= Hc = 12 mts.
Ancho	= A = 20 mts.
Largo	= L = 50 mts.
Area	= 1000 mts. ²

Substituyendo valores

$$\text{RCR} = \frac{2.5 \times 12 (2 \times 20 + 2 \times 50)}{1000} = 4.20$$

% DE DEPRECIACION POR
SUCIEDAD ESPERADA



FACTORES DE DEPRECIACION POR SUCIEDAD ACUMULADA EN LAS SUPERFICIES DEL CUARTO

		TIPOS DE DISTRIBUCION DE LUMINARIOS																			
		DIRECTO				SEMI-DIRECTO				DIRECTO-INDIRECTO				SEMI-INDIRECTO				INDIRECTO			
% DE DEPRECIACION POR SUCIEDAD ESPERADA		10	20	30	40	10	20	30	40	10	20	30	40	10	20	30	40	10	20	30	40
RELACION DE CAVIDAD DE CUARTO																					
	1	.98	.96	.94	.92	.97	.92	.89	.84	.94	.87	.80	.76	.94	.87	.80	.73	.90	.80	.70	.60
	2	.98	.96	.94	.92	.96	.92	.88	.83	.94	.87	.80	.75	.94	.87	.79	.72	.90	.80	.69	.59
	3	.98	.95	.93	.90	.96	.91	.87	.82	.94	.86	.79	.74	.94	.86	.78	.71	.90	.79	.68	.58
	4	.97	.95	.92	.90	.95	.90	.85	.80	.94	.86	.79	.73	.94	.86	.78	.70	.89	.78	.67	.56
	5	.97	.94	.91	.89	.94	.90	.84	.79	.93	.86	.78	.72	.93	.86	.77	.69	.89	.78	.66	.55
	6	.97	.94	.91	.88	.94	.89	.83	.78	.93	.85	.78	.71	.93	.85	.76	.68	.89	.77	.66	.54
	7	.97	.94	.90	.87	.93	.88	.82	.77	.93	.84	.77	.70	.93	.84	.76	.68	.89	.76	.65	.53
	8	.96	.93	.89	.86	.93	.87	.81	.75	.93	.84	.76	.69	.93	.84	.76	.68	.88	.76	.64	.52
	9	.96	.92	.88	.85	.93	.87	.80	.74	.93	.84	.76	.68	.93	.84	.75	.67	.88	.75	.63	.51
	10	.96	.92	.87	.83	.93	.86	.79	.72	.93	.84	.75	.67	.92	.83	.75	.67	.88	.75	.62	.50

Del dato atmósfera limpia y suponiendo una limpieza general del local cada 24 meses obtenemos un valor en la gráfica del 17% de depreciación por suciedad en superficies del cuarto.

Conocido el luminario y su curva de distribución (directa) y con el valor de 17%, entramos a la tabla de la -- fig. 9-5 e interpolando, obtenemos lo siguiente.

	TIPO DE DISTRIBUCION DEL LUMINARIO		
	D I R E C T A		
Por ciento de depreciación por suciedad esperada.	10	17	20
Relación de cavidad de cuartos			
4	0.97		0.95
4.2	0.97	0.9546	0.948
5	0.97		0.94

Interpolando entre 4 y 5

Próximo mayor	5	5.0	0.94
		4.2	
Próximo menor	$\frac{4}{1}$	$\frac{0.95}{0.8}$	$\frac{0.95}{0.01}$

∴ 1 - - - (-0.01)

$$X = \frac{-0.01 \times 0.8}{1} = \overset{-74-}{-0.008}$$

$$\begin{array}{r} - 0.940 \\ \underline{-(0.008)} \\ 0.948 \end{array}$$

Interpolando entre 10 y 20

Próximo mayor	20	20	0.948
		17	
Próximo menor	$\frac{10}{10}$	$\frac{3}{3}$	$\frac{0.97}{-0.022}$

$$\begin{array}{l} \therefore 10 - - - (-0.022) \\ 3 - - - X \\ \therefore X = \frac{3 \times (-0.022)}{10} = 0.0066 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} - 0.9480 \\ \underline{-(0.0066)} \\ 0.9546 \end{array}$$

Obteniendo un valor de factor de depreciación por 0.9546
sucedida en las superficies del cuarto de 0.9546

Factor de lámparas quemadas (no remplazadas).

Este factor se obtiene de acuerdo a la siguiente consideración:

del 100% de lámparas el 5% de lámparas quemadas el factor es 0.95

del 100% de lámparas el 10% de lámparas quemadas el factor es 0.9

del 100% de lámparas el 20% de lámparas quemadas el factor es 0.8

del 100% de lámparas el 30% de lámparas quemadas el factor es 0.7

Lo recomendable es que no sea mayor de un 10% por lo cual nuestro factor es 0.90

DEPRECIACION DE LOS LUMENES DE LA LAMPARA.

Dato de fabricante (Sylvania) para el tipo de lámpara -
tratada en este proyecto es = 0.825

Factor de depreciación de = lúmenes medios = 82500

Los lúmenes de la lámpara lúmenes iniciales 100000

LAMPARAS DE DESCARGA DE ALTA INTENSIDAD

LAMPARAS MERCURIALES

Watts	Bulbo	Base	Denominación ANSI anterior	Piezas por empaque	Denominación ANSI Nueva	Descripción	Vida aprox. en hrs.	Lámparas opacas en vertical inicial	Lámparas opacas en vertical medio	Largo de tubo en pulgadas	Largo total en pulgadas
75	B-66 (B-21)	Mediana	H43-AY/DX	12	H43AY-75/DX	Blanco de Lujo	16000	3150	2450	9.52	26.51
100	B-66 (B-21)	Mediana	H38-AY/DX	12	H38AY-100/DX	Blanco de Lujo	16000	4400	3560	9.52	16.51
100	BT-79 (BT-25)	Mogul	H38-4JA/DX	24	H38JA-100/DX	Blanco de Lujo	24000	4500	3650	12.70	19.05

LAMPARAS METALARC (Todos los tipos en base Mogul) (a)

Watts	Bulbo	Base	Denominación ANSI anterior	Piezas por empaque	Denominación ANSI Nueva	Descripción	Vida aprox. en hrs.	Lámparas opacas en vertical inicial	Lámparas opacas en vertical medio	Largo de tubo en pulgadas	Largo total en pulgadas
175	BT-88 (BT-28)		M175-BU	6	Metalarc Claro	Base Arriba	7500	14000	10800	12.70	21.11
			M175/BD	6	Metalarc Claro	Base Abajo	7500	14000	10800	12.70	21.11
			M175/C/BU	6	Metalarc Fosforado	Base Arriba	7500	14000	10200	12.70	21.11
			M175/C/BD	6	Metalarc Fosforado	Base Abajo	7500	14000	10200	12.70	21.11
250	BT-88 (BT-28)		M250/BU-HOR	6	Metalarc Claro	Base Arriba/Hor.	10000	20500	17000	12.70	21.11
			M250/BD	6	Metalarc Claro	Base Abajo	10000	20500	17000	12.70	21.11
			M250/C/BU-HOR	6	Metalarc Fosforado	Base Arriba/Hor.	10000	20500	16000	12.70	21.11
			M250/C/BD	6	Metalarc Fosforado	Base Abajo	10000	20500	16000	12.70	21.11
1000	BT-177 (BT-56)		M1000/BU-HOR	6	Metalarc Claro	Base Arriba/Hor.	10000	100000	82500	24.13	39.05
			M1000/BD	6	Metalarc Claro	Base Abajo	10000	100000	82500	24.13	39.05
			M1000/C/BU-HOR	6	Metalarc Fosforado	Base Arriba/Hor.	10000	100000	79000	24.13	39.05
			M1000/C/BD	6	Metalarc Fosforado	Base Abajo	10000	100000	79000	24.13	39.05
1500	BT-177 (BT-56)		M1500/BU-HOR	6	Metalarc Claro	Base Arriba/Hor.	3000	155000	142500	24.13	39.05
			M1500/BD	6	Metalarc Claro	Base Abajo	3000	155000	142500	24.13	39.05

LAMPARAS SUPER METALARC

Watts	Bulbo	Base	Código	Descripción	Vida aprox. en hrs.	Lámparas opacas en vertical inicial	Lámparas opacas en vertical medio	Largo de tubo en pulgadas	Largo total en pulgadas
175*	BT-88 (BT-28)	Mogul Especial	MS175/HOR	Super Metalarc Claro Horizontal	10000	15000	12000		
			MS175/C/HOR	Super Metalarc Fosforado Horizontal	10000	15000	11300		
400*	BT-117 (BT-37)	Mogul Especial	MS400/HOR	Super Metalarc Claro Horizontal	20000	40000	32000		
			MS400/C/HOR	Super Metalarc Fosforado Horizontal	20000	40000	31000		
1000**	BT-177 (BT-56)	Mogul	MS1000/BU	Super Metalarc Claro Base Arriba	10000	125000	100000		
			MS1000/BD	Super Metalarc Claro Base Abajo	10000	125000	100000		

NOTA: Todos los tipos en lámparas de alta intensidad de descarga son en vidrio duro y base Mogul a menos que se indique lo contrario.

Factor de depreciación por suciedad del luminario dato - proporcionado por el fabricante del luminario (Holophane). Considerando un período de 24 meses para la limpieza general de los luminarios y un ambiente limpio el factor - es

Factor de depreciación total de pérdida de luz.

(Conocido también como factor de mantenimiento).

Es el producto de los factores encontrados anteriormente (Recuperables y no recuperables).

$$\begin{aligned} \text{F.M.} &= 0.85 \times 0.97 \times 0.95 \times 0.9546 \times 0.90 \times 0.825 \times 0.97 \\ &= \underline{\underline{0.54}} \end{aligned}$$

CALCULOS

Utilizando el método de lumen, tenemos:

$$N^{\circ} = \frac{E \quad X \quad \text{AREA}}{\text{Lúmenes por luminario X C. U. X F. M.}}$$

Donde:

- N° = Número de luminarios
- E = Nivel de iluminación.
- C.U. = Coeficiente de utilización.
- F.M. = Factor de mantenimiento.

Observando la fórmula anterior, vemos que todos los factores que intervienen en ella son conocidos, excepto el valor del C. U.

Este valor lo obtenemos de la hoja descriptiva del luminario proporcionada por el fabricante, y vemos que este coeficiente se obtiene por el método de cavidad zonal. Para obtener el C. U. procederemos como sigue:
Primero determinaremos:

La reflectancia efectiva del techo.

Para calcular la reflectancia efectiva del techo se aplica la siguiente fórmula:

$$\rho_{cc} = \frac{\rho A_0}{A_s - \rho A_s + A_0}$$

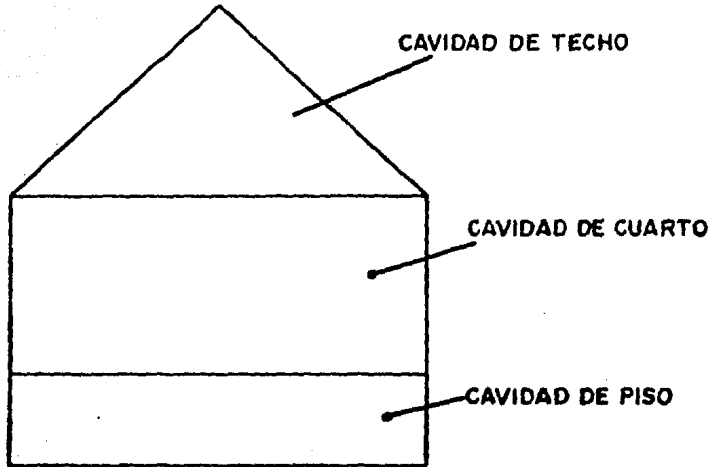
Donde:

ρ_{cc} = Reflectancia efectiva del techo.

A_0 = Area del techo abierto (50x20 = 1000 mts.²).

A_s = Area de la superficie del techo.

ρ = Reflectancia del techo.



Como la reflectancia del techo no tiene el mismo valor - en todas las partes que integran la cavidad del techo, - se aplica la siguiente fórmula:

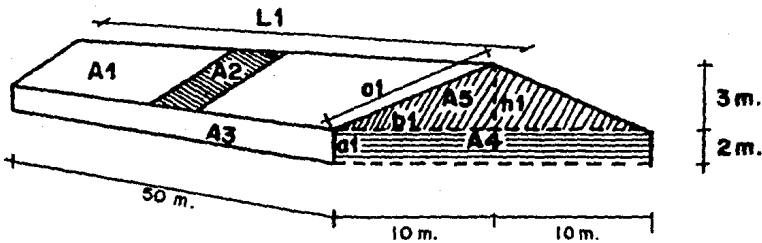
$$P = \frac{A_1 P_1 + A_2 P_2 + \dots + A_n P_n}{A_1 + A_2 + \dots + A_n}$$

Donde:

- P = Reflectancia del techo.
- P_1 = Reflectancia del techo de lámina de asbesto.
- P_2 = Reflectancia del techo de lámina translúcida.
- P_3 = Reflectancia de la parte de las paredes que forman parte de la cavidad de techo.

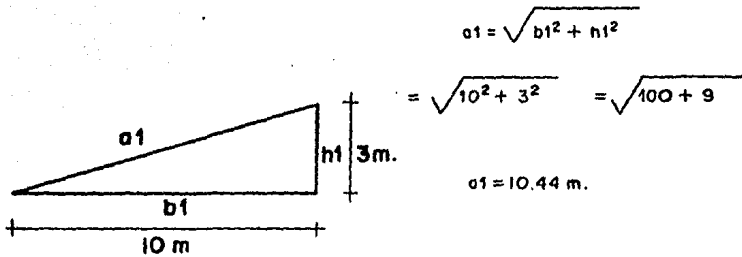
- A_1 = Area del techo de lámina de asbesto.
- A_2 = Area del techo de lámina translucida.
- A_3 = Area de la pared a lo largo.
- A_4 = Area de la pared a lo ancho.
- A_5 = Area de la pared a lo ancho en forma de triángulo.

Para dar una mejor explicación de lo antes mencionado, -
tenemos el siguiente croquis: :



Reflectancia del techo de asbesto = $A_1 \cdot p_1$

Para calcular el ancho l (a_1), del área l (A_1), ya que -
conocemos su valor, aplicamos la siguiente operación:



- A1 $\rho_1 = 2 (a_1 \times L_1 \times 0.9) \rho_1$
- A1 = Area del techo con lámina de asbesto
- 2 = Por ser dos partes iguales del techo.
- a_1 = Ancho de la mitad del techo.
- L_1 = Largo del techo.
- 0.90 = Por ser el 90% del techo de asbesto.
- ρ_1 = Reflectancia del techo con lámina de asbesto = 0.50

A1 $\rho_1 = 2(10.44 \times 50 \times 0.90) \times 0.50 = 2 \times 469.80 \times 0.5 = 939.60 \times 0.5 = 469.80$

A2 $\rho_2 = 469.80$ (Reflectancia del techo de asbesto)

REFLECTANCIA DEL TECHO TRANSLUCIDO = A2 ρ_2

A2 $\rho_2 = 2 (a_1 \times L_1 \times 0.10) \rho_2$

Donde:

A2 = Area del techo con lámina translucida.

2 = Por ser dos partes iguales del techo.

a₁ = Ancho de la mitad del techo.

L₁ = Largo del techo.

0.10 = Por ser el 10% del techo translucido.

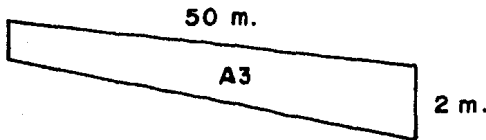
ρ_2 = Reflectancia del techo con lámina translucida --
= 0.10

$$A2 \rho_2 = 2 (10.44 \times 50 \times 0.10) \times 0.1 = 2 \times 52.20 \times 0.1 = 10.44 \times 0.1 = 10.44$$

A2 ρ_2 = 10.44 (Reflectancia del techo de lámina translucida).

REFLECTANCIA DE LA PARED A LO LARGO QUE FORMA PARTE DEL

TECHO = A 3 ρ_3



$$A 3 \rho_3 = 2 (a_2 \times L_1) \rho_3$$

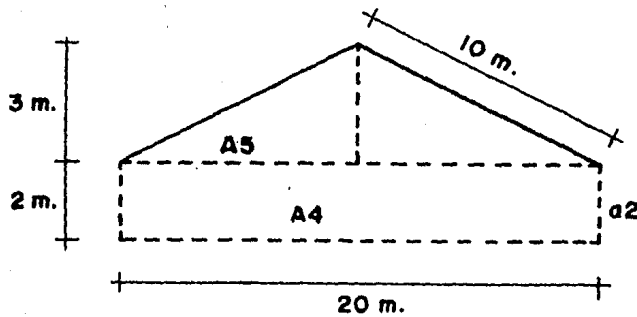
donde:

- A_3 = Area de la pared que forma parte del techo.
 a_2 = Ancho.
 ρ_3 = Reflectancia de la pared = 0.30
 L_1 = Largo de la pared
 $A_3 \rho_3 = 2 (2 \times 50) \times 0.3 = 2 \times 100 \times 0.3 = 200 \times 0.3 = 60$
 $A_3 \rho_3 = 60$ (reflectancia de la pared).

REFLECTANCIA DE LA PARED DE ENFRENT

. Y ATRAS QUE FORMAN PARTE DEL TECHO =

$$\underline{A_4 \rho_3 + A_5 \rho_3}$$



$$A4 \rho_3 = 2 (a_2 \times L_2) \rho_3$$

$$A4 \rho_3 = 2 (2 \times 20) \times 0.3 = 2 \times 40 \times 0.3 = 80 \times 0.3$$

$$A4 \rho_3 = 24 \text{ (reflectancia de la pared A4)}$$

$$A5 \rho_3 = 2 \frac{(L_2 \times h_1)}{2} \rho_3$$

$$A5 \rho_3 = 2 \frac{(20 \times 3)}{2} \times 0.3 = 2 \times 30 \times 0.3 = 60 \times 0.3 =$$

$$A5 \rho_3 = 18 \text{ (reflectancia de la pared A5)}$$

De donde la reflectancia total del techo aplicando la fórmula No.2 será:

$$\rho = \frac{A1 \rho_1 + A2 \rho_2 + A3 \rho_3 + A4 \rho_3 + A5 \rho_3}{A1 + A2 + A3 + A4 + A5}$$

$$\rho = \frac{469.80 + 10.44 + 60 + 24 + 18}{939.60 + 104.40 + 200 + 80 + 60} = \frac{582.24}{1384} =$$

$$\rho = 0.4207 \text{ (reflectancia total de techo)}$$

REFLECTANCIA EFECTIVA DEL TECHO.

De la fórmula No.1 se tiene:

$$\rho_{cc} = \frac{\rho A_o}{A_2 - \rho A_5 + \rho A_o}$$

Ao = Area del techo abierto

$$A_o = \text{Largo} \times \text{ancho} = 20 \times 50 = 1000 \text{ m}^2$$

$$\underline{A_o = 1000 \text{ m}^2}$$

As = Area de la superficie del techo

$$As = A1 + A2 + A3 + A5$$

$$As = 939.60 + 104.40 + 200 + 80 + 60 = 1384 \text{ m}^2$$

$$As = 1384 \text{ m}^2$$

Substituyendo en la fórmula:

$$\rho_{cc} = \frac{0.4207 \times 1000}{1384 - (0.4207 \times 1384) + 0.4207 \times 1000} =$$

$$= \frac{420.7}{1384 - 582.24 + 420.7} = \frac{420.7}{1222.46} = 0.3441$$

$$\rho_{cc} = 0.3441 \text{ (reflectancia efectiva del techo)}$$

$$\rho_{cc} = 34.41\%$$

RELACION DE CAVIDAD DEL CUARTO

R C R

La relación de cavidad, se calcula con la fórmula -----
siguiente:

FORMULA GENERAL

$$\text{Relación de } = \frac{2.5 \times \text{altura de cavidad} \times \text{perímetro}}{\text{cavidad.} \quad \text{Area}}$$

De la figura No.1 se tiene:

Datos:

$$\begin{aligned} \text{Altura de la cavidad de cuarto} &= Hc = 12 \text{ m} \\ \text{ancho} &= A = 20 \text{ m} \\ \text{largo} &= L = 50 \text{ m} \\ \text{Area} &= 1000 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\text{Relación de cavidad} = \text{RCR} = \frac{2.5 \times Hc (2A + 2L)}{\text{Largo} \times \text{ancho}} =$$

$$\text{RCR} = \frac{2.5 \times 12 (2 \times 20 + 2 \times 50)}{1000} = \frac{2.5 \times 12 (40+100)}{1000}$$

$$\text{RCR} = \frac{2.5 \times 12 \times 140}{1000} = \frac{4200}{1000} = 4.20$$

$$\text{RCR} = 4.20 \text{ (Relación de cavidad de cuartos)}$$

RELACION DE CAVIDAD DE PISO

F C R

$$\text{Relación de cavidad} = \text{FCR} = \frac{2.5 \times H_o (2A + 2L)}{\text{Area}}$$

De la figura No.1 se tiene

DATOS :

Altura de la cavidad de piso = Ho = 1 m
ancho = A = 20 m
largo = L = 50 m
Area = 1000 m²

$$FCR = \frac{2.5 \times 1 (2 \times 20 + 2 \times 50)}{1000} = \frac{2.5 \times 1 \times 140}{1000} = \frac{350}{1000}$$

FCR = 0.35 (relación de cavidad de piso)

REFLECTANCIA EFECTIVA DEL PISO

De la fig. 9-11 pag. 9-11 del libro I.E.S. Lighting --
Handbook Quinta Edición tenemos:

% de reflectancia 20
del piso.

% de reflectancia 30
de la pared.

Cavidad de piso
0.2 0.19
0.35
0.4 0.19

Por lo que la reflectancia efectiva de piso = 0.19

Con los datos anteriormente calculados nos referimos a la tabla de coeficientes de utilización del luminario -- (Anexa).

DATOS:

ρ_{cc}	= Reflectancia efectiva del techo	= 34.41%
ρ_w	= Reflectancia de la pared	= 30.00%
ρ_{fc}	= Reflectancia efectiva del piso	= 19 %
Rcr	= Relación de cavidad del cuarto	= 4.20

Reflectancia del piso	20%	20%	20%
Reflectancia del techo	50%	34.41%	30%
Reflectancia de pared	30%	30%	30%

Relación de cavidad del cuarto.

4.00	0.68		0.66
4.20		0.658	
5.00	0.64		0.63

Ler. Interpolación

Entre 4 y 5 para ρ_{fc} = 20% y ρ_{cc} = 50%

Fig. 9-11. Continued

Par Cent Beam* Reflectance	40									30									20									10									0													
	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0
Cavity Ratio																																																		
0.2	40	40	39	39	39	38	38	37	36	36	31	31	30	30	29	29	28	28	27	21	20	20	20	20	19	19	19	17	11	11	11	10	10	10	09	09	09	02	02	02	01	01	01	01	00	00	00			
0.4	41	40	39	39	38	37	36	35	34	34	31	31	30	30	29	28	28	27	26	25	22	21	20	20	20	19	19	18	16	12	11	11	11	10	10	09	09	08	04	03	03	02	02	02	01	01	00	00		
0.6	41	40	39	38	37	36	34	33	32	31	32	31	30	29	28	27	26	26	25	23	23	21	21	20	19	19	18	18	17	15	13	13	12	11	11	10	09	08	08	05	05	04	03	03	02	02	01	01	01	
0.8	41	40	38	37	36	35	33	32	31	29	32	31	30	29	28	26	25	25	23	22	24	23	21	20	19	19	18	17	16	14	15	14	13	12	11	10	09	08	07	07	06	05	04	04	03	02	02	01	01	
1.0	42	40	38	37	35	33	32	31	29	27	33	32	30	29	27	25	24	23	22	20	25	23	22	20	19	18	17	16	15	13	16	14	13	12	12	11	10	09	08	07	08	07	06	05	04	03	02	02	01	01
1.2	42	40	38	36	34	32	30	29	27	25	33	32	30	28	27	25	23	22	21	19	25	23	22	20	19	17	17	16	14	12	17	15	14	13	12	11	10	09	07	06	10	08	07	06	05	04	03	02	01	01
1.4	42	39	37	35	33	31	29	27	25	23	34	32	30	28	26	24	22	21	19	18	26	24	22	20	18	17	16	15	13	12	18	16	14	13	12	11	10	09	07	06	11	09	08	07	06	04	03	02	01	01
1.6	42	39	37	35	33	30	27	25	23	22	34	33	29	27	25	23	22	20	18	17	26	24	22	20	18	17	16	15	13	11	19	17	15	14	12	11	09	08	07	06	12	10	09	07	06	05	03	02	01	01
1.8	42	39	36	34	31	29	26	24	22	21	35	33	29	27	25	23	21	19	17	16	27	25	23	20	18	17	15	14	12	10	19	17	15	14	13	11	09	08	06	05	13	11	09	08	07	05	04	03	01	01
2.0	42	39	36	34	31	28	25	23	21	19	35	33	29	26	24	22	20	18	16	14	28	25	23	20	18	16	15	13	11	09	20	18	16	14	13	11	09	08	06	05	14	12	10	09	07	05	04	03	01	01
2.2	42	39	36	33	30	27	24	22	19	18	36	32	29	26	24	22	19	17	15	13	28	25	23	20	18	16	14	12	10	09	21	19	16	14	13	11	09	07	06	05	15	13	11	09	07	06	04	03	01	01
2.4	43	39	35	33	29	27	24	21	18	17	36	32	29	26	24	22	19	16	14	12	29	26	23	20	18	16	14	12	10	08	22	19	17	15	13	11	09	07	06	05	16	13	11	09	08	06	04	03	01	01
2.6	43	39	35	32	29	26	23	20	17	15	36	32	29	25	23	21	18	16	14	12	29	26	23	20	18	16	14	11	09	08	23	20	17	15	13	11	09	07	06	04	17	14	12	10	08	06	05	03	02	01
2.8	43	39	35	32	28	25	22	19	16	14	37	33	29	25	23	21	17	15	13	11	30	27	23	20	18	15	13	11	09	07	23	20	18	16	13	11	09	07	05	03	17	15	13	10	08	07	05	03	02	01
3.0	43	39	35	31	27	24	21	18	16	13	37	33	29	25	23	20	17	15	12	10	30	27	23	20	17	15	13	11	09	07	24	21	18	16	13	11	09	07	05	03	18	16	13	11	09	07	05	03	02	01
3.2	43	39	35	31	27	23	20	17	15	13	37	33	29	25	23	19	16	14	12	10	31	27	23	20	17	15	12	11	09	06	25	21	18	16	13	11	09	07	05	03	19	16	14	11	09	07	05	03	02	01
3.4	43	39	34	30	26	23	20	17	14	12	37	33	29	25	22	19	16	14	11	09	31	27	23	20	17	15	12	10	08	06	26	22	18	16	13	11	09	07	05	03	20	17	14	12	09	07	05	03	02	01
3.6	44	39	34	30	26	22	19	16	14	11	38	33	29	24	21	18	15	13	10	09	32	27	23	20	17	15	12	10	08	05	26	22	19	16	13	11	09	06	04	03	20	17	15	12	10	08	05	04	02	01
3.8	44	38	33	29	25	22	18	16	13	10	38	33	28	24	21	18	15	13	10	08	32	28	23	20	17	15	12	10	07	05	27	23	19	17	14	11	09	06	04	02	21	18	15	12	10	08	05	04	02	01
4.0	44	38	33	29	25	21	18	15	12	10	38	33	28	24	21	18	14	12	09	07	33	28	23	20	17	14	11	09	07	05	27	23	20	17	14	11	09	06	04	02	22	18	15	13	10	08	05	04	02	01
4.2	44	38	33	29	24	21	17	15	12	10	38	33	28	24	20	17	14	12	09	07	33	28	23	20	17	14	11	09	07	04	28	24	20	17	14	11	09	06	04	02	22	19	16	13	10	08	06	04	02	01
4.4	44	38	33	28	24	20	17	14	11	09	39	33	28	24	20	17	14	11	09	06	34	28	24	20	17	14	11	09	07	04	28	24	20	17	14	11	08	06	04	02	23	19	16	13	10	08	06	04	02	01
4.6	44	38	32	28	23	19	16	14	11	08	39	33	28	24	20	17	13	10	08	06	34	29	24	20	17	14	11	09	07	04	29	25	20	17	14	11	08	06	04	02	23	20	17	13	11	08	06	04	02	01
4.8	44	38	32	27	22	19	16	13	10	08	39	33	28	24	20	17	13	10	08	05	35	29	24	20	17	13	10	08	06	04	29	25	20	17	14	11	08	06	04	02	24	20	17	14	11	08	06	04	02	01
5.0	45	38	31	27	22	19	15	13	10	07	39	33	28	24	19	16	13	10	08	05	35	29	24	20	16	13	10	08	06	04	30	25	20	17	14	11	08	06	04	02	25	21	17	14	11	08	06	04	02	01
6.0	44	37	30	25	20	17	13	11	08	05	39	33	27	23	18	15	11	09	06	04	36	30	24	20	16	13	10	08	05	02	31	26	21	18	14	11	08	06	03	01	27	23	18	15	12	09	06	04	02	01
7.0	44	36	29	24	19	16	12	10	07	04	40	33	26	22	17	14	10	08	05	03	36	30	24	20	15	12	09	07	04	02	32	27	21	17	13	11	08	06	03	01	28	24	19	15	12	09	06	04	02	01
8.0	44	35	28	23	18	15	11	09	06	03	40	33	26	21	16	13	09	07	04	02	37	30	23	19	15	12	08	06	03	01	33	27	21	17	13	10	07	05	03	01	30	25	20	15	12	09	06	04	02	01
9.0	44	35	26	21	16	13	10	08	05	02	40	33	25	20	15	12	09	07	04	02	37	29	23	19	14	11	08	06	03	01	34	28	21	17	13	10	07	05	02	01	31	25	20	15	12	09	06	04	02	01
10.0	43	31	25	20	15	12	08	07	05	02	40	32	24	19	14	11	08	06	03	01	37	29	22	18	13	10	07	05	03	01	34	28	21	17	12	10	07	05	02	01	31	25	20	15	12	09	06	04	02	01

* Ceiling, floor, or base of cavity.

JM COMPANY
HOLOPHANE DIV.
NEWARK, OHIO

FECHA 4/JUNIO/1976
PRUEBA NO. H-25390

HOLOPHANE CAT. NO. 1030

CENTRO FOCAL DE LA LAMPARA : 4 3/4" ABAJO DE LA PARTE SUPERIOR DEL REFLECTOR
1 000 W LAMPARA CLARA DE ADITIVOS METALICOS
LUMENS 100 000.

COEFICIENTES DE UTILIZACION - METODO DE CAVIDAD ZONAL
REFLECTANCIA EFECTIVA DE LA CAVIDAD DE PISO (PFC) = 20%

PCC PW	70		50				30				10			
	70	50	30	10	50	30	10	50	30	10	50	30	10	0
1	0.99	0.88	0.86	0.85	0.84	0.83	0.82	0.83	0.82	0.79	0.82	0.81	0.76	0.74
2	0.87	0.83	0.80	0.78	0.80	0.78	0.76	0.78	0.77	0.75	0.76	0.75	0.72	0.70
3	0.84	0.78	0.75	0.72	0.76	0.73	0.70	0.75	0.71	0.69	0.73	0.70	0.68	0.66
4	0.82	0.73	0.70	0.66	0.71	0.68	0.65	0.69	0.66	0.64	0.68	0.65	0.63	0.62
5	0.80	0.69	0.65	0.62	0.67	0.64	0.61	0.66	0.63	0.60	0.65	0.62	0.59	0.58
6	0.79	0.65	0.61	0.58	0.64	0.60	0.57	0.63	0.58	0.57	0.62	0.57	0.56	0.55
7	0.77	0.62	0.57	0.54	0.60	0.56	0.54	0.59	0.55	0.53	0.58	0.54	0.52	0.54
8	0.74	0.58	0.53	0.50	0.57	0.53	0.50	0.55	0.52	0.49	0.54	0.50	0.49	0.48
9	0.71	0.55	0.50	0.47	0.54	0.50	0.47	0.53	0.49	0.46	0.52	0.48	0.46	0.45
10	0.68	0.49	0.45	0.41	0.48	0.44	0.41	0.46	0.43	0.41	0.44	0.42	0.41	0.40

Próximo Mayor	5.00		0.64	
		4.2		<u>0.672</u>
Próximo menor	<u>4.00</u>	<u>---</u>	<u>0.68</u>	
	1	0.8	-0.004	

1 - - - - (-0.04)
 0.8 - - - X

$$\therefore X = \frac{0.8 \times (-0.04)}{1} = -0.032$$

0.64
(-0.032)
 0.672

2a. Interpolación

Entre 4 y 5 para fc = 20% y cc = 30%

Próximo Mayor	5.00		0.63	
		4.2		<u>0.654</u>
Próximo menor	<u>4.00</u>	<u>---</u>	<u>0.66</u>	
	1	0.8	-0.03	

1 - - - - (-0.03)
 0.8 - - - X

$$X = \frac{0.8 \times (-0.03)}{1} = -0.024$$

0.63
(-0.024)
 0.654

3a. Interpolación.

Próximo Mayor	50%		0.672
		34.41	
Próximo menor	<u>30%</u>	<u>-----</u>	<u>0.654</u>
	20	15.59	0.018
20	<u>-----</u>	0.018	
15.59	<u>---</u>	X	

$$\therefore X = \frac{15.59 \times 0.018}{20} = 0.014$$

0.672
-0.014
 0.658

Como se notará el valor de C. U. (0.658), para una reflectancia de piso = 20% y la actual es de 19%, por lo que tendremos que recurrir a la tabla C anexa, para encontrar el factor por el cual debemos afectar el C. U. - obtenido anteriormente y tener el C. U. definitivo.

DATOS:

Fig. 9-13. Multiplying Factors for Other than 20 Per Cent Effective Floor Cavity Reflectance

% Effective Ceiling Cavity Reflectance, ρ_{cc}	80				70				50			30			10			
	70	50	30	10	70	50	30	10	50	30	10	50	30	10	50	30	10	
For 30 Per Cent Effective Floor Cavity Reflectance (20 Per Cent = 1.00)																		
Room Cavity Ratio	1	1.092	1.082	1.075	1.068	1.077	1.070	1.064	1.059	1.049	1.044	1.040	1.028	1.026	1.023	1.012	1.010	1.008
2	1.079	1.066	1.055	1.047	1.068	1.057	1.048	1.039	1.041	1.033	1.027	1.026	1.021	1.017	1.013	1.010	1.006	
3	1.070	1.064	1.042	1.033	1.061	1.048	1.037	1.028	1.034	1.027	1.020	1.024	1.017	1.012	1.014	1.009	1.005	
4	1.062	1.045	1.033	1.024	1.055	1.040	1.029	1.021	1.030	1.022	1.015	1.022	1.015	1.010	1.014	1.009	1.004	
5	1.056	1.038	1.026	1.018	1.050	1.034	1.024	1.015	1.027	1.018	1.012	1.020	1.013	1.008	1.014	1.009	1.004	
6	1.052	1.033	1.021	1.014	1.047	1.030	1.020	1.012	1.024	1.015	1.009	1.019	1.012	1.006	1.014	1.008	1.003	
7	1.047	1.029	1.018	1.011	1.043	1.026	1.017	1.009	1.022	1.013	1.007	1.018	1.010	1.005	1.014	1.008	1.003	
8	1.044	1.026	1.015	1.009	1.040	1.024	1.015	1.007	1.020	1.012	1.006	1.017	1.009	1.004	1.013	1.007	1.003	
9	1.040	1.024	1.014	1.007	1.037	1.022	1.014	1.006	1.019	1.011	1.005	1.016	1.009	1.004	1.013	1.007	1.002	
10	1.037	1.022	1.012	1.006	1.034	1.020	1.012	1.005	1.017	1.010	1.004	1.015	1.009	1.003	1.013	1.007	1.002	
For 10 Per Cent Effective Floor Cavity Reflectance (20 Per Cent = 1.00)																		
Room Cavity Ratio	1	.923	.929	.935	.940	.933	.939	.943	.948	.956	.960	.963	.973	.976	.979	.989	.991	.993
2	.931	.942	.950	.958	.940	.949	.957	.963	.962	.968	.974	.976	.980	.985	.988	.991	.995	
3	.939	.951	.961	.969	.945	.957	.966	.973	.967	.975	.981	.978	.983	.988	.988	.992	.996	
4	.944	.958	.969	.978	.950	.963	.973	.980	.972	.980	.986	.980	.986	.991	.987	.992	.996	
5	.949	.964	.976	.983	.954	.968	.978	.985	.975	.983	.989	.981	.988	.993	.987	.992	.997	
6	.953	.969	.980	.986	.958	.972	.982	.989	.977	.985	.992	.982	.989	.995	.987	.993	.997	
7	.957	.973	.983	.991	.961	.975	.985	.991	.979	.987	.994	.983	.990	.996	.987	.993	.998	
8	.960	.976	.986	.993	.963	.977	.987	.993	.981	.988	.995	.984	.991	.997	.987	.994	.998	
9	.963	.978	.987	.994	.965	.979	.989	.994	.983	.990	.996	.985	.992	.998	.988	.994	.999	
10	.965	.980	.989	.995	.967	.981	.990	.995	.984	.991	.997	.986	.993	.998	.988	.994	.999	
For 0 Per Cent Effective Floor Cavity Reflectance (20 Per Cent = 1.00)																		
Room Cavity Ratio	1	.859	.870	.879	.886	.873	.884	.893	.901	.916	.923	.929	.948	.954	.960	.979	.983	.987
2	.871	.887	.903	.919	.886	.902	.916	.928	.926	.938	.949	.954	.963	.971	.978	.983	.991	
3	.882	.904	.915	.942	.898	.918	.934	.947	.936	.950	.964	.958	.969	.979	.976	.984	.993	
4	.893	.919	.941	.958	.908	.930	.948	.961	.945	.961	.974	.961	.974	.984	.975	.985	.994	
5	.903	.931	.953	.969	.914	.939	.958	.970	.951	.967	.980	.964	.977	.988	.975	.985	.995	
6	.911	.940	.961	.976	.920	.945	.965	.977	.955	.972	.985	.966	.979	.991	.975	.986	.996	
7	.917	.947	.967	.981	.924	.950	.970	.982	.959	.975	.988	.968	.981	.993	.975	.987	.997	
8	.922	.953	.971	.985	.929	.955	.975	.986	.963	.978	.991	.970	.983	.995	.976	.988	.998	
9	.928	.958	.975	.988	.933	.959	.980	.989	.966	.980	.993	.971	.985	.996	.976	.988	.998	
10	.933	.962	.979	.991	.937	.963	.983	.992	.969	.982	.995	.973	.987	.997	.977	.989	.999	

Reflectancia del techo = 34.41%

Reflectancia de la pared = 30%

Relación de cavidad de cuarto = 4.2

<u>ρ_{cc}</u>	50%	34.41	30%
<u>ρ_w</u>	30%	30%	30%

Relación de cavidad
del cuarto.

4	0.980	0.986
4.2		
5	0.983	0.988

Interpolando tenemos:

1a. Interpolación.

Entre 4 y 5 para $cc = 50\%$ y $w = 30\%$

Próximo Mayor	5	0.983	
	4.2		0.9806
Próximo Menor	<u>4</u>	<u>0.980</u>	
	1	0.8	0.003

$$\begin{array}{r} 1 \quad \text{-----} \quad 0.003 \\ 0.8 \quad \text{-----} \quad X \end{array}$$

$$\therefore X = \frac{0.8 \times 0.003}{1} = 0.0024$$

$$\begin{array}{r} 0.983 \\ -0.0024 \\ \hline 0.9806 \end{array}$$

2a. Interpolación.

Entre 4 y 5 para cc = 30% y w = 30%

Próximo Mayor	5		0.988
		4.2	0.9864
Próximo Menor	<u>4</u>	<u>---</u>	<u>0.986</u>
	1	0.8	0.002

$$\begin{array}{r} 1 \quad \text{-----} \quad 0.002 \\ 0.8 \quad \text{-----} \quad X \end{array}$$

$$\therefore X = \frac{0.8 \times 0.002}{1} = 0.0016$$

$$\begin{array}{r} 0.988 \\ -0.0016 \\ \hline 0.9864 \end{array}$$

3a. Interpolación.

Entre 50% y 30%

Próximo Mayor	50%		0.9806
		34.41	0.98495
Próximo Menor	<u>30%</u>	<u>-----</u>	<u>0.9864</u>
	20	15.59	-0.0058

$$20 \text{ ----- } (-0.0058)$$

$$15.59 \text{ ----- } X$$

$$\therefore X = \frac{15.59 \times (-0.0058)}{20} = -0.00452$$

$$\begin{array}{r} 0.9806 \\ -(-0.00452) \\ \hline 0.98512 \end{array}$$

Aproximando el valor del factor nos da 0.985

El valor de C. U. final será:

$$C. U. \text{ final} = 0.985 \times 0.658 = 0.65$$

Con este valor ya tenemos todos los datos necesarios para substituirlos en nuestra fórmula del Método de lumen y por lo tanto tenemos:

$$N^{\circ} = \frac{800 \times 1000}{100000 \times 0.65 \times 0.54} = 23 \text{ Luminarios}$$

ESPACIAMIENTO MAXIMO ENTRE LUMINARIOS

De la curva de distribución del luminario (ver pag. 69)-
tenemos un factor de espaciamento máximo de 1.1

Espaciamento máximo = factor de espaciamento máximo_
X altura de la parte baja del -
luminario al plano de trabajo.

$$S_{max} \quad 1.1 \times 12 = 13.20 \text{ metros.}$$

Para ayudarnos a obtener la distribución aproximada de -
nuestros luminarios calculados, utilizamos la siguiente_
fórmula:

$$S = \sqrt{\frac{\text{Area}}{\text{No. de luminarios}}}$$

$$S = \sqrt{\frac{1000}{23}} = 6.59$$

Pero debemos cuidar que:

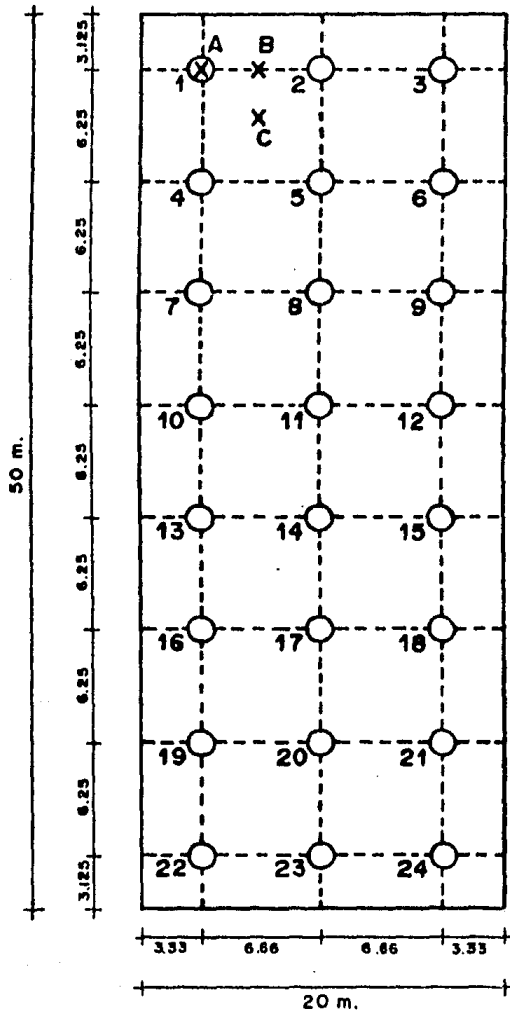
S Smax

S=6.59

Smax = 13.20 mts.

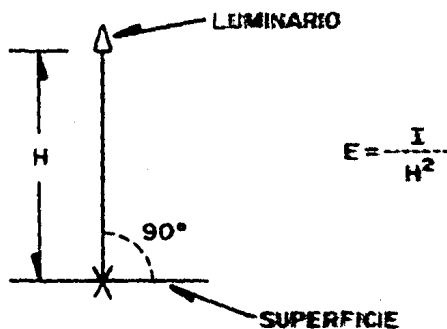
Por lo cual vemos que si se cumple.

ACOMODO DE LUMINARIOS



METODO PUNTO POR PUNTO

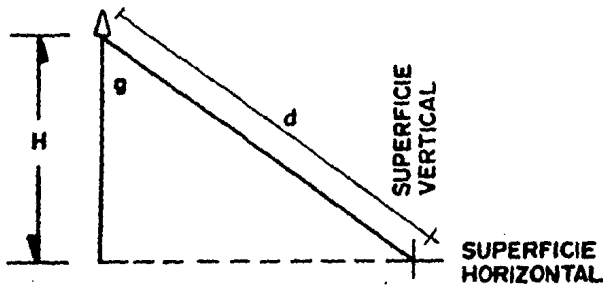
Este método es complementario del método de lumen, y lo usamos para comprobar si se está cumpliendo con el nivel de iluminación recomendado, el cual no deberá ser mayor o menor de 1/6 del nivel promedio. Este método llamado también Ley de la inversa del cuadrado de la distancia, se cumple cuando se trata de una fuente puntual (lámpara) y la superficie es perpendicular a la dirección del flujo luminoso.



Para luminarios, se considera suficientemente exacta, si la distancia del luminario al punto a tratar es igual o mayor a 5 veces la longitud mayor del luminario.

Ley del Coseno.- En el caso anterior, la superficie estaba situada perpendicularmente a la dirección de los rayos luminosos, pero cuando forma con esta un determinado --

ángulo θ , la ley de la inversa del cuadro de la distancia hay que multiplicarla por el coseno del ángulo, en el caso de superficies horizontales como se muestra en la figura.



$$E_H = \frac{I \cdot \cos \theta}{d^2}$$

En función de la altura queda de la siguiente forma:

$$E_H = \frac{I \cdot \cos^3 \theta}{H^2}$$

En el caso de que se trate de obtener el nivel de iluminación en la superficie vertical, tenemos:

$$E_V = \frac{I \cdot \sin \theta}{d^2}$$

en función de altura

$$E_v = \frac{I \cos^2 \phi \operatorname{sen} \phi}{H^2}$$

También podemos determinar el valor de E_v , conociendo el valor de E_H mediante la siguiente igualdad.

$$E_v = E_H \operatorname{tg} \phi$$

Comprobación de nuestro cálculo por este método en los - puntos anotados en el croquis anterior.

PUNTO A

LUMINARIO	DIST. EN METROS	θ	$\cos^3 \theta$	H^2	BUJIAS	LUXES

1	0	0	1	144	61920	430
2	6.66	29	0.67	144	57162	265
3	13.32	48	0.30	144	12400	26
4	6.25	28	0.70	144	58809	285
5	9.13	37	0.50	144	36198	127
6	14.75	51	0.25	144	10930	19
7	12.50	46	0.33	144	13570	31
8	14.16	50	0.27	144	11276	21
9	18.27	57	0.17	144	8697	10
10	18.75	57.4	0.16	144	8156	9
11	19.90	59	0.14	144	6949	7
12	23.00	63	0.10	144	4277	<u>3</u>
						1233

suma = 1233

E = 1233 Luxes iniciales

E mantenidos = 1233 x 0.54 = 666 Luxes.

PUNTO B

LUMINARIO	DIST. EN METROS	O	$\cos^3 \theta$	H^2	BUJIAS	LUXES

1	3.33	16	0.89	144	56476	351
2	3.33	16	0.89	144	56476	351
3	9.99	40	0.45	144	24643	78
4	7.08	31	0.64	144	55081	244
5	7.08	31	0.64	144	55081	244
6	11.78	45	0.36	144	15291	39
7	12.94	47	0.31	144	12938	28
8	12.94	47	0.31	144	12938	28
9	16.00	53	0.22	144	10436	16
10	19.04	58	0.15	144	7838	8
11	19.04	58	0.15	144	7838	8
12	21.25	61	0.12	144	5685	5
					<u>5</u>	1400

Suma = 1400

E Inicial = 1400 Luxes

E mantenidos = $1400 \times 0.54 = 756$ Luxes.

PUNTO C

LUMINARIO	DIST. EN METROS DEL EJE VERTICAL	O	$\cos^3 \theta$	H^2	BUJIAS	LUXES
1	4.57	21	0.82	144	61864	351
2	4.57	21	0.82	144	61864	351
3	10.47	41	0.43	144	21576	64
4	4.57	21	0.82	144	61864	351
5	4.57	21	0.82	144	61864	351
6	10.47	41	0.43	144	21576	64
7	9.95	40	0.46	144	25180	80
8	9.95	40	0.46	144	25180	80
9	13.70	49	0.29	144	11884	24
10	15.98	53	0.22	144	10445	16
11	15.98	53	0.22	144	10445	16
12	18.55	57	0.16	144	8383	9
						<u>1757</u>

Suma = 1757

E Inicial = 1757 Luxes

E Mantenedos = $1775 \times 0.54 = 949$ Luxus.

Como mencioné anteriormente, el nivel de iluminación no_ deberá ser mayor o menor de $1/6$ del nivel promedio.

E Promedio = 800 Luxes

E Mínimo = 666 Luxes

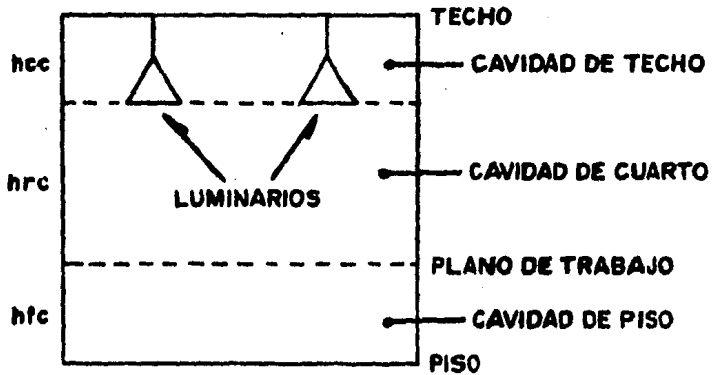
E Máximo = 933 Luxes

Que como se ve en los puntos calculados, se encuentran - dentro de éstos límites, por lo cual da por terminado -- éste cálculo.

METODO DE CAVIDAD ZONAL PARA LOSAS HORIZONTALES.

Como lo explicamos en páginas anteriores el método de cavidad zonal, sirve solamente para obtener el coeficiente de utilización, por lo tanto para el método de cavidad zonal para losas Horizontales, solo calcularemos el coeficiente de utilización por ser este el objetivo principal de este trabajo.

DETERMINACION DEL COEFICIENTE DE UTILIZACION POR EL METODO DE CAVIDAD ZONAL PARA LOSAS HORIZONTALES.



POR ESTE METODO, SON 4 LOS PASOS BASICOS PARA CALCULAR -
CUALQUIER NIVEL DE ILUMINACION.

- 1.- Determinar las relaciones de cavidad.
- 2.- Determinar las reflectancias de las cavidades.
- 3.- Seleccionar el coeficiente de utilización.
- 4.- Calcular el nivel de iluminación promedio.

1er. PASO.

Las relaciones de cavidad pueden ser encontrados en dos formas.

- a).- La primera y más exacta, es calculada usando las siguientes fórmulas.

Relación de Cavidad de techo (CCR) = $\frac{5 \text{ hcc (L + A)}}{L \times A}$
Ceiling Cavity Ratio.

Relación de Cavidad de Cuarto (RCR) = $\frac{5 \text{ hrc (L + A)}}{L \times A}$
Room Cavity ratio.

$$\text{Relación de cavidad de piso (FCR)} = \frac{5 \text{ hfc (L + A)}}{\text{L X A}}$$

Floor Cavity Ratio.

NOTA.- Para Areas Irregulares, la relación de Cavidad
= $\frac{2.5 \times \text{altura de la cavidad} \times \text{perímetro de la cavidad.}}{\text{AREA}}$

b).- La segunda para cálculos rápidos, es utilizando la tabla A - Cavity Ratios.
(ver Tabla 9-10, Pag. 9-9) del IES Lighting - Handbook.

2° PASO.

Se deben determinar las reflectancias efectivas para las cavidades de piso y Techo.- Estas, las podemos localizar en la Tabla B.

1.- Entraremos a la Tabla B con:(Ver fig. 9-11 -- Pag. 9-10)

a) Relación de Cavidad de Techo ó sea el resultado obtenido de la fórmula.

$$\text{CCR} = \frac{5 \text{ hcc (L + A)}}{\text{L x A}}$$

b) % de Reflexión de la pared.

c) % de Reflexión de Techo.

2.-

a) Relación de cavidad de piso.

$$FCR = \frac{5 \text{ hfc } (L + A)}{L \times A}$$

b) % de Reflexión de la Pared.

c) % de Reflexión de piso.

Notese que si el luminario es empotrado o Sobrepuesto, -
ó si el plano de trabajo es el piso, CCR y FCR, serán --
cero respectivamente y entonces, la reflectancia actual_
del techo ó piso, serán las reflectancias efectivas.

3er. PASO.

Con éstos valores y conociendo la relación de cavi-
dad del cuarto (RCR), podemos encontrar el C.U. en_
la tabla correspondiente del luminario a utilizar.-
Notese que en estas tablas de C. U., está dado para
una reflectancia efectiva de Piso (Lfc) de 20%, por
lo que si nuestro valor de reflectancia efectiva de

piso, antes de terminada es de 10% ó 30%, tendrémos que ajustar nuestro C. U., utilizando la tabla C.

EJEMPLO:

Luminario cat. No. 7400

Largo = 60 pies = 18.3 mts.

Ancho = 30 pies = 9.15 mts.

Altura de piso a techo = 14 pies = 4.27 mts.

Altura del plano de trabajo = 2 pies = 0.61 mts.

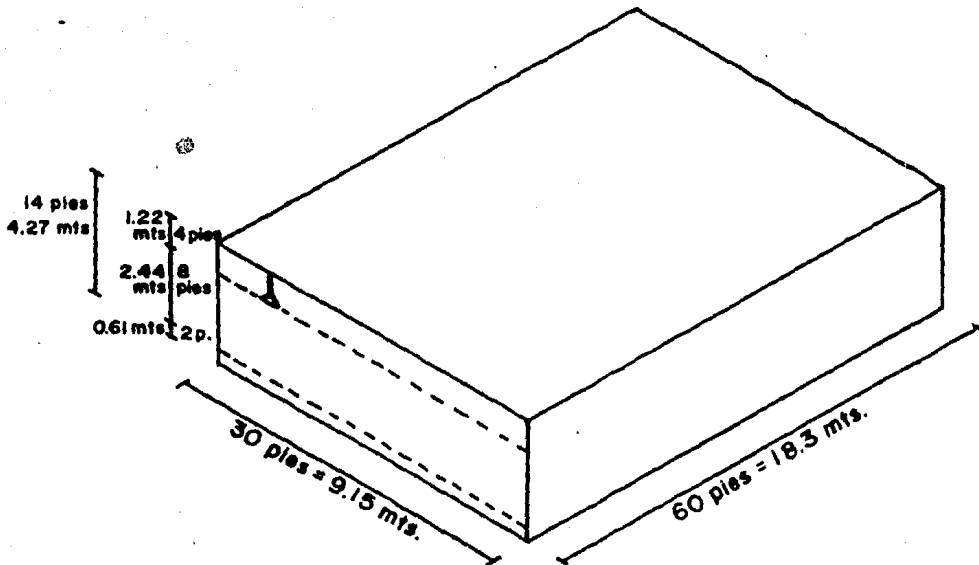
Luminario suspendido 4 pies = 1.22 mts.

Reflectancias:

Techo = 80%

Pared = 30%

Piso = 10%



1er. PASO.

Determinación de las cavidades de piso, techo y cuarto. -

$$CCR = \frac{5 (4) (30 + 60)}{30 \times 60} = 1,0$$

$$RCR = \frac{5 (8) (30 + 60)}{30 \times 60} = 2.0$$

$$FCR = \frac{5 (2) (30 + 60)}{30 \times 60} = 0.5$$

2° PASO.

Determinación de las reflectancias efectivas de Techo (ρ_{cc}) y Piso (ρ_{fc}) -

a) Reflectancia efectiva de Techo.

Tenemos como datos:

$$CCR = 1.0$$

$$\% \text{ de Reflexión pared} = 30\%$$

% de Reflexión de techo = 80%

entramos a la tabla B, con éstos valores y encontramos que ρ_{cc} , es igual a 61%

b) Reflectancia efectiva de piso.

Tenemos como datos:

FCR = 0.5

% de reflexión de pared = 30%

% de reflexión de piso = 10%

entramos a la tabla B, con éstos valores y encontramos que ρ_{fc} = 10%

3er. PASO.

Determinación del coeficiente de utilización (C.U.)

tenemos como datos:

RCR = 2.0

ρ_{cc} = 61%

ρ_w = 30%

ρ_{fc} = 10%

Entramos a la tabla de C. U., del luminario y obtenemos por interpolación el valor de C. U.

pfc 20%

ρ_{cc}	80%	61%	50%
ρ_w	30%		30%
RcR2	0.55		0.51

Interpolando para obtener el valor del C.U. para un 61% de reflectancia efectiva de techo tenemos:

Próximo Mayor	80%		0.55
Próximo Menor	<u>50%</u>	<u>61%</u>	<u>0.51</u>
	30°	19	0.04

$$30 \text{ --- } 0.04$$

$$19 \text{ --- } X$$

$$\therefore X = \frac{19 \times 0.04}{30} = 0.03$$

$$30$$

$$\therefore C.U. = 0.55 - 0.03 = 0.52$$

$$C.U. = 0.52$$

Como se notará, éste valor de C. U., que obtuvimos, es para una reflectancia efectiva de piso de $\rho_{fc} = 20\%$ y la actual es de $\rho_{fc} = 10\%$, por lo que tenemos que recurrir a la Tabla C, para encontrar el factor por el cual debemos de multiplicar el C. U. obtenido anteriormente y tener el C. U. definitivo.

Datos para entrar a la Tabla C.

% de reflectancia efectiva de Techo $\rho_{cc} = 61\%$

% de reflectancia efectiva de pared $\rho_w = 30\%$

RCR = 2

Interpolando obtenemos:

% ρ_{cc}	70%	61%	50%
% ρ_w	30%		30%
PCR	0.957		0.968
Próximo mayor	70%		0.957
		61%	
Próximo menor	<u>50%</u>		<u>0.968</u>
	20		-0.011

$$\frac{20}{-0.011} = \frac{9}{X} \therefore X = \frac{-0.011 \times 9}{20} = - \frac{0.005}{20}$$

$$0.957 - (-0.005) = \frac{0.962}{\underline{\underline{\quad}}}$$

Por lo que el C. U. final.

$$C. U. Final = 0.52 \times 0.962 = \frac{0.50}{\underline{\underline{\quad}}}$$

4° PASO.

Determinación de la cantidad de luminarios necesarios para el área a tratar por medio de la fórmula ya conocida.

$$\text{No. de luminarios} = \frac{E \times \text{Area}}{\text{Lúmenes/luminario} \times C.U. \times C.M.}$$

Fig. 9-11. Per Cent Effective Ceiling or Floor Cavity Reflectances for Various Reflectance Combinations

Per Cent Base* Reflectance	90										80										70										60										50									
Per Cent Wall Reflectance	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0
Cavity Ratio																																																		
0.2	80	88	88	87	86	85	85	84	84	82	79	78	78	77	77	76	76	75	74	72	70	69	68	67	67	66	66	65	64	60	59	59	58	57	56	56	55	53	50	50	49	49	48	48	47	46	46	44		
0.4	88	87	80	85	84	83	81	80	79	76	79	77	76	75	74	73	72	71	70	68	69	68	67	66	65	64	63	62	61	58	60	59	59	58	57	56	54	53	52	50	50	49	48	48	47	46	45	45	44	42
0.6	87	86	84	82	80	79	77	76	74	73	78	76	75	73	71	70	68	66	65	63	69	67	65	64	63	61	59	58	57	54	60	58	57	56	55	53	51	51	50	46	50	48	47	46	45	44	43	42	41	38
0.8	87	85	82	80	77	75	73	71	69	67	78	75	73	71	69	67	65	63	61	57	68	66	64	62	60	58	56	55	53	50	59	57	56	55	54	51	48	47	46	43	50	48	47	45	44	42	40	39	38	30
1.0	80	83	80	77	75	72	69	66	64	62	77	74	72	69	67	65	62	60	57	55	68	65	62	60	58	55	53	52	50	47	59	57	55	53	51	48	45	44	43	41	60	48	46	44	43	41	38	37	36	34
1.2	85	82	78	75	72	69	66	63	60	57	76	73	70	67	64	61	58	55	53	51	67	64	61	59	57	54	50	49	46	44	59	56	54	51	49	40	44	42	40	38	50	47	45	43	41	39	38	35	34	29
1.4	85	80	77	73	69	65	62	59	57	52	76	72	68	65	62	59	55	53	50	48	67	63	60	58	55	51	47	45	44	41	59	56	53	49	47	44	41	39	38	36	50	47	45	42	40	38	35	34	32	27
1.6	84	79	75	71	67	63	59	56	53	50	75	71	67	63	60	57	53	50	47	44	67	62	59	56	53	47	45	43	41	38	59	55	52	48	45	42	39	37	35	33	50	47	44	41	39	36	33	32	30	26
1.8	83	78	73	69	64	60	56	53	50	48	75	70	66	62	58	54	50	47	44	41	66	61	58	54	51	40	42	40	38	35	58	55	51	47	44	40	37	35	33	31	50	46	43	40	38	35	31	30	28	25
2.0	83	77	72	67	62	56	53	50	47	43	74	69	64	60	56	52	48	45	41	38	66	60	56	52	49	45	40	38	36	33	58	54	50	46	43	39	35	33	31	29	50	46	43	40	37	34	30	28	26	24
2.2	82	76	70	65	60	54	50	47	44	40	74	68	63	58	54	49	45	42	38	35	66	60	55	51	48	43	38	37	34	32	58	53	49	45	42	37	34	31	29	28	50	46	42	38	36	33	29	27	24	22
2.4	82	75	69	64	58	53	48	45	41	37	73	67	61	56	52	47	43	40	36	33	65	60	54	50	46	41	37	35	32	30	58	53	48	44	41	36	32	30	27	26	50	46	42	37	35	31	27	25	23	21
2.6	81	74	67	62	56	51	46	42	38	35	73	66	60	55	50	45	41	38	34	31	65	60	54	49	45	40	35	33	30	28	58	53	48	43	39	35	31	28	26	24	50	46	41	37	34	30	26	23	21	20
2.8	81	73	66	60	54	40	44	40	36	34	73	65	59	53	48	43	39	36	32	29	65	60	53	48	43	38	33	30	28	26	58	53	47	43	39	34	20	27	24	22	50	40	41	36	33	29	25	22	20	19
3.0	80	72	64	58	52	47	42	38	34	30	72	65	58	52	47	42	37	34	30	27	64	58	52	47	42	37	32	29	27	24	57	52	46	42	37	32	28	25	23	20	50	45	40	36	32	28	24	21	19	17
3.2	79	71	63	56	50	45	40	36	32	28	72	65	57	51	45	40	35	33	28	25	64	58	51	46	40	36	31	28	25	23	57	51	45	41	36	31	27	23	22	18	50	44	39	35	31	27	23	20	18	16
3.4	79	70	62	54	48	43	38	34	30	27	71	64	56	49	44	39	34	32	27	24	64	57	50	45	39	35	29	27	24	22	57	51	45	40	35	30	26	23	20	17	50	44	39	35	30	26	22	19	17	15
3.6	78	69	61	53	47	42	36	32	28	25	71	63	54	48	43	38	32	30	25	23	63	56	49	44	38	33	28	25	22	20	57	50	44	39	34	29	25	22	19	16	50	44	30	34	29	25	21	18	16	14
3.8	78	69	60	51	45	40	35	31	27	23	70	62	53	47	41	36	31	28	24	22	63	56	49	43	37	32	27	24	21	19	57	50	43	38	33	29	24	21	19	15	50	44	38	34	29	25	21	17	15	13
4.0	77	69	58	51	44	39	33	29	25	22	70	61	53	46	40	35	30	26	22	20	63	55	48	42	36	31	26	23	20	17	57	49	42	37	32	28	23	20	18	14	50	44	38	33	28	24	20	17	15	12
4.2	77	62	57	50	43	37	32	28	24	21	69	60	52	45	39	34	29	25	21	18	62	55	47	41	35	30	25	22	19	16	56	49	42	37	32	27	22	19	17	14	50	43	37	32	28	24	20	17	14	12
4.4	76	61	56	49	42	36	31	27	23	20	69	60	51	44	38	33	28	24	20	17	62	54	46	40	34	29	24	21	18	15	56	49	42	36	31	27	22	19	16	13	50	43	37	32	27	23	19	16	13	11
4.6	76	60	55	47	40	35	30	26	22	19	69	59	50	43	37	32	27	23	19	16	62	53	45	39	33	28	24	21	17	14	56	49	41	35	30	26	21	18	10	13	50	43	36	31	26	22	18	15	13	10
4.8	75	59	54	46	39	34	28	25	21	18	68	58	49	42	36	31	26	22	18	14	62	53	45	38	32	27	23	20	16	13	56	48	41	34	29	25	21	18	15	12	50	43	36	31	26	22	18	15	12	09
5.0	75	59	53	45	38	33	28	24	20	16	68	58	48	41	35	30	25	21	18	14	61	52	44	36	31	26	22	19	16	12	56	48	40	34	28	24	20	17	14	11	50	42	35	30	25	21	17	14	12	09
6.0	73	61	49	41	34	29	24	20	16	11	66	55	44	38	31	27	23	19	15	10	60	51	41	35	28	24	10	10	13	09	55	45	37	31	25	21	17	14	11	07	50	42	34	29	23	19	15	13	10	06
7.0	70	58	45	38	30	27	21	18	14	08	64	53	41	35	28	24	19	16	12	07	68	48	38	32	26	22	17	14	11	06	54	43	35	30	24	20	15	12	09	05	49	41	32	27	21	18	14	11	08	05
8.0	68	55	42	35	27	23	18	15	12	06	62	50	38	32	25	21	17	14	11	05	67	46	35	29	23	19	18	13	10	06	63	42	33	28	22	18	14	11	08	04	49	40	30	25	19	16	12	10	07	03
9.0	66	52	38	31	25	21	16	11	08	61	49	36	30	23	19	15	13	10	04	66	45	33	27	21	18	14	12	09	04	62	40	31	26	20	16	12	10	07	03	48	39	29	24	18	16	11	09	07	03	
10.0	65	51	36	29	22	19	15	11	09	04	59	46	33	27	21	18	14	11	08	03	65	43	31	25	19	16	12	10	08	03	61	39	29	24	18	15	11	09	07	02	47	37	27	22	17	14	10	08	06	02

* Ceiling, floor, or floor of cavity.

Fig. 9-11. Continued

Per Cent Base* Reflectance	40										30										20										10										0									
	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0
Per Cent Wall Reflectance																																																		
Cavity Ratio																																																		
0.2	40 40 39 39 39 38 38 37 36 30										31 31 30 30 29 29 28 28 27										21 20 20 20 20 19 19 19 17										11 11 11 10 10 10 10 09 09 09										02 02 02 01 01 01 01 00 00 0									
0.4	41 40 39 39 38 37 36 35 34 34										31 31 30 30 29 28 28 27 26 25										22 21 20 20 20 19 19 18 18 16										12 11 11 11 11 10 10 09 09 08										04 03 02 02 02 02 01 01 00 0									
0.6	41 40 39 38 37 36 34 33 32 31										32 31 30 29 28 27 26 25 23										23 21 21 20 19 19 18 18 17 15										13 13 12 11 11 10 10 09 08 08										05 05 04 03 03 02 02 01 01 0									
0.8	41 40 38 37 36 35 33 32 31 29										32 31 30 29 28 26 25 23 22										24 22 21 20 19 19 18 17 16 14										15 14 13 12 11 10 10 09 08 07										07 06 05 04 04 03 02 02 01 0									
1.0	42 40 38 37 35 33 32 31 29 27										33 32 30 29 27 25 24 23 22 20										25 23 22 20 19 18 17 16 15 13										16 14 13 12 12 11 10 09 08 07										08 07 06 05 04 03 02 02 01 0									
1.2	42 40 38 36 34 32 30 29 27 25										33 32 30 28 27 25 23 22 21 19										25 23 22 20 19 17 17 16 14 12										17 15 14 13 12 11 10 09 07 06										10 08 07 06 05 01 03 02 01 0									
1.4	42 39 37 35 33 31 29 27 25 23										34 32 30 28 26 24 22 21 19 18										26 24 22 20 18 17 16 15 13 12										18 16 14 13 12 11 10 09 07 06										11 09 08 07 06 04 03 02 01 0									
1.6	42 39 37 35 32 30 27 25 23 22										34 33 29 27 25 23 22 20 18 17										26 24 22 20 18 17 16 15 13 11										19 17 15 14 12 11 09 08 07 06										12 10 09 07 06 05 03 02 01 0									
1.8	43 39 36 34 31 29 26 24 22 21										35 33 29 27 25 23 21 19 17 16										27 25 23 20 18 17 15 14 12 10										19 17 15 14 13 11 09 08 06 05										13 11 09 08 07 05 04 03 01 0									
2.0	42 39 36 34 31 28 25 23 21 19										35 33 29 26 24 22 20 18 16 14										28 25 23 20 18 16 15 13 11 09										20 18 16 14 13 11 09 08 06 05										14 12 10 09 07 05 01 03 01 0									
2.2	42 39 36 33 30 27 24 22 19 18										36 32 29 26 24 22 19 17 15 13										28 25 23 20 18 16 14 12 10 09										21 19 16 14 13 11 09 07 06 05										15 13 11 09 07 06 01-03 01 0									
2.4	43 39 35 33 29 27 24 21 18 17										36 32 29 26 24 22 19 16 14 12										29 26 23 20 18 16 14 12 10 08										22 19 17 15 13 11 09 07 06 05										16 13 11 09 08 06 04 03 01 0									
2.6	43 39 35 32 29 26 23 20 17 15										36 32 29 25 23 21 18 16 14 12										29 26 23 20 18 16 14 11 09 08										23 20 17 15 13 11 09 07 06 04										17 14 12 10 08 06 05 03 02 0									
2.8	43 39 35 32 28 25 22 19 16 14										37 33 29 25 23 21 17 15 13 11										30 27 23 20 18 15 13 11 09 07										23 20 18 16 13 11 09 07 05 03										17 15 13 10 08 07 05 03 02 0									
3.0	43 39 35 31 27 24 21 18 16 13										37 33 29 25 22 20 17 15 12 10										30 27 23 20 17 15 13 11 09 07										24 21 18 16 13 11 09 07 05 03										18 16 13 11 09 07 05 03 02 0									
3.2	43 39 35 31 27 23 20 17 15 13										37 33 29 25 22 19 16 14 12 10										31 27 23 20 17 15 12 11 09 06										25 21 18 16 13 11 09 07 05 03										19 16 14 11 09 07 05 03 02 0									
3.4	43 39 34 30 26 23 20 17 14 12										37 33 29 25 22 19 16 14 11 09										31 27 23 20 17 15 12 10 08 06										26 22 18 16 13 11 09 07 05 03										20 17 14 12 09 07 05 03 02 0									
3.6	44 39 34 30 26 22 19 16 14 11										38 33 29 24 21 18 15 13 10 09										32 27 23 20 17 15 12 10 08 05										26 22 19 16 13 11 09 06 04 03										20 17 15 12 10 08 05 04 02 0									
3.8	44 38 33 29 25 22 18 16 13 10										38 33 28 24 21 18 15 13 10 08										32 28 23 20 17 15 12 10 07 05										27 23 19 17 14 11 09 06 04 02										21 18 15 12 10 08 05 04 02 0									
4.0	44 38 33 29 24 21 18 15 12 10										38 33 28 24 21 18 14 12 09 07										32 28 23 20 17 14 11 09 07 05										27 23 20 17 14 11 09 06 04 02										22 18 15 13 10 08 05 04 02 0									
4.2	44 38 33 29 24 21 17 15 12 10										38 33 28 24 20 17 14 12 09 07										33 28 23 20 17 14 11 08 07 04										28 24 20 17 14 11 09 06 04 02										22 19 16 13 10 08 06 04 02 0									
4.4	44 38 33 28 24 20 17 14 11 09										39 33 28 24 20 17 14 11 09 06										34 28 24 20 17 14 11 09 07 04										28 24 20 17 14 11 08 06 04 02										23 19 16 13 10 08 06 04 02 0									
4.6	44 38 32 28 23 19 16 14 11 08										39 33 28 24 20 17 13 10 08 06										34 29 24 20 17 14 11 09 07 04										29 25 20 17 14 11 08 06 04 02										23 20 17 13 11 08 06 04 02 0									
4.8	44 38 32 27 22 19 16 13 10 08										39 33 28 24 20 17 13 10 08 05										35 29 24 20 17 13 10 08 06 04										30 25 20 17 14 11 08 06 04 02										24 20 17 14 11 08 06 04 02 0									
5.0	45 38 31 27 22 19 15 13 10 07										39 33 28 24 19 16 13 10 08 05										35 28 24 20 16 13 10 08 06 04										30 25 20 17 14 11 08 06 04 02										25 21 17 14 11 08 06 04 02 0									
6.0	44 37 30 25 20 17 13 11 08 05										39 33 27 23 18 15 11 09 06 04										36 30 24 20 16 13 10 08 05 03										31 26 21 18 14 11 08 06 03 01										27 23 18 15 12 09 06 04 02 0									
7.0	44 36 29 24 10 16 12 10 07 04										40 33 26 22 17 14 10 08 05 03										36 30 24 20 15 12 09 07 04 02										32 27 21 17 13 11 08 06 03 01										28 24 10 15 12 09 06 04 02 0									
8.0	44 35 28 23 18 15 11 09 06 03										40 33 26 21 16 13 09 07 04 02										37 30 23 19 15 12 08 06 03 01										33 27 21 17 13 10 07 05 03 01										20 25 20 15 12 09 06 04 02 0									
9.0	44 35 26 21 16 13 10 08 05 02										40 33 25 20 15 12 09 07 04 02										37 29 23 19 14 11 08 06 03 01										34 28 21 17 13 10 07 05 02 01										31 26 20 15 12 09 06 04 02 0									
10.0	43 34 25 20 15 12 08 07 05 02										40 32 24 19 14 11 08 06 03 01										37 29 22 18 13 10 07 08 03 01										34 28 21 17 12 10 07 05 02 01										31 25 20 15 12 09 06 04 02 0									

* Ceiling, floor, or floor of cavity.

Fig. 9-11. Continued

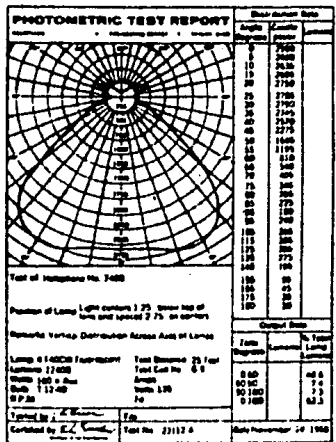
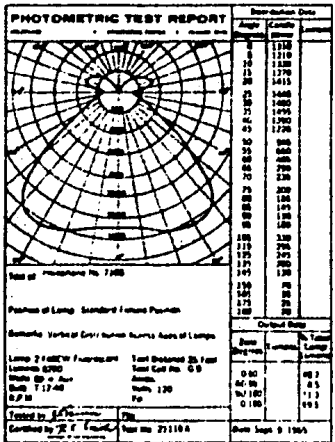
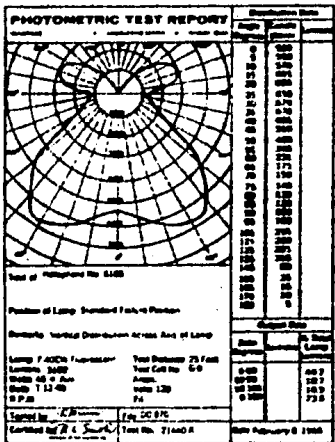
Per Cent Base* Reflectance	40										30										20										10										0									
	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0
Per Cent Wall Reflectance																																																		
Cavity Ratio																																																		
0.2	40 40 30 30 39 38 38 37 30 30										31 31 30 30 29 29 28 28 27										21 20 20 20 20 19 19 10 17										11 11 11 10 10 10 10 09 09 09										02 02 02 01 01 01 01 00 00 0									
0.4	41 40 39 39 38 37 36 35 34 34										31 31 30 30 29 28 28 27 26 26										22 21 20 20 20 19 18 18 16										12 11 11 11 11 10 10 09 08 08										04 03 03 02 02 02 01 01 00 0									
0.6	41 40 39 38 37 36 34 33 32 31										32 31 30 29 28 27 26 25 23 22										23 21 21 20 19 18 18 17 15										13 13 12 11 11 10 10 09 08 08										05 05 04 03 03 02 02 01 01 0									
0.8	41 40 38 37 36 35 33 32 31 29										32 31 30 29 28 26 25 23 22										24 22 21 20 19 18 17 16 14										15 14 13 12 11 10 10 09 08 07										07 06 05 04 04 03 02 02 01 0									
1.0	42 40 38 37 35 33 32 31 29 27										33 33 30 29 27 25 24 23 22 20										25 23 22 20 19 18 17 16 15 13										16 14 13 12 12 11 10 09 08 07										08 07 06 05 04 03 02 02 01 0									
1.2	42 40 38 36 34 32 30 29 27 25										33 32 30 28 27 25 23 22 21 19										25 23 22 20 19 17 17 16 14 12										17 15 14 13 12 11 10 09 07 06										10 08 07 06 05 01 03 02 01 0									
1.4	42 39 37 35 33 31 29 27 25 23										34 32 30 28 26 24 22 21 19 18										26 24 22 20 18 17 16 15 13 12										18 16 14 13 12 11 10 09 07 06										11 09 08 07 06 04 03 02 01 0									
1.6	42 39 37 35 32 30 27 25 23 22										34 33 29 27 25 23 22 20 18 17										26 24 22 20 18 17 16 15 13 11										19 17 15 14 12 11 09 08 07 06										12 10 09 07 06 05 03 02 01 0									
1.8	42 39 36 34 31 29 26 24 22 21										35 33 29 27 25 23 21 19 17 16										27 25 23 20 18 17 15 14 12 10										19 17 15 14 13 11 09 08 06 05										13 11 09 08 07 05 04 03 01 0									
2.0	42 39 36 34 31 28 25 23 21 19										35 33 29 26 24 22 20 18 16 14										28 26 23 20 18 16 15 13 11 09										20 18 16 14 13 11 09 08 06 05										14 12 10 09 07 05 04 03 01 0									
2.2	42 39 36 33 30 27 24 22 19 18										36 32 29 26 24 22 19 17 15 13										28 25 23 20 18 16 14 12 10 09										21 19 16 14 13 11 09 07 06 05										15 13 11 09 07 06 04 03 01 0									
2.4	43 39 35 33 29 27 24 21 18 17										36 32 29 26 24 22 19 16 14 12										29 26 23 20 18 16 14 12 10 08										22 19 17 15 13 11 09 07 06 05										16 13 11 09 08 06 04 03 01 0									
2.6	43 39 35 32 29 26 23 20 17 15										36 32 29 25 23 21 18 16 14 12										29 26 23 20 18 16 14 11 09 08										23 20 17 15 13 11 09 07 06 04										17 14 12 10 08 06 05 03 02 0									
2.8	43 39 35 32 28 25 22 19 16 14										37 33 29 25 23 21 17 15 13 11										30 27 23 20 18 15 13 11 09 07										23 20 18 16 13 11 09 07 05 03										17 15 13 10 08 07 05 03 02 0									
3.0	43 39 35 31 27 24 21 18 16 13										37 33 29 25 22 20 17 15 12 10										30 27 23 20 17 15 13 11 09 07										24 21 18 16 13 11 09 07 05 03										18 16 13 11 09 07 05 03 02 0									
3.2	43 39 35 31 27 23 20 17 15 13										37 33 29 25 22 19 16 14 12 10										31 27 23 20 17 15 12 11 09 06										25 21 18 16 13 11 09 07 05 03										19 16 14 11 09 07 05 03 02 0									
3.4	43 39 34 30 26 23 20 17 14 12										37 33 29 25 22 19 16 14 11 09										31 27 23 20 17 15 12 10 08 06										26 22 18 16 13 11 09 07 05 03										20 17 14 12 09 07 05 03 02 0									
3.6	44 39 34 30 26 22 19 16 14 11										38 33 29 24 21 18 15 13 10 09										32 27 23 20 17 15 12 10 08 05										26 22 19 16 13 11 09 06 04 03										20 17 15 12 10 08 05 04 02 0									
3.8	44 38 33 29 25 22 18 16 13 10										38 33 28 24 21 18 15 13 10 08										32 28 33 20 17 15 12 10 07 05										27 23 19 17 14 11 09 06 04 02										21 18 15 12 10 08 05 04 02 0									
4.0	44 38 33 29 25 21 18 15 12 10										38 33 28 24 21 18 14 12 09 07										33 28 23 20 17 14 11 09 07 05										27 23 20 17 14 11 09 06 04 02										22 18 15 13 10 08 05 04 02 0									
4.2	44 38 33 29 24 21 17 15 12 10										38 33 28 24 20 17 14 12 09 07										33 28 23 20 17 14 11 09 07 04										28 24 20 17 14 11 09 06 04 02										22 19 16 13 10 08 06 04 02 0									
4.4	44 38 33 29 24 20 17 14 11 09										39 33 28 24 20 17 14 11 09 06										34 28 24 20 17 14 11 09 07 04										28 24 20 17 14 11 08 06 04 02										23 19 16 13 10 08 06 04 02 0									
4.6	44 38 32 28 23 19 16 14 11 08										39 33 28 24 20 17 13 10 08 06										34 29 24 20 17 14 11 09 07 04										29 25 20 17 14 11 08 06 04 02										23 20 17 13 11 08 06 04 02 0									
4.8	44 38 32 27 22 19 16 13 10 08										39 33 28 24 20 17 13 10 08 06										35 29 24 20 17 13 10 08 06 04										29 25 20 17 14 11 08 06 04 02										24 20 17 14 11 08 06 04 02 0									
5.0	45 38 31 27 22 19 15 13 10 07										39 33 28 24 19 16 13 10 08 06										35 29 24 20 16 13 10 08 06 04										30 25 20 17 14 11 08 06 04 02										25 21 17 14 11 08 06 04 02 0									
6.0	44 37 30 25 20 17 13 11 08 06										39 33 27 23 18 15 11 09 06 04										36 30 24 20 16 13 10 08 05 03										31 26 21 18 14 11 08 06 03 01										27 23 18 15 12 09 06 04 02 0									
7.0	44 36 29 24 19 16 12 10 07 04										40 33 26 22 17 14 10 08 05 03										36 30 24 20 15 12 09 07 04 02										32 27 21 17 13 11 08 06 03 01										28 24 19 15 12 09 06 04 02 0									
8.0	44 35 28 23 18 15 11 09 06 03										40 33 26 21 16 13 09 07 04 02										37 30 23 19 15 12 08 06 03 01										33 27 21 17 13 10 07 05 03 01										30 25 20 15 12 09 06 04 02 0									
9.0	44 35 26 21 16 13 10 08 05 02										40 33 25 20 15 12 09 07 04 02										37 29 23 19 14 11 08 06 03 01										34 28 21 17 13 10 07 05 03 01										31 26 20 15 12 09 06 04 02 0									
10.0	43 34 25 20 15 12 08 07 05 02										40 32 34 19 14 11 08 06 03 01										37 29 22 18 13 10 07 06 03 01										34 28 21 17 12 10 07 05 02 01										31 25 20 15 12 09 06 04 02 0									

* Ceiling, floor, or floor of cavity.

-117-



Illumination data.



Coefficients of Utilization, Zonal Cavity Method.

No. 6100

RCR	20%		50%	
	pte		pec	
	50%	30%	10%	50%
1	.73	.70	.67	.63
2	.84	.59	.56	.55
3	.57	.51	.47	.50
4	.51	.45	.40	.44
5	.45	.39	.35	.40
6	.41	.35	.30	.36
7	.37	.30	.26	.32
8	.33	.27	.23	.29
9	.30	.24	.20	.26
10	.27	.21	.17	.24

No. 7100

RCR	20%		50%	
	pte		pec	
	50%	30%	10%	50%
1	.71	.68	.66	.63
2	.63	.59	.55	.57
3	.56	.51	.49	.51
4	.51	.45	.41	.46
5	.45	.40	.35	.41
6	.41	.35	.31	.37
7	.37	.31	.27	.34
8	.33	.27	.24	.30
9	.30	.24	.20	.27
10	.27	.21	.18	.25

No. 7400

RCR	20%		50%	
	pte		pec	
	50%	30%	10%	50%
1	.65	.63	.61	.59
2	.58	.55	.52	.53
3	.52	.48	.44	.48
4	.47	.42	.38	.43
5	.42	.37	.33	.39
6	.38	.33	.29	.35
7	.34	.29	.26	.32
8	.31	.26	.22	.28
9	.28	.23	.19	.26
10	.25	.20	.17	.23

Average Luminance in Footlamberts.

Vertical Angle	Across Axis	45° Plane	Along Axis
60°	480	410	405
65°	380	350	360
70°	345	330	325
75°	350	315	275
80°	360	305	250
85°	370	295	340

Vertical Angle	Across Axis	45° Plane	Along Axis
60°	500	505	415
65°	470	440	350
70°	425	425	385
75°	415	435	360
80°	405	460	440
85°	440	490	505

Vertical Angle	Across Axis	45° Plane	Along Axis
60°	875	660	485
65°	650	515	415
70°	560	515	430
75°	550	535	360
80°	565	610	465
85°	585	615	490

TABLE C

FACTORS FOR 10 PER CENT OR 30 PER CENT EFFECTIVE FLOOR CAVITY REFLECTANCE
 (20 PER CENT = 1.00)
 FOR 10 PER CENT EFFECTIVE FLOOR CAVITY REFLECTANCE MULTIPLY BY FACTOR
 FOR 30 PER CENT EFFECTIVE FLOOR CAVITY REFLECTANCE DIVIDE BY FACTOR

% EFFECTIVE CEILING CAVITY REFLECTANCE, ...	80				70				50			30			10		
	70	50	30	10	70	50	30	10	50	30	10	50	30	10	50	30	10
ROOM CAVITY RATIO																	
1	.923	.929	.935	.940	.933	.939	.947	.948	.956	.963	.963	.973	.979	.979	.989	.991	.993
2	.931	.942	.950	.958	.940	.949	.957	.963	.962	.969	.974	.976	.987	.985	.988	.991	.995
3	.939	.951	.961	.969	.945	.957	.966	.973	.967	.975	.981	.978	.993	.988	.988	.992	.996
4	.944	.958	.969	.978	.950	.963	.973	.980	.972	.980	.986	.980	.985	.981	.987	.992	.996
5	.949	.964	.976	.983	.954	.968	.978	.985	.975	.983	.989	.981	.985	.993	.987	.992	.997
6	.953	.969	.980	.986	.958	.972	.982	.989	.977	.985	.992	.982	.987	.995	.987	.993	.997
7	.957	.973	.983	.991	.961	.975	.985	.991	.979	.987	.994	.983	.988	.996	.987	.993	.998
8	.960	.976	.986	.993	.963	.977	.987	.993	.981	.988	.995	.984	.989	.997	.987	.994	.998
9	.963	.978	.987	.994	.965	.979	.989	.994	.983	.990	.996	.985	.992	.998	.988	.994	.999
10	.965	.980	.989	.995	.967	.981	.990	.995	.984	.991	.997	.986	.993	.998	.988	.994	.999

TYPICAL ZONAL CAVITY C.U. TABLE
 CAT. NO. 7400

at 20%

RCR	Pct P ₁	80%				70%				50%			30%			10%			0%
		70%	50%	30%	10%	70%	50%	30%	10%	50%	30%	10%	50%	30%	10%	50%	30%	10%	0%
1		.71	.69	.66	.64	.69	.66	.63	.62	.62	.60	.59	.58	.57	.56	.55	.54	.53	.51
2		.66	.61	.57	.54	.64	.60	.56	.53	.56	.53	.50	.48	.46	.44	.45	.48	.46	.44
3		.61	.55	.50	.46	.59	.53	.49	.45	.50	.47	.44	.48	.45	.42	.45	.43	.41	.39
4		.56	.49	.44	.40	.54	.48	.43	.39	.45	.41	.38	.43	.40	.37	.41	.39	.36	.34
5		.52	.44	.39	.35	.50	.43	.38	.34	.41	.38	.33	.39	.35	.32	.37	.34	.31	.30
6		.48	.40	.34	.30	.46	.39	.34	.30	.37	.32	.29	.35	.31	.29	.33	.30	.27	.26
7		.44	.36	.30	.27	.43	.35	.30	.26	.33	.29	.25	.32	.28	.25	.30	.27	.24	.23
8		.41	.32	.27	.23	.39	.31	.26	.23	.30	.25	.22	.29	.25	.22	.27	.24	.21	.20
9		.37	.29	.24	.20	.36	.28	.23	.20	.27	.22	.19	.26	.22	.19	.24	.21	.18	.17
10		.35	.26	.21	.18	.34	.25	.21	.17	.24	.20	.17	.23	.19	.17	.22	.19	.16	.15

CONCLUSIONES

Las estructuras sociales y económicas de nuestra sociedad actual, se fundamentan en un porcentaje elevadísimo en los sistemas de producción. Para producir los elementos necesarios para nuestros sistemas de vida, se precisa en líneas generales, y dejando aparte el trabajo del hombre, tres tipos de medios materiales.

Por una parte, se debe contar con materias primas; por otra con recursos energéticos suficientes y finalmente, es preciso disponer tanto de lugares adecuadamente acondicionados, como de herramientas y equipos de producción eficaces.

A nadie le sorprende, por sabido que el último tipo de medio antes citado, es decir, los lugares de trabajo adecuadamente acondicionados, son imprescindibles, para la supervivencia de las estructuras actuales.

Hoy en día, no podemos pensar en una limitación de los recursos energéticos a la limitación de los sistemas de producción y transformación y mucho menos la limitación de las horas de trabajo en que la iluminación natural no existe o es insuficiente.

Aceptando la decisiva influencia del alumbrado artificial en el campo, no resultará exagerado afirmar que un

alto porcentaje del producto anual bruto en un país, depende directa y decisivamente, de la disponibilidad de alumbrado artificial.

El trabajo es una manifestación más de la compleja y poliforma actividad que puede realizar el ser humano. Constituye una función de acoplamiento del individuo frente a una tarea, a desarrollar en un determinado ambiente.- Es evidente pues que la LUZ (característica ambiental) y VISION (característica personal), deben complementarse y armonizarse para conseguir que su integración o visibilidad permita desarrollar normalmente la actividad laboral.

BIBLIOGRAFIA

- 1.- I. E. S. LIGHTING HANDBOOK
- 2.- BOLETIN DE INGENIERIA GTE SYLVANIA
- 3.- MANUAL DE CALCULOS DE WIDE LITE
- 4.- MANUAL DE ALUMBRADO OSRAM
- 5.- MANUAL DE ALUMBRADO WESTINGHOUSE, POR ELECTRONICA -
IBERICA.
- 6.- I.E.S. LIGHTING FUNDAMENTALES COURSE ED-3
POR SOCIEDAD MEXICANA DE INGENIERIA DE ILUMINACION.