

Ministerio de Energía y Minas DIREC. GRAL. DE ELECTRICIDAD Norma Aprobada R.D. N° 168-82-EM/DGE 31.05.1982 Norma N° DGE 017-AI-1/1982	NORMA DE ALUMBRADO DE INTERIORES Y CAMPOS DEPORTIVOS
---	---

CONTENIDO

1. GENERALIDADES
 - 1.1 Objeto de la Norma
 - 1.2 Alcance
 - 1.3 Códigos, Normas y Reglamentos a Consultar
2. DEFINICIONES
3. FUNCIONES DEL ALUMBRADO
 - 3.1 Generalidades
 - 3.2 Interiores en General
 - 3.3 Locales de Asistencia Médica
 - 3.4 Locales Deportivas
 - 3.5 Museos
 - 3.6 Exteriores
 - 3.7 Playas de Estacionamiento y Garajes
4. REQUERIMIENTOS DEL ALUMBRADO
 - 4.1 Generalidades
 - 4.2 Iluminación
 - 4.3 Distribución de Luminancias en el Campo Visual
 - 4.4 Limitación del Deslumbramiento
 - 4.5 Dirección de Incidencia de la Luz y Efecto de Sombra
 - 4.6 Efecto Estroboscópico
 - 4.7 Luz y Color

5. PROYECTOS DE INSTALACIONES DE ALUMBRADO
 - 5.1 Generalidades
 - 5.2 Selección del Tipo de Alumbrado
 - 5.3 Equilibrio entre Luz Diurna y Luz Artificial
 - 5.4 Recomendaciones para el Diseño de las Instalaciones de Alumbrado.

6. MANTENIMIENTO DE LA INSTALACIÓN DE ALUMBRADO

7. ILUMINACIÓN RECOMENDADA PARA INTERIORES EN GENERAL

8. ILUMINACIÓN RECOMENDADA PARA LOCALES DE ASISTENCIA MÉDICA
 - 8.1 Principios Generales
 - 8.2 Alumbrado de Cuadras, Crujías o Cuartos
 - 8.3 Salas de Examen Médico
 - 8.4 Salas de Operaciones
 - 8.5 Salas de Recuperación, Salas de Cuidado Intensivo, etc.
 - 8.6 Otras Salas.

9. ILUMINACIÓN RECOMENDADA PARA LOCALES DEPORTIVOS

10. ILUMINACIÓN RECOMENDADA PARA MUSEOS
 - 10.1 Niveles de Iluminación Recomendados.
 - 10.2 Recomendaciones de Diseño.

11. ILUMINACIÓN RECOMENDADA PARA EXTERIORES
 - 11.1 Edificaciones y Monumentos
 - 11.2 Parques y Jardines
 - 11.3 Carteles y Anuncios

12. ILUMINACIÓN RECOMENDADA PARA PLAYAS DE ESTACIONAMIENTO Y PARA GARAJES
 - 12.1 Niveles de Iluminación Recomendadas
 - 12.2 Uniformidad
 - 12.3 Limitación del Deslumbramiento

1. GENERALIDADES

1.1. Objeto de la Norma

La presente Norma tiene por objeto uniformizar criterios en la elaboración de proyectos referentes al alumbrado de interiores en general, de locales, de asistencia médica, de locales deportivos, y de exteriores.

1.2. Alcances

La presente Norma es aplicable al alumbrado de:

Interiores en General: Puesto de trabajo, recintos de trabajo, centros de enseñanza y capacitación, áreas de circulación en edificaciones, recintos para descanso, instalaciones sanitarias, recintos de asistencia médica, puestos de trabajo y áreas de circulación del aire libre, y unidades de vivienda.

Locales de asistencia médica: hospitales, clínicas, centros de salud, postas médicas, etc.

Locales deportivos: locales de campos deportivos exteriores e interiores, lugares para reuniones deportivas y áreas de circulación.

Museos, playas de estacionamiento, garajes, anuncios y carteles, fachadas de monumentos y edificaciones, parques y jardines.

1.3. Códigos, Normas y Reglamentos a Consultar

- Tomo V del Código Nacional de Electricidad “Sistema Utilización”.
- Norma DGE 016-AP-1 “Norma de Alumbrado de Vías Públicas”.
- Norma DIN 5035 “Alumbrado Artificial de Interiores”, Partes 1, 2 y 3.
- IES Lighting Handbook
- Norma DIN 67528 “Alumbrado de Playas de Estacionamiento y Garajes”

2. DEFINICIONES

A continuación se dan las definiciones que son esenciales para el uso adecuado de la presente Norma.

Los números entre paréntesis corresponden a la Norma de Alumbrado, IEC 50, Grupo 45 de la Comisión Electrotécnica Internacional.

2.1. Alumbrado General (45 – 50 - 020)

Alumbrado de un recinto sin tomar en consideración las exigencias particulares propias de alguna parte del recinto.

2.2. Alumbrado Localizado (45 – 50 - 025)

Alumbrado diseñado para incrementar la iluminación en algunas posiciones especificadas, como de aquellas en las cuales se efectúa un trabajo.

2.3. Campo Visual (del ojo, o de los ojos) (45 – 25 -240)

Extensión angular del espacio dentro del cual puede percibirse un objeto, si la cabeza y el ojo (a los ojos) se mantienen fijos. El campo pueda ser monocular o binocular.

2.4. Candela (Cd)

Intensidad luminosa en una dirección dada, de una fuente que emite una radiación monocromática de frecuencia 540×10^{12} hertz y cuya intensidad energética en esa dirección es $1/683$ de vatio por estereoradián (Definición adoptado por la Conferencia General de Pesas y Medidas – Octubre 1979).

2.5. Candela por metro cuadrado (Cd/m²) (45 – 10 -090)

Unidad de luminancia

2.6. Contraste (45 – 25 -265)

Efecto subjetivo de la diferencia en la apariencia de dos partes de un campo de la visión, vistas simultánea o sucesivamente (Ej.: contraste de color, de luminancia, simultáneas, sucesivas)

2.7. Depreciación del Flujo Luminoso de la Lámpara

Porcentaje de pérdida de emisión del flujo luminoso de la lámpara en condiciones normales de funcionamiento en relación a las horas de uso.

2.8. Deslumbramiento (45 – 25 -295)

La condición de la visión en la cual existe molestia o una reducción en la capacidad de distinguir objetos, o ambas cosas, debido a la distribución desfavorable de luminancias o de rangos de luminancias, o a contrastes extremos en el espacio y tiempo.

2.9. Deslumbramiento Perturbador (45 – 25 -320)

Deslumbramiento que causa una reducción en la capacidad visual.

2.10. Deslumbramiento Molesto (45 – 25 – 315)

Deslumbramiento que causa molestia, sin reducir necesariamente la visión de los objetos. Después de un tiempo bastante prolongado en un recinto, se da origen a una prematura fatiga y a una reducción en el rendimiento, concentración y comodidad.

2.11. Deslumbramiento Directo (45 – 25 – 300)

Deslumbramiento debido a un objeto luminoso situado en, o cerca de la misma dirección en que se ve dicho objeto.

2.12. Deslumbramiento Reflejado (45 – 25 - 310)

Deslumbramiento producido por reflexiones especulares originadas desde objetos luminosos, particularmente cuando las imágenes reflejadas se presentan en o cerca de la misma dirección del objeto que se está viendo.

2.13. Eficiencia Luminosa (de una Fuente) (45 –10 -055)

Cociente del flujo luminoso total emitido por una fuente, por la potencia total consumida.

2.14. Factor de Conservación (o de mantenimiento) (fm) (45 – 50 -220)

Relación de la iluminación de una instalación después de un periodo especificado de uso, a la iluminación de la misma instalación de la misma instalación nueva.

2.15. Factor de Utilización (45 –50 - 200)

Relación del flujo luminoso que llega al plano de trabajo, al total del flujo generado por las lámparas.

2.16. Flujo Luminoso (f) (45 – 10 - 020)

Cantidad característica de flujo radiante que expresa la capacidad para producir una sensación luminosa, evaluada de acuerdo a los valores de eficiencia luminosa relativa.

Unidad : Lumen (lm)

2.17. Grado de Reflexión (r)

Relación del flujo luminoso reflejado al flujo luminoso incidente.

2.18. Iluminación (E) (45 –10 - 010)

Aplicación de radiación visible (Luz) a un objeto. Densidad de flujo luminoso repartido uniformemente sobre una superficie.

Unidad : Lux (lx)

2.19. Iluminación Media (\bar{E})

Media aritmética de los valores de iluminación en un recinto o en una zona de un recinto usado para la actividad particular.

2.20. Iluminación Nominal (E_n)

Valor Nominal de la iluminación media en un recinto amoblado, o en una zona de un recinto amoblado, destinada a una determinada actividad, para el cual está diseñada la instalación de alumbrado. La iluminación nominal está referida en general al plano de trabajo (a menos que se especifique otro plano) en el cual están localizados los objetos visuales principales. La iluminación nominal esta referida a la edad promedio (mitad de la vida) de la instalación de alumbrado.

2.21. Intensidad Luminosa (I) (45 – 10 - 060)

Cociente del flujo luminoso emitido por la fuente, propagada en un elemento de ángulo sólido que contiene la dirección dada, por el elemento de ángulo sólido.

Unidad ; Candela (Cd)

2.22. Lumen (lm) (45 – 1 -025)

Flujo luminoso emitido dentro de un ángulo sólido unitario (un estereoradián) por una fuente puntual que tiene una intensidad uniforme de una candela.

2.23. Lámpara (45 – 35 - 015)

Elemento de transformación de la energía eléctrica a luminosa.

2.24. Luminancia (en una dirección dada, en un punto de la superficie de una fuente o de un receptor, o en un punto en el recorrido de un haz) (L) (45 – 10 - 080)

Cociente del flujo luminoso emitido, que llega, o que pasa a través de un elemento de superficie y propagado en direcciones definidas por un cono elemental que contiene la dirección dada, por el producto del ángulo sólido del cono y el área de la proyección ortogonal del elemento de superficie en un plano perpendicular a la dirección dada.

2.25. Luminancia Media de una Luminancia (\bar{L})

Luminancia determinada como la relación entre la intensidad luminosa en una dirección particular y la proyección de la superficie iluminadora en un plano perpendicular a la dirección en cuestión.

2.26. Luminaria (45 –55 - 005)

Elemento que distribuye, filtra o transforma la luz proporcionada por una o más lámparas; comprende todos los accesorios necesarios para fijar y proteger las lámparas y para conectarlas a la fuente de energía.

2.27. Lux (lx) (45 –10 - 105)

Unidad de iluminación. Iluminación producida por un flujo luminoso de 1 lumen uniformemente distribuido sobre una superficie de 1 metro cuadrado.

2.28. Plano de Trabajo (45 – 50 - 190)

Plano en el cual generalmente se realiza el trabajo, y por consiguiente, en el cual se especifica y mide la iluminación.

Nota: En alumbrado de interiores y a menos que se especifique otra cosa, este plano se considera horizontal y a 0.85 m. sobre el nivel del piso y limitada por las paredes del recinto.

2.29. Puesto de Trabajo

Lugar en el cual se desarrolla una actividad o trabajo, incluyendo el área inmediatamente adyacente que lo rodea.

3. FUNCIONES DEL ALUMBRADO

3.1. Generalidad

La calidad del alumbrado interior influye en el rendimiento visual, concentración, seguridad en el trabajo, y en el bienestar del ser humano. Por lo tanto, el alumbrado interior debe ser diseñado de modo que cumpla con las funciones particulares de cada caso.

3.2. Interiores en General

3.2.1 Unidades de Vivienda

El alumbrado en los recintos de una vivienda debe diseñarse de modo de satisfacer los requerimientos particulares del recinto y los gustos del usuario.

En el caso de que se realicen en ellos tareas visualmente exigentes, deben tomarse en cuenta los requerimientos válidos para recintos de trabajo.

3.2.2 Recintos de Trabajo

El alumbrado en los recintos de trabajo debe diseñarse de modo de obtener buenas condiciones visuales en el plano de trabajo. Debe permitir el fácil reconocimiento de los objetos visuales, mejorar la atención y la concentración, combatir la fatiga prematura y revelar claramente las situaciones de peligro.

3.2.3 Salas de Venta y Exhibición

La función principal del alumbrado en salas de venta y exhibición es crear una atmósfera de venta favorable, facilitar el examen de los productos, resaltar los objetos exhibidos en la forma más ventajosa.

3.2.4 Centros de Enseñanza (p.e. : salones de clase)

La función principal del alumbrado en centros de enseñanza es fomentar la atención y concentración, para permitir el fácil reconocimiento de los materiales de enseñanza, y para facilitar las actividades visuales relacionadas con la enseñanza.

3.2.5 Áreas de Circulación

El alumbrado de entradas, corredores, escaleras y zonas de recintos usados como áreas de circulación, debe revelar claramente las situaciones de peligro.

3.2.6 Puesto de Trabajo al Aire Libre

En puestos de trabajo al aire libre, al alumbrado durante las zonas de oscuridad debe cumplir con los requerimientos de las tareas visuales correspondientes al interior de recintos.

3.3. Locales de Asistencia Médica

La función del alumbrado en un local de asistencia médica varía en las diferentes zonas del mismo, y depende además de la amplia gama de condiciones visuales necesarias para los diferentes usuarios: pacientes, personal técnico y médicos. En algunas cosas prevalecen las necesidades de tipo médico; en otros, el alumbrado de confort para los pacientes de mayor importancia.

3.4. Locales Deportivos

En alumbrado de locales deportivos debe procurar buenas condiciones de visibilidad para los deportistas, árbitros y espectadores. Los deportistas deben reconocer en forma rápida y segura los pequeños objetos en cada tipo de

deporte, y los espectadores deben poder observar los sucesos sin necesidad de esforzarse.

3.5. Museos

La iluminación de un museo debe ser capaz de producir los efectos luminosos propios de los objetos exhibidos, y al mismo tiempo, poner de relieve la intencionalidad del artista. Las condiciones visuales deben ser agradables y libres de distracción de la manera que la atención del público quede concentrada en lo que se está exhibiendo. Los objetos expuestos deben estar bien iluminados para que se puedan ver con facilidad.

3.6. Exteriores

La función principal del alumbrado exterior es la de resaltar determinados objetos, edificaciones o zonas a iluminarse, con fines de seguridad, publicitarias, históricos, decorativos, etc.

3.7. Playas de Estacionamiento y Garajes

El alumbrado de playas de estacionamiento y garajes debe ayudar a la visibilidad de los conductores y transeúntes en lo concerniente a la orientación, y al reconocimiento de personal, vehículos y señales de seguridad.

4. REQUERIMIENTOS DE ALUMBRADO

4.1. Generalidades

4.1.1 Criterios de Ingeniería de Alumbrado

Los requerimientos del alumbrado se basan en los siguientes criterios de ingeniería de alumbrado:

- Nivel de iluminación;
- Distribución de la iluminancia;
- Limitación del deslumbramiento;
- Dirección de incidencia de la luz y efecto de sombra;
- Color de luz y reproducción del color.

Una instalación de alumbrado puede satisfacer los requerimientos para los cuales está destinada, sólo si cumple con todos los criterios de calidad. Se puede dar más importancia a uno u otro criterio, dependiendo de la naturaleza y dificultad de la tarea visual, o del tipo de recinto.

4.1.2 Tareas Visuales

Las tareas se diferencian por:

- La magnitud del contraste de la luminancia y del color;
- La magnitud de los principales elementos estructurales;
- La velocidad a la cual estos componentes tienen que ser percibidos;
- La duración de la tarea visual;
- La confiabilidad de reconocimiento deseado.

Los requerimientos de calidad del alumbrado se incrementan con la dificultad de la tarea visual.

4.1.3 Aspecto Económico

La asignación de una iluminación nominal para una actividad particular, debe tomar en cuenta el aspecto económico. Aun cuando un mayor nivel de iluminación involucra mayores costos, en algunas casos conseguir dicho nivel puede ser más importante a pesar el costo, como por ejemplo para incrementar la productividad o para reducir accidentes.

4.2 Iluminación

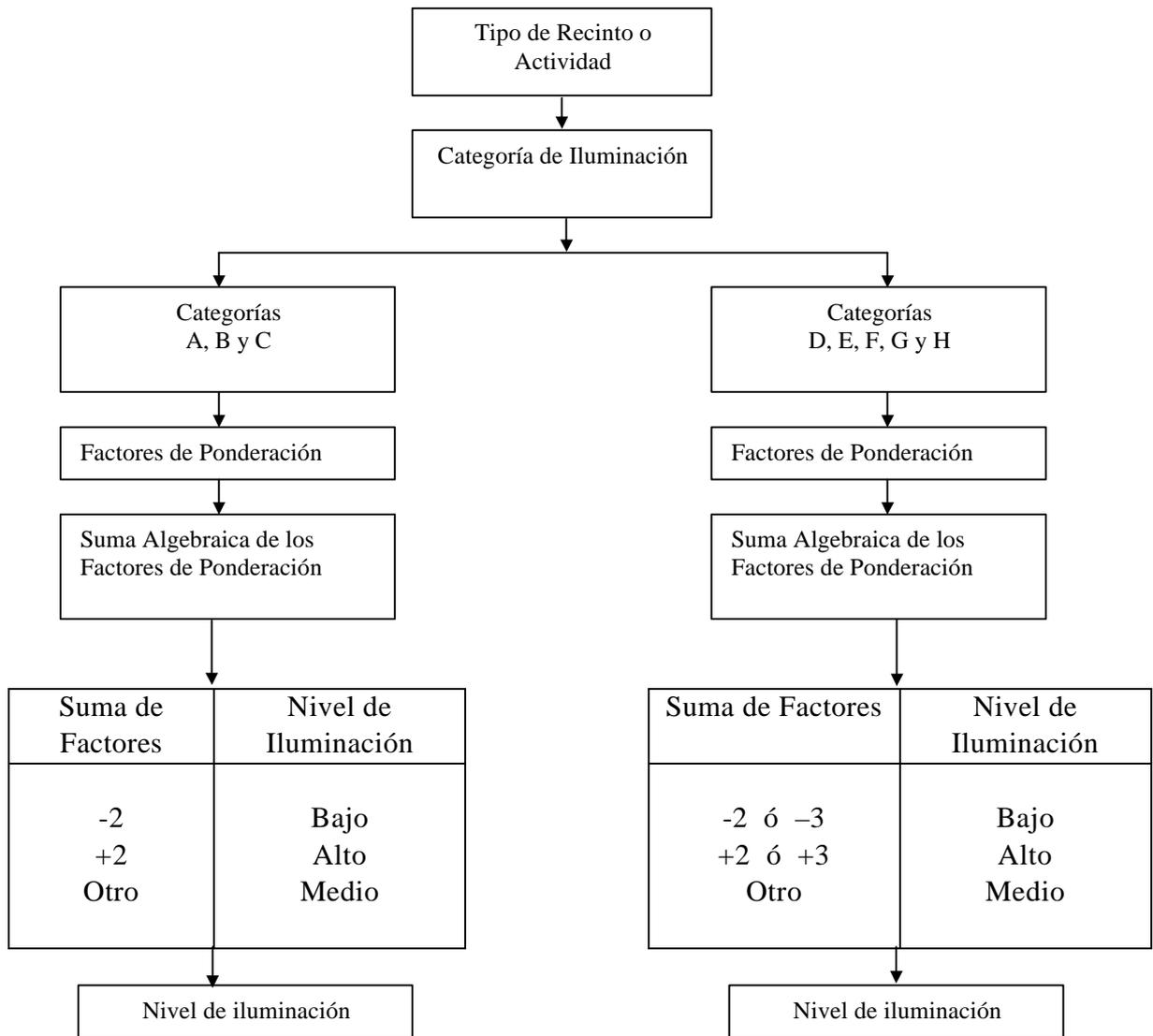
4.2.1 Iluminación Nominal

Los valores de iluminación nominal para recintos y campos deportivos son:

20/30/50/75/100/200/300/400/500/750/1000/1500/2000/3000/5000/7500/10,000lx.

La iluminación nominal asignada a un tipo particular de recinto o a una actividad particular, está basada en la dificultad de la tarea visual. se asume que el efecto de la iluminación sobre el rendimiento visual no es afectado por el deslumbramiento directo y reflejado, por la reducción del contraste, ni por la reproducción del color y color de luz inapropiados.

La iluminación nominal se selecciona de acuerdo con los puntos 4.2.2 y 4.2.3 a continuación, según el diagrama de flujo siguiente:



4.2.2 Categorías de iluminación

Se han establecido como “categorías de iluminación”, designadas desde la “A” hasta la “H”, que cubren niveles de iluminación desde 20 hasta 10,000 lx.

La Tabla I provee un listado de categorías e iluminaciones nominales para tipos genéricos de actividades de interiores. Dicha Tabla se usa normalmente cuando no se puede definir la categoría de iluminación para un tipo de recinto o actividad.

Tabla I

**CATEGORÍAS DE ILUMINACIÓN Y VALORES DE ILUMINACIÓN PARA
TIPOS GENÉRICOS DE ACTIVIDADES EN INTERIORES**

Tipo de Actividad	Categoría de Iluminación	Iluminación Nominal lx
Espacios públicos con alrededores oscuros.	A	20 – 30 – 50
Simple orientación para visitas cortas temporales.	B	50 – 75 – 100
Recintos de trabajo donde las tareas visuales sólo ocasionalmente.	C	100 – 150 – 200
Realización de tareas visuales de gran contraste o gran tamaño.	D	200 – 300 – 500
Realización de tareas visuales de contraste medio o pequeño tamaño.	E	500 – 750 – 1000
Realización de tareas visuales de bajo contraste muy pequeño tamaño.	F	1000 – 1500 – 2000
Realización de tareas visuales de bajo contraste o muy pequeño tamaño a través de un prolongado periodo.	G	2000 – 3000 – 5000
Realización de tareas visuales muy prolongadas y exactas.	H	5000 – 7500 - 10000

4.2.3 Selección de la Iluminación Nominal

El paso previo para determinar la iluminación nominal, es establecer la categoría de iluminación apropiada para la dificultad visual presentada por la tarea y luego de terminar el valor de iluminación nominal de esta categoría (bajo, medio o alto), en base a las siguientes características:

- La edad de los observadores
- La importancia de la velocidad y/o precisión para el rendimiento visual.
- El grado de reflexión del fondo sobre el cual se realizará la tarea.

Los pasos a seguir para la seleccionar de la iluminación nominal son los siguientes:

PASO 1 Definir la Tarea Visual.- Determinar el tipo de actividad para la cual se va a seleccionar el nivel de iluminación.

PASO 2 Seleccionar la Categoría de Iluminación.- Seleccionar la categoría de iluminación de una de las formas siguientes:

De la Tabla V, cuando se conocen los tipos específicos de recintos o actividades.

De la Tabla I, conociendo el tipo genérico de actividad cuando no se conozca la actividad específica, o cuando dicha actividad no esté incluida en la Tabla V.

PASO 3 Establecer el Nivel de Iluminación.- De la categoría de iluminación seleccionada en el paso 2, se debe establecer la iluminación nominal en base a varios factores. Estos factores varían dependiendo de la tarea visual. Para las categorías “A” hasta “C” se debe usar el paso “a” dado a continuación y para las categorías “D” hasta “H” el paso “b”.

a) Categorías “A” hasta “C”.- Para establecer un valor de iluminación nominal apropiado, el proyectista debe estar familiarizado con el recinto a ser iluminado y con sus futuros ocupantes, a tal punto que pueda determinar la siguiente información:

1. Edad de los ocupantes
2. Grado de reflexión de las superficies del recinto.

Después que la información indicada línea arriba ha sido establecida, el proyectista puede determinar un valor de iluminación nominal apropiado usando la Tabla II como sigue:

- a. Analizar cada una de las dos características y determinar los factores de ponderación apropiados (-1, 0, +1).
- b. Sumar algebraicamente los dos factores, tomando en cuenta los signos.
- c. Si el factor de ponderación total es -2 usar el menor valor de los tres valores de iluminación en la categoría establecida; si el factor total es +2, usa el mayor valor de los tres; para cualquier otro factor total usar el valor medio.

b) Categorías “D” hasta “H”.- El proyectista debe estar familiarizado con la tarea a realizarse y con los futuros

ocupantes del recinto, a tal punto que pueda determinar la siguiente información.

1. El grado de reflexión de la superficie sobre la cual se realizará la tarea.
2. Edad de los ocupantes.
3. Importancia de la velocidad y/o precisión (no importante, importante o crítica).

Después que la información indicada líneas arriba ha sido establecida, el proyectista puede determinar un valor de iluminación nominal apropiado usando la Tabla II como sigue:

- a. Analizar cada una de las tres características y determinar los factores de ponderación apropiados (-1, 0, +1)
- b. Sumar los tres factores algebraicamente tomando en cuenta los signos.
- c. Si el factor de ponderación total es -2 o -3, usar el menor de los tres valores de iluminación nominal en la categoría establecida; si el factor total es +2 ó +3, usar el mayor valor de los tres; para cualquier otro factor total es usar el valor medio.

Tabla II
FACTORES DE PONDERACIÓN PARA LA SELECCIÓN
ESPECIFICA DE LA ILUMINACIÓN NOMINAL

a) Para categorías de iluminación “A” hasta “C”

Características del Recinto y Ocupantes	Factor de Ponderación		
	-1	0	+1
Edad de los ocupantes en años	Menor de 40	40 a 55	Mayor de 55
Grados de Reflexión de las superficies del recinto. (*)	Mayor de 70%	De 30 a 70%	Menor de 30%

b) Para categorías de iluminación “D” hasta “H”

Características de la Tarea y del Trabajo	Factor de Ponderación		
	-1	0	+1
Edad de los trabajadores en años	Menor de 40	40 a 55	Mayor de 55
Velocidad y/o Precisión	No importante	Importante	Crítico
Grados de Reflexión sobre la superficie en la que se realiza la tarea.	Mayor de 70%	De 30 a 70%	Menor de 30%

(*) Promedio de los grados de reflexión de las superficies involucradas que puede incluir la reflexión de las paredes, el piso y el techo.

4.2.4 Iluminación en el Puesto de Trabajo

Se debe proveer una iluminación nominal de al menos 200 lx en puestos de trabajo donde la gente permanece durante mucho tiempo, a menos que se requieran otros valores por razones operacionales u ópticas.

En recintos o zonas de recintos en los cuales continuamente se encuentran personas, se requiere una iluminación nominal al menos 100 lx.

4.2.5 Valores Iniciales y Valores Mínimos

Para propósitos de proyecto, la iluminación nominal debe ser afectada por el factor de mantenimiento.

El valor medio aritmético de la iluminación en el puesto de trabajo, no debe ser menor que 0.8 veces la iluminación nominal, independientemente de la edad de la instalación de alumbrado.

La iluminación no puede en ningún caso ser menor que 0.6 veces la iluminación nominal, para cualquier puesto de trabajo y bajo cualquier grado de envejecimiento.

4.3 Distribución de Luminancias en el Campo Visual

La distribución de luminancias en el campo visual debe ser balanceada a fin de proveer buenas condiciones de visibilidad y por razones psicofísicas. La

luminancia de las superficies de recintos, puede ser calculada en el caso de la superficie reflectantes completamente difusas, por la siguiente manera:

$$L = E \times r / p$$

Donde :

- L = Luminosidad en cd/m²**
r = Grado de reflexión de la superficie
E = Iluminación en lx sobre la superficie que tiene un grado de reflexión.

Los siguientes aspectos son de particular importancia para la distribución de luminancia:

- a) Los grados de reflexión en la vecindad inmediata del material de trabajo deben ser seleccionados de modo de obtener una relación de luminancia que no exceda de 3 : 1, entre el campo de trabajo (campo interior) y los alrededores (campo exterior), con la finalidad de mejorar el rendimiento visual. Para las superficies de trabajo se recomiendan grados de reflexión de 0.2 hasta 0.5.

Debe mantenerse una relación uniforme de iluminación Min : \bar{E} de alrededor de 1 : 1.5 para el pleno de trabajo horizontal en el recinto usada para una actividad particular, a fin de obtener una distribución balanceada de luminancia.

- b) El tipo de alumbrado, los grados de reflexión y el color de grandes superficies en el campo visual (p.e. : paredes y techos), deben ser seleccionados de modo de producir una distribución de luminancia agradable en el recinto. Las luminancias insuficientes y también las diferencias de color insuficientes, producen una impresión monótona en el recinto. Por otra parte, deben evitarse las relaciones de luminancia mayores de 10: 1 entre las superficies de trabajo y superficies grandes más alejadas en el campo visual.
- c) Se puede llevar a cabo una adecuada iluminación de las superficies que limitan el recinto y un alumbrado eficiente, con grados medios de reflexión de 0.7 para techos , 0.5 para las paredes y 0.2 para el piso.
- c) Los valores de luminancia excesiva en el campo visual pueden aumentar el deslumbramiento, a fin de evitar el deslumbramiento directo, la luminancia de superficies visibles iluminadas no debe exceder determinados valores límites (Véase 4.4)

4.4 Limitación del deslumbramiento

4.4.1 Generalidades

El deslumbramiento puede ser originado por lámparas o luminarias (deslumbramiento directo) o por la reflexión de una luminancia elevada sobre superficies brillantes (deslumbramiento reflejado).

Las lámparas fluorescentes de radiación libre (desnudas), pueden usarse solamente en ciertos casos específicos; sus efectos de deslumbramiento se minimizan, si ellas se disponen en paralelo con la dirección de la visión.

Las lámparas con luminancia elevada, pe. : lámparas incandescentes y lámparas de descarga a alta presión, deben en lo posible ser apantalladas.

En casos particulares los valores elevados de luminancia y contraste en relación al medio ambiente pueden ser convencionales, pe. : para el alumbrado de entradas, donde las fuentes de luz se usan principalmente para fines decorativos.

4.4.2 Limitación del Deslumbramiento Directo

El deslumbramiento directo depende de:

- La luminancia de las fuentes de luz;
- La superficie aparente de estas fuentes;
- La posición de las fuentes de luz en el campo visual;
- Los grados de reflexión de las superficies que limitan el recinto y del mobiliario del recinto.

4.4.2.1 Instalaciones con luminancias dispuestas individualmente y en serie.

Se considera que el deslumbramiento directo está adecuadamente restringido, si la luminancia media de las luminarias en el rango crítico de deslumbramiento $45^\circ \leq \delta \leq 85^\circ$ (Véase la fig. 1) no excede los valores de las curvas de limitación de luminancias mostradas en las figuras 2 y 3.

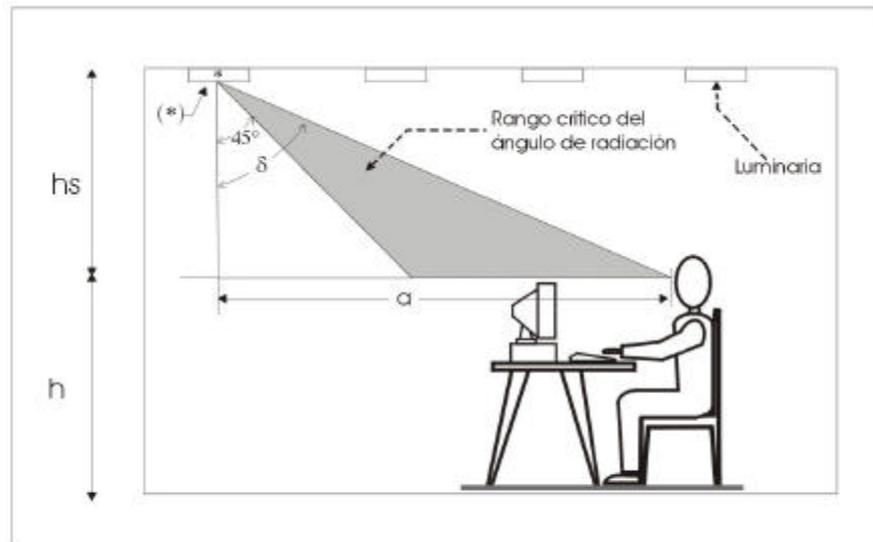


Figura 1
RANGO DE RADIACIÓN DE UNA LUMINARIA DENTRO DEL CUAL DEBE MANTENERSE LA RESTRICCIÓN DE LUMINANCIA

*** Luminaria más alejada de la visión**

“h” se considera que es de 1.20 m y 1.55 para una persona sentada y parada respectivamente.

El obtener una limitación de luminancia determinada para las luminarias depende de:

- El tipo y disposición de las luminarias;
- El ángulo de apantallamiento;
- La clase de calidad de limitación del deslumbramiento;
- La iluminación nominal.

a) Tipos y disposición “A” y “B” de luminarias.- Las curvas “A” de limitación de luminancia, (Véase la fig. 2) cubren:

Las luminarias lineales dispuestas en paralelo a la dirección de la visión;

- Las luminarias sin salida de flujo lateral, dispuestas paralela o transversalmente a la dirección de la visión;
- Las luminarias con salida de flujo por sus partes laterales, con dichas partes laterales de la altura no mayor de 30 mm, dispuestas paralelas o transversalmente a la dirección de la visión.

Las curvas “B” de limitación de luminancia (Véase la fig. 3), cubren:

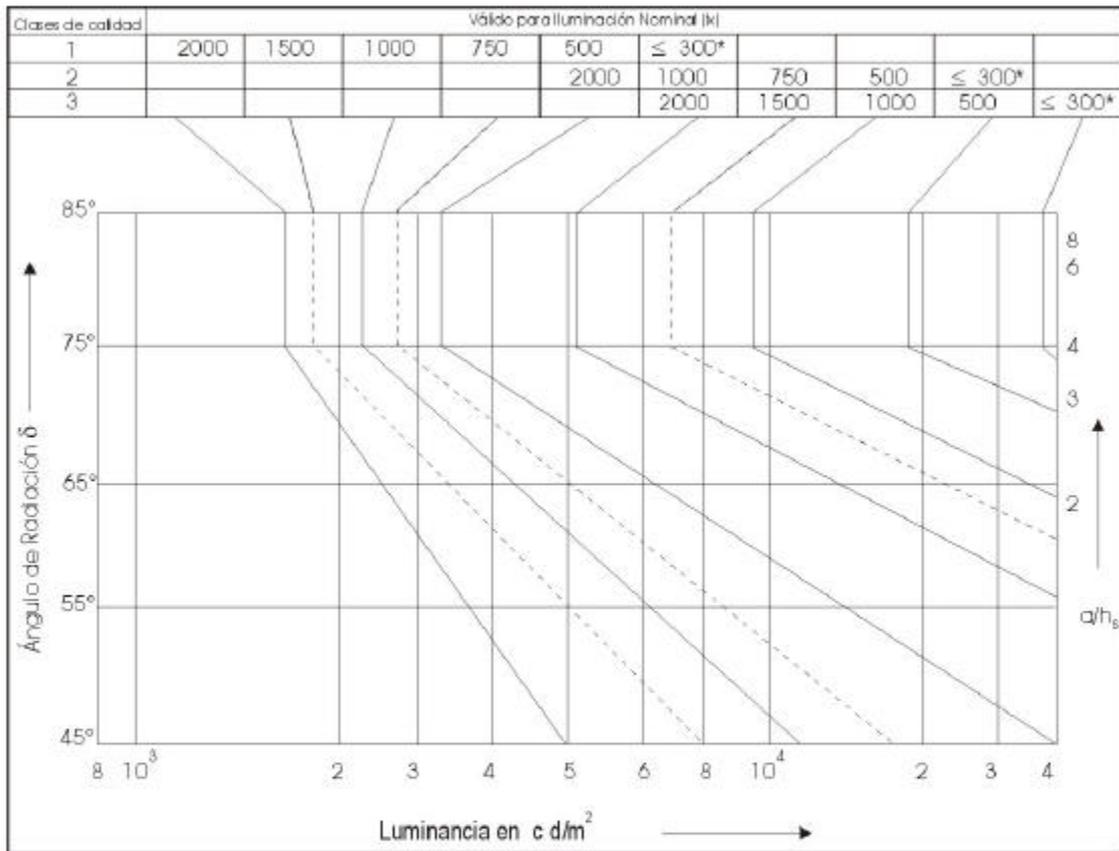
- Las luminarias lineales con salida de flujo por sus partes laterales, con dichas partes laterales, de una altura mayor de 30 mm, dispuestas transversalmente a la dirección de la visión;
- Las luminarias no lineales, cuadradas y circulares con salida de flujo por sus partes laterales, con dichas partes laterales de una altura mayor de 30 mm, dispuestas paralela o transversalmente a la dirección de la visión;
- Las luminarias de radiación libre (lámparas desnudas) dispuestas transversalmente a la dirección de la visión

Una luminaria se considera lineal, si la relación del lado más corto el lado más largo de su superficie horizontal de emisión de luz, es igual o menor que 1 : 2.

- b) Angulo de apantallamiento.- Se debe cumplir con el ángulo de apantallamiento “ α ”, en el caso de luminarias con la parte inferior abierta o luminarias con cubiertos transparentes; en el caso de luminarias lineales, éste solo es necesario en el plano $C_0 - C_{180}$ (Véase la fig. 5).

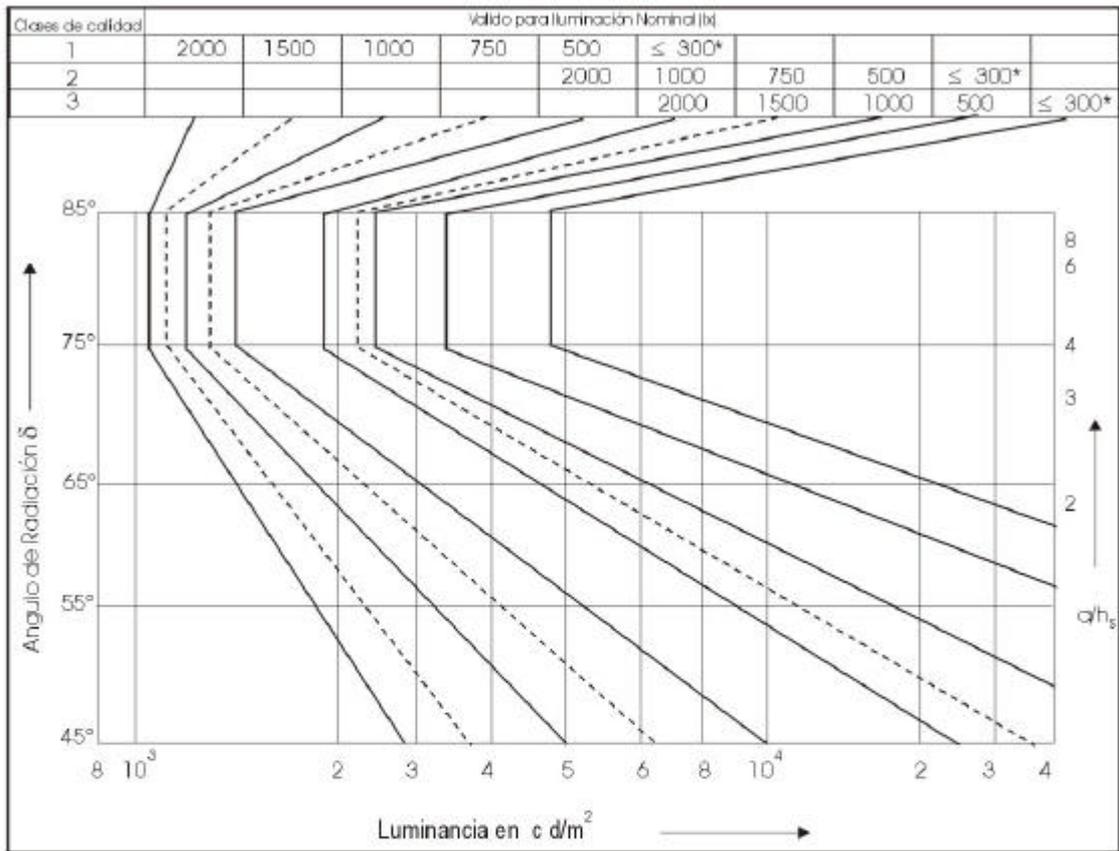
La magnitud “ α ” debe ser controlada por la clase de calidad de limitación del deslumbramiento y por la luminancia media de las lámparas (Tabla III). Si el ángulo de apantallamiento “ α ” es menor que el valor dado en la Tabla III, la luminaria debe ser considerada como de radiación libre, esto es, que tiene que evaluarse la distribución de luminancia I (δ) de lámpara.

La Tabla III siempre debe aplicarse conjuntamente con las curvas de limitación de luminancia.



* Calculado para $E_v = 250 \text{ lx}$

Figura 2
CURVAS "A" DE LIMITACIÓN DE LUMINANCIA, VÁLIDAS
PARA LUMINARIAS LINEALES, MONTADAS PARALELAMENTE A LA DIRECCIÓN
DE LA VISIÓN, Y LUMINARIAS SIN SALIDA DE FLUJO LATERAL.



* Calculado para $E_n = 250$ lx

Figura 3
CURVAS "B" DE LIMITACIÓN DE LUMINANCIA, VÁLIDAS
PARA LUMINARIAS LINEALES, CUADRADAS Y CIRCULARES CON SALIDA DE FLUJO
LATERAL, DISPUESTAS TRANSVERSALMENTE A LA DIRECCIÓN DE LA VISIÓN.

Ejemplo: Lámparas de Radiación libre

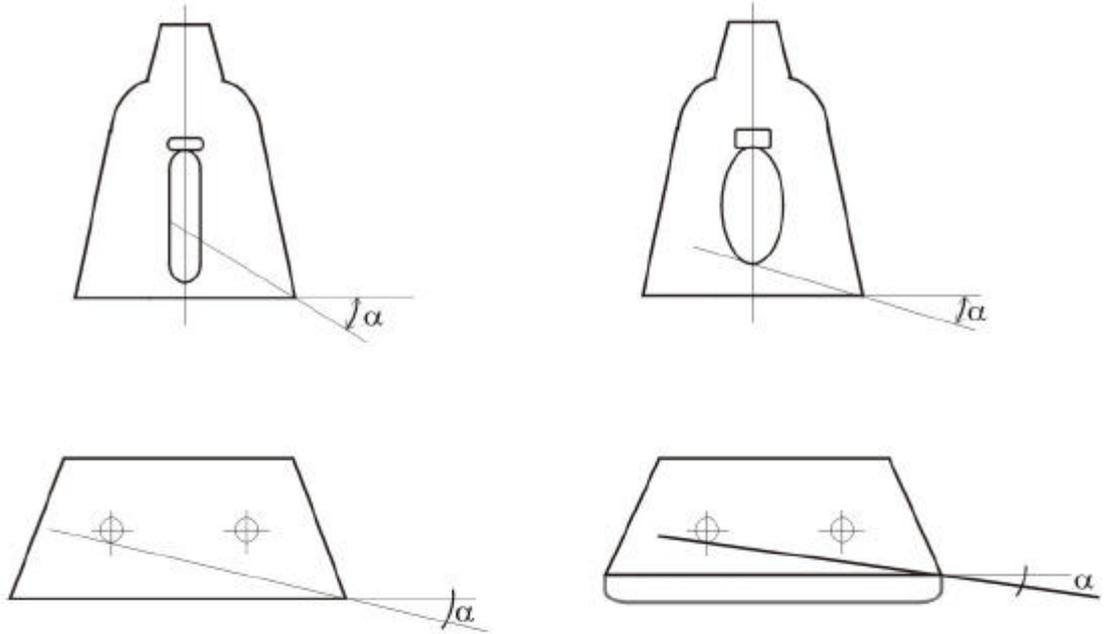


Figura 4
PARA LA DEFINICIÓN DEL ÁNGULO DE APANTALLAMIENTO "α"

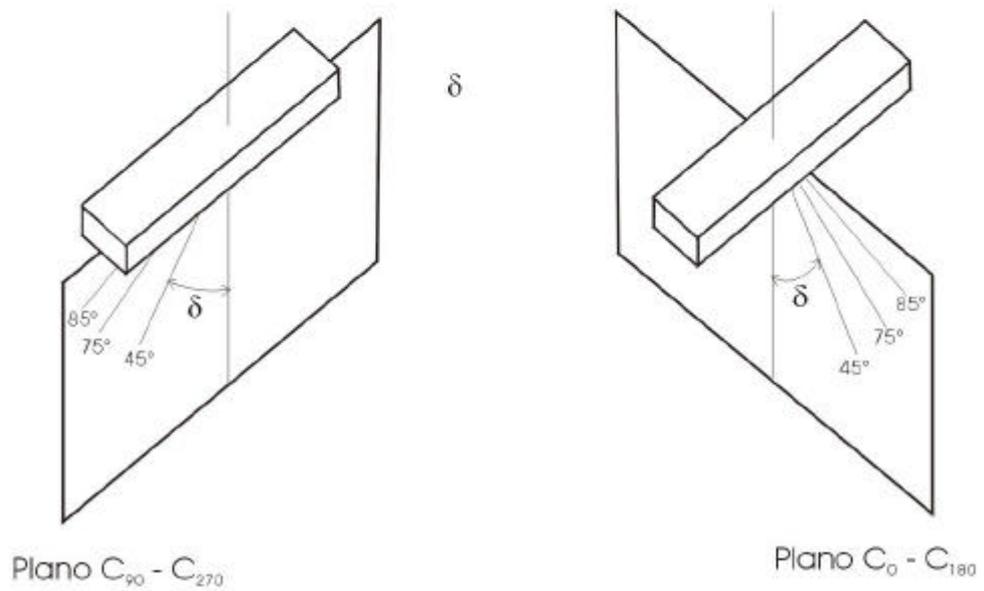


Figura 5
PLANOS "C" Y RANGO DE RADIACIÓN DE LUZ "δ" PARA LOS CUALES LA LUMINANCIA DE LAS LUMINARIAS TIENE QUE SER EVALUADO

Tabla III
ANGULO MÍNIMO DE APANTALLAMIENTO

Tipos de lámparas	Rango de luminancia media Cd/m ²	Angulo mínimo de apantallamiento “a”		
		Clase de calidad de limitación de deslumbramiento		
		1	2	3
Lámparas fluorescentes	$\bar{L} \leq 2 \times 10^4$	10°	0°	0°
Lámparas de descarga de lata presión con tubos fluorescentes o de luz difusa. Lámparas de vapor de sodio de baja presión	$2 \times 10^4 < \bar{L} \leq 50 \times 10^4$	15°	5°	0°
Lámparas de alta presión con tubos de vidrio transparente. Lámparas incandescentes con bulbos de vidrio transparente	$\bar{L} > 50 \times 10^4$	30°	15°	10°

c) Clase de calidad de limitación de deslumbramiento

- Clase de calidad 1 – Requerimientos altos.
- Clase de calidad 2 – Requerimientos medios
- Clase de calidad 3 – Requerimientos bajas

La clase de calidad requerido para una instalación de alumbrado se indica en la Tabla V.

d) Categoría de Iluminación.- La categoría de iluminación requerida para instalación de alumbrado se indica en la Tabla V.

e) Angulo de radiación de luz “ δ ” o relación a/h_s.-Las curvas de limitación de luminancia deben ser aplicados para un ángulo de emisión de luz $\delta \geq 45^\circ$ hasta el ángulo obtenido del dado de “h_s” y la distancia “a” (Véase la fig. 1). Se traza en las curvas de limitación de luminancia una línea horizontal que corresponde al valor de la relación a/h_s hallada para el recinto, y utiliza la parte situada por debajo de dicha línea para la evaluación del deslumbramiento.

Las curvas de limitación de luminancia se aplican para:

- Alumbrado general para puestos de trabajo en edificaciones.
- Direcciones de la visión predominantemente horizontales o inclinadas hacia abajo;
- Grados de reflexión del techo de al menos 0.5, y de paredes y equipos de al menos 0.25. Con grados de reflexión menores, es probable que el deslumbramiento sea mayor que el previsto sobre las bases del procedimiento de evaluación. En recintos con techo oscuro – $\delta_{\text{techo}} \leq 0.3$ – debe utilizarse las curvas de limitación de luminancia para el valor de iluminación nominal inmediatamente superior.

Las curvas de limitación de luminancia deben ser comparadas con las curvas $\bar{L}(\delta)$ de distribución de luminancias $C_0 - C_{180}$ y $C_{90} - C_{270}$ (Véase la fig. 5) de las luminarias nuevas.

La luminancia angular $\bar{L}(\delta)$ se obtiene de la división de la intensidad luminosa de operación $I(\delta)$ por la superficie aparente (superficie iluminadora visible) en el ángulo particular de emisión (δ). De acuerdo a lo dicho anteriormente, la luminancia media de una luminaria vista bajo un ángulo “ δ ” medido en relación con la normal a su superficie, es:

$$\bar{L}_d = I_d / A_d$$

Donde:

I_σ = Intensidad luminosa en un ángulo “ δ ” (cd)

A_σ = Intensidad luminosa en un ángulo “ δ ” (cd)
ángulo “ δ ” (m^2)

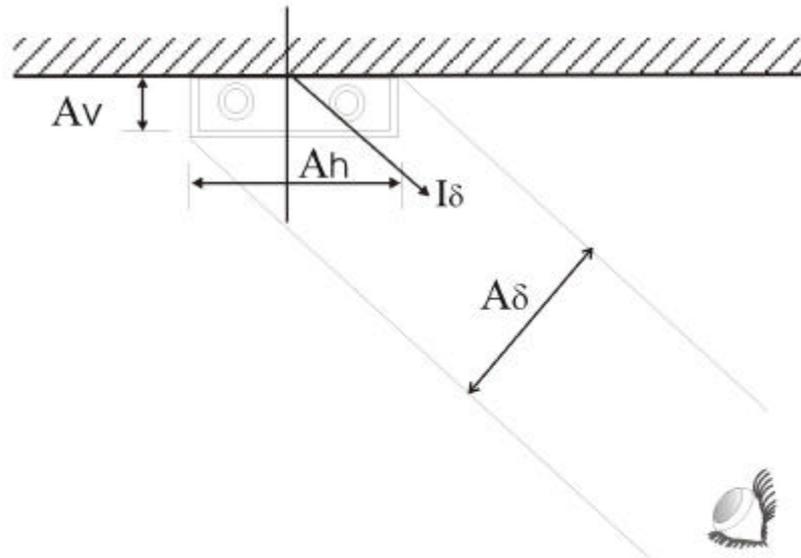


Figura 4

LUMINANCIA DE UNA LUMINARIA BAJO UN ÁNGULO "δ"

De la figura 4, la superficie aparente es :

$$A_d = A_h \cos d + A_v \sen d$$

Los valores de intensidad luminosa dados en cd/1000 lm, tienen que ser convertidos a los valores de intensidad luminosa absoluta de las lámparas, de acuerdo con el flujo luminoso nominal correspondiente al equipo particular de las luminarias.

4.4.2.2 Techos iluminadores

En el caso de altos requerimientos para la calidad del alumbrado, los valores de luminancia de techos iluminadores no deben ser mayores que 500 cd/m² encima de un ángulo de radiación de 45°.

4.3.3 Limitación del Deslumbramiento Reflejado

La reflexión de la luz en un objeto visual, puede dar origen a una reducción del contraste y a una interferencia por deslumbramiento

(conocido también como deslumbramiento reflejado), con un consecuente efecto adverso sobre las condiciones visuales.

El deslumbramiento reflejado puede ser producido de la siguiente manera:

- a) Disposición de luminarias y puestos de trabajo.- Las luminarias y los puestos de trabajo pueden ser mutuamente dispuestos, a fin de reducir al mínimo el efecto sobre las personas que laboren, de la interferencia de la luz reflejada en el objeto visual.

En el caso de objetos visuales planos, esto puede lograrse por medio de una incidencia lateral de la luz (aunque se tiene evitar la excesiva formación de sombras).

- b) Limitación de la luminancia de las luminarias. Las luminarias que generan una luz reflejada en el objeto visual, capaz de interrumpir a las personas que están bajando, deberán tener valores bajos de luminancia, para las direcciones críticas de radiación.

En el caso de objetos visuales planos ubicados horizontalmente, lo dicho anteriormente se aplica en particular dentro del rango de radiación de luz $20^\circ \leq \delta \leq 30^\circ$.

- c) Superficies de trabajo.- Las superficies de trabajo, tales como: papeles, materiales para escribir, máquinas de escribir, terminales de computadora, etc., deben ser mates o no reflectantes, a fin de reducir el efecto de reflexión.

4.5 Dirección de incidencia de la Luz y Efecto de Sombra

Si el alumbrado tiene como función permitir un apropiado reconocimiento de los objetos y estructuras de superficies iluminadas, se requiere un adecuado efecto de sombra.

El alumbrado difuso da origen a una ausencia de sombras, produciéndose un efecto subjetivamente desagradable, el cual es tan indeseable como las sombras profundas y los límites de sombra claramente definidos.

Pueden evitarse las sombras profundas, con una disposición apropiada de varias luminarias, con una distribución de intensidad luminosa no demasiada interrelacionada, o por el uso de las luminarias de pared y de mobiliario.

Para ciertas tareas visuales, tales como el control de calidad de superficies, se requiere de una luz dirigida con un efecto de sombra pronunciado. Esto puede llevarse a cabo, por ejemplo, por el uso de luminarias localizadas adicionales.

4.6 Efecto Estroboscópico

Las variaciones del flujo luminoso originadas por la corriente alterna, pueden dar origen a interferencias o errores visuales en la observación de partes en movimiento. Este efecto puede evitarse tomando medidas adecuadas (p.e. usando circuitos bifásicos o trifásicos).

4.7 Luz y Color

4.7.1 Color de Luz

Los colores de luz usados para propósitos de alumbrado general pueden ser divididos en tres grupos:

Temperaturas del color menores de 3300°K:
Color de luz blanco cálido (o cálido) (bc).

Temperaturas del color entre 3300 – 5000° K:
Color de luz blanco neutro (o intermedio) (bn)

Temperaturas del color mayores de 5000° K:
Color de luz blanco luz del día (o frío) (bd)

Los colores de luz recomendados para actividades particulares se indican en Tabla V.

4.7.2 Reproducción del Color

Los requerimientos de producción del color, pueden cumplirse mediante la selección de lámparas con adecuadas propiedades de reproducción del color. Estas propiedades están designadas por el índice general de reproducción del color Ra y por índices especiales de reproducción del color.

Las recomendaciones para propiedades específicas de reproducción del color como una función de la iluminación, están basadas en la siguiente Tabla:

Grado de reproducción del color	Rango de R_a
1	$85 \leq R_a$
2	$70 \leq R_a < 85$
3	$40 \leq R_a < 70$
4	$R_a < 40$

Para controles de calidad y verificación de colores, el valor de R_a debe ser mayor que 90 y la iluminación nominal al menos 100 lx.

Para el alumbrado de interiores sólo se permiten lámparas con grado mínimo de reproducción del color de 3. Las lámparas de vapor de sodio de alta presión se permiten hasta $E_n = 200$ lx inclusive, para propósitos de alumbrado general, en los casos descritos en la columna de “Observaciones” de la Tabla V. Deben tomarse medidas apropiadas para asegurar que al menos se consiga una reproducción del color de grado 3 en puestos de trabajo fijos permanentemente ocupados.

Los colores de seguridad deben permanecer perceptibles como tales:

4.7.3 Resultados y Clima de Color

El color de luz de una fuente de luz, la reproducción del color, la distribución de luz en el recinto y el color del recinto, conjuntamente con el nivel de iluminación, establecen el clima de color del medio ambiente y en consecuencia también la influencia sobre las actitudes humanas. Todos estos componentes tienen que ser armonizados.

5. PROYECTOS DE INSTALACIONES DE ALUMBRADO

5.1 Generalidades

El alumbrado debe ser proyectado de modo de cumplir los requerimientos de calidad establecidos por el uso al que esta destinado el recinto y por las actividades que se llevarán a cabo dentro de él.

5.2 Selección del Tipo de Alumbrado

5.2.1 Alumbrado General.-

En todo recinto debe proveerse alumbrado general y crearse aproximadamente condiciones visuales uniformes en todos los puntos del recinto.

5.2.2 Alumbrado localizado.-

El alumbrado localizado solo se permite en conjunción con el alumbrado general de un recinto.

El alumbrado localizado puede ser conveniente, además del alumbrado general (destinado a la actividad principal o al propósito del recinto) requerido de acuerdo con la Tabla V, si se aplican solamente los requerimientos especiales de los puestos de trabajo individuales tales como los indicados en a) hasta d) siguientes:

- a) En el caso de trabajos especiales, en los cuales tienen que realizarse tareas visuales muy difíciles, y en particular donde se requieren altos niveles de iluminación sólo en puestos de trabajo individuales, como p.e. en lugares de prueba y control de calidad.
- b) En el caso de tareas visuales relacionadas con el reconocimiento de contrastes contornos, perfiles, formas, figuras o estructuras; donde requiere que la luz provenga desde una dirección específica o variable, o que tenga un color de luz o luminancia particular.
- c) Donde el alumbrado general en puestos de trabajo no es suficientemente efectivo en vista a las circunstancias particulares, tales como la presencia de estructuras superpuestas.
- d) Donde se necesite mayor nivel de iluminación en beneficio de trabajadores de edad o trabajadores con rendimiento visual deficiente.

También se permite el alumbrado localizado donde se requiera una iluminación nominal igual o mayor a 1000 lx, para cualquier puesto de trabajo, de acuerdo con la Tabla V, para lo cual la fracción básica del alumbrado general debe ser al menos 500 lx.

Además, el alumbrado localizado puede ser conveniente en locales grandes para oficinas, si este permite cumplir los requerimientos de altos niveles de iluminación. El alumbrado (general y localizado) debe ser diseñado en este caso, de manera de satisfacer los requerimientos para una distribución de luminancia balanceada en el recinto, a fin de evitar

la necesidad de molestias de adaptación como resultado de la alineación de superficies iluminadas y oscuras en el puesto de trabajo y el medio ambiente, a fin de promover la comunicación visual. En este caso la fracción básica del alumbrado general debe ser al menos 0.6 En.

El alumbrado localizado debe ser diseñado de modo de alcanzar, sin tomar en cuenta el alumbrado general, una relación uniforme de iluminación $E_{\text{mín}} : \bar{E}$ de 1 : 6 sobre el área completa de los puestos de trabajo usados para la actividad en particular.

El color de luz del alumbrado localizado, debe adaptarse al color de luz del alumbrado general, a fin de evitar efectos adversos de una alteración del color, a menos que estos requerimientos no puedan cumplirse por razones operacionales.

5.3 Equilibrio entre luz diurna y luz artificial.

En recintos con interiores profundos, alumbrados por medio de ventanas, la luz diurna en general no provee una adecuada iluminación en la parte interior del recinto, la luz diurna debe por lo tanto, completarse en zonas alejadas de las ventanas ya sea temporal o permanente, con luz artificial.

5.4 Recomendaciones para el diseño de las instalaciones de alumbrado.

Para propósitos de proyecto, los valores de iluminación nominal deben de afectarse por el factor de mantenimiento, a fin de tomar en cuenta la edad y el grado de contaminación de la instalación. A menos que se indique otra cosa, el proyecto del alumbrado interior, con alumbrado artificial debe basarse en un factor de mantenimiento (fm) de 0.8.

En algunos casos, p.e. : con producción intensiva de polvo o inadecuadas facilidades para la limpieza de la instalación de alumbrado y del recinto, debe usarse un factor de mantenimiento menor. En la Tabla IV se puede encontrar valores referencias para los factores de mantenimiento. Estos se aplican a luminarias para alumbrado directo o predominantemente directo, operados sobre un intervalo de limpieza de 12 meses. Se pueden evitar factores de mantenimiento menores que 0.8, si la instalación se limpia a intervalos más cortos.

Tabla IV
REDUCCIÓN DE LA ILUMINACIÓN Y FACTORES DE MANTENIMIENTO

Reducción de la iluminación debido al ensuciamiento y edad de las lámparas, luminarias y recintos	Factor de Mantenimiento F_m
Alto	0.8
Medio	0.7
Bajo	0.6

La figura 6 muestra en forma diagramática, la curva de iluminación media en función del tiempo de operación hasta el momento en que se hace necesario el mantenimiento de la instalación. Estas curvas están basadas en los factores de mantenimiento de la Tabla IV y en los valores de iluminación media de 4.2.

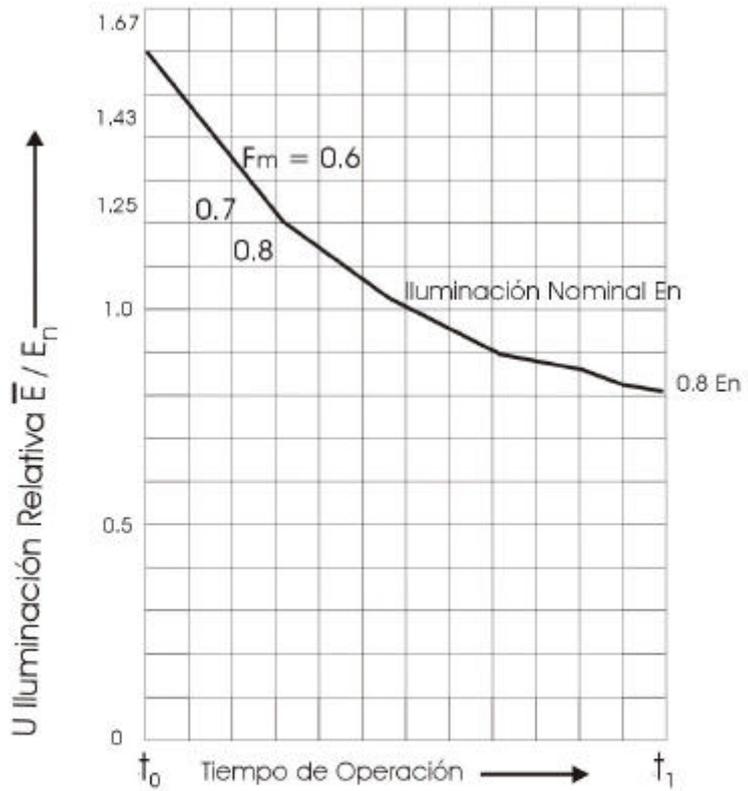
6. MANTENIMIENTO DE LAS INTALACIONES DE ALUMBRADO.

El valor de la iluminación se reduce continuamente debido a la edad y ensuciamiento de las lámparas y luminarias y también a consecuencia del ensuciamiento de las superficies que limitan el recinto y de las superficies de los accesorios. Por consiguiente la iluminación en los puestos de trabajo debe ser evaluada regularmente. La instalación requiere mantenimiento, si la iluminación media en puestos de trabajo baja a menos de $0.8 E_n$, o a menos de $0.6 E_n$ en el puesto de trabajo más desfavorable desde el punto de vista de tecnología de alumbrado.

Si las luminarias y lámparas se instalan de modo que sean fácil y seguramente accesibles, se facilita el mantenimiento de la instalación de alumbrado.

Algunas veces puede ser más económico realizar el reemplazo de grupos de lámparas de una instalación después de un periodo determinado y al mismo tiempo llevar a cabo la limpieza necesaria.

Debe tenerse cuidado en el reemplazo de lámparas fluorescentes, para asegurar que las lámparas nuevas tengan el mismo color de luz y al menos un grado de reproducción del color similar.



t_0 Fecha de la puesta en servicio
 t_1 fecha del primer mantenimiento de la instalación
 \bar{E} Iluminación media.

Figura 6
 ILUMINACIÓN RELATIVA COMO UNA FUNCIÓN
 DEL TIEMPO DE OPERACIÓN

7. ILUMINACIÓN RECOMENDADA PARA INTERIORES EN GENERAL

En la Tabla V siguiente se dan los valores mínimos a considerarse en una instalación de alumbrado, referentes a la categoría de iluminación, al color de luz, al grado de reproducción del color, y a la clase de calidad de la limitación del deslumbramiento directo correspondiente al tipo de recinto o actividad.

Columna 1: Tipo de recinto o actividad

Si una actividad particular no figura en la Tabla V, se consideran aplicables las recomendaciones dadas para una actividad similar.

Columna 2: Categoría de iluminación

Cada categoría de iluminación esta compuesta por tres valores de iluminación nominal. La iluminación nominal esta referida a:

- La edad promedio de la instalación de alumbrado.
- El recinto o zona del recinto para una actividad particular.
- Generalmente, a un plano de trabajo horizontal o a una altura de 0.85m. sobre el nivel del piso.
- La línea central a una altura de 0.2 m sobre el nivel del piso, en áreas de circulación de las edificaciones.

Cuando se combine el alumbrado general y el alumbrado localizado, la iluminación nominal está referida al puesto de trabajo.

Columna 3: Color de luz

Clasificación de lámparas por sus colores de luz:

- Bc: Blanco cálido (o cálido);
- Bn: Blanco neutro (o intermedio);
- Bd: Blanco luz del día (o frío).

La información acerca del color de luz de las lámparas debe ser dada en los catálogos de los fabricantes.

Columna 4: Grado de reproducción del color.

La información acerca del grado de reproducción del color de las lámparas debe ser dada en los catálogos de los fabricantes.

Por razones de limpieza y seguridad, no se permite el uso de lámparas con radiación monocromática (p.e. : lámparas de sodio de baja presión) en recintos de trabajo. Esta regla puede obviarse por razones de necesidad de una planta específica.

Columna 5: Clase de calidad del deslumbramiento directo.

Las instalaciones de alumbrado interior están clasificadas de acuerdo con la calidad de la limitación del deslumbramiento directo.

Clase de calidad 1	:	Alto	}	Requerimiento de limitación del deslumbramiento directo.
Clase de calidad 2	:	Medio		
Clase de calidad 3	:	Bajo		

Columna 6: Observaciones

Si en la columna de observaciones de la Tabla V se permite el alumbrado localizado, se deberá aplicar 5.2.2.

Tabla V
VALORES DE ILUMINACIÓN NOMINAL RECOMENDABLE PARA
INTERIORES EN GENERAL

1	2	3	4	5	6
Tipo de recinto o actividad	Categoría de iluminación	Color de luz	Grado de reproducción del color	Limitación del Deslumbramiento Directo	Observaciones
UNIDADES DE VIVIENDA					
- Recintos para conversación, descanso y entretenimiento	B	bc, bn	2	1	
- Áreas de circulación	B	bc, bn	3	3	
- Comedor	C	bc	1	-	
- Tocadores, maquillaje, afeitados, espejo de cuerpo entero.	D		1	1	
- Labores de entretenimiento con Banco de taller	D		2	2	
Tareas ordinarias	E		1	1	
Tareas difíciles.					
- Labores de entretenimiento con atril	E		1	1	
- Planchado	D		2	1	
- Mostrador de cocina y fogón					
Visión no dificultosa	E		2	1	
Visión dificultosa.	D		1	1	
- Lavado en tina, lavado a máquina y enjuague.	D		2	2	
- Estudio de música (piano u órgano)		bc, bn			
Partituras sencillas	D		2	1	
Partituras completas.	E		1	1	
- Lectura, escritura y estudio					
Libros revistas y periódicos	D		2	2	
Escritura a mano, reproducciones, copias malas,	E		2	1	
Escritorios de estudio.	E		2	1	
- Costura a mano o a máquina				2	
Trabajos ocasionales de elevados contrastes.	D		2	1	
- Trabajos de ligeros a medios	E		2		
Trabajos pesados de bajos contrastes	F		1	1	
- Juegos de mesa	D		2	2	

Tabla V (continuación)

1	2	3	4	5	6
Tipo de recinto o actividad	Categoría de iluminación	Color de luz	Grado de reproducción del color	Limitación del deslumbramiento	Observaciones
VARIOS					
- Zonas de circulación en almacenes temporales	B		3	-	
- Almacenes:					
Almacenes para productos similares o de gran tamaño.	B		3	-	Se permite el uso de lámparas de vapor de sodio de alta presión.
Almacenes para productos diferentes, donde esté involucrada la identificación de dichos productos	C		3	3	
Almacenes en los que se necesite leer.	D		3	2	
- Tiendas con almacenamiento automático					
Pasillos	A		3	3	
Estación de operación	D		2	1	
- Embalaje despacho	D	cc, bn	3	2	
- Recintos para descanso, instalaciones sanitarias y recintos de asistencia médica.					
Cantinas o tabernas	C		2	1	Alumbrado de realce ambiental con lámparas incandescentes.
Otros recintos para descanso y reposo.	B		2	1	
Recintos para ejercicios de rehabilitación	D		2	1	
Vestuarios	B		2	2	Alumbrado extra opcional para espejos.
Recintos para lavar ropa	C		2	2	
Baños	B		2	2	
Recintos para primeros auxilios.	D		1	1	
- Instalaciones de servicio en edificaciones.					
Cuarto de máquinas	C		3	3	
Suministro y distribución de energía.	C		3	3	
Recinto para telex y correos	D		2	1	
Recinto para control telefónico.	D		2	1	
AREAS DE CIRCULACIÓN EN EDIFICACIONES					
- Para personas	A	bc, bn	3	3	Adaptación de la iluminación en recintos adyacentes: $E_{n1} \geq 0.1 E_{n2}$ $E_{n1} = E_n$, en áreas de circulación $E_{n2} = E_n$, en recintos adyacentes.
- Para personas y vehículos	B		3	3	
- Escaleras y vías de circulación inclinadas	B		3	2	

Tabla V (continuación)

1	2	3	4	5	6
Tipo de recinto o actividad	Categoría de iluminación	Color de luz	Grado de reproducción del color	Limitación del deslumbramiento	Observaciones
- Rampas de carga. - Dispositivos o fajas automáticas de transporte en las proximidades desde las áreas de circulación	B B	bc, bn	3 3	3 3	
OFICINAS Y RECINTOS SIMILARES - Oficinas con luz de día orientado a los puestos de trabajo que están en la proximidad directa de la ventana solamente. - Oficinas - Dibujo técnico. - Salas de asambleas y conferencias. - Salas de recepción. - Recintos usados por el público. - Salas para procesamiento de datos.	D E E D B D E	bc, bn	2 2 2 2 2 2	1 1 1 1 1 1	Alumbrado general localizado, al menos 0.8 en puestos de trabajo. Se permite alumbrado localizado Es referida a un tablero de dibujo a 75° con la horizontal, a una altura de 1.2m en el punto central
CENTROS DE ENSEÑANZA - Salón de clase, auditorios - Laboratorios, bibliotecas, salas de lectura, salas de exposiciones.	D E	bc, bn,bd	2 2	1 1	
INDUSTRIAS QUÍMICAS, DE PLÁSTICO Y DE PRODUCTOS DE GOMA - Plantas para procesos de ingeniería de control remoto. - Plantas para procesos de ingeniería con intervención manual – ocasional. - Puestos de trabajo ocupados permanentemente en plantas de ingeniería de procesos. - Estaciones de medición, plataformas de control y salas de control.	B C D D	bc, bn	3 3 3 3	3 3 3 2	Se permite el uso de lámparas de vapor de sodio de alta presión. E _n < 300 lx cuando las condiciones de trabajo lo requieran.

Tabla V (continuación)

1	2	3	4	5	6
Tipo de recinto o actividad	Categoría de iluminación	Color de luz	Grado de reproducción del color	Limitación del deslumbramiento directo	Observaciones
- Laboratorios, cuartos de empaquetamiento farmacéutico. - Trabajos con tareas visuales de mayor exactitud. - Control de colores.	D E F	bc, bn bn, bd	2 2 1	2 1 1	Conviene alumbrado localizado. Apantallamiento de las fuentes de luz de cualquier tipo
INDUSTRIAS DE CEMENTO, CERÁMICA Y VIDRIO - Puestos o zonas de trabajo en hornos, mezcladoras de materia prima, plantas de trituración en ladrilleras. - Esmaltado, laminado y prensado, moldeado de piezas simples, barnizado, soplado de vidrio. - Esmerilado, mordentado, pulido de vidrio, moldeado de piezas finas, fabricación de instrumentos de vidrio. - Trabajos de decoración. - Esmerilado de vidrios ópticos y cristales, esmerilado y grabado a mano, trabajos de calidad media. - Trabajos de precisión.	D D E E E F	bc, bn	3 3 3 2 2 2	3 2 1 1 1 1	Conviene alumbrado localizado
PLANTAS DE FUNDICIÓN, SIDERURGIA Y LAMINACIÓN - Plantas de producción que no requieren intervención manual. - Planta de producción con intervención manual ocasional. - Puestos de trabajo ocupados permanentemente en plantas de producción. - Estaciones de medición, plataformas de control y salas de control. - Estaciones de prueba y control de calidad.	B C D D E	bc, bn bc, bn, bd	3 3 3 2 2	3 3 3 2 1	Se permite el uso de lámparas de vapor de sodio de alta presión para $E_n \leq 200$ lx. $E_n < 300$ lx cuando las condiciones de trabajo lo requieran. $E_n > 500$ lx cuando las condiciones de trabajo lo requieran
TRABAJO Y TRATAMIENTO DE METALES - Forja en yunque de partes pequeñas. - Soldadura.	D D	bc, bn	3 3	2 2	Se permite el uso de lámparas de vapor de sodio de alta presión para $E_n = 200$ lx.

Tabla V (continuación)

1	2	3	4	5	6	
Tipo de recinto o actividad	Categoría de iluminación	Color de luz	Grado de reproducción del color	Limitación del deslumbramiento	Observaciones	
- Labrado duro y medio, tales como torneado, fresado, cepillado Desviación permisible ≥ 0.1 mm	D	bc, bn	3	2	Se permite el uso de lámparas de vapor de sodio de alta presión para $E_n=200$ lx	
- Labrado de precisión Desviación permisible < 0.1 mm	E		3	1		
- Puestos de marcación y control de calidad, y puestos de medición.	E		3	1		
- Laminado en frío.	D		3	3		
- Estirado de alambres y tubos, fabricación de perfiles laminados en frío.	D		3	2		
- Elaboración de láminas gruesas. (≥ 5 mm).	D		3	2		
- Elaboración de láminas delgadas (< 5 mm)	D		3	2		
- Fabricación de herramientas y artículos cortantes.	E		3	1		
- Ensamblaje. Ordinario	D		bc, bn	3	2	Se permite el uso de lámparas de vapor de sodio de alta presión para $E_n=200$ lx
Medianamente fino	D			3	1	
Fino	E			3	1	
- Forjado a martinete.	D			3	2	
- Fundiciones. Túneles, transportadores, sótanos, etc.	B		bc, bn, bd	3	3	Se permite el uso de lámparas de vapor de sodio de alta presión para $E_n=200$ lx
Plataformas	C			3	2	
Tratamiento por arena (arenado)	D			3	3	
Taller de fundición	D			3	2	
Puestos de trabajo en hornos de cúpula y mezcladoras.	D			3	2	
Sala de vaciado.	D	3		2		
Moldeo mecánico.	D	3		2		
Moldeo manual.	D	3		2		
Fabricación de machos	D	3		2		
Fabricación de moldes.	E	3		1		
- Tratamiento de superficies Galvanizado	D	bc, bn, bd	3	2	Conviene alumbrado localizado	
Rellenado, pintado y barnizado	D		3	1		
Puesto de control de calidad	E		2	1		
- Fabricación de herramientas, calibres, y dispositivos; ensamblaje y mecánica de precisión.	F	bc, bn, bd	3	1		
- Fabricación de automóviles Fabricación de carrocerías.	E		3	2		

Tabla V (continuación)

1	2	3	4	5	6
Tipo de recinto o actividad	Categoría de iluminación	Color de luz	Grado de reproducción del color	Limitación del deslumbramiento	Observaciones
Tratamiento de la superficie de la carrocería.	E		3	2	
Cabinas para pintura con soplete.	E		3	-	
Puestos para pintura por frotación.	E	bc, bn,	3	1	
Taller de pintura para retocado.	F	bd	3	1	
Taller de tapicería.	E		3	2	
Ensamblaje final del automóvil	E		3	2	
Inspección.	E		3	1	
CENTRALES ELÉCTRICAS					
- Salas de servicios auxiliares	B		3	3	Se permite lámparas de sodio de alta presión.
- Salas de calderas.	C		3	3	
- Cámara de compensación de presión en centrales nucleares.	D		2	1	
- Sala de máquinas	C	bc, bn	3	2	En <300 lx cuando las condiciones de trabajo así lo requieran.
- Salas contiguas, p.e. sala de bombas, sala de condensadores.	B		3	2	
- Cuarto de distribución.					
Interiores	C		2	2	
Exteriores	A		-	-	
- Salas de control o de mando.	D		2	1	
- Reparación e inspección de turbinas generadores.	E		2	2	Alcanzado por alumbrado adicional, mientras el trabajo se está realizando
INDUSTRIA ELÉCTRICA					
- Fabricación de cables y conductores aislados barnizado e inmersión de bobinas, montaje de grandes máquinas, trabajo de montaje sencillo bobinado con alambre grueso.	D	bc, bn	3	1	Conviene alumbrado localizado
- Montaje de teléfonos, instrumentos, pequeños motores, bobinado con alambre de tipo medio.	E		3	1	
- Montaje de equipos de precisión receptores de radio y televisión bobinado con alambre fino, fabricación de fusibles; ajuste, inspección y calibración.	F	bc, bn. bd	3	1	
Montaje de piezas de precisión y de componentes electrónicos.	F		2	1	

Tabla V (continuación)

1	2	3	4	5	6
Tipo de recinto o actividad	Categoría de iluminación	Color de luz	Grado de reproducción del color	Limitación del deslumbramiento	Observaciones
INDUSTRIA DE JOYAS Y RELOJES - Fabricación de joyas - Tratamiento de piedras preciosas - Fabricación de relojes y anteojos	F } F } F }	bc, bn,bd	2 1 2	1 } 1 } 1 }	Conviene alumbrado localizado
PROCESAMIENTO DE MADERAS - Fosas de evaporación. - Aserraderos - Trabajo en banco, encolamiento, ensamblaje. - Selección de enchapes, pulido barnizado, marquetería, carpintería modelista. - Trabajo en máquinas, torneado, ranurado, acabado del tamaño, ensamblaje, tallado, aserrado, fresado. - Acabado de superficies. - Control de calidad.	C } D } D } E } E } E } E }	bc, bn	3 3 2 1 2 2 1	3 } 2 } 2 } 1 } 1 } 1 } 1 }	Se permite lámparas de vapor sodio de alta presión.
FABRICACIÓN Y ELABORACIÓN DE PAPEL, INDUSTRIAS DE IMPRESIÓN Y RELACIONADAS. - Trabajo en pilas holandesas, molinos, fábricas de pulpa de madera. - Máquinas para papel y papel corrugado, fabricación de cartones, afilado y rectificado de piedras y placas litográficas. - Trabajo de encuadernación, impresión de tapas. - Cortado, dorado, grabado, cimografiado de clisés, trabajos sobre piedras y placas, impresoras, fabricación de matrices. - Impresión a mano, clasificación de papel. - Retoque, litografía, composición a mano y a máquina, preparación para el tiraje. - Control del color en impresión multicolor. - Grabado en acero y cobre.	C } D } D } E } E } F } F }	bc, bn bc, bn, bd	3 3 2 2 2 2 1 2	3 2 1 } 1 } 1 } 1 } 1 }	Evitar el deslumbramiento reflejado por medio de una apropiada incidencia de la luz. Conviene alumbrado localizado

Tabla V (continuación)

1	2	3	4	5	6
Tipo de recinto o actividad	Categoría de iluminación	Color de luz	Grado de reproducción del color	Limitación del deslumbramiento	Observaciones
INDUSTRIA DE CUERO - Trabajos en bodegas, toneles y fosas. - Raspado, cortado, refinado y apisonado de la piel. - Guarnecido, pespunteado, cosido, pulido, clasificado, prensado, cortado, estampado; fabricación de zapatos. - Teñido de pieles. - Control de calidad - Obtención de colores.	D } D } E } E } F } F }	bc, bn bc, bn, bd bd	3 2 2 2 1 1	3 1 1 1 1 1	Para materiales oscuros, considerar 1000 lx por medio de alumbrado localizado si es necesario. Adicionalmente puede proveerse alumbrado de incidencia oblicua. Conviene alumbrado localizado. Apantallamiento de las fuentes de luz de cualquier tipo.
FABRICACIÓN Y ELABORACION TEXTIL. - Puestos y zonas de trabajo en baños; apertura de fardos. - Cardado, lavado, planchado, trabajo en el diablo y la carda, estirado, peinado, apresto, perforación de etiquetas, fabricación de cáñamo y yute. - Teñido. - Urdido, cortado, plegado de la urdimbre, hilado, bobinado, devanado, retorcido, trenzado, tejido, fabricación de géneros de punto, tejido de telas claras. - Marcado, reposado, inspección, costura y estampado de telas. - Modistería. - Coser y pegar botones. - Control de calidad y control de colores. - Zurcido invisible.	D } D } E } E } E } E } F } F } F }	bc, bn bc, bn, bd bc, bn, bd bn, bd bc, bn, bd bn, bd	3 2 2 2 2 2 1 1 2	3 2 1 1 1 1 1 1	Conviene alumbrado localizado. Para reconocimiento de colores, apantallamiento de las fuentes de luz de cualquier tipo.

Tabla V (continuación)

1	2	3	4	5	6
Tipo de recinto o actividad	Categoría de iluminación	Color de luz	Grado de reproducción del color	Limitación del deslumbramiento	Observaciones
INDUSTRIA DE ARTÍCULOS DE CONSUMO Y PRODUCTOS ALIMENTICIOS - Puestos y zonas de trabajo de cervecerías, maltas, lavado, vaciado en barriles, limpieza, cribado, pelado, vaciado en fábricas de conservas y chocolates; trabajos en fábricas de azúcar, secado y fermentación de tabaco crudo. - Clasificación y lavado de productos; molidura, mezclado, embalaje. - Puestos y zonas de trabajo en mataderos, chancherías, lecherías, molinos. - Picado y distribución de verduras y frutas. - Fabricación de especias de alta calidad, trabajos de cocina, fabricación de tabacos y cigarros. - Inspección de jarras y botellas: control de productos, adornos, decoración, clasificación. - Control de colores, salas para laboratorio.	D } D } D } D } E } E } F	bc, bn bn bc, bn, bd	2 2 2 2 2 2 1	3 2 2 1 2 1	
COMERCIO Y VENTAS - Sala de ventas - Caja.	D } E }	bc, bn	2 2	1 1	
TALLERES DE ARTESANÍA Y OFICIOS VARIOS. - Lijado y pintado de partes metálicas. - Pre-ensamble de equipos de calefacción y ventilación. - Talleres de mecánica y plomeros. - Talleres de reparación de automóviles. - Talleres de carpintería. - Talleres de reparación de máquinas y equipos. - Talleres de reparación de radio y televisión.	D } D } D } D } E } E }	bc, bn	3 3 3 3 3 3 2	2 2 2 2 2 1 1	Para la iluminación nominal véase procesamiento de maderas.

8. ILUMINACIÓN RECOMENDADA PARA LOCALES DE ASISTENCIA MÉDICA

El alumbrado en locales de asistencia medica tiene que matizarse con el medio ambiente de los mismos, por lo que debe prestarse especial interés al diseño del alumbrado y al color de las fuentes de luz. El alumbrado para locales de asistencia medica, además de asegurar un fácil y correcto cumplimiento de la tarea visual relacionada con el trabajo, debe cumplir con los más variados requerimientos de los pacientes, en todas las habitaciones en donde estos puedan estar presentes. La función del alumbrado es de dar confianza, tranquilidad, y esperanza a los pacientes. Para cumplir con estos requerimientos, el alumbrado tiene que adaptarse cuidadosamente a los principales propósitos de una habitación y al mismo tiempo mantener el criterio de calidad en la medida que sea posible.

8.1 Principios Generales

El proyecto de alumbrado para los recintos que son usados solamente para la ejecución de tareas visuales por el personal del hospital, p.e. laboratorios, oficinas, cocinas y talleres debe realizarse conforme a lo mencionado en los capítulos anteriores.

En las habitaciones que son usados solamente para alojar pacientes y no para propósitos de tratamiento (p.e. cuartos, salas de espera, etc.), el factor principal es el bienestar de los pacientes, fisiológica y psicológicamente. No solamente la elección de alumbrado adecuado sino también la coloración y la reproducción del color, son factores importantes en estos lugares.

Los requerimientos de iluminación para los médicos y, el personal técnico tienen prioridad (p.e. en la sala de operaciones), pero aún en estos lugares el estado de ánimo de los pacientes debe considerarse hasta donde sea posible. La necesidad del paciente es el factor más importante que hay que resguardar, excepto donde se necesite un adecuado alumbrado para cumplir con los requerimientos de cuidado o tratamiento en los puestos de trabajo del personal que lleva acabo dicho tratamiento.

8.2 Alumbrado en cuadras, crujías o cuartos.

El Alumbrado en cuadras, crujías o cuartos debe asegurar el bienestar del paciente y al mismo tiempo debe permitir exámenes médicos y tratamientos simples.

8.2.1. Alumbrado General.

El sistema de alumbrado general en una iluminación nominal de 100 lx, está destinado a crear una atmósfera confortable y a la vez proporcionar el nivel de iluminación suficiente para actividades simples. El alumbrado no debe deslumbrar ni a los pacientes, ni al personal del hospital, lo cual puede lograrse con un sistema de alumbrado indirecto. La iluminancia media de las luminarias visibles la paciente en cama, no debe ser mayor de 1000 cd/m² y también debe evitarse el deslumbramiento reflejado.

En guarderías infantiles se recomienda una iluminación nominal de 300 lx en vista de la necesidad de un cuidado y supervisión intensivos por parte del personal encargado de la atención de los niños.

8.2.2 Luminarias para lectura.

Toda posición de la cama (excluyendo las cunas para bebés) debe estar provisto con una luminaria para lectura. La iluminación nominal debe ser de 200 lx en un área restringida a la parte superior de la cama y la lectura debe ser posible en cualquier posición normal. Debe considerarse que niveles de iluminación mayores pueden causar molestias a los pacientes de las camas adyacentes.

Estos requerimientos se aplican a un plano inclinado, en un ángulo de 75° con la horizontal, a una distancia de 0.6 m desde la cabecera de la cama. Si la distancia desde la cabecera de la cama hasta la pared no se conoce, debe tomarse un punto a una distancia de 0.8 m desde la pared y a una altura de 1m sobre el piso (Véase la fig. 7). Ninguna luminaria que tenga una luminancia mayor de 1000 Cd/m² debe colocarse en medio ambiente visible de otros pacientes, a fin de prevenir el fenómeno de deslumbramiento. El medio ambiente visible es la suma total de todos los puntos que el paciente en la posición de descanso puede ver con movimientos de la cabeza y de los ojos.

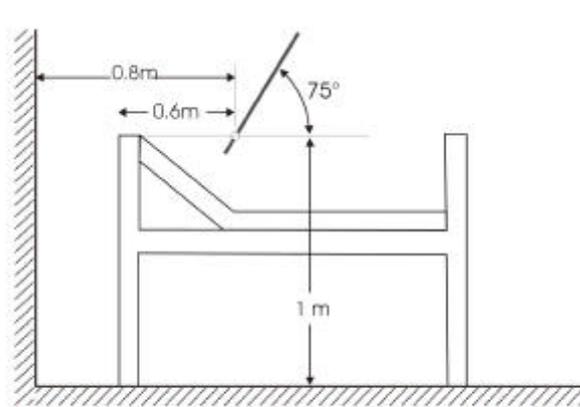


Figura 7
PLANO CONSIDERADO PARA LECTURA

8.2.3. Alumbrado adicional para exámenes simples en la cama del paciente

Debe disponerse en el centro de la cama (a una altura de 1 m sobre el piso), una iluminación horizontal suficientemente uniforme al menos 300 lx, incluyendo el sistema general alumbrado, a fin de permitir exámenes simples, tales como los que se llevan a cabo en las camas de los pacientes. Este alumbrado no debe deslumbrar al médico, aunque el mismo requerimiento no se aplique al paciente, puesto que el alumbrado sólo se requiere por un periodo restringido.

8.2.4 Alumbrado de Supervisión

El alumbrado de supervisión con una iluminación de 5 lx, donde sea necesario, debe facilitar al personal de los locales de asistencia médica durante las horas de la noche, movilizarse para el cuidado y observación de los pacientes. Este alumbrado de supervisión debe ser tan uniforme como sea posible en ningún caso debe deslumbrar a los pacientes. Se recomienda, una iluminación nominal de 20 lx en guarderías infantiles, ya que en ellas se requiere una supervisión más cuidadosa, además de que los niños en cualquier caso son menos propensos a ser molestados por la luz.

8.2.5 Alumbrado de Orientación

El alumbrado de orientación debe proporcionar el nivel mínimo de iluminación necesario para que el personal, del local de asistencia médica pueda orientarse con facilidad durante las horas de la noche, sin perturbar el sueño los pacientes; por lo tanto las luminarias deben ubicarse debajo del

nivel de las camas, iluminando la mitad inferior de la habitación. El alumbrado de orientación debe ser controlado separadamente de los otros sistemas de alumbrado.

8.3. Salas de examen médico.

Cuando el alumbrado general en habitaciones individuales es menor de 100 lx, es absolutamente esencial proveer para propósitos de limpieza un sistema de alumbrado general de 100 a 200 lx en todas las salas de examen médico.

8.3.1. Sala para examen general

8.3.1.1 Alumbrado general.

Debe proveerse en toda las salas para examen, un sistema de alumbrado general con un color de luz blanco neutro y muy buenas propiedades de reproducción del color.

8.3.1.2 Alumbrado en el sitio del examen.-

Debe proveerse una mayor iluminación en el sitio del examen. Para este propósito es conveniente una combinación de un alumbrado localizado y un alumbrado especial para el examen.

8.3.2. Salas para Exámenes Especiales

Los requerimientos del alumbrado general para exámenes especiales varían grandemente, dependiendo del nivel de adaptación requerido. Por ejemplo los exámenes endoscópicos necesitan un nivel de alumbrado general de 20 a 100 lx, a fin de permitir que el ojo del observador se adapte a la luminancia del campo visual en el endoscopio. Incluso se requieren menores valores de iluminación para algunos exámenes oftalmológicos, ya que la iluminación se usa frecuentemente para la orientación espacial del paciente.

Si sólo se dispone de una habitación simple para varios tipos de exámenes especiales, la instalación de alumbrado debe ser capaz de ajustarse para cumplir los requerimientos de cada tipo de examen.

El alumbrado de las habitaciones para exámenes de rayos X, debe estar adaptado para satisfacer el procedimiento particular del examen. Considerando que las pantallas de exhibición de radiografías, no poseen requerimientos particulares de alumbrado, las radiografías mostradas en intensificadores de imágenes o con sistemas de televisión, necesitan una reducción de alumbrado general a 20 lx. La observación directa de la pantalla sólo es posible con un alumbrado localizado menor o igual a 10 lx.

8.4 Salas de Operaciones

El alumbrado de la sala de operaciones siempre debe estar estrechamente ligado con el alumbrado de la mesa de operaciones. La diferencia de luminancias entre dos tipos de alumbrado debe estar restringida al rango entre 5: y 10 :1, a fin de evitar dificultades fisiológicas y psicológicas durante la adaptación. En vista de que la iluminación requerida en la mesa de operación es muy alta, sería necesario un gran incremento en el alumbrado general, lo que ocasionaría problemas en la disipación del calor.

De esta forma es posible, manteniendo las relaciones de contraste recomendados, obtener valores de alumbrado general que no involucran dificultades en el proyecto del aire acondicionado de las salas de operaciones.

Nota.- Si la iluminación máxima es 80 000 lx, por ejemplo, debe seleccionarse un valor de 8000 lx para iluminar el medio ambiente inmediato al área de operaciones, restringiendo el alumbrado general a 1000 lx

Los sistemas de alumbrado ambiental y alumbrado general, deben ser adaptados hasta donde sea posible, al color de luz de luminarias para operaciones a fin de facilitar la adaptación de los ojos cuando se observa diferentes objetos en la sala y para que permita una uniformidad de colores.

La temperatura de color de las luces para operación debe ser del orden de 4000 °K o superior, con un índice general de reproducción del color tan alto como sea posible, p.e. : $R_a \geq 85$

8.5 Salas de recuperación, salas de cuidado intensivo, etc.

El alumbrado de estas salas debe ser adecuado, para una gran variedad de tareas visuales. El sistema de alumbrado debe permitir la posibilidad de cambiar rápidamente el nivel de iluminación en situaciones de emergencia. En casos especiales los requerimientos de alumbrado para salas de exámenes generales dados en 8.3.1, tienen que cumplirse.

8.6 Otras salas

Los requerimientos de alumbrado general para las salas de trabajo de médicos y enfermeras, dados en la Tabla VI, corresponde a aquellos aplicables al alumbrado normal de oficinas. Deberá proveerse una iluminación apropiada en puestos de trabajo con actividades especiales (p.e. : inyecciones). Si en las salas de trabajo de los médicos también se llevan a cabo exámenes, deberá cumplirse los requerimientos de 8.3.

Los requerimientos de la Tabla VI y donde sea apropiado las correspondientes recomendaciones del capítulo 7, deberán aplicarse a laboratorios y farmacias.

El alumbrado de corredores debe ser tal que asegure, ya sea de día o de noche, diferencias mínimas de luminancias entre corredores y habitaciones usadas para propósitos medicinales, y entre corredores y cirugías como consecuencia, debe poder reducir el nivel de iluminación en los corredores durante la noche.

En la Tabla VI también se indican los requerimientos de alumbrado para salas de exámenes post mortem, baños medicinales, salas de fisioterapia, baños y recintos reservados para trabajo sucio.

Tabla VI
VALORES DE ILUMINACIÓN NOMINAL RECOMENDADOS PARA LOCALES
DE ASISTENCIA MEDICA

1	2	3	4	5
Tipo de sala	Categoría de iluminación	Color de luz	Grado de reproducción del color	Observaciones
CUADRAS CRUJÍAS O CUARTOS - Alumbrado general. - Luminarias para lectura. - Alumbrado adicional para exámenes simples en la cama del paciente. - Alumbrado para la supervisión del paciente.	C C D 5 lx	bc bc bc, bn bc	1 1 1 1	En guarderías infantiles la categoría de iluminación debe ser D. Alumbrado localizado. Véase 8.2 incluyendo el sistema de alumbrado general. En guarderías infantiles 20 lx
SALAS PARA EXÁMENES - Salas para exámenes generales. Alumbrado general Alumbrado en el sitio del examen - Salas de exámenes de rayos X Alumbrado general Radiografías con imágenes intensificadas o sistemas de televisión Alumbrado localizado en salas para observación directa de la pantalla. - Salas para exámenes oftalmológicos Alumbrado general para la determinación de la refracción. Examen exterior de ojo. Pruebas de lectura Alumbrado localizado para exámenes oftalmológicos. - Salas para exámenes de oído, nariz y garganta. Alumbrado general Examen exterior del oído. Examen interior del oído - Salas para exámenes endoscópicos. Alumbrado general para urología, examinación rectal, ginecología.	E F E A Lx A,B,C F E 20 lx* E F A,E A,B *	bn bc, bn bn bn - bc, bn bn bn bc, bn bc, bn bc, bn bc, bn	1 1 1 1 - 1 1 2 2 1 1 2 2	Luz roja especial ($\lambda \leq 630 \text{ nm}$) * Categoría C para propósitos de limpieza. * Categoría C para propósitos de limpieza.
SALAS DE OPERACIONES - Alumbrado general - Alumbrado en el centro de la mesa de operaciones - Alumbrado en la vecindad inmediata de la mesa de operaciones.	F 20,000 A 100,000 lx 10000 lx	bn bn bn	1 1 1	

Tabla VI (Continuación)

1	2	3	4	5
Tipo de sala	Categoría de iluminación	Color de luz	Grado de reproducción del color	Observaciones
OTRAS SALAS				
- Salas de operaciones post mortem				
Alumbrado general	F	bn	1	
Alumbrado en le puesto de trabajo	H	bn	1	
- Salas de trabajo de médicos y enfermeras	D	bn	2	
- Laboratorios				
Alumbrado general	E	bn	1	
Prueba de colores	F	bn	1	
- Baños medicinales y salas de fisioterapia.	D	bc, bn	2	
- Corredores				
En el día	D	bc, bn	2	
En la noche	A	bc, bc	2	
- Escaleras				
En el día	D	bc, bn	2	
En la noche	A	bc, bn	2	
- Baños y recintos reservados para trabajo sucio.	C	bc, bn	2	

9. ILUMINACIÓN RECOMENDADA PARA LOCALES DEPORTIVOS

En la Tabla VII siguiente se dan valores mínimos y recomendaciones a considerarse en una instalación de alumbrado, referentes a la iluminación nominal, a la uniformidad, y al tipo de lámpara correspondientes a locales y reuniones deportivas ubicadas al exterior e interior.

Columna 1: Tipo de local deportivo o deporte.

Si un deporte en particular no figura en la Tabla VII, se considerarán aplicables las recomendaciones dadas para un deporte similar.

Columna 2 : Iluminación nominal horizontal E_h

Para los diferentes tipos de deportes se dan en la Tabla VIII los niveles de iluminación nominal horizontal recomendados. El nivel de iluminación nominal horizontal E_h es el valor medio recomendado de la iluminación sobre el campo

deportivo. A fin de que la iluminación nominal para las condiciones promedio de operación de las instalaciones de alumbrado se mantengan, el valor de la iluminación nominal recomendado se debe afectar por el factor de mantenimiento.

El nivel de iluminación medio no debe ser menor que 0.8 veces la iluminación nominal. El plano de medida para la iluminación nominal debe estar a 1 m sobre el campo deportivo. Para cada tipo de deporte se dan los valores de iluminación nominal horizontal para entrenamiento y competencia. Los mayores valores para las competencias toman en consideración también las exigencias de visibilidad de los espectadores. En la Tabla VII se dan valores cuando se presentan distancias considerables entre el observador y el deportista.-

Columna 3: Uniformidad.

En la Tabla VII se dan los límites para la uniformidad puntual del nivel de iluminación horizontal $G_h = E_h \min / E_h$, sobre los campos deportivos.

Columna 4 : Selección de las lámparas

A fin de facilitar la selección de la fuente de luz más conveniente, se dan en la columna 4 de la Tabla VII, las lámparas apropiadas.

Las propiedades de reproducción del color de las lámparas deben corresponder en el caso de instalaciones para competencias, por lo menos al grado 3. Para instalaciones de entretenimiento pueden ser usadas también las lámparas de los grados 3 y 4.

En recintos con ventanas deben usarse lámparas de colores de luz blanco neutro; en recintos sin ventanas y en las instalaciones al aire libre pueden ser usadas lámparas de colores de luz blanco cálido.

Símbolos de los tipos de lámparas:

- a = Lámparas incandescentes y lámparas incandescentes halógenas.
- b = Lámparas fluorescentes.
- c = Lámparas de vapor de mercurio.
- d = Lámparas de vapor de metal halógeno.
- d = Lámparas de vapor de sodio de alta presión.

Columna 5 : Observaciones

Para cada tipo de deporte se dan las recomendaciones respectivas en la columna 5 de la Tabla VII:

Tabla VII
ILUMINACIÓN RECOMENDADA PARA LOCALES DEPORTIVOS

1	2		3		4		5
Tipo de local deportivo o deporte	Iluminación Nominal horizontal		Uniformidad $G_h = E_{\min}/E_h$		Tipo de lámpara		Observaciones
	Entrenamiento Lux	Competencia Lux	Entrenamiento Lux	Competencia	Entrenamiento Lux	Competencia	
Fútbol, atletismo (exterior) Distancia del espectador al deportista hasta: 120 m 160 m 200 m	100	-	1:3	-	a,c,d,e	-	<p>Al exterior Disposición de las lámparas a lo largo de los lados fuera del campo deportivo La altura de las fuentes de luz se deben fijar tomando en consideración el deslumbramiento y la distribución de la iluminación. La altura para el tenis debe ser no menor de 9m para un campo y de 12m para dos campos deportivos.</p> <p>Al Interior Techo claro con un grado de reflexión mayor a 0.70, es exigible. Para los límites de deslumbramiento se debe considerar el punto 4.4 para las instalaciones se debe seleccionar la clase de calidad. 1.</p> <p>Para el tenis la disposición de las lámparas desde ser a lo largo de los lados del campo deportivo.</p> <p>*alumbrado adicional sólo para el ring.</p>
Fulbito, basquetbol, voleibol - Exterior - Interior	100	200	1:2	1:1.5	a,c,d,e	a,d	
Tenis, Badminton - Exterior - Interior	200	400	1:2	1:1.5	a,b,d,e	a,b,d	
Tenis de mesa, esgrima (int.)	300	500	1:2	1:1.5	a,b,d,e	a,b,d	
Boxeo (interior)	300	1500*	1:2	1:1.5	a,b,d,e	a,d *	
Lucha, Judo, Karate, Levantamiento de pesas, ciclismo (interior)	200	400	1:2	1:1.5	a,b,d,e	a,b,d	

Tabla VII (continuación)

1	2		3		4		5
	Iluminación Nominal horizontal		Uniformidad $G_h = E_{min}/E_h$		Tipo de lámpara		
Tipo de local deportivo o deporte	Entrenamiento Lux	Competencia Lux	Entrenamiento Lux	Competencia	Entrenamiento Lux	Competencia	Observaciones
Natación - Exterior - Interior	200 200	400 400	1:2 1:2	1:1.5 1:1.5	a,d a,b,d	a,d a,b,d	
Salto ornamentales - Exterior - Interior	200 200	500 500	1:2 1:2	1:1.5 1:1.5	a,d a,b,d	a,d a,b,d	
Tiro (interior)	200*	200*	1:3	1:3	a,b,d	a,b,d	
El alumbrado vertical del banco 750 lux. La fuente de luz debe ser apantallada en la dirección de la vista. * En la condición de tiro es recomendable el alumbrado indirecto							
Instalaciones de equitación. (exterior) Equitación. Salto y adiestramiento. Carrera y Galope.	100 200 100	- 300 200	1:3 1:2 1:3	- 1:2 1:3	a,c, d,e	- a,d a,d	
Bochas y bolos (interior)	200	200	1:2	1:2	b	b	Las fuentes de luz en dirección a la vista deben ser apantalladas. El alumbrado vertical sobre los bolos debe ser de 500 lux.

10. ILUMINACIÓN RECOMENDADA PARA MUSEOS

10.1. Niveles de iluminación recomendados

El nivel de iluminación para museos se debe determinar cuidadosamente, a fin de evitar posibles daños a materiales sensibles a la luz. En la Tabla VIII siguiente se dan niveles iluminación recomendados :

Tabla VIII

NIVEL DE ILUMINACIÓN MÁXIMA EN SERVICIO (lx)

objeto	Niveles de Iluminación
Metal, piedra, vidrio y cerámica vidrieras, joyerías, esmaltes	No existe limitación pero raramente es necesario exceder de 300 (temperatura de color 4000 – 6500 °k)
Pintura al óleo y al temple, cuero natural, cuerno, hueso, marfíl madera y lacas	150 –180 (temperatura de color 4000 °k)
Textiles, vestidos, acuarelas, tapicerías, impresos y dibujos, sellos, manuscritos, miniaturas, pinturas al temple, papeles pintados, guachas, cuero teñido	50 (menor si es posible) (temperatura de color 2900 °k)

10.2 Recomendaciones de Diseño

- a) Deslumbramiento. Se debe poner un especial énfasis en la eliminación del deslumbramiento que proviene de las fuentes de luz y de las superficies reflectantes .
- b) Presentación. Se debe poner un énfasis adecuado en los aspectos de presentación tales como los focos de atención, el fondo y el entorno.
- c) Pinturas y dibujos se recomienda una iluminación uniforme pero que no sea demasiado difusa. La iluminación difusa destruye el efecto del impacto y tiende a desaturar los colores de pinturas barnizadas.
- d) Esculturas y modelados. Los objetos que requieren que se destaque su forma y textura, exigen una luz direccional dominante que puede ser

natural o artificial, con una iluminación secundaria que puede lograrse mediante una reflexión difusa.

11. ILUMINACIÓN RECOMENDADA PARA EXTERIORES

11.1. Edificaciones y Monumentos

Cuando se requieren medidas del grado de reflexión muy exactas, es necesario instrumentos adecuados, pero para la mayoría de casos para el diseñador es suficiente comparar la superficie a ser iluminada con otras superficies cuyas reflectancias son conocidas. La Tabla IX da valores de iluminación de servicio para algunas superficies en las tres categorías de luminancias de la región. Los valores se aplican al alumbrado con lámparas de filamento de tungsteno, de aproximadamente 2800 °K de temperatura de color, pero también se dan factores de multiplicación para otras fuentes de luz. También los valores dados son para superficies limpias pero en vista de que la suciedad afecta algunas superficies más que a otras, adicionalmente se dan factores que tienen en cuenta la condición zonas oscuras en una ciudad, adicionalmente se dan factores que tienen en cuenta la condición de la superficie.

11.2. Parques y Jardines

La iluminación de un parque o de un jardín implica la iluminación de árboles, arbustos, setos y posiblemente lagos y fuentes. El objetivo esencial de la iluminación es el de acentuar durante la noche la belleza del escenario y eliminar zonas oscuras en una ciudad ordinariamente bien iluminada.

Tabla X
ILUMINACIÓN RECOMENDADA PARA PARQUES Y JARDINES

Descripción	Iluminación Nominal En lx
- Alumbrado General	5
- Fondos decorativos (vallas, árboles)	20
- Flores	50
- Puntos importantes de confluencia	100

11.3 Carteles y Anuncios

Todo cartel o anuncio exhibido debe acentuarse mediante una iluminación localizada

Tabla XI
ILUMINACIÓN RECOMENDADA PARA CARTELES Y ANUNCIOS

Descripción	Iluminación Nominal En lx
- Con alrededor brillantes	
Superficie claras	500
Superficies oscuras	1000
- Con alrededores oscuras	
Superficie claras	200
Superficie oscuras	500

Tabla IX
VALORES DE ILUMINACIÓN DE DISEÑO PARA EDIFICACIONES

Los valores de iluminación de servicio (lx) son para superficies limpias con lámparas de filamento incandescente. Estos valores debe multiplicarse por los factores apropiados para otras fuentes de luz y condiciones de superficie (ver ejemplo a continuación). Puede ser necesario incrementa la luminancia para grandes distancias de visión.

Material	Nivel de iluminación aproximado donde la luminancia de la región es:			Factor de multiplicación por la distribución espectral				Condiciones de la superficie factor de multiplicación por condición			
	Baja	Media	Alta	Mercurio no corregido	Color corregido, mercurio y metal halóide (valores aproximados)	Sodio de alta presión (valores a aproximados)	Sodio de baja presión	Regularmente limpio	Regularmente sucio	Sucio	Muy sucio
Piedra clara	20	30	50	1.1	1.4	0.9	0.95	1.2	3	6	10
Piedra intermedia	40	60	120	1.1	1.1	1.0	0.85	1.1	2.4	5	8
Piedra oscura	100	150	300	1.1	1.0	1.1	1.0	ver (*)	ver (*)	ver (*)	ver (*)
Ladrillo											
Pulido claro	35	50	100	1.1	1.1	1.0	0.9	1.1	2.4	5	8
Pulido brillante	40	60	120	1.1	1.1	0.9	1.1	1.1	2	4	7
Terracota	55	80	160	1.2	1.2	0.9	0.9	1.1	2	4	6
Rojo	100	150	300	1.25	1.3	0.95	1.0	1.1	1.8	3	5
Rojo oscuro	120	180	360	1.25	1.3	1.0	1.2	1.1	1.6	2	4

(*) El granito puede llegar a ser mas claro con el envejecimiento.

Ejemplo: Para un edificio color terracota, regularmente sucio, iluminado con lámparas de mercurio de color corregido y situado en un área de luminancia media el valor de iluminación de servicio sería : $80 \times 1.2 \times 2 = 192$ lx.

12. ILUMINACIÓN RECOMENDADA PARA PLAYAS DE ESTACIONAMIENTO Y GARAJES

El alumbrado de las playas de estacionamiento y garaje debe ayudar a la visibilidad de los conductores y transeúntes en lo referente a la orientación, y al reconocimiento de personas, vehículos y señales de seguridad.

12.1. Nivel de Iluminación Recomendado

En la Tabla XII se dan los niveles de iluminación recomendados para las playas de estacionamiento.

La iluminación de las playas de estacionamiento ubicadas a los costados de las vías públicas, dependen de la iluminación de dicha vía (véase la Norma DGE 016 –AP)

Las entradas y salidas de los garajes cerrados (que no posean la luz del día), requieren una iluminación mayor de día que de noche, a fin de garantizar una suficiente adaptación de la vista de un lugar oscuro a uno iluminado con la luz del día.

12.2. Uniformidad

En la Tabla XII se da la uniformidad máximas permitida para las playas de estacionamiento.

12.3. Limitación del Deslumbramiento

En la Tabla XIII se dan las intensidades luminosas máximas admisibles, que limitan el deslumbramiento de las luminarias para playas de estacionamiento; recomendándose luminarias apantalladas (de haz recortado) y permitiéndose luminarias parcialmente apantalladas (de haz semi – recortado).

Tabla XIII
INTENSIDADES LUMINOSAS ADMISIBLES

Tipo de luminaria	Angulo de la luminaria	
	90°	80°
Apantallada (de haz recortado)	≤ 10 Cd / 1000 lm 500 Cd máx.	≤ 30 Cd / 1000 lm 1000 Cd máx.
Parcialmente apantallada (de haz semi-recortado)	≤ 50 Cd / 1000 lm 1000 Cd máx.	≤ 100 Cd / 1000 lm 2000 Cd máx.

Para los garajes abiertos y cerrados se deberá aplicar la limitación del deslumbramiento descrita en 4.2. La clase de calidad de limitación de deslumbramiento recomendada es de 2.

TABLA XII
ILUMINACIÓN RECOMENDADA PARA PLAYAS DE ESTACIONAMIENTO Y GARAJES

Tipo de Uso	Iluminación Normal lx	Uniformidad Emín / Emáx
PLAYAS DE ESTACIONAMIENTO		
- Vías expresas, arterias principales primarias y secundarias, calles comerciales (tipos de iluminación I y II según la Norma DGE 016-AP)	12	De 1:6 a 1:12
- Vías colectoras primarias y secundarias (tipo de iluminación III según la norma DGE 016-AP)	6	1:12
- Calles locales, calles locales rurales y calles sin iluminación (tipos de iluminación IV y V según la Norma DGE 016-AP)	3	1:12
GARAJES CERRADOS (sin luz del día)		
- En el día	50	1:12
- En la noche	12	1:12
ENTRADAS Y SALIDAS DE GARAJES CERRADOS		
- En el día	150	--
- En la noche	12	--
GARAJES ABIERTOS		
- en la noche	12	1:12
ENTRADAS Y SALIDAS DE GARAJES ABIERTOS		
- en la noche.	12	--



Resolución *Directoral* Nº 168-82-EM/DC

31 de mayo de 1982

Visto el expediente Nº 366525

CONSIDERANDO :

Que de conformidad con el artículo 29, del Decreto Legislativo Nº 40, Ley Orgánica del Sector Energía y Minas, la Dirección General de Electricidad es la encargada de normar las actividades de energía eléctrica ;

Que es necesario uniformar criterios en la elaboración de proyectos referentes al alumbrado de interiores en general, de locales de asistencia médica, de locales deportivos y de exteriores ;

Que la presente Norma ha sido elaborada por la Oficina de Normalización, tomando en consideración las opiniones vertidas por los profesionales que participaron en el Comité encargado de revisar el proyecto de Norma - y en la exposición realizada en la AEP, en noviembre de 1981;

Con la opinión favorable del Director de la Oficina de Normalización ;

SE RESUELVE :

Artículo Primero.- APROBAR la Norma DGE 017-AI-1/1982 " Alumbrado de Interiores y Campos Deportivos ", que consta de doce (12) - Capítulos.

Artículo Segundo.- La Norma aprobada en el artículo primero es de cumplimiento obligatorio en todas las edificaciones públicas o privadas del país ".

Regístrese y comuníquese.

Dr. Antonio Vallejos Oberti
Director General
Dirección General de Electricidad

Ing. Luis Prieto Gómez
Director de la Oficina de Normalización a. i.