



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA  
DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
CUAUTITLAN

ILUMINACIÓN DE HOSPITALES E INSTALACIONES  
AL CUIDADO DE LA SALUD

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

PRESENTA:

OSWALDO GARCÍA DHEZAS

ASESOR: ING. FRANCISCO GUTIÉRREZ SANTOS

CUAUTITLAN IZCALLI. EDO. DE MEX.

2008



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.

## **A mi Esposa**

A ti, el amor de mi vida. Por toda la paciencia, fuerza y confianza que con tu fe y actos has motivado e iluminado mi vida. Porque que simplemente eres la razón de mi ser y existir.

## **A mis Padres**

Por toda la vida que me han dado. Por cada lección que he aprendido a su lado, por los hermanos que me dieron y el hogar que me regalaron. A mi Mama, por toda la sencillez, consejos y regaños con que me ha orientado. A mi Papa, por que siempre a estado a mi lado ante toda circunstancia y prueba. Gracias!

## **A mi Abuelito**

Por ser quien me guío por este sendero del conocimiento desde aquel día en que me regalo un libro de Isaac Asimov. Por todo el ejemplo que me ha enseñado, la tenacidad y el gusto que tiene por la vida.

## **A mis Hermanos**

Por todas las vivencias, diferencias y alegrías que con su ejemplo me dejaron y enseñaron. A Rafita (†), por toda la sencillez y alegría con que ilumino mi vida. A mi hermanita (Nieves) por toda la pasión con que día a día escribe su historia.

## **A mis Suegros**

Agradeciéndoles toda la confianza y fe que en mi han puesto. A la Sra. Emma, por toda la ayuda y motivación para la realización de este trabajo. Al Sr. Olegario, por todos sus consejos, alegría y humor que siempre están presentes.

## **A mis profesores**

Quiero agradecer a todos los que hacen de la UNAM (maestros y administrativos) una gran institución de valores y virtudes. Quiero agradecer especialmente al Ing. Francisco Gutiérrez Santos por todo el apoyo, experiencia y sobre todo la confianza y amistad que me ha brindado.

## **A Dios**

Finalmente quiero agradecer a quien me lo ha dado todo en esta vida, a quien ha permitido que todos mis sueños sean una realidad. La luz . . . es la sombra de Dios.

Con todo mi agradecimiento, cariño y respeto . . .

Oswaldo García Dhezas.

## ÍNDICE

Capítulo.	Pag.
01. Resumen . . . . .	01
02. Introducción . . . . .	03
03. Objetivos de iluminación de un hospital . . . . .	04
04. Subdivisión de un hospital . . . . .	05
04.1 Áreas de uso común . . . . .	05
04.2 Áreas de uso particular . . . . .	05
05. Iluminación del ambiente visual . . . . .	06
05.1 Iluminación en las estaciones de trabajo . . . . .	06
05.2 Criterios de iluminación . . . . .	07
05.3 Distribución de la iluminación . . . . .	07
05.4 Luz nocturna . . . . .	07
05.5 Luz de examinación . . . . .	08
05.6 Cuartos individuales y/o privados . . . . .	10
05.7 Cuartos de ocupación múltiple . . . . .	10
05.8 Limpieza y mantenimiento . . . . .	10
05.9 Ventanas . . . . .	11
05.10 Estaciones de enfermería . . . . .	11
06. Tareas de iluminación . . . . .	13
06.1 Tiempo y exactitud . . . . .	13
06.2 Camas de los pacientes . . . . .	15
06.3 Estación de enfermeras . . . . .	15
06.4 Recepción y Cafeterías . . . . .	15
06.5 Pasillos y estancias . . . . .	15
06.6 Áreas de cuidados intensivos . . . . .	16
06.7 Sala quirúrgica . . . . .	16
06.8 Iluminación para fotografía y televisión . . . . .	18
06.9 Cámaras miniaturas de video ajustadas a las bandas de las cabezas . . . . .	18
06.10 Luces en la cabeza de los cirujanos . . . . .	18
06.11 Operaciones especializadas . . . . .	20
06.11.1 Cirugía ocular . . . . .	20
06.11.2 Cirugía de garganta, oído y nariz . . . . .	20
06.11.3 Neurocirugía . . . . .	20
06.11.4 Cirugía ortopédica . . . . .	20
06.12 Sala de recuperación post anestésica . . . . .	21
06.13 Cuarto de citoscopia . . . . .	21
06.14 Sala de nonurología . . . . .	22
06.15 Sala de partos obstétrica . . . . .	22
06.15.1 Sala de alumbramiento . . . . .	22
06.15.2 Sala de labor de partos . . . . .	22
06.15.3 Área de lavado . . . . .	23
06.15.4 Área de recuperación post parto . . . . .	23
06.16 Sala radiográfica . . . . .	23
06.16.1 Sección de diagnóstico . . . . .	23
06.16.2 Sala de espera . . . . .	24
06.16.3 Sala de radiografía y fluoroscopia general . . . . .	24
06.16.4 Sala de observación . . . . .	25
06.16.5 Área de surtido de radiografías . . . . .	25
06.16.6 Cocina de bario . . . . .	25
06.16.7 Cuarto oscuro . . . . .	25

06.16.8	Sección de terapia de radiación . . . . .	26
06.16.9	Equipo y técnicas de diagnóstico por imagen . . . . .	26
06.17	Laboratorios clínicos . . . . .	27
06.18	Unidades de terapia de inhalación . . . . .	27
06.19	Consultorios dentales . . . . .	27
06.20	Cuartos de examen y tratamiento . . . . .	29
06.21	Sala de emergencias . . . . .	29
06.22	Sala de autopsia . . . . .	29
06.23	Iluminación ambiental . . . . .	29
06.24	Sala de terapia física . . . . .	29
06.25	Farmacia . . . . .	30
06.26	Instalaciones geriátricas . . . . .	30
06.27	Iluminación de emergencia . . . . .	31
06.28	Iluminación de seguridad . . . . .	31
07.	Consideraciones sobre el diseño de iluminación de un hospital . . . . .	33
07.1	Luz de día . . . . .	33
07.2	Fuentes de iluminación . . . . .	33
07.3	Diseño de los espacios . . . . .	37
07.3.1	Cuartos de pacientes adultos . . . . .	37
07.3.2	Servicios de enfermería . . . . .	37
07.3.3	Salas Pediátricas y de adolescentes . . . . .	39
07.3.4	Guarderías . . . . .	40
07.3.5	Instalaciones para la salud mental . . . . .	40
07.3.6	Sala de espera quirúrgica . . . . .	41
07.3.7	Sala de acceso quirúrgico . . . . .	41
07.3.8	Cuarto de operaciones . . . . .	41
07.4	El sistema de iluminación para actividades quirúrgicas . . . . .	43
07.4.1	Laboratorios . . . . .	44
07.4.1.1	Laboratorio de Química . . . . .	44
07.4.1.2	Laboratorio de Hematología . . . . .	44
07.4.1.3	Laboratorio de Urología . . . . .	44
07.4.1.4	Laboratorios de Serología e Inmunología . . . . .	44
07.4.1.5	Laboratorios para funciones cardíacas y pulmonares . . . . .	45
07.4.2	Áreas auxiliares de laboratorio . . . . .	45
07.4.2.1	Recolección de especímenes . . . . .	45
07.4.2.2	Sala de lectura del microscopio . . . . .	45
07.4.2.3	Banco de sangre . . . . .	45
07.4.2.4	Central de provisiones estériles . . . . .	45
08.	Niveles de iluminación . . . . .	46
08.1	Valoración subjetiva . . . . .	46
08.2	El deslumbramiento . . . . .	46
08.3	Lámparas y luminarias . . . . .	47
08.4	El color . . . . .	48
08.4.1	Apariencia de color y rendimiento en color . . . . .	49
08.4.2	Influencia del color en el ambiente . . . . .	50
08.5	Sistemas de alumbrado . . . . .	50
08.5.1	Métodos de alumbrado . . . . .	51
08.6	Niveles de iluminación . . . . .	52
08.7	Depreciación de la eficiencia luminosa y mantenimiento . . . . .	54
09.	Acabados . . . . .	55
09.1	Distribución y dirección de la luz . . . . .	55
09.2	El color . . . . .	55
09.2.1	Color de las superficies . . . . .	55

09.2.2	Color y capacidad de rango de color de la iluminación . . . . .	55
09.3	Reflexiones de velo . . . . .	57
09.4	Confort visual . . . . .	57
09.4.1	Deslumbramiento directo . . . . .	57
09.4.2	Probabilidades de confort visual . . . . .	58
09.4.3	Reflejo por deslumbramiento . . . . .	58
09.5	Cantidad de iluminación . . . . .	58
09.5.1	Selección de iluminación para los espacios interiores . . . . .	58
10.	Procedimientos en el diseño de iluminación . . . . .	60
10.1	Objetivos del diseño . . . . .	60
10.2	Criterios en torno a las instalaciones de salud . . . . .	60
10.2.1	Factores térmicos y acústicos . . . . .	62
10.2.2	Monitoreo del sistema de iluminación . . . . .	62
10.3	Medidas de la iluminación . . . . .	63
10.3.1	Medidas de los cuartos de operaciones . . . . .	63
10.3.2	Medidas para el color de temperatura aparente . . . . .	63
10.3.3	Irradiación total . . . . .	63
10.4	Diseño del ambiente luminoso . . . . .	64
10.4.1	Centros focales . . . . .	64
10.4.2	Zonas sobre la cabeza . . . . .	64
10.4.3	Zona de perímetro . . . . .	64
10.4.4	Zona ocupada . . . . .	64
10.4.5	Niveles de iluminación general . . . . .	64
10.4.6	Color y sombra . . . . .	65
10.4.7	Difusión . . . . .	65
10.4.8	Brillo . . . . .	65
10.4.9	Rango de color . . . . .	65
10.5	Estudios de ingeniería . . . . .	65
10.5.1	Características dimensionales . . . . .	66
10.5.2	El estudio arquitectónico . . . . .	66
10.5.3	Sistemas de iluminación visualmente subordinados . . . . .	66
10.5.4	Sistemas de iluminación visualmente prominentes . . . . .	67
10.6	Método para la selección de la iluminación . . . . .	67
10.6.1	Limitaciones en el proceso de selección . . . . .	68
10.6.2	Selección de la iluminación . . . . .	68
10.6.3	Reflexiones de velo . . . . .	70
10.6.4	Instalaciones de los usuarios . . . . .	70
10.6.5	El sistema de iluminación . . . . .	70
10.6.6	Luz polarizada . . . . .	71
10.6.7	Reducción de las reflexiones de velo . . . . .	71
10.7	Características de un sistema de iluminación . . . . .	71
10.7.1	Indirecta . . . . .	72
10.7.2	Semi indirecta . . . . .	72
10.7.3	Difusión general directa-indirecta . . . . .	72
10.7.4	Directa . . . . .	73
11.	Riesgos eléctricos en los hospitales . . . . .	74
11.1	Antecedentes . . . . .	74
11.2	Corrientes de fuga . . . . .	75
11.3	Riesgos de alto voltaje . . . . .	76
11.4	Riesgos mecánicos . . . . .	76
11.5	Riesgos por radiaciones . . . . .	76
11.6	Riesgo eléctrico . . . . .	76
11.6.1	Riesgo por intercambios de cargas electrostáticas . . . . .	76

11.6.2	Riesgo por circulación de corriente .....	76
11.6.3	Falta de suministro eléctrico .....	77
11.7	Disminución del riesgo .....	77
11.7.1	Control de humo .....	77
11.7.2	Tableros para salas de operación .....	78
11.7.3	Tableros de cuidados coronarios y cuidados intensivos .....	78
11.7.4	Tableros para equipos rayos "x" portátiles .....	78
12.	Resultados .....	79
12.1	Metodología y elementos .....	79
12.2	Influencia de los acabados arquitectónicos .....	79
13.	Discusión .....	80
14.	Conclusiones .....	81
14.1	Acerca de los Hospitales y Clínicas .....	81
14.2	Acerca de la Ingeniería de Iluminación .....	81
15.	Bibliografía .....	82
16.	Apéndice .....	83
16.1	Glosario .....	83

## 01. Resumen

El presente proyecto está enfocado a las áreas interiores de los hospitales, como son los cuartos de rayos “x”, salas de operaciones, de urgencia, zona de consultorios, laboratorios, corredores y/o pasillos, estaciones de enfermería, cocina, etc.

Actualmente, la forma de vida, exige la actividad del hombre durante horas y en lugares donde la luz diurna es deficiente, o falta en absoluto para el ejercicio de ciertas y determinadas tareas.

En consecuencia se hace necesario considerar el desarrollo del alumbrado artificial dentro de particulares exigencias de calidad, con el objeto de complementar adecuadamente la iluminación natural o reemplazarla totalmente en determinadas circunstancias, asumiendo que el alumbrado artificial debe satisfacer plenamente las necesidades del usuario en función del requerimiento de la tarea a realizar.

Entre los aspectos que se deben tener en cuenta, merece destacar el *nivel de iluminación* (ver capítulo VIII), el balance de luminancias dentro del campo visual, la eliminación de fuentes primarias y secundarias de deslumbramiento, y la adecuada reproducción de colores.

Estos requerimientos cualitativos y cuantitativos pueden ser satisfechos con soluciones técnicas y económicas convenientes como consecuencia de la tecnología alcanzada en el tema.

Un alumbrado eficaz, debe también acentuar las cualidades y carácter confortable en un ambiente laboral, ya que en estos espacios el hombre de trabajo intelectual o artesanal pasa más del 70 % de su vida activa, en función de la creatividad y la productividad.

Las principales cualidades de un alumbrado son:

- Intensidad de iluminación adecuada.
- Conveniente distribución espacial de la luz que comprenda la combinación de la luz general y la luz dirigida o funcional.
- Conveniente ángulo de incidencia del flujo luminoso.
- Adecuada distribución de luminancias.
- Eliminación de toda fuente de deslumbramiento en el campo visual.
- Adecuado color de la radiación luminosa.
- Fiel reproducción de los colores.
- Ajustada elección de la fuente luminosa con su particular característica de distribución.
- Con referencia a la intensidad de iluminación, tres aspectos deben ser considerados para complementar una tarea manual.

El primero y más preponderante se relaciona con la higiene fisiológica en la tarea visual.

En segundo lugar deben considerarse las razones técnicas y económicas que puedan limitar la calidad de iluminación para una tarea determinada.

En tercer lugar, considerar la relación entre la calidad de una instalación de alumbrado y la productividad.

El sentido de la vista esta adaptado desde su origen a los niveles elevados de iluminación natural, para lo cual la naturaleza lo dotó de un sistema o red adecuada de conos y bastoncillos en su órgano de la visión. Ello permite el desarrollo de visión fotópica y escotópica, según se trate de la tarea visual a ejercer en horas diurnas y nocturnas (elevados o casi nulos niveles de iluminación).

Diversos estudios permitieron establecer que el sentido de la visión funciona en las mejores condiciones cuando el nivel de luminancia en el campo visual está comprendido entre los 10 y 1000 [cd/m<sup>2</sup>], con factores medios de reflexión del 30 % al 60 %, y sin superficies especulares o fuentes de deslumbramiento en el campo visual.

Se ha comprobado y demostrado que la necesidad de luz de cada individuo, aumenta con la edad para cada tarea visual, y cabe destacar que en las actividades productivas encontramos personas con edades que van de los 15 años, hasta personas con alrededor de los 60 años de edad.

Las personas de edad más avanzada necesitan mayor nivel de iluminación que los jóvenes para realizar una tarea visual con igual facilidad. Las investigaciones muestran las siguientes conclusiones.

Los niveles luminosos para iguales condiciones de reflexión, tamaño y posición de una lectura con buena impresión (tamaño de los caracteres 1 cm y contraste del 95 %) son los siguientes:

Edad [ años ]	Nivel luminoso requerido [ luxes]
15	175
40	500
60	2500

Es de suma importancia, tener presente la edad del personal, ya que resulta inadecuado y deprimente para un trabajador de avanzada edad, generalmente de alta especialización artesanal o avanzado desarrollo intelectual, tener que trabajar en inferioridad de condiciones por malas previsiones en los niveles de iluminación.

El tiempo de duración diaria de una labor con luz artificial es un factor preponderante en las posibilidades de ejercer adecuadamente una tarea visual, y bien sabemos que las tareas se desarrollan en dos turnos de cuatro horas o más, o uno de ocho horas o más diarias.

Podemos decir que para determinados locales y tareas, la iluminación natural no debe ser tomada en cuenta como posible fuente luminosa, y en muchas circunstancias, lejos de ser la fuente básica de iluminación, pasa a ser un elemento complementario de segundo plano.

Finalmente, toda esta información y experiencia nos conduce y sirve de guía al vasto mundo de la iluminación.

## **02. Introducción**

La naturaleza, de alguna manera y desde tiempos remotos, ha dotado al universo de energía circundante, no creada sino cambiante; mecánica, solar, eólica, eléctrica, etc. Así, en virtud de la infinidad de aplicaciones y usos que esta pueda contener, resulta de particular interés un fenómeno llamado luz.

La energía electromagnética, que como hasta hoy se conoce, contiene a la luz, ha resultado ser un elemento indispensable para el bien de la humanidad.

A través de los años, este fenómeno luminoso ha logrado notables adjetivos y aplicaciones en muy diversas áreas de la ciencia; desde la concepción del éter para justificar su desplazamiento, hasta la unificación de la teoría dual, por parte de Schrödinger; la luz, ha permanecido hasta nuestros días, y desde entonces, en los laboratorios de investigación, siendo motivo y causa de estudio.

Por otra parte, la salud es un factor primordial para la vida, siendo la vista un sentido esencial para el conocimiento y contacto con el exterior. La tierra, por su parte, requiere de la luz solar para dar lugar al efecto de fotosíntesis y por ende, la vida en nuestro planeta.

La vista y la luz en suma, nos permiten realizar la mayoría de nuestras tareas visuales, desde el entretenimiento hasta el trabajo, siendo un recurso indispensable para el proceso de información, distinción de objetos y una herramienta de gran importancia para la salud, bienestar y confort de nuestra vida diaria.

Los desarrollos tecnológicos recientes, han determinado, que el buen uso y administración de los recursos energéticos con que cuenta la tierra, mantienen a los sistemas e instalaciones en óptimas condiciones de operación y trabajo. En este sentido, las áreas hospitalarias y los cuidados de la salud no han sido la excepción.

La presente tesis, “Iluminación de hospitales e instalaciones al cuidado de la salud”, cubre las áreas que son únicas para las instalaciones de iluminación médica. Hay una amplia variedad de actividades en estos espacios que requieren iluminación, por lo tanto es necesario describir al mismo tiempo, los cuidados para el paciente.

Algunas actividades entre las instalaciones médicas son idénticas y/o similares a las que hay en otras instituciones; estas incluyen: bibliotecas, cocinas, oficinas, salones, talleres y otras unidades de funcionamiento específico.

Así, por ejemplo, los cuartos de los pacientes pueden tener requerimientos de iluminación similares a los encontrados en un cuarto de hotel cuando son utilizados por pacientes en cuidados mínimos.

### **03. Objetivos de iluminación en un hospital**

- 03.1 Enfatizar la importancia que tiene la iluminación para el buen desempeño de la tarea visual en las diversas áreas que comprende un hospital.
- 03.2 Realizar una adecuada y conveniente selección de luminarias, para el buen uso y ahorro de energía lumínica.

#### **04. Subdivisión de un hospital**

Un hospital es una institución de actividades intensivas donde el personal médico realiza tareas visuales muy complejas y donde el paciente requiere iluminación discreta, mientras que el personal del hospital requiere óptimos niveles de iluminación.

Algunas áreas están designadas para actividades específicas y en estas, pueden ser sugeridas soluciones de iluminación cualitativas y cuantitativas. Las instalaciones médicas, son generalmente consideradas instituciones de especialidades de tipo físico y/o mental, así como las extensiones que estos servicios incluyen.

Dependiendo del nivel y complejidad del hospital, se debe contar con ciertos requisitos indispensables. Las áreas mínimas y necesarias de atención lumínica que requiere un hospital general son:

##### **Áreas de uso común:**

Cafetería  
Farmacia  
Recepción  
Sala de espera

##### **Áreas de uso particular:**

Análisis clínicos  
Cardiología  
Cirugía general  
Cubículos y/o consultorios  
Urgencia y cuidados críticos  
Dermatología  
Neumología  
Obstetricia  
Ginecología  
Odontología  
Oftalmología  
Otorrinolaringología  
Quirófano  
Radiodiagnóstico  
Rehabilitación  
Traumatología  
Urología

Para poder describir una buena práctica en la iluminación de dichas instituciones, se debe tomar en cuenta los objetivos inmediatos y los servicios que eventualmente son requeridos en dichas áreas. La iluminación debe ser adecuada según el tipo de trabajo a realizar y tomando en cuenta la altura de las mesas de trabajo para la colocación de las luminarias.

## **05. Iluminación del ambiente visual**

### **05.1 Iluminación en las estaciones de trabajo**

Se deben considerar ciertas condiciones para cubrir las necesidades de iluminación. La iluminación en las superficies del cuarto puede ser controlada por el personal médico, pacientes y/o visitantes; se debe mantener una buena visibilidad para no fatigarse. Así, por ejemplo, las diferencias de iluminación en el campo quirúrgico, no deben afectar el desempeño del cirujano en los cambios de adaptación visual.

Las técnicas de iluminación en el ambiente visual necesitan ser planeadas en relación con el diseño interior. El color y la reflexión en los acabados interiores afectan la iluminación y en consecuencia, la apariencia de los espacios. Techos, paredes y pisos, reflejan una parte de la luz incidente y son parte integral del sistema de iluminación. Algunas veces, esto se pasa por alto y en consecuencia resulta una reflexión alta en las paredes que a su vez, son repintadas en colores más oscuros con baja reflexión.

La iluminación en las estaciones de trabajo debe cumplir con una serie de requisitos. En estas áreas son comunes las siguientes actividades y características:

- Lectura de documentos y pruebas diagnósticas.
- Estrés y cansancio por causa de trabajo nocturno.
- Tonos y colores fríos (blanco).
- Uso de colores como códigos (luz roja, verde, etc.)

Sabemos por experiencia que la iluminación altera los niveles hormonales como es el caso del cortisol (Cuando sentimos estrés nuestro cuerpo reacciona segregando una hormona llamada cortisol) y la melatonina (hormona que regula el sueño y fortalece el sistema inmunológico). Un desequilibrio en estos niveles hormonales puede causar somnolencia y depresión. La alteración de los ritmos cardíacos es un hecho común y la iluminación no debe contribuir a ello, al contrario, debe ser un elemento positivo que mantenga un alto nivel de motivación y bienestar en el ambiente de trabajo para evitar el estrés.

El ser humano vive en un ciclo de 24 horas con actividad durante el día y descanso durante la noche. Los biólogos lo llaman el ritmo circadiano y este, es independiente de las horas dormidas y la actividad física, siendo más bien un ajuste de adaptación ante las diferencias estacionales. El cuerpo hiberna cuando no hay luz. Por lo tanto, la oscuridad produce sueño y la luz, vigilia. Es por eso que en los turnos nocturnos debe existir un nivel de luz suficiente y una temperatura cálida pero no excesiva.

Algunas consideraciones para obtener condiciones óptimas de iluminación son:

- Temperatura de color neutra (entre los 4000 K y 5000 K).
- Apoyo lumínico procedente de techos falsos.
- La impresión en interiores debe ser lo más parecida a la luz del día.
- La intensidad de la luz debe ser regulable y contar con aéreas de transición (pasillos).
- Evitar destellos y sensación de luz fluctuante.
- Las mesas de trabajo deben mantener un mínimo de 500 [lx].

En la mayoría de estos casos, estamos hablando de luz neutra proveniente de fuentes fluorescentes. Los hospitales gastan un 3 % de consumo de energía en iluminación, lo que significa un nivel significativo de consumo. Por ello, se hace necesario analizar de qué forma se pueden realizar ahorros de energía procurando mantener los niveles técnicos requeridos.

Los objetos de arte se han integrado a la arquitectura para agregar “calidad” a la atmósfera. Colores atrevidos (cromática alta), han favorecido el color de los hospitales. Si usamos colores vivos para reducir la reflexión de la luz, entonces la iluminación tendrá que ser mayor por la baja reflexión de las superficies.

La iluminación de emergencia usualmente proviene de las áreas quirúrgicas y obstétricas, como es el caso de todas aquellas áreas donde la seguridad pueda estar comprometida por la oscuridad. La iluminación de salida (dirección e identificación) puede aumentar la seguridad y eficiencia en casos de evacuación.

Ciertos departamentos son modificados en función de los avances tecnológicos. La unidad de diagnósticos radiográficos, el laboratorio de alergología entre otros, están siendo reorientados visualmente. Estos cambios se realizan en función de la continua innovación en la instrumentación médica, quirúrgica y dental.

La necesidad de cuartos oscuros para la examinación fluoroscópica, casi ha desaparecido desde que el equipo de video los reemplazo. Casi todos los exámenes, son ahora realizados en cuartos con iluminación normal. Los videos, son tomados principalmente para requisitos de documentación y no para fines de evaluación diagnóstica.

## **05.2 Criterios de iluminación**

Estos criterios están basados en la respuesta visual humana tomando en cuenta que las condiciones del ambiente pueden variar. Todo esto está relacionado con la psicofísica (sensación correspondiente a la cantidad de luz percibida) y la psicología (referente a la respuesta que el observador pueda tener ante al brillo, color, etc.).

## **05.3 Distribución de la iluminación**

Las medidas de iluminación están relacionadas en lo que el observador percibe como brillo. Las diferencias entre la medición de la iluminación y la percepción del brillo son muy comunes, así que la distribución de la iluminación aplicada apropiadamente puede resultar eficiente y confortable al campo visual. Un buen diseño evita el deslumbramiento, minimiza el consumo de energía y facilita el mantenimiento.

## **05.4 Luz nocturna**

Las unidades de iluminación de brazo de pared, son usualmente incorporadas a la luz de noche mediante un switch en la cama del paciente. Así, la luz de noche puede ser dejada para un uso ocasional.

Para el uso continuo, se recomienda que la luz de noche incorpore una luminaria de bajo brillo con una cubierta refractiva instalada aproximadamente a 40 [cm] sobre el piso. Esto proveerá suficiente iluminación para que los pacientes puedan guiarse por si solos. Una iluminación de 90 [cm] sobre el piso es favorable para el personal de enfermería.

El criterio principal para la iluminación nocturna es la limitación de las fuentes de iluminación. Esta iluminación no debe exceder los 70 [cd/m<sup>2</sup>] para uso continuo y los 205 [cd/m<sup>2</sup>] para periodos más cortos.

## **05.5 Luz de examinación**

Las luces de examinación son definidas como luminarias usadas para procedimientos médicos menores fuera de la sala de operaciones (examinación de tejidos y remoción de suturas).

La iluminación para la examinación de pacientes debe poder mantener una calidad y fidelidad de color que no cause un mal diagnóstico y permita la cuidadosa inspección de superficies y cavidades. La luminaria debe proporcionar cercanía para evitar el oscurecimiento por sombra. Cuando las cortinas aíslan a un paciente, los pacientes adyacentes son protegidos de la lámpara de examinación. Ya sean fijas ó portátiles, las luces de examinación deben estar disponibles cerca del área de camas de los pacientes. El equipo de iluminación para examinación y tratamiento, varía desde los montados en el suelo (cuello de ganso) hasta las luminarias montadas en el techo. Los siguientes criterios pueden ser considerados para la selección de luminarias de examinación.

### Distancia

La iluminación debe ser accesible a una distancia de aproximadamente 100 [cm]. En los cuartos de tratamientos, la longitud focal de las luminarias debe ser compatible con las actividades, generalmente entre los 60 y 90 [cm].

### Radiación

Para seguridad y comodidad de los pacientes, la luminaria debe ser diseñada con un sistema de filtración de calor. No más de 0.050 [Watts/cm<sup>2</sup>] son permitidos cuando la unidad de iluminación esta colocada a una distancia de 100 [cm] del campo.

### Rango de color

La luminaria debe proporcionar un rango de color semejante al de la piel y/o tejidos.

### Movilidad

La unidad debe poder moverse con seguridad y ser posicionada fácilmente con una mano. El montaje debe ser tal, que una vez posicionada la luminaria, permanezca en su lugar sin resbalarse.

### Seguridad

La seguridad tanto del personal como del paciente debe ser considerada por los siguientes factores:

- La temperatura de la luminaria.
- El daño potencial por puntas en instrumentación.
- La seguridad eléctrica.

## Flexibilidad

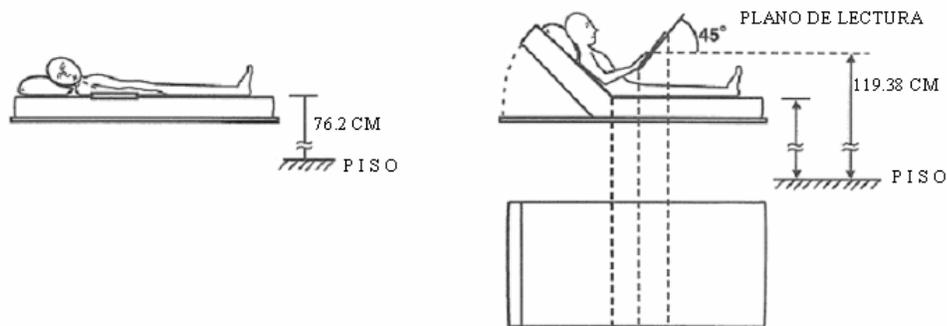
En la selección de las luminarias se debe tomar en cuenta que la funcionalidad de los espacios puede ser modificada atendiendo a la administración de los mismos.

Cuanto más pacientes se encuentren en la habitación, menor control se tendrá sobre ellos. Solamente en los cuartos privados hay pocas limitaciones para el paciente en cuanto al consumo de luz. Por otra parte, el control lumínico del paciente en habitaciones compartidas, debe ser limitado para prevenir la molestia de los otros pacientes por actividades como la lectura, el cuidado personal o ver la televisión.

La luz para lectura debe ser proporcionada en la posición normal (sentado en la cama), considerando una altura de aproximadamente 120 [cm] sobre el piso. Para permitir al paciente la libertad de movimiento y giro en la cama sin tener que abandonar la zona de luz de lectura, el área del plano de lectura debe ser aproximadamente de 0.3 [m<sup>2</sup>] para las unidades no ajustables, el área debe ser aproximadamente de 0.7 [m<sup>2</sup>] para proveer una uniformidad razonable sobre estas áreas, los *niveles de iluminación* (ver capítulo VIII) en la periferia exterior deben ser al menos dos terceras partes de los niveles de iluminación en el centro del área.

La iluminación de lectura debe ser menor a las 300 [cd/m<sup>2</sup>] estas condiciones son recomendadas para la debida selección de las luminarias en función de las limitaciones que se puedan presentar en las construcciones, así como de sus movimientos.

Las luminarias montadas en la pared, alumbran un área relativamente pequeña cuando son ajustadas para la lectura en una posición de pronación (a los costados de la cama). Cuando la cama se mueve fuera de la pared ó se puede elevar en una posición de sentado, el área alumbrada se vuelve a la parte de atrás de la cabeza del paciente.



### **Configuraciones de lectura para las camas planas y colchones inclinados**

Las luminarias montadas en la pared con brazos de extensión son de gran utilidad tanto para el personal como para los pacientes. Las luminarias de mesa o de piso pueden ser restringidas para el uso de cuartos privados, teniendo en cuenta que estas no interfieran con la limpieza del suelo.

Se recomienda que las luminarias con balastos sean de tipo electrónico con el fin de minimizar el ruido que puede ser molesto para los pacientes.

## 05.6 Cuartos individuales y/o privados

Los cuartos privados de los hospitales tienen el nivel de una habitación de una casa ó de un cuarto de hotel. Prácticamente, cualquier lámpara puede simular el ambiente del hogar y proporcionar un nivel de iluminación óptimo si se previenen las limitaciones de brillo y no interfiere con la rutina de los servicios generales y de enfermería. Las limitaciones de iluminación son mínimas cuando solo hay un paciente en el cuarto.



**Cuarto de un paciente de ocupación individual.**

## 05.7 Cuartos de ocupación múltiple

La iluminación del cuarto del paciente se vuelve más compleja cuando el número de ocupantes se incrementa y la lámpara de cada paciente se vuelve una fuente de irritación. La colocación de las camas, se vuelve un factor crítico. Las lámparas montadas en paredes proporcionan luz general por reflejo y se recomienda instalarlas entre las camas.



**Las lámparas de piso tienen menos matices y pueden ser colocadas alrededor de las camas.**

La luz general, de noche y para observación, puede ser afectada por la ubicación de la cama y el descenso de las cortinas. Muchas fuentes de luz pueden ser necesitadas, aunque una lámpara de techo propiamente colocada puede proveer la iluminación general.

## 05.8 Limpieza y mantenimiento

En el caso del personal de limpieza y mantenimiento, la iluminación debe permitir ver el polvo y la mugre para poder removerla. Luz oblicua sobre las superficies horizontales es requerida para observar la suciedad acumulada.

Los niveles de iluminación deben ser suficientes para ver la mugre y contar con niveles mínimos para contrastar con la superficie y ser removida.



### **05.9 Ventanas**

Las ventanas son importantes para la orientación del paciente, por simple curiosidad ó para combatir el aburrimiento, sin olvidar la luz que proporcionan. El inconveniente, el deslumbramiento. Por lo tanto, el control de la luz que entra por las ventanas es esencial. Esta situación representa un área de oportunidad para emplear el color y diseñar el campo visual.

Para prevenir las incomodidades del deslumbramiento (brillo innecesario), las ventanas que no se puedan controlar deben estar a los lados (o detrás) y no directamente enfrente de los pacientes. Algunos hospitales, proveen al paciente con botones de control para manipular las persianas.

### **05.10 Estaciones de enfermería**

La mayoría de las áreas para el cuidado de los pacientes son coordinadas por las estaciones de enfermería. Las actividades que aquí se realizan van desde la lectura y escritura de expedientes hasta el monitoreo de los pacientes. La iluminación con bajo reflejo debe ser considerada para evitar el deslumbramiento que comúnmente tiene lugar en los monitores de las computadoras.



Debido a que las estaciones de enfermería están en uso continuo durante la noche y el día; se debe considerar tanto la iluminación de día como la nocturna sin olvidar la coordinación que deben guardar con la iluminación de los corredores adyacentes a estas estaciones.

Las luces montadas en el techo proveen iluminación general y son complementarias a las que están colocadas bajo los gabinetes (iluminación de trabajo), para auxilio del desempeño en las actividades del personal en general y enfermería.

El personal de enfermería se traslada frecuentemente de su estación a los cuartos de los pacientes. Esta transición de la estación al corredor del hospital, debe estar completamente coordinada para las condiciones tanto de día como de noche. La capacidad de atenuación múltiple es importante.

Se debe considerar también el balance que establecen los niveles de iluminación tanto de campos cercanos y lejanos para minimizar la adaptación del ojo.

Cerca de la estación de enfermería se encuentran las oficinas, consultorios, cuartos de usos múltiples, farmacia, cafeterías y otras instalaciones auxiliares. Todas estas áreas necesitan alumbrado transicional mediante interruptores atenuadores (dimmers). El área de medicación tiene dos niveles de iluminación, uno para el trabajo general y otro para la preparación de los medicamentos.

## 06. Tareas de iluminación

### 06.1 El tiempo y la precisión

La realización de las tareas de iluminación depende de la importancia y la precisión de la actividad a realizar. El tiempo y la exactitud, no deben afectar ni fatigar al personal que realiza su actividad.

La mayoría de las tareas lumínicas no ocupan más del 15 % del campo visual. Por esta razón, se ha sugerido que las tareas donde se requieren altos niveles de iluminación, como son las áreas operatorias, se consideren las siguientes zonas de iluminación:

- Zona alta (campos de operación).
- Zona baja (alrededor de la mesa).
- Zona periférica (apenas alumbrando las paredes).

Cuando el equipo para endoscopia es utilizado, generalmente se guarda un nivel muy bajo con el fin de ajustar y mantener un balance entre las imágenes en pantalla y la iluminación general. Este requerimiento, debilita el alumbrado general.

Por otra parte, mientras los cirujanos vean sus tareas en un monitor mas allá que un segmento del ojo, la iluminación general del cuarto tendrá que ser incrementada.



Altos niveles de iluminación no pueden ser tolerados bajo ninguna circunstancia, ya que la posibilidad de deshabilitar el deslumbramiento incrementaría el tiempo de adaptación del ojo.

Existen cuatro factores fundamentales que determinan la visibilidad de las actividades:

- a) El tamaño de los componentes de trabajo.
- b) El contraste de los detalles de las labores en comparación con el fondo.
- c) La cantidad de tiempo disponible para ver los detalles.
- d) La iluminación de los detalles y el fondo.

a) El tamaño de los componentes de trabajo

La magnitud de las labores médicas varía desde la operación de una pequeña vena hasta la manipulación de huesos. Así como se incrementa el nivel de la tarea, de igual forma aumenta la visibilidad y en consecuencia la observación se vuelve más sencilla. También, cuando la tarea es pequeña, su visibilidad puede ser mejorada incrementando la iluminación y por lo tanto la luminancia.

b) El contraste de los detalles de las labores en comparación con el fondo

Para visualizar cualquier detalle de una tarea de observación, se debe diferenciar entre la iluminación y el color del fondo. La visibilidad es óptima cuando el contraste y la iluminación de los detalles en el fondo son mayores. Por ejemplo, el contraste de iluminación entre una vena oscura en el tejido blanco es notable. Inversamente, la misma vena, vista en un tejido irrigado con sangre roja, tiene un bajo contraste de iluminación. Donde existen pocas condiciones de contraste, la visibilidad puede ser mejorada incrementando los niveles de iluminación ó usando un sistema de iluminación más efectivo.

c) La cantidad de tiempo disponible para ver los detalles

El tiempo para descifrar una situación específica o tomar una acción determinada es una medida importante de eficiencia. Si toma mucho tiempo la correcta visibilidad, los procedimientos quirúrgicos se pueden hacer más lentos y la vida del paciente puede ponerse en riesgo. El incremento de la iluminación puede ayudar a reducir el tiempo de los procedimientos quirúrgicos y comprender los detalles de una incisión quirúrgica.

d) La iluminación de los detalles y el fondo

La iluminación para la observación de una tarea es producto de la reflectancia de las labores y de la cantidad de iluminación que incide sobre ellas. Para una tarea dada, entre mas iluminación se tenga, mayor será la luminancia.

Tamaño, contraste y luminancia están interrelacionados, desde la reducción del contraste, mejoras en la visibilidad y la realización visual pueden ser elaboradas fácilmente a través de mejoras en las características de iluminación.

En este sentido, las nuevas tecnologías de iluminación mejoran la estancia en los hospitales de pacientes y trabajadores.

La integración de tecnologías de información en el entorno hospitalario ha causado que un gran número de funciones relacionadas con la inspección de documentos se visualice a través de monitores. El caso más común es el de la Radiología, donde ya no se ven placas sino imágenes en una pantalla.

El uso de displays nos conduce a que el factor de deslumbramiento sea importante en el diseño de las zonas de exploración y análisis donde es necesaria la inspección de pacientes. Atendiendo al confort visual, el paciente debe tener iluminación sin deslumbramientos ni exposiciones excesivas (recién nacidos, quemados, etc.).

## 06.2 Camas de los pacientes

Aunque es corta la estancia del paciente en la mayoría de los casos, se desea un máximo confort durante la misma. Esto implica una luz ambiental, luz para lectura, etc. Se debe evitar que lo único que vea el paciente sea una pared y/o una tele. En lo referente a la luz de examinación, se recomienda que sea regulable.

## 06.3 Estación de enfermeras

Suele existir al menos una estación de enfermería en cada piso, y su nivel de iluminación debe ser suficiente para guiar a los familiares de los pacientes cuando lo requieran, pero sin deslumbrar a las habitaciones adyacentes. Hay que tener en cuenta que en dichas unidades hay computadoras, donde debe existir luz de bajo nivel para evitar el deslumbramiento.

Es recomendable la existencia de diversas fuentes lumínicas para mantener un nivel óptimo de iluminación en las áreas de medicación y revisión de documentos, esto con el fin de evitar errores al máximo.

## 06.4 Recepción y Cafeterías

La iluminación de la recepción debe ser muy parecida a la de un hogar, no excesiva, pero si cálida, incluyendo un área para lectura con luminarias y paredes en tonos agradables. La zona de cafetería deben estar iluminada siguiendo un patrón de relajación en las zonas donde los familiares de los pacientes pasan una buena parte de su estancia.



## 06.5 Pasillos y estancias

La iluminación en corredores debe dar sensación de seguridad y orientación. Para ello, la luz indirecta, marcadores de luz, luminarias de pared, fluorescentes, etc., son los recursos indicados.

Las fuentes de iluminación desnudas, tales como grupos de fluorescentes directos, deben ser evitadas para no incomodar al paciente deslumbrándole en los traslados, especialmente en traslados al quirófano, aumentando la situación estresante. Los pasillos deben contar además con los sistemas de emergencia y de iluminación nocturna. No olvidemos que casi siempre, el paciente debe esperar una buena parte de su estancia en los pasillos. Algunas consideraciones generales para estos espacios son:

- Las fuentes de iluminación para examinación deben ser fácilmente reemplazables.
- Se debe atender el deslumbramiento en cada puesto y sus efectos.
- Cada zona debe contar con alternativas de luz y un nivel mínimo básico.
- Se debe orientar la iluminación al confort visual del enfermo y sus acompañantes.

## **06.6 Áreas de cuidados intensivos**

En estas áreas se hace referencia a las unidades designadas para las tareas especializadas y pacientes extremadamente enfermos. Este incluye la unidad de cuidados intensivos, la unidad de quemados y la unidad de cuidados coronarios. Las áreas de cuidados críticos deben ser consideradas para modificaciones y por lo tanto ser flexibles.

La coordinación de los servicios con los sistemas mecánicos es importante. Estas áreas han desarrollado un incremento en la dependencia con los sistemas de monitoreo de pacientes. Estos sistemas ocupan la mayoría del espacio en las paredes y alrededores. Así, todas estas limitaciones de espacio deben ser consideradas durante el diseño de la iluminación. La calidad de la luz, debe permitir a el personal medico notar los cambios de color en la piel y mucosas. La luz fluorescente con alto IRC (Índice de Rango de Color) es recomendada en estos casos.

Aunque las demandas de las actividades visuales en estas unidades pueden ser grandes, la salud de los pacientes debe ser cuidadosamente considerada. Por ejemplo, muchos códigos para la construcción de hospitales, requieren de ventanas para que el paciente pueda estar en contacto con el ambiente exterior. Mientras que la luz del día es considerada en todos los diseños de iluminación, esta debe ser relevada en un momento dado.

La iluminación controlada debe servir para la composición del ambiente, examinación médica y labores para los procedimientos quirúrgicos. Unidades combinadas o separadamente empotradas pueden satisfacer estos requerimientos. Los pacientes, en la medida de lo posible, deben ser completamente visibles para las enfermeras desde su estación. La iluminación para el paciente en estos espacios debe estar alerta de mantener el deslumbramiento lejos de la estación de enfermería.

El monitoreo de los sistemas de soporte de vida en la cama del paciente requiere especial atención, por lo tanto, una iluminación apropiada en estas áreas, permite que los monitores y el equipo sean fácilmente vistos; en ocasiones, se llegan a producir deslumbramientos y/o reflejos en las pantallas de los monitores.

Mientras que la mayoría de los monitores tienen pantallas internamente iluminadas, se debe proporcionar una iluminación adecuada para que el personal pueda leer las etiquetas y los controles de operación.

## **06.7 Sala quirúrgica**

Las cualidades ópticas, están asociadas con la flexibilidad de las unidades de iluminación. Esto se refiere a las unidades móviles, luminarias suspendidas en el techo o instalaciones con interruptores colgantes. La direccionalidad de las lámparas es algunas veces permitida por mano de los cirujanos, pero la asepsia de esta técnica ha sido cuestionada.

Los requerimientos de flexibilidad direccional para las principales tareas de iluminación pueden variar con el cirujano y el procedimiento. Las especificaciones lumínicas para los procedimientos ortopédicos difieren demasiado de las cirugías cardiovasculares. Entonces, la selección del sistema de iluminación no puede ser simplemente definida.

La cirugía a cuatro manos es una práctica frecuente. Por ejemplo, un equipo puede remover una vena del torrente mientras que otro le implanta el corazón. Por esta razón, iluminación adicional o unidades tipo satélite deben ser una extensión del montaje de la luminaria principal.



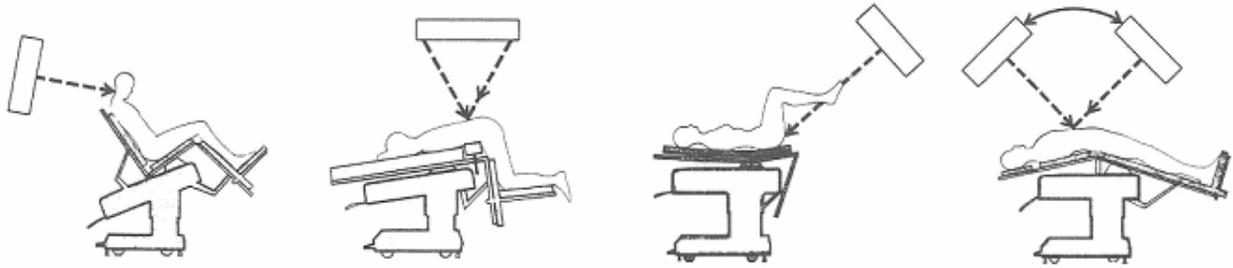
De cualquier forma, el uso de dos ó más luminarias en un campo quirúrgico debe planearse con cuidado en consideración al aumento de energía térmica. La Iluminación adicional para las labores quirúrgicas puede ser principalmente de dos tipos:

- Las que se usan en conjunto con el campo entero.
- Las que operan dirigiendo la luz a través del vidrio o de fibras ópticas.

Las áreas donde se utilizan gases inflamables para la anestesia, pueden ser un sector de peligro inminente debido a la explosión que se puede generar y por ende se debe considerar un movimiento limitado. Las luces de trabajo de tipo quirúrgico, deben ser ajustables. Las fuentes de iluminación para labores así como las ambientales requieren de balance y rango de color para el reconocimiento de los tejidos. El plano de la mesa de autopsia es de aproximadamente 75 [cm] sobre el piso.

Las lámparas de pie deben estar libres de puntas y deberán mantener su posición en caso de chocar con ella. Ninguna parte de la lámpara portátil debe proyectar por debajo de los 1.5 [m] respecto del suelo donde los anestésicos inflamables pueden ser usados.

Los anestesiólogos usualmente se sientan detrás de una tienda de campos quirúrgicos que permiten la exactitud en la visibilidad del color de la cara de los pacientes. La mayoría de la instrumentación y los monitores son en algunos casos difíciles de ver. La lectura puede producir deslumbramiento por reflejo. Por lo tanto, el anestesiólogo debe ser protegido de las luces para actividades e iluminación general.



### Capacidades de dirección requeridas para procedimientos quirúrgicos

Las áreas de lavado y los corredores adyacentes a la sala de operaciones donde el personal tiene que adaptar sus ojos a la iluminación de la sala de operaciones, debe experimentar la misma iluminación (nivel y color) que cuando se encuentren en la sala de operaciones.

Es posible reducir la iluminación de estas áreas cuando la cirugía toma lugar en un ambiente con iluminación baja ó cuando el cuarto de lavado no está en uso activo.

### 06.8 Iluminación para fotografía y televisión

Los cuartos que operan con sistemas de cámara de televisión pueden ser agrupados en las siguientes categorías:

Aquellos que están contruidos en las cabezas de iluminación, donde el campo de televisión y el campo iluminado coinciden; en este caso, el ángulo de la cámara y la profundidad del foco son ajustables.

Aquellos que están unidos a un brazo separado del sistema de iluminación quirúrgico. Ellos permiten más control del ángulo de visión, pero requieren un operador capacitado trabajando cerca del campo estéril.

Aquellos que están separados del sistema de iluminación, montados en barreras o plataformas. Ellos permiten mayor calidad de imágenes, pero requieren de más espacio y capacidades especiales del operador de la cámara.

### 06.9 Cámaras miniaturas de video ajustadas a las bandas de las cabezas

Video para cirugía endoscópica, donde una cámara en miniatura es ajustada a un endoscopio y el cirujano manipula los instrumentos por la observación de una imagen mediante un monitor de televisión.

Las necesidades fotográficas, pueden oscilar desde las básicas como es la documentación antes y después de la intervención; hasta los videos de enseñanza que requieren un equipo versátil de producción.

### 06.10 Luces en la cabeza de los cirujanos

Las luces colocadas en la cabeza son usadas para suplementar las luces quirúrgicas que quedan por encima de la cabeza ó proveer iluminación desde ángulos específicos. La distancia típica para una luz de iluminación en la cabeza oscila entre los 30 y los 60 [cm].

Este tipo de luces son especialmente usadas para ver dentro de pequeñas y profundas cavidades en el cuerpo donde el haz de luz debe ser a la línea de visión del cirujano (coaxial). Un sistema típico de luz quirúrgica en la cabeza consiste en una lámpara de cabeza montada en una banda, cable y fuente de iluminación. Existen dos estilos comunes en las lámparas de cabeza quirúrgicas:

- Una de tipo coaxial que proyecta un haz de luz delante (o por debajo) de una localización directa entre los ojos de los cirujanos.
- Una de tipo directo que proyecta un haz de luz por debajo de la frente del cirujano.



Las luces para la cabeza son usualmente energizadas a través de un cable de fibra óptica flexible que se conecta en la toma de la fuente de luz. Pocos modelos usan lámparas de bajo voltaje cuya fuente de poder es una batería ó un pequeño transformador.

Factores a considerar en la evaluación de luces para cabeza incluyen:

- Iluminación en la distancia anticipada de trabajo.
- Habilidad para pivotar y dirigir hacia un objetivo el haz de luz.
- Peso del luminario.
- Comodidad y ajuste para el soporte de la banda de la cabeza.
- Tamaño del cable, durabilidad y facilidad de mantenimiento. (algunos cables tienen clips para transferir el peso del cable a la bata quirúrgica del cirujano).
- Fácil dirección del objetivo usando una agarradera removible o una manija desechable estéril.

Factores a considerar en la evaluación de la iluminación con fibra óptica con lámparas de poder incluidas:

- Tamaño, peso y movilidad.
- Fácil reemplazamiento de la lámpara.
- Intensidad de la luz y color.
- Ajustes de la intensidad.
- Numero de cables de fibra óptica en la fuente de iluminación que pueden brindar energía simultáneamente.

Algunas veces, las cámaras miniatura de televisión y las luces de cabeza son montadas al mismo tiempo en una banda para la cabeza. La cámara se posiciona coaxialmente entre los ojos del cirujano y la luz de la cabeza es colocada en la frente.

## **06.10 Operaciones especializadas**

### **06.10.1 Cirugía ocular**

Los cuartos utilizados para la cirugía ocular contienen pedestales empotrados ó columnas conectadas a un microscopio de operaciones. Este equipamiento puede contener luminarias que permiten la visión de más de una persona y la remoción electromagnética de partículas de fierro del ojo. Debe haber también una cámara ó equipo de televisión integrado y luz láser debe estar presente.

La iluminación para los cuartos generales es nominalmente la misma que encontramos en la sala de operación general. El cirujano ocular, algunas veces podría requerir menos iluminación general y puede preferir casi la completa oscuridad para reducir los reflejos en la superficie esférica del ojo. Por lo tanto una reducción provisional en la iluminación se hace necesaria.

Los anesthesiólogos pueden necesitar una iluminación por separado para observar los equipos de monitoreo. Las luces quirúrgicas colgantes montadas en el techo son usadas para trabajar en músculos, tejidos y glándulas lagrimales alrededor de los ojos. Estas luces deben ser seleccionadas aplicando el criterio de iluminación quirúrgica según los requerimientos de los oftalmólogos.

### **06.10.2 Cirugía de garganta, oído y nariz**

La iluminación necesaria para garganta, oído y nariz es idéntica a la utilizada en la cirugía ocular. Los microscopios son usados para las operaciones del oído interno. Muchos Otólogos prefieren espejos en la cabeza auto alumbrados ó lámparas de cabeza de fibra óptica.

### **06.10.3 Neurocirugía**

Las salas de operación de neurocirugía tienen requerimientos visuales similares a los usados en la cirugía general. Algunos neurocirujanos prefieren las lámparas de fibra óptica. Recientemente, los microscopios quirúrgicos contienen su propia iluminación y son empleados en cuartos totalmente oscuros, estos microscopios pueden ir montados en el techo ó la pared. Los neurocirujanos frecuentemente requieren un haz de luz horizontal mas que uno vertical.

### **06.10.4 Cirugía ortopédica**

Las necesidades de iluminación en una sala de operaciones ortopédica son como las de la cirugía general, pero mejores instalaciones son necesarias para el equipo de rayos "x". El equipo de rayos "x" y su montaje debe estar coordinado con el sistema de iluminación. La cirugía ortopédica frecuentemente requiere una luminaria posicionada en uno de los lados de la mesa de operaciones trabajando a un nivel bajo de iluminación para la cadera del paciente.

La fluoroscopia con intensificación de imagen (ó televisión) permite el uso de una sala alumbrada.

El cirujano ortopédico también puede usar el microscopio quirúrgico. El ortopedista algunas veces emplea cámaras de filtración de aire durante el implante ó reemplazamiento de las vértebras, pero las luminarias quirúrgicas pueden alterar el flujo de aire con las corrientes de convección, estas situaciones son difíciles de evitar por que las luminarias para labores quirúrgicas son mas importantes. Las luminarias quirúrgicas interfieren al mínimo con las corrientes de aire, por lo que, si se pudiera elegir la iluminación requerida seria escogida.

### **06.11 Sala de recuperación post anestésica**

Un meticuloso monitoreo y procedimientos capacitados de emergencia son combinados en el cuarto de post anestesia y se debe facilitar el reconocimiento en los cambios de coloración en la piel del paciente, y luz regulable se hace indispensable para las presentaciones del osciloscopio (electroencefalografía y electrocardiograma) que deben ser reconocidas. Una mancha de luz con un patrón relativamente pequeño debe estar disponible para proporcionar grandes iluminaciones en las superficies.



La sala de recuperación post anestesia tiene una iluminación indirecta que previene el deslumbramiento de los pacientes que van despertando.

Los pacientes que se encuentran en recuperación en una posición totalmente supina, miran la luminaria que se encuentra en el techo (si están conscientes). El deslumbramiento y el calor deben ser evitados. Los detalles tridimensionales no son relativamente importantes, así que una luz plana de una gran fuente de iluminación puede ser usada.

Un ambiente con bajos niveles de iluminación es necesitado para ciertos procedimientos de emergencia como la laringoscopia, así que la capacidad de poder reducir la iluminación debe estar disponible. El flujo de aire a través de las ventanas puede producir problemas especiales de iluminación, calor y/o humedad.

### **06.12 Cuarto de citoscopia**

La citoscopia se realiza generalmente en un cuarto oscuro, pero el litoscopio es introducido en un cuarto iluminado. Para los procedimientos con mujeres, debe ser proporcionada luz ginecológica para la examinación. Anestésicos flamables son evitados, así que la luz puede estar disponible justo abajo del hombro del urólogo sentado.

El oscurecimiento de un cuarto debe ser posible mediante interruptores regulables. Niveles bajos de iluminación deben ser adecuados para que el anestesiólogo observe el equipo y reconozca el color de piel de los pacientes. En este tipo de cirugía el anestesiólogo no puede ver la sangre del paciente para reconocer los cambios en la coloración, como es común en la cirugía abierta.

La capacidad para iluminación quirúrgica, debe estar disponible para algunos procedimientos de operación. La iluminación, debe estar centrada en la parte mas baja de la mesa del citoscópio. Iluminación dirigida por enfrente del instrumental de la anestesia también puede ser muy valiosa.

### **06.13 Sala de nonurología**

Los procedimientos típicos en una sala de endoscopia nonurológica como son la esófagoscopia, gastroscopía, procsigmoscopía, y colonoscopia; deben ser observados directamente a través de efectos ópticos. La instrumentación empleada en estos procedimientos, es sometida a un haz de luz que se ajusta a la oscuridad durante la observación clínica. Los cuartos deben tener una iluminación periférica y control de oscuridad ó de imagen menor a los 1100 [lx], además de contar con iluminación por fibra óptica.

En la endoscopia en video, los oculares alimentan una pequeña cámara de video. La imagen del sitio quirúrgico es ampliada y mostrada en una pantalla de monitoreo. Para la mayoría de los tipos de endoscopia (laparoscopia, artroscopia y colisistectomia) el video es rápidamente reemplazado por una observación óptica directa. Para la endoscopia en video, algunos cirujanos prefieren que la iluminación del cuarto este parcialmente oscurecida, así las iluminarías del campo son mas bajas que las del monitor del video.

Estas instalaciones, no necesitan ser tan diferentes a las del broncoscopio. Una mancha de luz en el techo, puede ser de gran utilidad en el caso de requerir iluminar el equipo de biopsia. Una luz para tareas debe estar disponible en un brazo a la altura del ginecólogo sentado durante los procedimientos de introducción del peritoneoscopio y/o el colposcopio.

### **06.14 Sala de partos obstétrica**

#### **06.14.1 Sala de alumbramiento**

En los años recientes, ha aumentado la aceptación para la observación en los cuartos de alumbramiento, labor y parto, durante los nacimientos de rutina. Así, que estos cuartos tiene una atmósfera parecida a la del hogar y contiene una cama para alumbramiento especialmente diseñada. Una luz movible para examinación debe estar disponible. Algunas instalaciones incluyen dos haces angostos de luz montados en el techo sobre el pie de la cama para un reducción optima de las sombras para una adecuada iluminación. La iluminación general limitada debe tener un buen rango de color para detectar la cianosis (coloración azul de la piel) u otros cambios en la condición del paciente.

#### **06.14.2 Sala de labor de partos**

La sala de labor de partos es utilizada por pacientes obstétricos. El paciente es frecuentemente monitoreado para observar las contracciones uterinas y el latido del corazón del niño no nacido (feto); la información debe ser registrada en papel y observada por los que la atienden. Los exámenes realizados en este cuarto son usualmente manuales y por tanto no requieren de control visual. Así, las medidas de la presión de la sangre y la observación del estado general del paciente requieren un buen rango de color para ser obvia cualquier cianosis (coloración azul en la piel).

La iluminación no debe estar en el campo visual del paciente recostado. Las luces de lectura pueden ser útiles para el alumbrado general. El alumbrado para labores horizontal debe abarcar el abdomen bajo y el perineo, una luz para labores portátil con un brazo movable puede hacer este trabajo. Las paredes usualmente son de baja reflectancia y los colores deben ser escogidos para la comodidad visual. Las camas deben estar localizadas preferentemente con las ventanas a un costado.

### **06.14.3 Área de lavado**

El área de lavado en la sala de parto debe estar iluminada como un área de lavado quirúrgico, donde la finalidad es que la calidad del color se equilibre con la luz de labores de la sala de parto. La iluminación general de la sala de parto debe ser la misma que la de sala de operaciones. Debe ser complementada con luminarias para descanso. Aquí hay menos competencia de otros equipos para el espacio en el techo, las lámparas fluorescentes con un alto IRC son recomendadas.

Las luces para actividades en la sala de parto, se debe enfocar y producir un nivel de 2500 [lx]. Idealmente, debe estar centrado sobre el hombro de un obstetra sentado. Las unidades portátiles deben estar siempre disponibles. La iluminación debe tener una buena capacidad de rango de color, particularmente para la cianosis y la ictericia, por lo tanto, los recién nacidos deben ser protegidos de la iluminación excesiva.

### **06.14.4 Área de recuperación post parto**

La luz para tareas con buen rango de color, debe proveerse en el área de recuperación post parto para la iluminación del perineo, en estas áreas se recomienda un tipo de iluminación residencial procurando bajos niveles para la relajación. Las visitas y/o familia van a estar presentes, así que una calidad de iluminación es importante.



## **06.15 Sala radiográfica**

### **06.15.1 Sección de diagnostico**

Las salas radiográficas tienen una gran variedad de labores visuales realizadas con un complejo equipo. La mayoría de los equipos posee movilidad horizontal y vertical, para esta planeación se debe tomar en consideración al personal de radiología sin olvidar el deslumbramiento que pueda molestar a los pacientes. Los pacientes son frecuentemente aprehensivos a su apariencia, así que luz fluorescente ó incandescente con alto IRC es útil.

Desde que los radiólogos usan pantallas electrónicas, los interruptores dimmer en cada cuarto de diagnóstico ó tratamiento son necesarios. Los valores de iluminación pueden oscilar desde los 20 a los 2000 [lx], los altos niveles de iluminación son necesarios para la limpieza del cuarto y la transferencia de los pacientes sobre y fuera de las mesas de radiología; algunos cuartos de radiología requieren luces de trabajo con más iluminación por el uso de agujas o catéteres.

Un periodo de adaptación visual es necesario cuando el radiólogo se prepara para ver imágenes en el monitor. Las necesidades de iluminación en el cuarto de radiología pueden variar de hospital a hospital. Dependiendo de los procedimientos que se realicen, los pasillos deben mantener un nivel entre los 350 a 1000 [lx], y las áreas secretariales de los 750 a 2000 [lx] son recomendables. Para el área de diagnóstico, la sala de radiografías incluye la sala de estela (sala de radiaciones), la fluoroscopia general, la cocina de valium y el procesamiento de radiografías.

### **06.15.2 Sala de espera**

La sala de espera debe estar parcialmente iluminada por una ventana que siga garantizando la privacidad del paciente. La iluminación suplementaria puede ser adecuada para la lectura. Los puntos de interés deben ser resaltados. La iluminación indirecta puede ayudar a realizar una atmósfera de descanso. La iluminación en pasillos debe estar planeada para que los pacientes en las camillas sobre ruedas no miren directamente ninguna luz.

### **06.15.3 Sala de radiografía y fluoroscopia general**

La mayoría de las fluoroscopias son realizadas con pantallas de televisión e intensificación de las imágenes. La iluminación general, debe tener la capacidad de oscurecerse dependiendo del tipo o clase de trabajo a realizar.

La competencia por el espacio en el techo es crítica en los cuartos de radiografía y fluoroscopia; así, la colocación de la iluminación en el techo es muy importante.



El montaje del equipo de grúas hace que el perímetro de las unidades sea aun más operativo. El relámpago de luz proveniente de la fuente de rayos “x”, puede convertirse en un reto. La atenuación de las fuentes de iluminación debe ser usada para optimizar los objetivos de los tubos de rayos “x” y la observación de las pantallas de intensificación de imagen [750-1500 lx].

En los cuartos para cirugías menores las labores requieren 2200 [lx], deben estar provistos para los procedimientos especiales como son la medicación intravenosa, la sialografía, la arteriografía, la biopsia de tejidos óseos y la mielografía (referente al cerebro).

Las lámparas de rayo deben ser capaces de producir 2200 [lx]. Una lámpara móvil de piso puede ser usada si el cirujano lo prefiere.

Los procedimientos que requieren luz intensa como la limfangiografía son muchas veces llevados a cabo fuera de la sala de radiografía. En este caso, la iluminación en la sala de radiografía que produce 2500 [lx] debe estar disponible y ser operacionalmente flexible. Muchos hospitales tienen salas aisladas para la cateterización cardíaca. No se presentan grandes demandas de iluminación en estas salas excepto por el oscurecimiento cuando son realizados procedimientos especiales.

Así como el cuarto de cateterización quirúrgica, la sala de emergencia de angiografía necesita iluminación para cirugía menor mayor a los 25000 [lx], particularmente para introducir las agujas, una buena iluminación se considera entre los 700 y 1500 [lx] para la transferencia del paciente y la limpieza.

#### **06.15.4 Sala de observación**

En la sala de observación la iluminación general por encima de la cabeza esta subordinada y solamente es usada cuando no se esta inspeccionando ninguna radiografía. Durante la observación, se puede sustituir por el equipo de negatoscopio (caja de observación radiográfica).

Alrededor de 700 [cd/m<sup>2</sup>] son proporcionados en la superficie de la unidad, frecuentemente aumentada con otros 500 [cd/m<sup>2</sup>] para transiluminar la densidad de las radiografías. Una iluminación adicional siempre debe estar presente para suplir las 700 [cd/m<sup>2</sup>]. Idealmente, se recomienda activar las luminarias por sistema de pedal. Debe considerarse además iluminación para el personal de administración que se encuentra en la sala de observaciones, el cual requiere luz para uso de la computadora.

#### **06.15.5 Área de surtido de radiografías**

Estas salas tienen un cuarto donde las radiografías son almacenadas y preparadas para la lectura. Estos espacios contienen una ó más unidades de negatoscopio. La iluminación general puede ser de 2200 [lx] en un barra de pie a 96 [cm] de altura. Un buen rango de coloración no es un requerimiento importante aquí.

#### **06.15.6 Cocina de bario**

La iluminación en la cocina de bario debe poder producir 1100 [lx] con iluminación adicional en los gabinetes de almacenamiento colgados por encima de la superficie de trabajo.

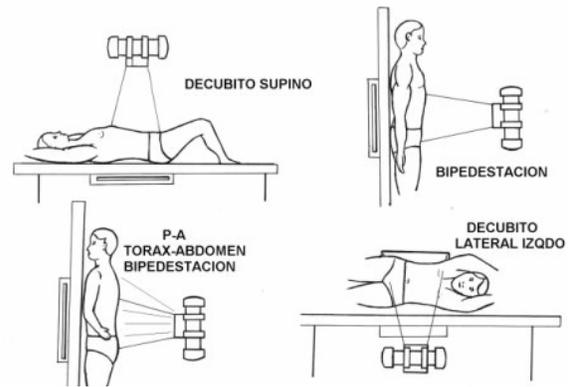
#### **06.15.7 Cuarto oscuro**

Los requerimientos de iluminación son mínimos para los cuartos oscuros. Las luces de seguridad deben estar disponibles y seleccionadas para concordar con el tipo de película. La iluminación general esta protegida por un interruptor de seguridad (previene la intervención inadvertida) que es necesaria para la limpieza. Puertas dobles ó pasillos tipo laberinto sirven para opacar y asegurar que la luz no entre accidentalmente. Los cuartos oscuros están siendo sustituidos por los sistemas de revelado a la luz del día y sistemas de alimentación de las radiografías que salen directamente de los procesadores para las unidades de filmación.

En el departamento de observación de rayos “x”, la única iluminación usada proviene de los negatoscopios.

### 06.15.8 Sección de terapia de radiación

Los efectos psicológicos son extremadamente importantes aquí. Las terapias de radiación se realizan frecuentemente en pacientes con cáncer y la iluminación puede ayudar a mejorar su estado de ánimo.



En las salas con cámara de telé terapia y los cuartos radiactivos para pacientes, los gastos de iluminación pueden ser un obstáculo. Los murales en las paredes y otros mecanismos que suavicen la imagen de ultra luminiscencia pueden ser estresantes.

En la cocina de isótopos, casi toda la iluminación debe ser de 1000 a 2000 [lx] para permitir el trabajo fino con jeringas.

### 06.15.9 Equipo y técnicas del diagnóstico por imagen

El equipo para tomografía asistida por computadora (CAT) y los sistemas de imagen de resonancia magnética (MRI), requieren espacios básicos para el control y escaneo. El campo de visión del paciente en el área de escaneo debe estar restringido y libre de áreas de alto brillo procurando el descanso visual. En el cuarto de escaneo, la iluminación general y el sistema de atenuación, deben ser capaces de producir iluminación por debajo de los 330 [lx] durante el tratamiento del paciente; e iluminación alrededor de los 1500 [lx] para la transferencia de los pacientes y el equipo de mantenimiento.

La mayoría de los pacientes experimenta claustrofobia cuando están acostados en el anillo de escaneo del CAT o dentro de la estructura tipo anillo de las unidades de MRI. Esta sensación puede ser minimizada con iluminación suave. Es necesario individualizar la iluminación para cada instalación de diagnóstico ya que cada área lleva a cabo sus propios procedimientos.

### 06.16 Unidades de diálisis

Las unidades de diálisis remueven desechos ó toxinas en la sangre del paciente, un proceso normal realizado por los riñones. Las unidades de iluminación para diálisis, necesitan:

Proveer suficiente iluminación para que el personal pueden preparar el equipo, hacer los arreglos para el paciente, manejar instrumental quirúrgico, aseo del área y observación del paciente.

Ser lo suficientemente cómodo ya que los pacientes tienen que permanecer ahí un promedio de 15 horas.

La iluminación local es usualmente requerida para la colocación de la cánula y la elaboración de la conexión del paciente a la cánula. La calidad de color de la iluminación debe estar disponible para la detección visual de la coloración cianótica de la piel.

Después del tratamiento, el paciente puede desear leer, dormir, ver televisión ó simplemente relajarse. La iluminación de los controles de lectura debe ser conveniente. Los colores de la pared y del techo deben ser considerados desde la perspectiva visual y psicológica. Muchos pacientes tienen una complejión cetrina. Iluminación confortable pueden mejorar el estado de salud.

En el diseño de las áreas de descanso se deben considerar las emociones de los pacientes posteriores al tratamiento de diálisis. La iluminación debe ser lo más semejante a la del hogar.

### **06.17 Laboratorios clínicos**

En los laboratorios de los hospitales se realizan pruebas y análisis de tejidos y fluidos a los pacientes. Las salas de laboratorio comprometen a las instalaciones de química, hematología, microbiología y áreas de almacenamiento como los bancos de sangre. Aquí, equipo de prueba especializado y de cómputo están en constante uso.

Las luminarias de fácil aseo, cubiertas directa o indirectamente con lentes, cubiertas y/o reflectores, reducen y eliminan el deslumbramiento en las pantallas VDT (Video Display Terminal).



En las áreas donde los gabinetes son montados por encima de los escritorios, se sugiere iluminación debajo de dichos gabinetes, esto con el fin de poder evitar y eliminar las sombras que produce la iluminación proveniente del techo.

### **06.18 Unidades de terapia de inhalación**

La mayoría de las unidades de inhalación están ubicadas en cubículos pequeños. El paciente se sienta colocando su cara en el equipo por un tiempo relativamente corto.

### **06.19 Consultorios dentales**

En la operatoria dental, las diferencias de iluminación entre la boca del paciente, la cara, el babero y el campo de trabajo, no deben ser mayores en una proporción de 3 a 1. La iluminación debe estar a nivel de la cara del paciente y del área de trabajo.

Para una iluminación aceptable en la periferia de la mayoría de las salas de operativa; el techo debe ser casi blanco, de preferencia con un material que absorba el sonido (corcho) y un mínimo de reflectancia al 70 %, las paredes no deben ser de una superficie brillante (verde azulado), con alrededor de un 60 % de reflectancia y un rango del 20 al 40 % de reflectancia en el suelo.

La calidad de la iluminación general debe estar disponible para que el dentista iguale por ejemplo, los colores de restauración con el color del diente. Una ventana puede ser de ayuda para este propósito, pero la luz del día no siempre esta disponible.



La iluminación de la cavidad oral, puede ser reemplazada con una luminaria ajustable. Se debe evitar que la iluminación caiga en los ojos del paciente, pero que a su vez, proporcione la iluminación necesaria en la cavidad del paciente para que el dentista pueda ver los mínimos detalles.

Los niveles de iluminación y las características de color deben estar disponibles para encontrar oclusiones en cualquier parte de la boca. Suficiente iluminación ayudara para juzgar la profundidad de la perforación en la preparación de las restauraciones.



Las tomas de energía eléctrica, se deben procurar instalar a la altura del hombro a lo largo de la pared. Esto, con el fin de proporcionar el voltaje para el equipo de iluminación local.

Colores pálidos y neutrales deben estar presentes tanto en las paredes como en el piso. Luz blanca reflejada de una superficie decolorada puede agregar tintes en cualquier imagen a color.

Una luminaria debe proporcionar una iluminación libre de sombras en la cavidad oral con un haz de luz convergente. Aproximadamente a 1 [m] debe ser el radio de iluminación en un área semicircular, procurando que este no se refleje en los ojos del paciente.

El área de trabajo dental tiene su fuente de luz instalado en un brazo articulado. Los dentistas deben restringir el rayo solamente en la cavidad oral para la comodidad del paciente.

Los laboratorios de trabajo protésico requieren de velocidad, habilidades y una inspección cercana. Por lo tanto, la iluminación general debe ser proporcionada con una iluminación suplementaria en cada mesa de trabajo.

El metamerismo de lo artificial contra los dientes naturales es un gran reto. La igualación debe tomar lugar bajo una iluminación en la que el paciente es normalmente observado.

#### **06.20 Cuartos de examen y tratamiento**

Para la examinación y tratamientos no quirúrgicos, se considera iluminación adicional en la mesa de exploración. Se debe considerar una lámpara especial que pueda auxiliar para algún tipo de inspección particular.

#### **06.21 Sala de emergencias**

La sala de emergencias debe ser autosuficiente para manejar la mayoría de los casos. Las luminarias instaladas directamente en el techo o bien las luces portátiles, deben proporcionar la iluminación en el centro del área de operaciones. A la par de la iluminación general que guarda un nivel mas bajo, estas instalaciones son generalmente adecuadas para la examinación y la cirugía de emergencia.

Algunas salas de emergencia incluyen su sala de trauma. Esta puede ser iluminada como una gran sala de operaciones con la capacidad de iluminación de muchos sitios quirúrgicos en un solo cuarto. Así, el cuarto de fracturas requiere solamente la iluminación necesaria para la superficie quirúrgica.

#### **06.22 Sala de autopsia**

Esencialmente se necesita la misma iluminación para las autopsias que para la cirugía mayor. Mientras que la disección es meticulosa y los planos de los tejidos deben ser bien visualizados, la cuidadosa colocación de las suturas y los instrumentos para control de la hemostasia (evitar el desangramiento) no son requeridos.

#### **06.23 Iluminación ambiental**

Se debe considerar una iluminación para el ambiente que tenga la habilidad de reducir el contraste, permitiendo que los pequeños objetos sean vistos. Los acabados de los pisos, paredes y techos de los cuartos, deben procurar mantener de un 50 a un 80 % de reflectancia.

#### **06.24 Sala de terapia física**

Gimnasios, salas de rehabilitación y áreas de tratamiento, requieren iluminación moderada. La mayor demanda de tareas visuales (lectura de notas y expedientes) son de corta duración.

## 06.25 Farmacia

La iluminación óptima para la farmacia es esencial. Pequeñas impresiones en las etiquetas como son las porciones, el peso y la identificación de los fármacos, crean una demanda importante de las tareas visuales.

La mayoría del trabajo se realiza en los escritorios a una distancia de 90 [cm] por encima del suelo. La iluminación por encima de la cabeza no es suficiente. Comúnmente, una persona trabajando, proyecta sombras en el área donde labora. Iluminación suplementaria debe ser controlada para no tener alta reflectancia en el techo y la pared.

La alta intensidad de iluminación libre de sombras debe aprovecharse para tareas visuales donde hay labores de lectura prolongada o escritura. Tareas mínimas de igualación de colores o reconocimiento son realizadas aquí, así que la fuente de iluminación de color no es crítica.



En farmacia, son preparadas comúnmente soluciones intravenosas y finalmente a los fármacos son agregadas dichas soluciones.

## 06.26 Instalaciones geriátricas

Este tipo de instalaciones, son similares a los asilos. El conocimiento de la vejez, permite reconocer las necesidades de este tipo de ojos; estos necesitan más iluminación para la visión y son más sensibles al deslumbramiento. La mayoría de los ojos avejentados tienen una opacidad (cataratas) y coloración amarilla del cristalino. Si la catarata es removida, la retina del paciente se vuelve particularmente sensible a la luz ultravioleta.

Mientras que los implantes de cristalino también deben ser tomados en cuenta, la evaluación geriátrica en el diseño de la iluminación se hace necesaria.

La iluminación básica puede ser proporcionada mediante lámparas fluorescentes. Las unidades diseñadas para los cuartos de hospitales pueden proporcionar iluminación adecuada para las personas mayores.

Luz incandescente es recomendada para lectura con el fin de crear al menos un 50 % más de iluminación localizada. La iluminación debe ser ajustable para que no produzca deslumbramiento directo a reflejado.

La coordinación con un diseñador de interiores, el cual entienda el campo geriátrico es recomendable. Aquí los problemas de iluminación y la integración del diseño requieren gran

cooperación por parte de los trabajadores sociales, arquitectos y desde luego, ingenieros de iluminación.

### 06.27 Iluminación de emergencia

La iluminación de emergencia es necesaria para realizar dos labores esenciales:

- Permitir la evacuación bajo condiciones adversas.
- Proveer los servicios de soporte de vida a los pacientes que no pueden ser evacuados.

Este trabajo puede ser considerado en términos de dos sistemas de iluminación:

- Un sistema de iluminación de emergencia relativamente bajo para permitir la movilidad ambulatoria.
- Un sistema de alta iluminación en función de los cuidados críticos donde las cirugías toman lugar.

Las áreas remanentes de los hospitales deben mantener bajos niveles de iluminación de emergencia para así proporcionar los niveles de iluminación recomendables.

Se hace necesario contar con un buen suministro de baterías para su disposición en caso de cortes y/o fallas en el sistema eléctrico.

### 06.28 Iluminación de seguridad

El ambiente de iluminación para las instalaciones al cuidado de la salud debe estar diseñado para compensar las limitaciones humanas. Cualquier factor que ciegue la visibilidad incrementa la probabilidad de que el personal, los pacientes y los visitantes no puedan detectar en un momento dado los accidentes y actuar para prevenirlos.

La siguiente tabla, se muestran las recomendaciones mínimas y correspondientes para los servicios continuos y/o de emergencia bajo condiciones de falla eléctrica y/o servicios interrumpidos.

Ubicación de la actividad	lx
Corredores que guían a la salida, por piso	30
Escaleras que guían a la salida, por piso	30
Señales de dirección de salida, en la cara de las luminarias	50
Puerta de salida por piso	30
Sala de operaciones, mesa quirúrgica	2700
Sala de operaciones, mesa de emergencias	2200
Sala de parto, mesa obstétrica	2700
Sala de recuperación y obstetricia	100
Enfermerías, infantes, 76 cm. por encima del piso	100
Enfermerías, prematuros, 76 cm. por encima del piso	100
Enfermería, pediátrica, 76 cm. por encima del piso	20
Área de preparación medica, local	300
Estación de enfermeras	50
Farmacia	50

Área del banco de sangre	50
Área central de las bombas de succión	50
Áreas de camas de pacientes siquiátricas	20
Centro de control eléctrico principal	50
Elevadores del hospital-alumbrado de emergencia y escaleras	50
Área de seguridad de vida (áreas de soporte de vida)	50
Unidades de cuidado coronario	300
Unidades de diálisis	200
Áreas de tratamiento de emergencias	500
Unidad de cuidados intensivos	300

Los accidentes son atribuidos en algunos casos a la pobre iluminación. De cualquier manera, muchos factores subyacentes asociados con la pobre iluminación pueden provocar accidentes. Algunos de estos son: deslumbramiento directo, deslumbramiento por reflejo, sombras, ausencia de señalizaciones.

La excesiva fatiga visual, puede ser por si misma, un factor de riesgo para causar accidentes; la falta de adaptación del ojo experimentado cuando se mueve de un lugar de alto brillo a uno mas oscuro (y viceversa) también es un factor a considerar.

Las recomendaciones de iluminación de tablas, son una guía para mantener los niveles pertinentes, así como las tareas visuales para que puedan ser realizadas satisfactoriamente. Una instalación visualmente segura debe estar exenta de deslumbramiento y grandes e incontroladas diferencias de iluminación.

Las reducciones temporales de visibilidad ocurren cuando el ojo no se puede adaptar rápidamente al campo visual y cuando es forzado a mirar rápidamente diferentes tipos de iluminaciones. Esta es una razón por la cual las relaciones de iluminación máximas son importantes.

## **07. Consideraciones sobre el diseño de iluminación de un hospital**

### **07.1 Luz de día**

Las instalaciones médicas pueden ser usadas con luz de día y luz eléctrica, pero cada sistema tiene sus características especiales. Una considerable cantidad de ventanas es esencial en el cuarto de los pacientes. Grandes diferencias entre las áreas iluminadas con la luz del día y las áreas interiores deben de ser consideradas.

La luz de día y su distribución a través del cuarto depende del área de la ventana, la calidad de transmisión de luz a través de la ventana y la relación entre la altura de la ventana y el ancho del cuarto. Una selección adecuada del vidrio instalado, la sombra que proyecte y las superficies reflejantes, son elementos para optimizar la visión.

Desde que las instalaciones médicas, particularmente los hospitales de cuidados intensivos, están disponibles las 24 horas del día, cualquier luz de día debe poder ser reemplazada con la luz eléctrica. La luz del día no debe ser usada donde se requiere una iluminación general constante.

Estas áreas incluyen laboratorios, salas de operaciones, tratamiento y radiología. Las ventanas son deseables pero no absolutamente necesarias en los laboratorios de rutina, oficinas, salas de espera, comedores y aulas educativas. Las ventanas que si son indispensables son referentes a los cuartos de los pacientes y sala de cuidados intensivos.

El control de la luz de día es difícil, particularmente si las labores visuales necesitan tener una localización del brillo. Esta es la razón del porque las áreas de operación quirúrgica ya no tienen domos y ahora se encuentran libres de ventanas por conveniencia del hospital.

En aquellas áreas donde las tareas visuales son relativamente simples (cambio de sábanas y/o tendido de camas), se puede usar la luz del día mientras que las reflexiones de la luz del sol pueden ser utilizadas como una importante fuente de iluminación secundaria; la dirección del sol y las reflectancias externas pueden introducir deslumbramiento y reflexiones de velo, así que estas sombras, cortinas y biombos, son necesarios para controlar la excesiva luz del día.

### **07.2 Fuentes de iluminación**

Existen ciertos tipos de fuente de iluminación a saber:

- a) Incandescente
- b) Fluorescente
- c) Alta intensidad de descarga (AID)
- d) Mixtas o Misceláneas

Cada familia de fuentes de iluminación, tiene sus características, ventajas y/o desventajas. Una apropiada selección dependerá de los requerimientos particulares de cada instalación, la economía, los requerimientos de los usuarios y las preferencias personales. Para el manejo de los hospitales y el diseño de la iluminación se puede analizar la disposición de las fuentes lumínicas desde el punto de vista funcional y estructural (eficacia, color, rango de color, desprendimiento de calor, deslumbramiento, economía, mantenimiento y almacenamiento). La simplicidad del sistema puede ser diseñado limitando el número de tipos de lámparas en función del tamaño.

## **a) Incandescente**

La iluminación incandescente tiene un bajo costo inicial, un buen rango de propiedades de color, un buen control de capacidades ópticas y un costo razonable en equipos dimmer. La iluminación incandescente de tipo familiar en el hogar permite estas lámparas para contribuir a la sensación de seguridad ó comodidad. De cualquier forma, los diseñadores también encaran la corta vida de la lámpara, el calor no deseado y la baja eficacia de la lámpara cuando la fuente de luz incandescente es preferida. La familia incandescente incluye a las lámparas de halogeno-tungsteno.

La familia de lámparas halógenas produce una salida de la luz mucho mayor y una potencia optima, aunque no proporcionan un periodo de vida tan largo como las lámparas incandescentes estándar. Con el potencial proporcionado, las lámparas de halógeno proporcionan una ganancia moderada en el tiempo de vida de la lámpara.

Las lámparas de halógeno y tungsteno también pueden ser compactas y proporcionar luz blanca. Estas lámparas deben ser usadas en luminarias cerradas puesto que contienen fragmentos de cuarzo caliente en el caso de que el bulbo se rompa, a menos que la lámpara este fabricada con un bulbo de vidrio secundario en el exterior.

El bajo voltaje (6, 12 y 24 Volts) en las lámparas incandescentes proporciona ventajas en muchas aplicaciones donde el control es preciso y en comparación con fuentes similares de potencia mas alta, las lámparas de bajo voltaje tienen baja salida de calor y consumen menos energía.

## **b) Fluorescente**

Las lámparas fluorescentes proporcionan larga vida a la lámpara y buen rango de color. De cualquier forma, estas lámparas tienen un alto costo inicial en comparación de las fuentes incandescentes. Las lámparas fluorescentes están disponibles en tubos de varios diámetros y en formas lineales, de codo o en "U". Existen también en formas circulares con diámetros pequeños conocidos como fluorescentes compactas.

Las lámparas fluorescentes "compactas" están remplazando a las lámparas incandescentes en muchos puntos de aplicación como son los cuartos pequeños, clósets y corredores donde no se necesita atenuación, y donde el control óptico preciso no es requerido. Una lámpara fluorescente compacta usa mucho menos energía que su equivalente en luz de una lámpara incandescente.

La tecnología de las lámparas fluorescentes usa varias combinaciones de fósforo para generar luz blanca en una variedad de formas. No hace mucho tiempo, muchas lámparas producían un blanco frío (4150 K y un IRC de 65) y un blanco cálido (3000 K y un IRC de 50). Las lámparas de tierra mas recientes tienen un alto nivel en el rango de color (CRI >70) y una mejor eficacia que el viejo blanco frío.

Las fuentes frías con un buen rango de color, permiten al personal medico reconocer fácilmente la ictericia (coloración amarilla). Estas lámparas son útiles en las áreas donde los recién nacidos se revisan diariamente.

### **c) Alta intensidad de descarga (AID)**

La familia de las lámparas de alta intensidad de descarga, contienen mercurio, metal halógeno y sodio a alta presión. Estas lámparas comparten muchas características importantes: largo tiempo de vida y alta eficacia luminosa (comparado con las incandescentes), el rango de color que por lo general es pobre y presenta un retraso seguido por un lento incremento en la salida de la luz cuando se energiza por primera vez. A causa de este retraso, el lento encendido podría hacer necesario el uso de lámparas fluorescentes o incandescentes para la iluminación de emergencia.

La mayoría de las lámparas AID, deben operar en instalaciones designadas para contener los fragmentos calientes de cuarzo en caso de que la cápsula se rompa a menos que la lámpara este diseñada para operar en luminarias abiertas.

Cada tipo de lámpara AID también tiene sus características específicas:

#### **Lámparas de mercurio**

Este tipo de lámparas se usa muy poco a causa de su pobre eficacia, poco rango de color y algunos códigos de energía obsoletos. La eficacia de iluminación de las lámparas de mercurio es mas baja que la de la mayoría de las lámparas fluorescentes. Sin embargo el tiempo de vida de una lámpara de mercurio es excelente.

#### **Lámparas de metal halógeno**

Son básicamente lámparas de mercurio a las que se les ha agregado metal halógeno. Comparadas con las lámparas de mercurio, las lámparas de metal halógeno (halide) proporcionan una iluminación eficiente (75 a 120 [lúmen/watt]) y una buena pareja entre el rango de color y las características de color. Aunque solamente para la importancia estética, las diferencias de color se hacen obvias entre las lámparas de metal halógeno en la misma instalación.

Las lámparas de metal halógeno en diseños pares, tienen la habilidad de reemplazar a las lámparas incandescentes y son una solución para el ahorro de energía.

#### **Lámparas de sodio de alta presión (SAP)**

Estas lámparas, tienen más eficacia lumínica que cualquier lámpara AID, buen control óptico y fácil mantenimiento. Mientras que el rango de color dista muy poco de las del tipo de sodio, la mayoría de los colores (a excepción del rojo) son reconocidos bajo estas lámparas. Las lámparas blancas, hasta cierto punto, tienen tonos cálidos usando pocos Watts y pueden ser un buen sustituto para las incandescentes.

Las lámparas SAP, son principalmente usadas para una combinación de iluminación exterior e interior en combinación con otras fuentes. La vida de las lámparas SAP, es prolongada; sin embargo, la vida útil de los balastos es significativa (comparadas con las fluorescentes) y tiene un gran impacto de energía en los estudios comparativos.

#### **d) Mixta o Miscelánea**

También para las posibles consideraciones en la iluminación del ambiente hospitalario, existen las lámparas de arco de xenón y las lámparas de baja presión de sodio; las lámparas de arco de xenón son algunas veces usadas como iluminación para los cuartos de operación quirúrgica en los iluminadores con fibra óptica y para uso del equipo de proyección. Las lámparas de arco de xenón están altamente presurizadas y pueden alcanzar el 80 % de su salida lumínica inmediatamente después de encenderse.

El arco de color se aproxima mucho a la luz del día (el color de la temperatura es aproximadamente de 6000 K). Su espectro de salida es continuo en el rango de iluminación visible.

Algunas características de las lámparas de Xenón incluyen:

- Color constante a pesar de los ajustes de intensidad.
- No usan filamentos. Al final de su vida, manifiesta dificultades en el encendido.
- Mejor eficiencia que las incandescentes, pero más baja que las AID y las fluorescentes.
- Requieren control electrónico.
- La lámpara necesita enfriamiento externo.

Lámparas de baja presión de sodio (BPS) presentan una eficiencia casi incomparable respecto a las lámparas comerciales disponibles hoy en día, superior los 150 [lúmen/watt] incluyendo las pérdidas en el balastro.

Estas lámparas también producen iluminación monocromática cercana a la región amarilla del espectro. Un uso posible es la iluminación de seguridad exterior y la iluminación de los lotes de estacionamiento. De cualquier forma, se debe tener en mente que el pobre rango del color de esta fuente monocromática puede causar problemas para los visitantes del hospital.

Todas las lámparas de descarga gaseosa, necesitan un balastro para proveer el voltaje de encendido y delimitar la operación de la lámpara. Algunos balastros se ajustan para posibles cambios en la línea de voltaje. Los balastros tienen características térmicas y de ruido independientes de la lámpara.

Recientemente, ha habido cambios en los conceptos de iluminación y en las soluciones para los problemas de iluminación. Las investigaciones, han aumentado nuestros conocimientos acerca de los requerimientos visuales. La industria, ha proporcionado nuevos equipos para la producción de la luz, modificando su calidad sin dejar de atender la conservación de la energía.

Existen a su vez, nuevas técnicas medicas que van marcando cambios en el diseño de la iluminación; por ejemplo, las áreas de pacientes en observación constante de las unidades de cuidados intensivos cuentan con equipo de monitoreo. La vigilancia visual y auditiva debe ser constante. Así, la iluminación debe ser discreta y suficiente para que el observador no se fatigue visualmente.

Una debida atención por los pacientes sensibles, debe ser considerada por los diseñadores. Aunque la iluminación debe servir a las demandas del personal medico, también debe atender las necesidades del paciente.

La iluminación en cuartos con camas múltiples debe ser discreto para un paciente mientras que debe ser lo suficientemente adecuado para el otro. El aumento en las luces, debe permitir al medico entrenado manejar adecuadamente el matiz de los colores, pero no debe producir la incomodidad o la sobre exposición en la retina de los pacientes. Hay por lo tanto, un dilema entre el tratar de crear una atmósfera como la del hogar y/o la creación de iluminación necesaria.

Los procedimientos ambulatorios, mantienen a los pacientes fuera de la cama la mayor parte del día. Por lo tanto, es probable que solo el 20 % de los pacientes en el hospital sean conducidos en camillas. El resto permanece de pie y muchos son capaces de conducirse a lugares públicos. También, desde que la televisión es el antídoto universal para el aburrimiento, esto crea continuos retos para el diseñador de iluminación. La iluminación general, no debe producir reflejos en la pantalla del televisor para los pacientes que la ven desde la cama.

La ampliación de salones, corredores y áreas de visita, requieren una reestructuración en el diseño lumínico. El color y el diseño juegan un papel importante en la mejoría y necesidades de los pacientes. Algunos pacientes son vulnerables al ambiente en que se encuentran, por lo tanto, la decoración debe ser capaz de calmarlos y estimularlos.

Por ultimo, pero no menos importante, los gastos de energía deben ser considerados en la satisfacción de los objetivos de iluminación.

### **07.3 Diseño de los espacios**

En el diseño de los sistemas de iluminación, las consideraciones acerca de los espacios y áreas específicas, deben ser acordes a las necesidades de los ocupantes; sin olvidar las tareas visuales, la apariencia deseada e incluso la economía.

El personal que trabaja en las áreas de diagnostico y terapéutica, manejan un gran rango de edades entre sus pacientes. Consecuentemente, los diseños de iluminación deben ser adecuados para todos.

#### **07.3.1 Cuartos de pacientes adultos**

En el diseño de la iluminación de las habitaciones, debe tomarse en cuenta las necesidades en cuanto a tiempos, numero de personas, etc., y proveer una iluminación lo mas simple posible. Los pacientes, doctores, enfermeras y personal de mantenimiento, requieren diferentes niveles de iluminación. Esto puede ser provisto de tal forma que no sea objetable para otros pacientes en el mismo cuarto y a su vez, cumplir con las necesidades de los pacientes para quienes su campo visual es solamente el techo.

#### **07.3.2 Servicios de enfermería**

La iluminación para los servicios de enfermería no difiere de otras áreas hospitalarias. Las necesidades de comodidad de los pacientes varían considerablemente durante la convalecencia, esto depende de la salud individual, la movilidad, la calidad de los servicios proporcionados por el hospital, si el hospital es publico ó privado y finalmente, si el cuarto es de ocupación individual ó múltiple.

Factores necesarios en la selección de la iluminación específica entre rangos de valores para cada categoría.

<b>Categorías de iluminación de la A a la C</b>			
Características del cuarto y sus ocupantes	-1	Factor de medida 0	+1
Edades de los ocupantes	Menores de 40	40-55	Más de 55
Superficies reflejantes en el cuarto	Mayor al 70 %	30 al 70 %	Menor del 30 %
<b>Categorías de iluminación de la D a la I</b>			
Características de las labores y los trabajadores	-1	Factor de medida 0	+1
Edades de los trabajadores	Menores de 40	40-55	Mayores de 55
Velocidad y/o capacidades	No es importante	Importante	Crítico
Reflexión en el campo de trabajo	Mayor al 70 %	30 a 70 %	Menor del 30 %

Promedio de las superficies medidas reflejantes, incluyendo paredes, pisos y techos reflejantes, si se encuentran en una gran porción del área de trabajo ó los alrededores visuales.

Se debe tomar en cuenta si las tareas a realizar son importantes en cuanto a la velocidad y/o exactitud. Por ejemplo, para actividades como son la lectura o ver televisión, no hay limitaciones de tiempo y no se requiere de una lectura rápida y precisa.

El fondo, se define como la porción de actividades sobre la cual es más significativa la pantalla visual. Por ejemplo, en esta página, la pantalla visual más significativa incluye cada letra que combina con otras letras para formar palabras y frases, la pantalla media ó fondo de labores es el papel, cuya reflectancia es aproximadamente del 85 %.

Para el control de la iluminación general y la creación de luz suave y confortable, se usan atenuadores (dimers) de control variable ó switches múltiples localizados en la puerta en los cuartos de los pacientes. Las enfermeras, no tienen que verse en la necesidad de buscar la luz para la lectura de historias clínicas o toma de la temperatura.

La iluminación en los alrededores debe ser menor a los 300 [cd/m<sup>2</sup>], así como para cualquier paciente en posición de lectura en cama.

Para cumplir estas condiciones, las luminarias deben tener baja iluminación. Una o más de dichas luminarias en un cuarto de ocupación múltiple o individual pueden ser utilizadas para proveer una iluminación general a 76 [cm] sobre el piso. Para prevenir el manchado excesivo de la iluminación general, se recomienda una relación de iluminación de niveles mínimo a máximo (1 a 5).

Las lámparas fluorescentes son usadas para la iluminación general en los cuartos de los pacientes, ellos pueden tener un alto índice de rango de color (IRC). Para minimizar la probabilidad de reemplazar las lámparas fundidas con lámparas inapropiadas (rango de color pobre), se recomiendan lámparas con un alto rango de color que pueden ser almacenadas en el hospital.

Una iluminación local de bajo nivel, tiene una calidad de color que revela la apariencia del paciente. Debe haber iluminación en cada cama y en el área de piso para que cada enfermera pueda observar frecuente y discretamente al paciente; y cualquier equipo asociado durante la noche. Cuando la iluminación de observación sea dejada toda la noche ó bien, cuando una iluminación más alta sea necesitada, una pantalla o cortina entre los pacientes va a ser necesitada temporalmente.

### 07.3.3 Salas pediátricas y de adolescentes

Muchos pacientes son ignorados por los grandes hospitales, siendo los niños los más afectados. Por esta razón, las salas para infantes deben tener un amplio espacio para los proyectos de educación, recreación y diversión.

La luz de día y las ventanas son importantes para relajar y orientar a los pacientes jóvenes. Luz difusa e indirecta, mezclada con manchas de luz, sirve para alumbrar las áreas de interés en los cuartos de espera y corredores, puede ayudar a proveer la luz y una atmósfera soleada para un ambiente agradable.

Los niños acostumbran jugar en el suelo y lo usan como mesa. Por esto la iluminación a nivel del suelo debe ser planeada para su actividad visual. Por otra parte y en la medida de lo posible, se deben incluir ventanas a diferentes alturas en atención a las estaturas de los niños.

Todos los pacientes, desde los infantes hasta los adolescentes usan los mismos corredores, áreas comunes, salas de espera e instalaciones recreativas. Suficiente luz es particularmente importante para los niños que empiezan a caminar, pues los objetos que quedan esparcidos alrededor pueden yacer fuera del campo visual. Deslumbramiento desde las ventanas ó pedazos de vidrio, puede también volverse un factor de riesgo y convertirse en problema de seguridad.

Para los infantes, las fuentes de iluminación son de suma importancia. Para evitar la sobre exposición, la iluminación brillante no debe ser instalada directamente sobre los recién nacidos, las pantallas móviles pueden ayudar a oscurecer las áreas de cunas individuales para las siestas. La iluminación para los adolescentes debe ser prácticamente la misma que la de los adultos. Estos pacientes merecen alguna privacidad y la iluminación debe permitir el control individual.

La relación entre la estación de enfermería y los niños merece una consideración de iluminación especial. Mientras que la enfermera debe observar al niño, es igualmente importante que el niño vea a la enfermera. Ni el paciente, ni la enfermera deben estar expuestos al deslumbramiento.



En los hospitales generales, la sección para niños es pequeña, y sus estancias son cortas. Por lo tanto, los requerimientos médicos son considerados de mayor importancia que los lumínicos.

### 07.3.4 Guarderías

La iluminación en la guardería, debe permitir al personal observar fácilmente a los infantes en las cunas y en las incubadoras. Las luces de observación no deben ser mantenidas en altos niveles por largo tiempo ya que los infantes no pueden protegerse a si mismos de la sobre exposición a la retina.

Esto debe ser tomado en cuenta en la planeación de la iluminación. Las luminarias para uso general no deben exceder las 300 [cd/m<sup>2</sup>]. La luz fluorescente con un alto IRC es recomendado para reconocer el mas mínimo cambio en el color de la piel ó la esclerótica. Los padres, frecuentemente vienen a las guarderías neonatales para alimentar ó cargar a sus infantes. El atenuador de luz ó bien un área de baja iluminación, puede ser provista para ellos.

### **07.3.5 Instalaciones para la salud mental**

Todos los pacientes en las instalaciones mentales deben estar vigilados bajo máxima seguridad. Algunos pacientes son, en ocasiones, encerrados bajo llave en puertas y ventanas; en otros casos, sus movimientos son controlados por medio de monitores y alarmas. Aquí, las luminarias deben ser inaccesibles, para evitar que los pacientes se lastimen a si mismos ó lastimen a otros. En el caso de los empotrados, no deben estar a la mano, ya que pueden servir de lugares para esconderse.

En general, se deben considerar luminarias no ajustables, unidades de techo que estén fuera de alcance de los pacientes y ser protegidas de objetos que les puedan lanzar. Los controles de iluminación se pueden instalar en la estación de enfermería ó bien, con switches locales encendidos con llaves que se encuentren montados en los pasillos.

La mayoría de las instalaciones mentales tienen residentes con un amplio rango de problemas. En consideración a sus diagnósticos, la correcta iluminación puede proporcionarles una atmósfera calmada y relajada. Esto puede propiciar interés, calidez, definición de espacio e iluminación para las tareas mientras sirvan a las necesidades de seguridad. La iluminación con colores y diseños, no deben contribuir a la deformación, distracción ó vibración visual.

Las instalaciones mentales, sirven tanto para los pacientes internos como para los externos. Si las áreas involucradas están separadas, entonces las secciones de los pacientes externos puede incluir lámparas de piso, lámparas de mesa y lámparas de escritorio. Como quiera que sea, el área de pacientes internos, debe exhibir una calidad relajante como la del hogar con una selección apropiada de luminarias.

Se debe cuidar que la luz de día llegue a ser agresivamente diseñada en las instalaciones de cuidado mental, especialmente en las recamaras, salones de día, y comedores. La luz de día, provee la orientación y sensación de calma terapéutica. Para maximizar el efecto de la luz de día en los colores cálidos, el uso de vidrios con colores en las ventanas debe de ser evitado.

Cuando la iluminación fluorescente es utilizada, es apropiado usar lámparas con un alto índice de rango de color para realzar la apariencia humana. Los artículos decorativos ó los colores de la superficie deben ser escogidos bajo los mismos criterios que las lámparas que serán usadas en las instalaciones.

La iluminación de corredores largos, debe ser arreglada para que brinde ritmo e interés, mientras se evita la colocación de imágenes exageradas que causen desajustes sensoriales para algunos pacientes. La iluminación de día, así como la iluminación eléctrica; pueden causar estos desajustes. En estas circunstancias, las decisiones para el diseño, se tienen que volver más agudas ya que algunos pacientes (como aquellos que sufren de autismo ó esquizofrenia) son beneficiados con iluminación, patrones y texturas mas uniformes.

La selección y localización de las luminarias que nos ayudan a definir los límites del espacio son recomendadas. El color, la textura y la iluminación, con una selección cuidadosa y coordinación con los muebles, pueden producir una definición favorable.

### **07.3.6 Sala de espera quirúrgica**

Las áreas de espera quirúrgica, están designadas para retener a los pacientes, en camillas con ruedas, después de que se les ha administrado medicación para sedarlos. Esto los mantiene lejos del tráfico de los hospitales por espacios de aproximadamente 30 [min].

Los ojos de los pacientes, no deben ser expuestos a una iluminación sobre 100 [cd/m<sup>2</sup>]. El área de espera, no está usualmente diseñada para el acceso quirúrgico, sin embargo, algunos hospitales pueden usarlos, los diseñadores dan estas posibilidades a las consideraciones adicionales. La iluminación puede facilitar la visualización de las líneas de intravenosa ó las actividades preanestésicas como el rasurado. Los brazos móviles de las luminarias empotradas en la pared, pueden servir para este propósito.

Cabe recordar que el espacio designado de espera para el paciente, es limitado; los corredores angostos son muy apropiados para este uso, la baja iluminación ó la iluminación indirecta debe ser considerada.

### **07.3.7 Sala de acceso quirúrgico**

El paciente es transferido de una camilla a una mesa de operaciones en la sala de cirugía. La anestesia comienza y una gran variedad de monitoreos están conectados al paciente.

Idealmente, el paciente es traído a la sala de cirugías sometido a una luz fija. Alguna luz de trabajo, debe estar disponible para colocar una aguja en la vena para la anestesia. Una vez que el paciente está inconsciente, la iluminación puede ser incrementada. De cualquier forma, la reducción de la capacidad de la luz debe estar disponible en todo momento. Este mecanismo provee solamente de baja iluminación en un rango de 50 a 100 [lx].

### **07.3.8 Cuarto de operaciones**

La iluminación del cuarto de operaciones, es la más importante en el hospital. La presencia de sombras, puede evitar que los cirujanos vean los tejidos, órganos, sangre y cavidades del cuerpo tal y como realmente son. Los cirujanos deben trabajar durante varias horas, de ser posible, sin incomodidades y deslumbramientos; para que puedan trabajar sin que sus ojos se ajusten a grandes diferencias de iluminación. El calor del campo quirúrgico debe ser minimizado. Los tejidos del cuerpo expuestos no deben calentarse ó secarse excesivamente.

Los colores y los reflejos en las superficies de los interiores de los cuartos de operaciones y partos, las cortinas, y los campos operatorios pueden ser normalmente como se enuncian a continuación.

- Techos.** De un color cercano al blanco con un 90 % de reflejo.
- Paredes.** Ninguna debe ser brillante ni en colores pastel con un 60 % de reflejos.
- Pisos.** Se recomiendan reflejos menores al 30 %, ya que a veces en los cuartos se utilizan anestésicos flamables.

Área de espera quirúrgica donde los pacientes serán pasados a cirugía.

- Los campos y telas quirúrgicas, se recomiendan en colores gris sombra, verde azulado, turquesa o gris perla, con un 30 % de reflejo o menor. Esto, previene que las áreas de los alrededores distraigan al médico del campo de operaciones.
- Los instrumentos quirúrgicos deben ser de un material no reflejante, con un terminado mate, para minimizar el deslumbramiento por reflejos en la cavidad operada.

Los rayos “x”, y el quipo de ventilación compiten con el sistema de iluminación por el espacio disponible en el techo. Debido a que los procedimientos quirúrgicos son variados, el sistema de iluminación general debe adaptarse a los requerimientos visuales del cirujano y del personal. Una iluminación distribuida uniformemente puede auxiliar y prevenir el deslumbramiento. La creciente lista de los equipos de operación montados en el techo incluye:

- Un sistema de iluminación general.
- Luces montadas en rieles quirúrgicos.
- Luces quirúrgicas montadas en pedestales.
- Equipo de rayos “x” montado en un puente el cual se desliza por encima en rieles ó pivotes mediante un pedestal en el techo.
- Rendijas de ventilación.
- Mástiles para el gas y canaletas para todo tipo de cables.
- Monitores que presentan la información de los pacientes y las películas del endoscopio ó imágenes intensificadas.

Así como las luminarias generales incrementan el balance de la iluminación, estas van adquiriendo importancia. Para realizar el balance entre las áreas de un tamaño apreciable entre la vista del equipo quirúrgico, las relaciones de iluminación no mayores de 3 a 1 puede existir entre el campo quirúrgico, y 5 a 1 entre el campo quirúrgico y la mesa de instrumental.

Mientras la comodidad del campo visual es probablemente mas grande cuando los reflejos de brillo esta ausentes, esto no siempre es posible. Por ejemplo, las esponjas quirúrgicas son muy blancas y muchos cirujanos utilizan instrumentos con acabados satinados. Los reflejos de estos instrumentos pueden reducir la visibilidad.

Las luminarias fluorescentes en el campo quirúrgico pueden ser interferidas y emitir destellos por causa de interferencias EMI (ondas de radio y electromagnéticas). En algunas ocasiones y dependiendo del nivel del hospital, se emplean lentes con una cubierta de conducción de tierra y filtros de radiofrecuencia.

La apariencia del paciente no debe cambiar significativamente bajo la luz quirúrgica o la iluminación general del cuarto. Así, la principal luz quirúrgica tiene un color de temperatura de 4000 [K], la iluminación general del cuarto debe ser emitida por lámparas fluorescentes con un color de temperatura similar. Las lámparas fluorescentes con un espectro continuo y un IRC alto son recomendadas.

#### **07.4 El sistema de iluminación para actividades quirúrgicas**

Para el caso de iluminación suspendida del techo, los patrones están medidos a 1[m] desde la cubierta de vidrio de la lámpara, o a 1 [m] desde el borde mas bajo de las unidades de reflectores externos con cubiertas individuales cada una sobre la fuente de iluminación.

La luz de los sistemas de iluminación empotrados debe emanar muchas fuentes de dispersión sobre un área angular amplia. Mientras que las fuentes de las paredes parecen ser necesitadas, son insuficientes para realizar la iluminación requerida. Proporcionando alta iluminación y tenues sombras en el campo quirúrgico, se ayuda a dar a los objetos profundidad y apariencia tridimensional. Los objetos iluminados uniformemente, aparecen planos y pierden los detalles de la forma.

La iluminación previamente discutida, es mínima para los procedimientos quirúrgicos generales. En muchas instancias especializadas, las altas iluminaciones, patrones, tamaños y formas, además del control de los niveles es deseable. Las formas variables de los patrones son proporcionados moviendo la luz mas cerca (o mas lejos) del paciente.

En suma, algunas luminarias proporcionan un control de foco que varía los tamaños de los patrones. La experiencia del proyectista debe evaluar que luminarias disponibles pueden darles un uso a los patrones de profundidad en el campo requerido. Ellos, deben usar un color con un correcto elemento de iluminación que indica el nivel promedio sobre 3.8 [cm] de diámetro para todas las medidas de iluminación.

Para prevenir las sombras en la oscuridad producidas por las manos, cabeza e instrumentos de los cirujanos, la luz debe alcanzar el área de operaciones desde diferentes ángulos. La reducción de las sombras es una función del diseño óptico, posicionamiento, tamaño de los reflectores y el número de personas posicionadas en el lugar.

Para propósitos de prueba, el sistema de iluminación quirúrgica proporciona por lo menos el 10 % de estos niveles sin sombras, dentro y en el fondo de un tubo de 5 [cm] de diámetro y 7.6 [cm] de longitud, considerando un acabado blanco en el interior, desde una distancia de 100 [cm] cuando el rayo es obstruido por un disco de 25 [cm] de diámetro, 58 [cm] sobre la mesa de operaciones y normal al eje del tubo.

Cuando las lámparas de cabezas múltiples constatan el sistema bajo prueba, la distancia de 100 [cm] puede ser medida desde la cara del centro de cada lámpara a la foto celda.

Esta prueba es valida para las luminarias con 47 [cm] de diámetro de la superficie de emanación.

Si la pérdida de la luz quirúrgica interfiere con la vida en tratamiento, entonces las consideraciones deben ser dadas usando luz con múltiples lámparas en un luminario de una sola cabeza ó un empotrado de cabezas múltiples.

La cabeza radiante, produce que las luces quirúrgicas deban ser minimizadas para la protección de los tejidos expuestos y la comodidad del equipo quirúrgico. La absorción de la energía infrarroja por el agua de los 800 a los 1000 [nm] en la región espectral, puede ser minimizada.

Recientes investigaciones, sugieren que ciertos procedimientos neuro quirúrgicos o procedimientos en intestinos y tejidos delicados, delgados, secos y/o anormales, no excedan la máxima intensidad de patrón, los 0.025 [watts/cm<sup>2</sup>]. Los fabricantes de la iluminación quirúrgica, usualmente especifican cuanto puede excederse el equipo.

#### **07.4.1 Laboratorios**

Son comunes 5 tipos de laboratorios clínicos en los hospitales generales a saber.

##### **07.4.1.1 Laboratorio de química**

Aquí se estudian las muestras para aislar e identificar los organismos que causan la enfermedad. Los laboratorios especializados incluyen al menos una sección de virología (virus), parasitología (parásitos) y micología (hongos). Las comparaciones visuales de los tubos de prueba, las cajas de petri, los agentes químicos y las tinturas requieren fuentes de iluminación con una buena gama de color. Alta iluminación es recomendable para la lectura de platos de cultivo y muestras de microscopio.

##### **07.4.1.2 Laboratorio de hematología**

Analiza las muestras de sangre (conteo de glóbulos blancos, rojos y plaquetas) los procesadores automáticos auto iluminados y los microscopios pueden permitir la reducción de los altos niveles de la iluminación general.

##### **07.4.1.3 Laboratorio de urología**

Preparan y analizan las muestras de orina. Analizadores automáticos montados en rieles y centrifugas son el equipo típicamente usado.

El laboratorio de química tiene altos niveles de iluminación general para acomodar un variado grupo de labores de observación, pero puede producir deslumbramiento para la observación.

##### **07.4.1.4 Laboratorios de serología e inmunología**

Los laboratorios histológicos preparan muestras microscópicas de los tejidos removidos durante las cirugías ó las autopsias. Los patólogos entonces examinan las muestras para determinar y/o confirmar los diagnósticos. Los laboratorios de citología preparan y leen las muestras del microscopio para exfoliar las células.

La preparación de los tejidos, se realiza en estaciones para trabajar sentado para la observación. Estos espacios tienen microscopios y maquinas de tinción automática. Por lo tanto, se sugiere para estos casos fuentes de iluminación con excelente rango de color.

##### **07.4.1.5 Laboratorios para las funciones cardiacas y pulmonares**

En los laboratorios para las funciones cardiacas y pulmonares, los pacientes recostados con susceptibles a el deslumbramiento del techo. Las luminarias del techo deben estar cubiertas y la iluminación general del cuarto debe tener la capacidad de oscurecerse.

De manera general, las actividades de lectura y registro de archivos requieren de visión fina. Un buen rango de color en la iluminación es útil.

#### **07.4.2 Áreas auxiliares de laboratorio**

En las áreas auxiliares de laboratorios se realizan funciones complementarias necesarias para la operación de los laboratorios.

##### **07.4.2.1 Recolección de especímenes**

En el área de recolección de especímenes (venipuntura), se saca sangre de los pacientes para las pruebas de laboratorio. Los pacientes gastan aproximadamente ¼ de hora en este espacio. Las luces de trabajo requeridas para la venipuntura están situadas en la parte superior del escritorio. Las luminarias del techo ó las luces de trabajo deben proporcionar una iluminación oblicua ya que las venas son mejor observadas.

Las paredes pueden ser de color pastel con un terminado mate para comodidad del paciente ó del donador. Las paredes con un 45 al 50 % de reflectancia son aun aceptables. Las áreas de espera deben estar iluminadas para dar a los pacientes una atmósfera tranquilizadora.

##### **07.4.2.2 Sala de lectura del microscopio**

Los patólogos gastan un tiempo considerable en la inspección y observación al microscopio. Las mesas de microscopios deben estar usualmente localizadas a 80 [cm] sobre el piso y con un material que impida la reflectancia. Aun cuando la iluminación especial no es requerida en estos espacios y las muestras son observadas en un monitor de video, la comodidad visual debe ser considerada.

##### **07.4.2.3 Banco de sangre**

En el almacén de sangre y sus componentes, se trabaja la examinación, clasificación y relación para las transfusiones sanguíneas. El área de refrigeración debe tener iluminación general instalada.

##### **07.4.2.4 Central de provisiones estériles**

La central de provisiones estériles proporciona el control de las infecciones. Los campos quirúrgicos lavados y el instrumental muy bien esterilizado son inspeccionados, empacados, y almacenados. El área de inspección debe tener una iluminación general mientras que las áreas donde el equipo delicado es examinado deben tener mayor iluminación. En el área de descontaminación, la iluminación en las lavadoras y los esterilizadores deben permitir una carga y descarga segura. En combinación con la alta humedad cerca de este equipo, instalaciones de iluminación a prueba de agua deben ser consideradas.

Las áreas de esterilización consisten en largos escritorios donde los instrumentales lavados son empacados para la esterilización final. Las localizaciones de las instalaciones de iluminación deben estar coordinadas con la localización de los estantes de almacenamiento para el aislamiento y correcto control de la iluminación.

## 08. Niveles de iluminación

### 08.1 Valoración subjetiva

Para determinar los niveles de iluminación adecuados en una instalación hay que tener en cuenta que los valores recomendados para cada tarea y entorno. Estos niveles están basados en estudios sobre valoraciones subjetivas de los usuarios (confort visual, rendimiento visual, etc).

El usuario común no existe y por lo tanto, una misma instalación puede producir diferentes impresiones en las personas. En estas circunstancias, influyen factores estéticos, psicológicos, entre otros.

Los principales aspectos a considerar son:

- El deslumbramiento.
- Lámparas y luminarias.
- El color.
- Sistemas de alumbrado.
- Métodos de alumbrado.
- Depreciación de la eficiencia luminosa y mantenimiento.

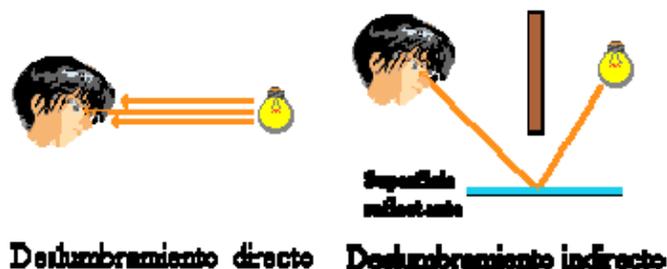
### 08.2 El deslumbramiento

Se trata de una sensación molesta que se produce cuando la luminancia de un objeto es mucho mayor que la de su entorno. Esto sucede cuando miramos directamente un foco (lámpara) o cuando vemos el reflejo del sol en el agua.

Existen dos formas de deslumbramiento, el perturbador y el molesto. El primero consiste en la aparición de un velo luminoso que provoca una visión borrosa, sin nitidez y con poco contraste, que desaparece al cesar su causa; un ejemplo muy claro lo tenemos cuando conduciendo de noche se nos cruza un coche con las luces altas.

El segundo consiste en una sensación molesta provocada cuando la luz que llega a nuestros ojos es demasiado intensa produciendo fatiga visual. Siendo esta la principal causa de deslumbramiento en interiores.

Pueden producirse deslumbramientos de dos maneras. La primera es por observación directa de las fuentes de luz; por ejemplo, ver directamente las luminarias. Y la segunda es por observación indirecta o reflejada de las fuentes como ocurre cuando las vemos reflejada en alguna superficie (una mesa, un mueble, un cristal, un espejo...)



Estas situaciones son muy molestas para los usuarios y deben evitarse. Entre las medidas que podemos adoptar, podemos ocultar las fuentes de luz del campo de visión usando rejillas o pantallas, utilizar recubrimientos o acabados mates en paredes, techos, suelos y muebles para evitar los reflejos, evitar altos contrastes de luminancias entre la tarea visual y el fondo, cuidando la posición de las luminarias respecto a los usuarios para que no caigan dentro de su campo de visión.

### 08.3 Lámparas y luminarias

Las lámparas empleadas en iluminación de interiores abarcan casi todos los tipos existentes en el mercado (incandescentes, halógenas, fluorescentes, etc.). Las lámparas a elegir, por lo tanto, serán aquellas cuyas características fotométricas, cromáticas, consumo energético, economía de instalación y mantenimiento, mejor se adapten a las necesidades y características de cada instalación (nivel de iluminación, dimensiones de la habitación, ámbito de uso, potencia de la instalación, etc.).

Ámbito de uso	Tipos de lámparas más utilizados
Doméstico	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Incandescente</li> <li>• Fluorescente</li> <li>• Halógenas de baja potencia</li> <li>• Fluorescentes compactas</li> </ul>
Oficinas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alumbrado general: fluorescentes</li> <li>• Alumbrado localizado: incandescentes y halógenas de baja tensión</li> </ul>
Comercial (Depende de las dimensiones y características del comercio)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Incandescentes</li> <li>• Halógenas</li> <li>• Fluorescentes</li> <li>• Grandes superficies con techos altos: mercurio a alta presión y halogenuros metálicos</li> </ul>
Industrial	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Todos los tipos</li> <li>• Luminarias situadas a baja altura (&lt;6m): fluorescentes</li> <li>• Luminarias situadas a gran altura (&gt;6m): lámparas de descarga a alta presión montadas en proyectores</li> <li>• Alumbrado localizado: incandescentes</li> </ul>
Deportivo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Luminarias situadas a baja altura: fluorescentes</li> <li>• Luminarias situadas a gran altura: lámparas de vapor de mercurio a alta presión, halogenuros metálicos y vapor de sodio a alta presión</li> </ul>

La elección de las luminarias está condicionada por la lámpara utilizada y el entorno de trabajo de esta.

Las luminarias para lámparas incandescentes tienen su ámbito de aplicación básico en la iluminación doméstica. Por lo tanto, predomina la estética sobre la eficiencia luminosa. Sólo en aplicaciones comerciales o en luminarias para iluminación suplementaria se buscará un balance entre ambas funciones.

En ciertas ocasiones se requiere de la colocación de pantallas (modelos con rejillas cuadradas o transversales y modelos con difusores), pues el filamento de estas lámparas tiene una luminancia muy elevada y pueden producir deslumbramientos.

En segundo lugar existen las luminarias para lámparas fluorescentes. Estas se utilizan mucho en oficinas, comercios, centros educativos, almacenes, industrias con techos bajos, etc. por su economía y eficiencia luminosa. Por último, tenemos las luminarias para lámparas de descarga a alta presión. Se utilizan principalmente para colgar a gran altura (industrias y grandes naves con techos altos) o en iluminación de pabellones deportivos, aunque también hay modelos para pequeñas alturas. En el primer caso se utilizan las luminarias intensivas y los proyectores y en el segundo las extensivas.

#### **08.4 El color**

Para tener una idea de como afecta la luz al color, consideremos una habitación de paredes blancas con muebles de madera de tono claro.

Si la iluminamos con lámparas incandescentes, ricas en radiaciones en la zona roja del espectro, se acentuarán los tonos marrones de los muebles y las paredes tendrán un tono amarillento.

En conjunto tendrá un aspecto cálido muy agradable. Ahora bien, si iluminamos el mismo cuarto con lámparas fluorescentes normales, ricas en radiaciones en la zona azul del espectro, se acentuarán los tonos verdes y azules de muebles y paredes dándole un aspecto frío a la sala.

En estas situaciones podemos ver cómo afecta el color de las lámparas (su apariencia en color) a la reproducción de los colores de los objetos (el rendimiento en color de las lámparas).

La apariencia en color de las lámparas viene determinada por su temperatura de color correlacionada. Se definen tres niveles de apariencia según la tonalidad de la luz: luz fría para las que tienen un tono blanco azulado, luz neutra para las que dan luz blanca y luz cálida para las que tienen un tono blanco rojizo.

<b>Temperatura de color correlacionada</b>	<b>Apariencia de color</b>
Mayor a los 5000 K	Fría
Entre los 3300 y 5000 K	Intermedia
Menor a los 3300 K	Cálida

Además de esto, la apariencia en color no basta para determinar qué sensaciones producirá una instalación a los usuarios.

Por ejemplo, es posible hacer que una instalación con fluorescentes llegue a resultar agradable y una con lámparas cálidas desagradable aumentando el nivel de iluminación de la sala. El valor de la iluminancia determinará conjuntamente con la apariencia en color de las lámparas el aspecto final.

El rendimiento en color de las lámparas es una medida de la calidad de reproducción de los colores. Se mide con el Índice de Rendimiento del Color (IRC) que compara la reproducción de una muestra normalizada de colores iluminada con una lámpara con la misma muestra iluminada con una fuente de luz de referencia.

Mientras más alto sea este valor mejor será la reproducción del color, aunque a costa de sacrificar la eficiencia y consumo energéticos.

La CIE (Centro de Investigación en Energía), ha propuesto un sistema de clasificación de las lámparas en cuatro grupos según el valor del IRC.

Grupo de rendimiento en color	Índice de rendimiento en color (IRC)	Apariencia de color	Aplicaciones
1	IRC $\geq$ 85	Fría	Industria textil, fábricas de pinturas, talleres de imprenta
		Intermedia	Escaparates, tiendas, hospitales
		Cálida	Hogares, hoteles, restaurantes
2	70 $\leq$ IRC < 85	Fría	Oficinas, escuelas, grandes almacenes, industrias de precisión (en climas cálidos)
		Intermedia	Oficinas, escuelas, grandes almacenes, industrias de precisión (en climas templados)
		Cálida	Oficinas, escuelas, grandes almacenes, ambientes industriales críticos (en climas fríos)
3	Lámparas con IRC <70 pero con propiedades de rendimiento en color bastante aceptables para uso en locales de trabajo		Interiores donde la discriminación cromática no es de gran importancia
S (especial)	Lámparas con rendimiento en color fuera de lo normal		Aplicaciones especiales

#### 08.4.1 Apariencia de color y rendimiento en color

Considerando la importancia que tienen lámparas en la reproducción de los colores dentro de una instalación, nos queda ver otro aspecto no menos importante: la elección del color de suelos, paredes, techos y muebles. Aunque la elección del color de estos elementos viene condicionada por aspectos estéticos y culturales, básicamente se debe tener en cuenta la repercusión que se obtiene en el estado anímico de las personas.

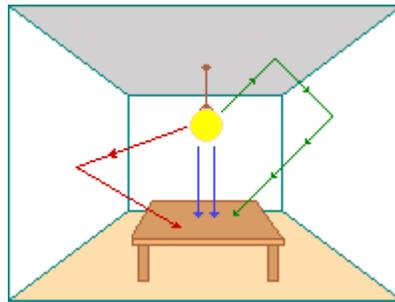
## 08.4.2 Influencia del color en el ambiente

Los tonos fríos producen una sensación de tristeza y reducción del espacio, aunque también pueden causar una impresión de frescor que los hace muy adecuados para la decoración en climas cálidos. Los tonos cálidos son todo lo contrario. Se asocian a sensaciones de exaltación, alegría y amplitud del espacio y dan un aspecto confortable al ambiente que los convierte en los preferidos para los climas cálidos.

De cualquier forma, la presencia de elementos fríos (bien sea la luz de las lámparas o el color de los objetos) en un ambiente cálido o viceversa ayudarán a hacer más agradable y/o neutro el ambiente de la habitación.

## 08.5 Sistemas de alumbrado

Cuando una lámpara se enciende, el flujo emitido puede llegar a los objetos de la sala directamente o indirectamente por reflexión en paredes y techo. La cantidad de luz que llega directa o indirectamente determina los diferentes sistemas de iluminación con sus ventajas e inconvenientes.



- Luz directa
- Luz indirecta proveniente del techo
- Luz indirecta proveniente de las paredes

La iluminación directa se produce cuando todo el flujo de las lámparas va dirigido hacia el suelo. Este sistema de iluminación es el más económico y el que ofrece mayor rendimiento luminoso. Su desventaja es que genera deslumbramiento directo y produce sombras que perturban la vista.

En la iluminación semidirecta, la mayor parte del flujo luminoso se dirige hacia el suelo y el resto es reflejado en techo y paredes. En este caso, las sombras son más suaves y el deslumbramiento menor que el anterior. Sólo es recomendable para techos que no sean muy altos y sin claraboyas puesto que la luz dirigida hacia el techo se perdería por ellas.

Si el flujo se reparte al 50 % entre procedencia directa e indirecta hablamos de iluminación difusa. El riesgo de deslumbramiento es bajo y no hay sombras, lo que le da un aspecto monótono a la sala y sin relieve a los objetos iluminados. Para evitar las pérdidas por absorción de la luz en techo y paredes es recomendable pintarlas con colores claros y/o blancos.

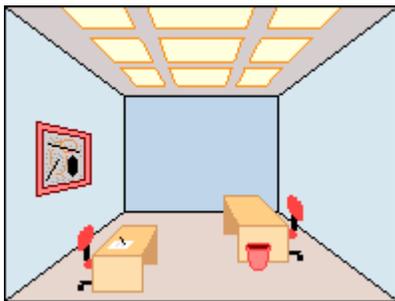
Cuando la mayor parte del flujo proviene del techo y paredes tenemos la iluminación semi indirecta. Debido a esto, las pérdidas de flujo por absorción son elevadas y los consumos de potencia eléctrica también, lo que hace imprescindible pintar con tonos claros o blancos.

En conclusión, la luz es de buena calidad, produce muy pocos deslumbramientos y con sombras suaves que dan relieve a los objetos.

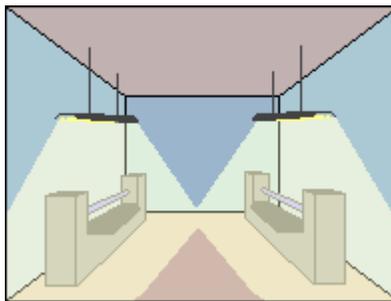
Por último tenemos el caso de la iluminación indirecta, que sucede cuando casi toda la luz se dirige al techo. Es la más parecida a la luz natural, pero es una solución muy cara puesto que las pérdidas por absorción son muy elevadas. Por ello es imprescindible usar pinturas de colores blancos con reflectancias elevadas.

### 08.5.1 Métodos de alumbrado

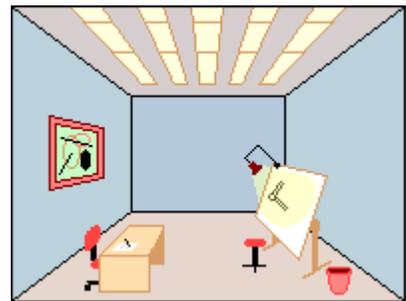
Los métodos de alumbrado nos indican cómo se reparte la luz en las zonas iluminadas. Según el grado de uniformidad deseado, distinguiremos tres casos: alumbrado general, alumbrado general localizado y alumbrado localizado.



Alumbrado general

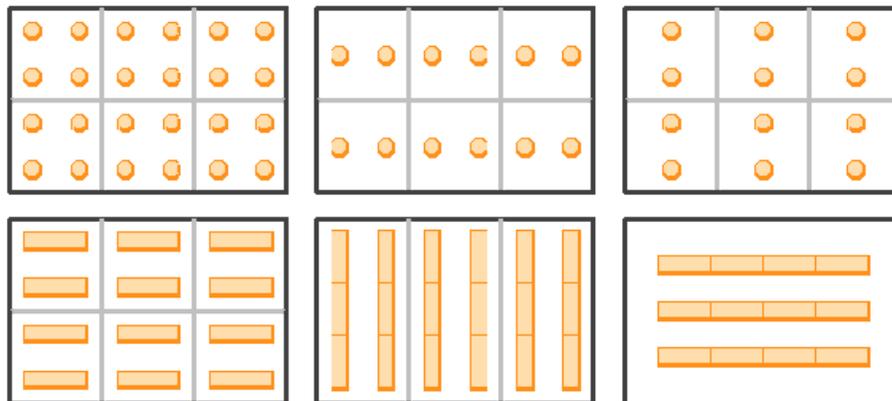


Alumbrado general localizado



Alumbrado localizado

El alumbrado general proporciona una iluminación uniforme sobre toda el área iluminada. Es un método de iluminación muy extendido y se usa habitualmente en oficinas, centros de enseñanza, fábricas, comercios, etc. Se consigue distribuyendo las luminarias de forma regular por todo el techo del local.



#### Ejemplos de distribución de luminarias en alumbrado general

El alumbrado general localizado proporciona una distribución no uniforme de la luz de manera que esta se concentra sobre las áreas de trabajo. El resto de la habitación, se ilumina con una luz más tenue.

Se consigue así, ahorro de energía puesto que la luz se concentra donde hace falta. Esto presenta algunos inconvenientes respecto al alumbrado general.

En primer lugar, si la diferencia de luminancias entre las zonas de trabajo y las de paso es muy grande se puede producir deslumbramiento molesto. El otro inconveniente es que si se cambian de sitio con frecuencia los puestos de trabajo se complica el desplazamiento de las luminarias. Una alternativa a este problema es apagar selectivamente las luminarias en una instalación de alumbrado general.

Se emplea el alumbrado localizado cuando necesitamos una iluminación suplementaria cerca de la tarea visual para realizar un trabajo concreto. Un ejemplo de este tipo, son las lámparas de escritorio.

Recurriremos a este método siempre y cuando el nivel de iluminación requerido sea superior a 1000 [lx], haya obstáculos que tapen la luz proveniente del alumbrado general, cuando no sea necesaria permanentemente o bien para personas con problemas visuales.

Un aspecto que hay que tener en cuenta cuando se emplea este método, es que la relación entre las luminancias de la tarea visual y el fondo no sea muy elevada pues en caso contrario se podría producir deslumbramiento.

## **08.6 Niveles de iluminación**

Los niveles de iluminación recomendados para un local dependen de las actividades que se vayan a realizar en él. En general podemos distinguir entre tareas con requerimientos luminosos mínimos, normales o exigentes.

En el primer caso estarían las zonas de paso (pasillos, vestíbulos, etc.) o los locales poco utilizados (almacenes, cuartos de limpieza y/o maquinaria, etc.) con iluminancias entre 50 y 200 [lx]. En el segundo caso tenemos las zonas de trabajo y otros locales de uso frecuente con iluminancias entre 2000 y 10000 [lx].

Por último están los lugares donde son necesarios niveles de iluminación muy elevados (más de 10000 [lx]) porque se realizan tareas visuales con un grado elevado de detalle que se puede conseguir con iluminación local.

Los siguientes son los niveles de iluminación para locales interiores que recomienda la Sociedad Mexicana de Ingenieros en Iluminación (S.M.I.I.). Publicado en la revista "Ingeniería de Iluminación" de 1980.

Después de cada nombre de local o nombre de anexo de local, el primer número corresponde a la recomendación de iluminación de la I.E.S.N.A. El segundo número corresponde a la recomendación de la S.M.I.I. La iluminancia está dada en luxes (lx).

Si el enunciado no tiene nivel significa que tiene subdivisiones u otros espacios pertenecen a él (para los cuales si aparece el nivel de iluminación).

"Hospitales" [ I.E.S.N.A. , S.M.I.I. ]

**“Autopsia y anfiteatro”**

“Mesa de autopsia” [25000, 14000]  
“Sala de autopsia (iluminación general)” [1000, 600]  
“Anfiteatro (iluminación general)” [200, 100]  
“Central de instrumentos esterilizados”  
“Iluminación general” [300, 200]  
“Afilado de agujas” [1500, 900]

**“Sala de Cistoscópica”**

“Iluminación general (Cistoscópica)” [1000, 600]  
“Mesa Cistoscópica” [25000, 14000]

**“Sala dental”**

“Cuarto de espera” [300, 200]  
“Cirugía dental (iluminación general)” [700, 400]  
“Laboratorio (banco de trabajo)” [1000, 600]  
“Sala de recuperación” [50, 30]

**“Sala de electroencefalogramas”**

“Oficina” [1000, 600]  
“Cuarto de trabajo” [300, 200]  
“Sala de espera” [300, 200]

**“Sala de Emergencia”**

“Iluminación General (Sala de Emergencia)” [1000, 600]  
“Iluminación localizada (Sala de Emergencia)” [20000, 9000]  
“Sala de electrocardiogramas de metabolismo y de muestras”  
“Iluminación general (electrocardiogramas)” [200, 100]  
“Mesa de muestras” [500, 300]

**“Salas de reconocimiento y tratamiento”**

“Iluminación general (reconocimiento y tratamiento)” [500, 300]  
“Mesas de reconocimiento” [1000, 600]  
“Salas para ojos, oídos, nariz y garganta”  
“Cuarto oscuro” [100, 60]  
“Cuarto de reconocimiento y tratamiento” [500, 300]

**“Sala de fracturas”**

“Iluminación General (fracturas)” [500, 300]  
“Mesa de fracturas” [2000, 1100]

**“Laboratorio”**

“Cuartos de ensayo” [300, 200]  
“Mesas de trabajo” [500, 300]  
“Trabajos más precisos” [1000, 600]  
“Vestíbulo” [300, 200]

“Salas de reposo” ‘300, 200

“Cuartos para archivar historias clínicas” [1000, 600]

**“Sala de rayos X”**

“Radiografía y fluoroscopia” [100, 60]  
“Terapia superficial y profunda” [100, 60]  
“Cuarto oscuro” [100, 60]  
“Sala para ver placas” [300, 200]  
“Archivos, revelado” [300, 200]  
“Closet de blancos” [100, 60]

**“Guardería Infantil”**

“Iluminación General (guardería)” [100, 60]  
“Mesa de reconocimiento” [700, 400]  
“Cuarto de juego, pediátrico” [300, 200]

**“Obstetricia”**

“Cuarto de limpieza (instrumentos)” [300, 200]  
“Sala de preparación” [200, 100]  
“Sala de partos (iluminación general)” [1000, 600]  
“Mesa para partos” [25000, 14000]

**“Farmacia”**

“Iluminación general (farmacia)” [300, 200]  
“Mesa de trabajo” [1000, 600]  
“Almacén activo” [300, 200]

**“Cuartos privados y salas comunes”**

“Iluminación general (salas privadas y comunes)” [100, 60]  
“Iluminación localizada (lectura)” [300, 200]  
“Área para desequilibrados mentales” [100, 60]

**“Tratamiento con isótopos radioactivos”**

“Laboratorio radioquímico” [300, 200]  
“Mesa de reconocimiento” [500, 300]

**“Cirugía”**

“Cuarto de limpieza (instrumentos)” [1000, 600]  
“Sala de operaciones, iluminación general” [1000, 600]  
“Lavabo de cirujano” [300, 200]  
“Mesa de operaciones” [25000, 14000]  
“Sala de restablecimiento” [300, 200]

**“Terapia”**

“Física” [200, 100]  
“Ocupacional” [300, 200]  
“Salas de espera” [300, 200]  
“Cuartos de utilería” [200, 100]

**“Puesto de enfermeras”**

“Iluminación General (enfermeras)” [200, 100]  
“Escritorio” [500, 300]  
“Mostrador para medicinas” [1000, 600]

**Iluminancias recomendadas según la actividad y el tipo de local**

## **08.7 Depreciación de la eficiencia luminosa y mantenimiento**

El paso del tiempo provoca sobre las instalaciones de alumbrado una disminución progresiva en los niveles de iluminancia. Las causas de este problema se manifiestan de dos maneras. Por un lado, tenemos el polvo que se acumula en lámparas y luminarias. Y por otro tenemos la depreciación del flujo de las lámparas.

En el primer caso la solución pasa por una limpieza periódica de lámparas y luminarias. Y en el segundo, por establecer un programa de sustitución de las lámparas. Aunque a menudo se recurre a esperar a que fallen para cambiarlas, es recomendable hacer la sustitución por grupos o de toda la instalación a la vez según un programa de mantenimiento. De esta manera aseguraremos que los niveles de iluminancia óptimos se mantengan dentro de los valores de diseño de la instalación.

## **09. Acabados**

### **09.1 Distribución y dirección de la luz**

Los sistemas de iluminación tienden a proveer luz difusa, luz enfocada o luz altamente direccionada. La forma en los objetos y la textura en las superficies puede ser elaborada por un iluminación direccional, como la de las fuentes incandescentes, la forma y la textura puede ser enmascarada por la iluminación difusa así como los sistemas de iluminación fluorescente directa e indirecta. Las tareas tridimensionales deben ser iluminadas con un tipo de iluminación direccional complementada con luz difusa para afinar los relieves.

Bajo la iluminación direccional, las dificultades visuales resultan cuando las sombras afiladas son producidas en las áreas de labores. La alta reflexión de los terminados mate en las superficies del cuarto son fuentes efectivas de luz secundaria que puede reducir estas sombras reflejando una luz considerablemente difusa en las áreas con sombras no deseadas. Donde la alta iluminación para labores envuelva múltiples áreas de iluminación concentradas, cada fuente debe de estar localizada con respecto a las posibles obstrucciones; en cambio el verdadero detalle de las labores no puede ser distinguido del patrón de sombras. La iluminación quirúrgica es particularmente prona a este problema.

### **09.2 El color**

En las instalaciones medicas, los colores deben ser apropiadamente percibidos en cada elemento de la escena de trabajo. De igual manera, la comodidad en el interior de cualquier cuarto esta concentrada en la apropiada selección de las combinaciones de color de las superficies, el color de la fuente de iluminación, y la capacidad de rango de la fuente de iluminación.

#### **09.2.1 Color de las superficies**

Los pacientes y el personal medico en una área iluminada pueden ser afectados por los colores percibidos en el ambiente para facilitar la observación, y su comodidad en la sensación de bienestar. La percepción del color depende en la selección de reflectancia espectral en los objetos, el color de la iluminación, el rango que tienen la iluminación. El color y la capacidad de rango de color pueden ser controlados por la distribución del poder espectral de la iluminación (SPD), el cual debe ser escogido con mucho cuidado.

Los espacios reducidos, pueden parecer más grandes y menos llenos si la pared y los muebles tienen colores similares. De cualquier forma, el contraste en los colores tiene profundidad, cromaticidad e iluminación, que pueden ser usados en algunas superficies como decoraciones. Los pequeños toques de fuerte contraste en el color (acentos) dan vitalidad al espacio e interés.

#### **09.2.2 Color y capacidad de rango de color de la iluminación**

En las actividades medicas, una apropiada percepción de los colores y un rango de color en los elementos de las tareas visuales es esencial. Para el personal del hospital, la percepción de la coloración es muy informativa y valiosa. En otras situaciones, la percepción de la coloración en los planos estéticos y de información, no son menos importantes.

La meta de los diseñadores del sistema de iluminación es realzar la percepción del color para todos los ocupantes en un espacio determinado. En lo referente a las superficies de trabajo, se requiere un conocimiento completo de las características y propiedades del rango de color.

La información relacionada con el color trae consigo que las tareas iluminadas deban estar relacionadas con la función, la identidad y el significado de cada elemento de trabajo.

Las superficies coloreadas son apropiadamente percibidas solo cuando la cantidad de reflejos específicos de iluminación tienen cierta longitud de onda, entonces el objeto tendrá una apariencia no esperada y no podrá ser identificable.

La información correcta del color puede alcanzar al observador desde el área de trabajo solamente si la iluminación está balanceada y al menos posee suficiente azul, verde y rojo para la reflexión desde las superficies de trabajo. El color dado en el rango importante de azul a amarillo, es pobre para la iluminación incandescente (el azul de la cianosis y el amarillo de la ictericia) no quedan delineados.

Es esta la razón principal del por qué cualquier fuente con un color de temperatura de 300 [K] o menos (incandescente, sodio, luz blanca cálida fluorescente) no deben ser usadas en las instalaciones médicas donde el rango de color azul - amarillo es importante.

Para la mejor percepción del color, hasta la llamada "iluminación fría", (cerca de los 400 [K]) tiene un mínimo contenido azul. Las fuentes fluorescentes estándares de blanco frío son débiles en el contenido de rojos, una buena iluminación es consolidada, cuando los tonos de la carne pueden ser exactamente juzgados.

El blanco frío de lujo y las raras lámparas de tierra (trifosforo) tienen un mejor contenido de rojos, pero el contenido de azules todavía se sostiene por debajo si el rango de color de temperatura no es mayor de los 4000 [K].

La luz del sol (alrededor de los 5000 [K]) está bien balanceada y el rango de color de los objetos es apropiado. Como quiera que sea, la temperatura del color por sí sola no es un indicador del rango de color. Algunas luces blancas que llegan a los 5000 [K], pueden contener la mayoría de luz azul y amarilla, con algunos toques de verde, con un ya exhibido e inadecuado contenido de rojo.

El vapor del mercurio y algunas lámparas de gases metálicos son ejemplos relevantes. Las lámparas fluorescentes de trifosforo están ahora disponibles para la mayoría de los fabricantes de lámparas al mayoreo, con un color de temperatura alrededor de los 50 [K], y estos están recomendados para su uso donde la percepción del color es crítico.

La absorción de reflejos selectivos de las paredes, techos, y muebles pueden robar una bien balanceada iluminación. Por lo tanto, excepto por las áreas coloreadas menores y los acentos, los reflejos recomendados por norma deben ser realizados en colores pastel.

Si esto está hecho, la absorción no debe estar concentrada en el rango de longitud de onda y ninguno de los colores de las iluminaciones importantes que lo constituyen, serán significativamente debilitadas.

Las grandes diferencias de color entre las luminarias no debe ocurrir por causa de la adaptación cromática del personal, el cual se debe trasladar de un área a otra, como quiera que sea, la correcta igualación de colores de las luminarias adyacentes es menos importante que equilibrar las características del rango de color de esas luminarias.

En situaciones que involucran la imagen personal del paciente, la percepción de la coloración puede ser importante para la moral, apetito, sensación de bienestar y posiblemente hasta para la sanación, hoy en día el rango de color para la luminaria es proporcionado para ser un factor de control.

Si el rango de color de iluminación es lo suficientemente bueno, la exactitud en los diagnósticos podrá ser realizada por el personal médico. En un alto color de temperatura la complejidad del paciente puede ser percibida aun mejor; de esta manera, la comida lucirá mas atractiva y un conlleva a un mejor apetito.

### **09.3 Reflexiones de velo**

Se ha encontrado que las labores de visibilidad varían con la naturaleza de la iluminación y su entorno alrededor luminoso. Pérdidas sustanciales en el contraste de las tareas (percepción visual) se han encontrado en ciertas tareas visuales como imprimir en papel mate reflejante.

El velo sobre los trabajos cuando una fuente de iluminación es reflejada en el puede ser indetectable por el ojo.

### **09.4 Confort visual**

El deslumbramiento puede ocurrir cuando el brillo de las fuentes de iluminación ó las superficies altamente reflejantes se encuentran entre el campo visual de paciente produciendo un deslumbramiento directo o reflejando el deslumbramiento respectivamente.

#### **09.4.1 Deslumbramiento directo**

Las incomodidades por el deslumbramiento directo se pueden reducir de la siguiente manera:

- Disminuyendo la luz del equipo de iluminación o atenuando otras fuentes de deslumbramiento así como las ventanas y los domos.
- El oscurecimiento del área de la iluminación incomoda.
- Incrementando el ángulo entre la fuente y la línea de visión.
- Incrementando la iluminación general del cuarto.

El promedio, así como el máximo de iluminación de una fuente, son factores significativos en el control potencial del deslumbramiento. Los expedientes de iluminación y las relaciones de iluminación promedio máximo, deben estar proporcionados para las zonas de deslumbramiento.

## **09.4.2 Probabilidades de confort visual**

Las instalaciones propuestas para el equipo de iluminación directa pueden ser medidas en función de los siguientes factores y/o criterios.

- El tamaño del cuarto.
- La forma y la reflexión de las superficies.
- Los niveles de iluminación.
- El tipo de luminarias.
- El tamaño y el promedio de iluminación.
- La máxima iluminación.
- La distribución de la luz.
- El numero de luminarias.
- El campo de visión de la iluminación.
- La ubicación del observador y la línea de visión.
- Diferencias individuales de sensibilidad al deslumbramiento.

De esta forma, cada factor puede variar considerablemente dependiendo del caso particular que se quiera diseñar.

## **09.4.3 Reflejo por deslumbramiento**

Este reflejo, es casi tan molesto como el reflejo directo. Usualmente es causado por la imagen de un espejo que refleja una fuente de iluminación desde una madera altamente pulida ó los escritorios cubiertos por vidrio.

Este deslumbramiento puede ser reducido usando superficies mate e implementando los procedimientos de reducción del velo de reflectancia.

Las luminarias de baja iluminación en grandes áreas son usadas cuando las superficies especulares no pueden ser evitadas. Las luminarias que pueden ser reflejadas en el vidrio de los lectores de las maquinas, y en el equipo de computación necesitan pantallas de protección contra el reflejo o cubiertas integradas. La iluminación indirecta también puede ser apropiada.

## **09.5 Cantidad de iluminación**

La iluminación deseada para los espacios, depende de las tareas específicas, el personal que interviene en la actividad, la velocidad y la exactitud de las necesidades que se requieren.

### **09.5.1 Selección de iluminación para los espacios interiores**

Como primer paso, el diseñador debe conocer las actividades que se realizan en cada espacio del hospital que debe ser iluminado.

Los expedientes de las evaluaciones post ocupación pueden ser usados para documentar y conocer las necesidades de los usuarios.

Una encuesta realizada al personal del hospital puede proporcionar información acerca de las actividades que son realizadas en los espacios.

Las encuestas pueden determinar:

- ¿Cuáles son sus tareas y/o actividades comunes?
- ¿Que tiempo emplea en cada tarea?
- ¿Cuánta gente esta involucrada en cada tarea?
- ¿Qué prioridad tiene cada tarea?
- ¿Qué tan importante es la velocidad?
- ¿Qué nivel de exactitud manejan?
- ¿Qué tareas tienen mas dificultad visual?
- ¿Que tipo de tareas llegan a producir fatiga?
- ¿Cuáles son las edades del personal que realiza las labores?
- ¿Que posiciones y orientaciones toma el personal mientras realiza las tareas?
- ¿Cuáles son las necesidades de flexibilidad ó adaptabilidad visual?

Esta información, puede proporcionar las bases para el desarrollo de los criterios de iluminación. Cuando los miembros del personal no puedan ser encuestados directamente, una entrevista con sus supervisores puede proporcionarnos esta información.

Las consideraciones de la posición del paciente y la orientación pueden siempre guardarse en mente durante las encuestas y la recuperación de expedientes así como en las tareas de iluminación y requerimientos necesitados.

Si muchas tareas pueden estar acomodadas y estas requieren diferentes iluminaciones, el diseñador debe elegir la mas conveniente. Muchos métodos alternativos existen para el manejo de los criterios en conflicto.

Los requerimientos satisfactorios de iluminación en algunas tareas pueden requerir el uso de un sistema de iluminación flexible. La iluminación puede ser diseñada para los más altos niveles y ser complementada con los controles de atenuación.

En el último de los casos, el diseñador coloca los niveles de la iluminación del cuarto igual a los requerimientos de las demandas laborales. Aun las tareas visuales que no son tan importantes ó que no se realizan con frecuencia, deben ser tomadas en cuenta.

## **10. Procedimientos en el diseño de iluminación**

### **10.1 Objetivos del diseño**

El objetivo principal del diseño de la iluminación para el cuidado de la salud es crear un ambiente visual relajante. Este sistema de iluminación también debe ser compatible con los requerimientos acústicos, térmicos, espaciales y estéticos.

En las áreas donde la arquitectura es importante, las áreas la eficiencia muchas veces sobrepasan a la estética. Esto significa que se debe dar una especial atención a los conceptos de iluminación en un diseño práctico por los arquitectos o los diseñadores de interiores.

Cuando las alternativas de evaluación comparan las soluciones del sistema de iluminación con las necesidades del usuario en relación a:

- Confort visual.
- Compatibilidad con el diseño arquitectónico.
- Coordinación con el equipo montado en el techo (maquinas de rayos x, ventilas de aire acondicionado).
- Flexibilidad para la colocación ubicación, y orientación de la instalación.
- Compatibilidad con el diseño del aire acondicionado.
- Compatibilidad con los requerimientos acústicos.
- Que cumpla con los requerimientos que exigen las labores de iluminación.
- Fácil limpieza y descontaminación.
- Estética.
- Respuesta psicológica.
- La economía de los sistemas seleccionados debe corresponder a los niveles de iluminación mantenidos. Esto incluye el costo inicial de instalación, el mantenimiento, los costos anuales, los costos de reparación y los costos de iluminación ó reemplazamiento.

### **10.2 Criterios en torno a las instalaciones de salud**

Los criterios para las instalaciones en el manejo del cuidado de la salud están basados en la búsqueda independiente que envuelven muchos años de proyectos por parte de las universidades, del gobierno y de los diseñadores en conjunto con la industria de la iluminación, estas recomendaciones son continuamente revisadas y reflejan las investigaciones correspondientes en busca de las necesidades fundamentales de la gente, así como las soluciones genéricas de iluminación. Los diseñadores están encargados de descubrir nuevas aproximaciones estéticas y placenteras que promuevan la salud, que sean bajas en costo y que puedan reducir el uso de la energía.

El manejo de la energía ha ganado importancia desde que en los años 70's, la conservación de los combustibles se convirtió en una preocupación de carácter mayor. Un examen más cercano de cómo las construcciones son iluminadas asienta un criterio para diseños futuros que pueden usar las fuentes energéticas con mayor eficiencia.

Los diseños de las nuevas construcciones limitan la cantidad de poder disponible para la iluminación mientras continúan disponibles los diseños antes proporcionados para un sistema de iluminación eficiente.

La energía eléctrica puede ser conservada reduciendo la cantidad de poder consumido (Watts) o el tiempo de consumo (horas). Opciones disponibles incluyen el desplazamiento del sistema de iluminación con uno más eficiente, encontrando componentes que usen menos poder o modifiquen las características operativas de la construcción para reducir los [KW/Hr]. Si ambos factores (potencia y tiempo), pueden ser reducidos, el ahorro de energía es incrementado gradualmente a futuro.

Existen construcciones donde primero se debe instalar la iluminación que cumpla con los parámetros establecidos por construcción. Entonces los programas de reducción de energía deben ser aplicados. Hay muchas oportunidades en las instalaciones ya existentes para mejorar su existencia operativa, ahorrar energía, y mejorar la calidad de la iluminación.

El procedimiento más efectivo para el ahorro de energía es apagar la luz cuando esta no se necesita. Descripciones detalladas e ilustraciones pueden ser encontradas en los manuales de los fabricantes (Holophane, Lithonia, etc.).

Ningún sistema de iluminación puede ser recomendado exclusivamente desde que cada cual tiene cualidades que puedan coincidir con los requerimientos de la instalación dada. La primera consideración a tomar en cuenta es referente a las necesidades del personal medico, para que vean sin distracción, fatiga ó molestia en los ojos.

La meta secundaria es cumplir con todas las otras necesidades de los usuarios como son determinadas por el diseño de conceptos y los expedientes de las evaluaciones post ocupación. La tercer consideración, es la apariencia de la instalación entre el diseño interior y arquitectónico de las instalaciones medicas. Los factores que afectan la selección de las luminarias incluyen:

- Los tipos de tareas que se realizan y las habilidades de las luminarias para proporcionar la apropiada visibilidad en términos de calidad y cantidad de la luz.
- Tipo, colocación, potencia y tamaño físico de cada luminaria.
- Cantidad y calidad de la iluminación (deslumbramiento, uniformidad e iluminación).
- Ubicación relativa de la luminaria en el campo visual.
- La distribución luminosa para una visión eficiente y percepción de los objetos.
- El tiempo de vida de la lámpara, mantenimiento, instalación, etc.
- Calidad de los equipos para iluminación.
- La posibilidad de intercambiar unidades durante la reparación o el mantenimiento.
- Las cualidades estructurales del diseño de la luminaria y su construcción incluyendo estabilidad, fragilidad de movimiento de los miembros y fácil sustitución de la lámpara.
- Apariencia coordinada con la forma, proporción, color, textura y forma modular.
- Compatibilidad física con los elementos del cuarto, especialmente el techo y la pared donde la luminaria es colocada.
- Control de la radiación del calor.
- Códigos y estándares para la construcción y la instalación.
- Consideraciones mecánicas y eléctricas.
- Distribución térmica.
- Consideraciones de seguridad.
- Eficiencia y economía.

Dos luminarias con la misma apariencia general pueden diferir en su desempeño en el confort y la iluminación.

Comparaciones usando las curvas de distribución y los expedientes de pruebas fotométricas son el único camino para determinar si dichas luminarias proporcionan resultados equivalentes de iluminación.

### **10.2.1 Factores térmicos y acústicos**

Las instalaciones médicas hoy en día requieren la integración de la iluminación con tratamiento térmico y acústico en las superficies del techo. La reflectancia de los materiales acústicos es importante para el cuadro de iluminación.

Las luminarias con ventilación, pueden efectivamente proporcionar iluminación, mientras que le proporcionan aire fresco, remueven la estela de aire y transfieren el calor (separadamente o en combinación). El aire acondicionado, entra en el cuarto desde un costado, usualmente por un sistema de ductos. El regreso del aire, pasa a través de un compartimiento de la lámpara donde el calor es absorbido por un cuarto de aire mas frío y puede ser transferido plenamente.

En este punto, el retorno del aire caliente puede ser exhaustivo en las puertas de salida, enfriado y acondicionado para su rehúso, o acondicionado y transferido al perímetro de las instalaciones para propósitos mas calientes.

En las salas de operaciones, el calor producido por las luminarias puede presentar problemas especiales. Mientras que los filtros o los reflectores dicroicos pueden minimizar el calor en el haz de iluminación principal, este mismo calor no desaparece, pero termina en la parte superior de la atmósfera del cuarto. Este calor produce corrientes que pueden afectar los patrones de flujo de aire en la sala de operaciones.

Algunas iluminaciones quirúrgicas tienen sistemas para el control de los ventiladores que aspiran enteramente todo el calor generado fuera de la sala de operaciones, y posiblemente hasta fuera del edificio. La cantidad de calor encontrado depende de los niveles de iluminación, el tamaño de los patrones, la eficiencia de la reflexión dicroica, y la cantidad de corrección del color.

El diseño, la forma y la colocación de las luminarias puede afectar el movimiento unidireccional del aire filtrado. Un cuidadoso estudio de este fenómeno se necesita cuando se iluminan los cuartos de operaciones o otras locaciones críticas.

### **10.2.2 Monitoreo del sistema de iluminación**

Las recomendaciones implementadas para las instalaciones de iluminación en el cuidado de la salud generalmente deben proporcionar un ambiente visualmente satisfactorio que cumpla con las necesidades del personal medico. Esto incluye iluminación consistente en la sala de operaciones que sea cómoda y segura. Una óptima visibilidad (iluminación) y un excelente reconocimiento del color son los factores primarios de iluminación en los procedimientos operativos.

Las condiciones cambian durante la vida de un sistema de iluminación. El color y la salida de la iluminación pueden cambiar, la acumulación de mugre puede reducir la transmisión de la iluminación a través de los difusores, y los refractores pueden modificar las características de las transmisiones infrarrojas.

La iluminación quirúrgica puede tener componentes que se descompongan lentamente, afectando la distribución del poder espectral del sistema. Las lámparas titilantes fluorescentes deben ser remplazadas inmediatamente, especialmente en las instalaciones psiquiátricas. Las inspecciones periódicas del sistema de iluminación revelaran inconsistencias e indicaran las medidas correctivas necesarias. Los factores que deben ser monitoreados en la iluminación general incluyen:

- El nivel de iluminación.
- Uniformidad.
- Aparente temperatura de color de la iluminación.
- Irradiancia total de las luces de las salas de operaciones.
- Patrones de la luz.
- Integridad del marco dicróico en las lentes y los reflectores de los cuartos de operaciones.

### **10.3 Medidas de la iluminación**

Los parámetros de iluminación deben ser recalibrados por intervalos regulares para asegurar la exactitud de las lecturas.

#### **10.3.1 Medidas de los cuartos de operaciones**

Los instrumentos que miden la iluminación en el cuarto de operación deben recibir un cuidado especial. Como se ha notado hasta ahora, una corrección apropiada de los filtros foto pìcos una habilidad exacta para medir los altos niveles de iluminación es particularmente importante. Si los cuartos de operaciones multi cabezas son usados, cada color de temperatura aparente de las cabezas (en K) debe diferir por cientos de grados. Mucho cuidado debe ser tomado para asegurar el apropiado ajuste de las cabezas y de la iluminación las medidas de las temperaturas del color es verdaderamente un promedio (o al menos la representación de un promedio).

#### **10.3.2 Medidas para el color de temperatura aparente**

Los parámetros están disponibles para producir una aparente lectura del color de temperatura. Como quiera que sea, los contadores de los cuales deriva la temperatura del color por usar los filtros de color no son recomendables. El mejor método es usar un espectro radiómetro para determinar la distribución del poder espectral con una discreta longitud de onda a través del espectro visible. La cromaticidad coordinada es la primera en ser determinada, y luego la temperatura de color aparente se deriva de este expediente.

#### **10.3.3 Irradiación total**

El método mas preciso para medir la irradiación total (especialmente en el haz de las luces quirúrgicas) es con un sensor termo filo. Cuando es usado y calibrado apropiadamente, este mecanismo puede proporcionar resultados exactos en [Watts/cm<sup>2</sup>]. Hay otros mecanismos similares para medir la iluminación, como los detectores que responden en la región infrarroja cercana; estos están calibrados en términos de irradiancia. Si estos mecanismos se calibraran regularmente usando una fuente de irradiación total estos podrían ser usados solamente para las medidas de radiación incandescente pura donde una cierta contribución infrarroja lejana puede ser asumida.

## **10.4 Diseño del ambiente luminoso**

La iluminación puede influenciar en un observador inconsciente la interpretación de un espacio porque su experiencia visual esta basada en la modificaciones de la luz. Las implicaciones estéticas y psicológicas están involucradas. A través del diseño y la colocación de los elementos de iluminación, el diseñador controla cuales superficies se iluminan o son dejadas en la oscuridad, lo cual determina como los patrones de iluminación emergerán con el patrón estructural.

En otras palabras el diseñador puede especificar cual percepción visual del espacio se puede fusionar con la actividad involucrada. La luz identifica los centros de interés y de atención, y complementa la forma básica de la actividad realizada en el espacio (como es entendido e interpretado por el diseñador).

En la práctica esta responsabilidad yace enteramente en una individual. Usualmente el diseño final involucra alguna combinación de habilidades en arquitectura, diseño interior, ingeniería en iluminación e ingeniería eléctrica. La responsabilidad específica del diseñador de iluminación es reconocer la importancia de los atributos espaciales y los orientados a las labores para con esto complementar los esfuerzos técnicos que contribuyen al resultado total. Para ser esto lo siguiente debe ser considerado.

### **10.4.1 Centros focales**

Los sistemas de iluminación deben identificar apropiadamente los centros de atención primaria y secundaria. Dependiendo del dominio relativo deseado, el área primaria de iluminación debe ser de 5 a 10 veces más brillante que las otras superficies cercanas.

### **10.4.2 Zonas sobre la cabeza**

Aunque el techo es usualmente subordinado del centro focal, el área debe continuar siendo considerada. Para los pacientes recurrentes como quiera que sea, el techo debe de ser considerado como una quinta pared.

### **10.4.3 Zona de perímetro**

En muchos casos (particularmente donde se desea una sensación de relajación), el perímetro debe ser mas brillante que la zona por encima de la cabeza. La simplicidad también es algo deseable aquí desde que “visibilidad atestada” puede confundir la comprensión espacial y competir con los centros focales primarios y áreas de visualización.

### **10.4.4 Zona ocupada**

El énfasis de la actividad usualmente se encuentra en la zona ocupada donde los objetivos de iluminación son generales. El balance entre la zona ocupada, la zona sobre la cabeza, y la zona de perímetro determina toda la efectividad del espacio.

### **10.4.5 Niveles de iluminación general**

Los niveles de iluminación por debajo de las 35 [cd/m<sup>2</sup>] están asociados con las penumbras y pueden aparecer dignamente a menos que sean proporcionados acentos de brillo.

#### **10.4.6 Color y sombra**

Los colores cálidos estimulan mientras que los colores fríos suavizan. Los colores saturados son más estimulados que las tintas. Las áreas oscuras tienden a relajar pero pueden ser dramáticos si son proporcionados acentos focales. Una persona con baja estimulación se aburre. Para combatir esto, las técnicas de estimulación involucran patrones espaciales (brillo, color y chispa) que pueden generar interés y vitalidad.

#### **10.4.7 Difusión**

Las tendencias de iluminación difusa para desenfatar las variaciones relacionadas a la forma (gradientes de contorno) patrones, y textura por ejemplo, una pelota de tenis en la lejanía del día parece desaparecer. Como quiera que sea, la difusión se desea en la mayoría de las áreas de trabajo para prevenir las sombras distractoras en las labores.

La iluminación quirúrgica debe tener una dirección en compañía con la difusión significativa en un relieve afilado y sombras profundas. Las formas faciales y de expresión se reconocen mejor bajo combinaciones similares de la iluminación difusa y direccional.

#### **10.4.8 Brillo**

La sensación de vitalidad en el espacio esta relacionado con el brillo y la alta iluminación. Por esto el punto de concentración de las fuentes de iluminación interactúan con las superficies reflejantes y pulidas que deben ser tomadas en consideración. El control del brillo (para limitar el deslumbramiento) y la distribución de las luminarias (para la dirección y difusión de la iluminación) deben ser considerados.

#### **10.4.9 Rango de color**

Las pinturas deben ser escogidas bajo la iluminación actual en la cual serán usadas. El rango de color también afecta la apariencia de los pacientes la cómoda, y sus invitados. Las fuentes de iluminación no deben ser comparadas de lado a lado porque en el espacio proporcionado el ojo se adapta sobre un rango más amplio. El ojo es extremadamente sensitivo a las diferencias de color en la transición de un espacio a otro o de una visibilidad a otra.

Las implicaciones visuales pueden provenir del espacio dominante, pero una buena iluminación es también un objetivo en el diseño y los resultados finales deben ser realizados a través de una selección cuidadosa y la colocación de los componentes de iluminación.

### **10.5 Estudios de ingeniería**

Un estudio de ingeniería inicial, puede identificar las técnicas alternativas disponibles para realizar los objetivos del diseño. Para estas alternativas, una selección preliminar puede ser elaborada tomando en cuenta los gastos iniciales, los costos operativos, el mantenimiento, la distribución de la potencia de iluminación y el control de brillo. Una vez que esta selección preliminar esta hecha, el problema se vuelve en la asimilación del diseño y la prueba.

Los siguientes criterios de ingeniería orientada son importantes guiando la selección final del equipo de iluminación:

### **10.5.1 Características dimensionales**

El equipamiento de las características físicas (forma y tamaño) debe ser apropiado al concepto de las necesidades de iluminación. El tamaño del reflector y el terminado, la distancia de difusión de la lámpara, los ángulos de corte y la pantalla protectora, la ventilación de la lámpara, y la intrusión montada en la luminaria en el espacio, todos estos deben ser considerados.

La apariencia y calidad de los detalles así como de los materiales, debe ser compatible con la calidad general de los otros materiales en el diseño de construcción.

### **10.5.2 El estudio arquitectónico**

En consideración a la ingeniería, las luminarias y otros componentes de iluminación se vuelven factores potencialmente prominentes en la arquitectura de la construcción. Por esto, la iluminación moderna debe ser cuidadosamente asimilada en los diseños de arquitectura básicos.

Los sistemas de iluminación asumen una inherencia estética muy lejos de las connotaciones mecánicas-eléctricas. Los mecanismos de iluminación deben ser analizados bajo los estándares arquitectónicos en suma a esos realizados por la ingeniería (brillo, color, escala y forma). El equipo de iluminación, debe asumir el apropiado rol textural en la composición arquitectónica. El detallado debe armonizar con el periodo arquitectónico de las construcciones. Las urnas de pared y los candelabros deben ser suficientes para iluminar las cavidades y los huecos.

Los sistemas de iluminación deben ser funcionales y físicamente compatibles con los sistemas de construcción del ambiente. Considerando la coordinación con otros elementos del techo y sistemas de las paredes.

### **10.5.3 Sistemas de iluminación visualmente subordinados**

A través de la historia algunos arquitectos se han atrevido a introducir iluminación para que el observador note los efectos, mientras que la fuente de iluminación por si sola esta apagada. Por ejemplo, en algunas iglesias, pequeñas ventanas son colocadas en la base de un domo. El domo, entonces se convierte en el mayor centro de punto focal.

Esencialmente, un gran reflector como un domo sirve para la apariencia primaria de la fuente de iluminación para el espacio interior. Similarmente, las ventanas concentran la mayor parte de la atención normal, así la atención del observador se enfoca en el brillo reflejado en la pared adyacente.

La actitud del diseño esta en función del desarrollo de algunos sistemas de iluminación indirecta. Con la pantalla apropiada y un cuidadoso control del brillo de la iluminación, la luz puede ser dirigida por delante de un objeto o superficie específica – enfatizando superficies y objetos – con una pequeña distracción influenciada por los patrones de reflejo de brillo.

#### **10.5.4 Sistemas de iluminación visualmente prominentes**

Una luminaria especular, puede llamar la atención y convertirse en el factor dominante en el ambiente visual. En las construcciones contemporáneas, la transiluminación de los techos y las paredes tienen una influencia similar dominante.

Donde los materiales de transmisión de la iluminación (en lugar de opaca) están íntimamente relacionados con las superficies y formas arquitectónicas, los elementos de auto iluminación ayudan a definir el espacio visual y son importantes para la organización arquitectónica de los cuartos dentro de una construcción.

#### **10.6 Método para la selección de la iluminación**

La selección de los procedimientos de iluminación depende de ciertos factores. El siguiente método presenta las recomendaciones de iluminación que establecen un rango en los valores de iluminación acompañados con factores de peso que reflejan la iluminación con los valores de realización encontrados en la investigación. Este es un proceso en 4 pasos y se describe a continuación.

1). En este punto, la información específica acerca de estas necesidades debe estar disponible para el diseñador. La iluminación para las labores deben tomarse en cuenta cuatro características:

- La exposición visual (que tan difícil es ver los detalles de las tareas).
- La edad del observador.
- La importancia de la velocidad y/o la exactitud del desempeño visual.
- La reflectancia de las labores (fondo en el cual los detalles son observados).

La exposición visual (la tarea siendo observada) puede frecuentemente presentar alguna dificultad visual inherente. Así, la reflectancia determinará la adaptación de la luminancia producida por la iluminación.

Estas cuatro características, consideradas en conjunto, determinan los niveles de iluminación apropiados para el nivel de las labores de observación.

2). Consiste en aplicar el concepto, solo la idea general. Determinar un rango de iluminación apropiado para las dificultades visuales presentadas por la labor.

3). Aquí, la exposición visual es determinar los valores de iluminación desde los rangos recomendados solamente si la edad del observador, la importancia, exactitud, y las reflectancias de las labores son conocidas por el diseñador en consulta con el usuario.

El diseñador determina el peso de cada característica. En combinación con los factores de peso se indica si el valor del rango de iluminación bajo, medio o alto es apropiado.

4). Consiste en combinar los rangos determinados en los consensos de iluminación con la información proporcionada y juzgar para determinar un blanco específico para la iluminación apropiada.

### 10.6.1 Limitaciones en el proceso de selección

El proceso de selección de la iluminación, tiene la intención de usar el ambiente visual donde la visualización es una consideración importante.

Esto ha sido desarrollado por la experiencia e investigaciones de los experimentos visuales realizados.

Esta selección de procedimientos no debe ser usada para determinar la iluminación apropiada bajo los siguientes criterios.

- La mercadotecnia es la principal actividad en el espacio y la ventaja de la visualización de los bienes es el propósito de la iluminación.
- Anuncios, promociones, o atracción es el propósito de la iluminación.
- El principal propósito de la iluminación es realizar efectos artísticos.
- Las relaciones de iluminación tienen gran importancia en la adaptación de la luminancia.
- Mínima iluminación es requerida por seguridad.
- Máxima iluminación es establecida para prevenir los efectos no visuales como la radiación ultravioleta e infrarroja.
- La iluminación es una parte de los procedimientos de prueba del equipo de evaluación, así como los sistemas de iluminación quirúrgica.

### 10.6.2 Selección de la iluminación

Cuando una estación de enfermería va a ser iluminada, el diseñador, en consulta con el supervisor de enfermería determina los siguientes aspectos.

- El sitio de labores de la estación de medicación presenta reflectancia.
- Cual es la edad promedio de las enfermeras que realizarán las tareas.
- Las enfermeras se someterán a algún tipo de presión laboral.
- La velocidad y la exactitud es importante en la rutina del hospital.

Un caso particular para una estación de enfermería puede ser el siguiente:

Las tareas de observación involucran mediciones finas donde la exactitud es crítica. El área de labores tiene una reflectancia del 25 %, y el promedio de edad de las enfermeras es de 50 años.

Solución:

La categoría de iluminación debe de estar situada en E (Rango de 500-750-1000 [lx]); pero los factores de peso para la edad debe de ser de 0, la velocidad y la exactitud de +1 y +1 para la reflectancia.

Ahora la suma algebraica de los factores de peso es de +2., por lo tanto, la iluminación seleccionada se vuelve el valor más alto de 1000 [lx].

La siguiente tabla hace referencia a las clasificaciones mencionadas y sus respectivas variables.

<b>Iluminación general a través del cuarto</b>				
Factores de peso		Categorías de iluminación		
Promedio de la edad de los ocupantes	Promedio de la reflectancia en las superficies del cuarto (porcentaje)	A	B	C
Por debajo de 40	Por encima de 70	20	50	100
	30 a 70	20	50	100
	Por debajo de 30	20	50	100
De 40 a 55	Por encima de 70	20	50	100
	De 30 a 70	30	75	150
	Por debajo de 30	50	100	200
Por encima de 55	Por encima de 70	30	75	150
	De 30 a 70	50	100	200
	Por debajo de 30	50	100	200

<b>Labores en la iluminación</b>								
Factores de peso			Categorías de iluminación					
Edad promedio de los trabajadores	Demanda de velocidad y exactitud *	Reflectancia en el fondo de las labores (%)	D	E	F	G**	H**	I**
Por debajo de 40	NI	Por encima de 70	200	500	1000	2000	5000	10000
		De 30 a 70	200	500	1000	2000	5000	10000
		Por debajo de 30	300	750	1500	3000	5000	15000
	I	Por encima de 70	200	500	1000	2000	7500	10000
		De 30 a 70	300	750	1500	3000	5000	15000
		Por debajo de 30	300	750	1500	3000	7500	15000
	C	Por encima de 70	300	750	1500	3000	7500	15000
		De 30 a 70	300	750	1500	3000	7500	15000
		Por debajo de 30	300	750	1500	3000	7500	15000
De 40 a 55	NI	Por encima de 70	200	500	1000	2000	7500	10000
		De 30 a 70	300	750	1500	3000	5000	15000
		Por debajo de 30	300	750	1500	3000	7500	15000
	I	Por encima de 70	300	750	1500	3000	7500	15000
		De 30 a 70	300	750	1500	3000	7500	15000
		Por debajo de 30	300	750	1500	3000	7500	15000
	C	Por encima de 70	300	750	1500	3000	7500	15000
		De 30 a 70	300	750	1500	3000	7500	15000
		Por debajo de 30	500	1000	2000	5000	10000	20000
Por encima de 55	NI	Por encima de 70	300	750	1500	3000	7500	15000
		De 30 a 70	300	750	1500	3000	7500	15000
		Por debajo de 30	300	750	1500	3000	7500	15000
	I	Por encima de 70	300	750	1500	3000	7500	15000
		De 30 a 70	300	750	1500	3000	7500	15000
		Por debajo de 30	500	1000	2000	5000	10000	20000
	C	Por encima de 70	300	750	1500	3000	7500	15000
		De 30 a 70	500	1000	2000	5000	10000	20000
		Por debajo de 30	500	1000	2000	5000	10000	20000

Donde:

\* NI = no importante, I = Importante y C = critico

\*\* Obtenido por la combinación de la iluminación general y suplementaria

### **10.6.3 Reflexiones de velo**

Por largo tiempo, los ingenieros de iluminación y los científicos, que hacen las investigaciones de la visión, han reconocido que las pérdidas sustanciales en el contraste, visibilidad y desarrollo visual, pueden resultar cuando las fuentes de iluminación se reflejan en las tareas visuales especulares ó semi especulares. Esto se presenta, aun en las operaciones quirúrgicas.

### **10.6.4 Instalaciones de los usuarios**

La gente con labores de observación en las instalaciones del cuidado de la salud incluyen a aquellos con una visión normal o corregida, y los otros con visión de edad o hasta vista cansada.

Las labores de orientación en la fuente de iluminación deben de ser ajustables (para el cirujano o el trabajador del laboratorio).

Las relaciones entre el ojo, las labores y cualquier iluminación que sea molesto deben ser establecidas. Si los rayos de iluminación son especulares reflejados en los ojos, las reflexiones o el deslumbramiento pueden ocurrir.

La gente que trabaja en tareas horizontales a través de un rango de ángulos de visión. Muchos de estos ángulos están alrededor de los 25° como se indica en las aproximaciones de frecuencia en las curvas.

El 85 % de la vista ocurre en los ángulos entre 0° y 40°, con ángulos más altos reservados para los deslumbramientos ocasionales.

### **10.6.5 El sistema de iluminación**

La presencia de sombras que interfieran con las tareas ojo-mano, como la escritura se debe evitar al máximo.

Paradójicamente, el trabajador puede fácilmente escapar de las reflexiones de velo por las tareas titilantes para que las reflexiones especulares no alcancen el ojo.

Esto ocurre solamente cuando la tarea es verdaderamente realizada en una superficie mate plana, ya que en la curvatura de muchas de las labores visuales (libros y revistas) las reflexiones de velo no son fácilmente eliminadas.

Por otra parte, un sistema con sobre iluminación puede ser colocado sobre la tarea el trabajador. Aquí, los efectos difusos de las reflexiones de velo, pueden seguir presentes, o pueden ser reducidas desde alguna zona de ofensa.

Las luminarias pueden ser espaciadas para ocupar varias proporciones en el techo, y emplear materiales que produzcan variación en las polarizaciones y distribuciones del poder de la lámpara.

Ángulos de observación de labores:

- La gente usa un rango en los ángulos de visión en su trabajo, pero el pico está alrededor de los 25°.
- El 85 % de la visibilidad, ocurre en un rango de 0° a 40°, con la visibilidad de ángulos más grandes limitada a los deslumbramientos ocasionales por el decremento y el incremento de las distancias de observación.

### **10.6.6 Luz polarizada**

La luz ordinaria consta de una mezcla de vibraciones predominantemente en direcciones perpendiculares, horizontales y verticales al rayo de luz. Las vibraciones horizontales son reflejadas en la superficie - produciendo reflexiones de velo. Cuando la luz es verticalmente polarizada (completa o parcialmente), las vibraciones verticales predominan, las reflexiones de velo están considerablemente reducidas, y los contrastes se incrementan.

### **10.6.7 Reducción de las reflexiones de velo**

Mientras las evaluaciones exactas de los sistemas de iluminación, materiales, no están todavía establecidos, muchas conclusiones generales pueden ser graficadas desde el ancho del cuerpo el conocimiento correspondiente.

- Las labores escritas o impresas deben de serlo en papel mate usando tintas brillantes. El uso de papel brillante y lápices opacos debe de ser minimizado.
- Tanto como la situación geométrica no cambie, la pérdida de contraste puede ser compensada con los incrementos de iluminación.
- El flujo proveniente de las luminarias entre la zona de ofensa incrementa las reflexiones de velo.
- La luminancia controlada desde el lado de iluminación así como las ventanas o las luminarias con diseños específicos con el diseño específico con los rasgos de distribución y polarización es efectiva en la reducción de las reflexiones de velo. Para la comodidad visual, las instalaciones de los usuarios deben estar posicionadas para que la línea de dirección esté paralela a las ventanas que no tienen control de iluminación.
- Las posiciones de las fuentes de iluminación en ambos lados (y por detrás) que los usuarios prefieran. Donde las posiciones de las superficies de trabajo son aleatorias, así como tanta iluminación como sea posible puede alcanzar las labores desde las fuentes de fuera de la zona de ofensa.
- Cualquier decisión en las instalaciones de iluminación deben incluir las consideraciones de eficiencia y comodidad visual en el espacio.

También debe ser dada la atención al color de los objetos para que el contraste sea reducido oportunamente.

## **10.7 Características de un sistema de iluminación**

La luminarias para la iluminación general están clasificadas en Norteamérica (IESNA) e internacionalmente (CIE) en concordancia con el porcentaje total de salidas emitidas por encima y por debajo de la iluminación producida por cada tipo de luminaria tiene características únicas.

### **10.7.1 Indirecta**

Con la iluminación indirecta (del 90 al 100 % de la iluminación) es dirigida al techo y las paredes superiores, la cual se refleja en todas las partes del cuarto. El terminado mate, la alta reflectancia de las superficies en el cuarto esta esencialmente para la distribución de la iluminación. Estas superficies deben estar en buenas condiciones para mantener sus características de alta reflectancia.

La iluminación del sistema indirecto es altamente difusa y produce sombras mínimas. (Por esta razón las labores de trabajo tridimensional pueden requerir iluminación suplementaria que puede producir sombras modeladas). Con instalaciones bien planeadas, el deslumbramiento directo e indirecto se minimiza.

La luminaria debe ser suspendida lo más lejos posible y suficiente por debajo del techo para prevenir el alto brillo y proporcionar una luminancia uniforme sobre el techo entero. En altas iluminaciones, la luminancia en el techo proviene de una fuente de deslumbramiento y reflexiones de velo.

Cuando los sistemas de iluminación indirecta son usados en las instalaciones para el cuidado de la salud, los problemas de limpieza de la iluminación deben de recibir consideraciones especiales.

### **10.7.2 Semi indirecta**

Con iluminación semi indirecta (del 60 al 90 %) dirigida por encima del resto, el techo se utiliza como fuente principal de luz en el cuarto. Las unidades semi directas usan las superficies luminosas para ayudarse a realizar bajas relaciones de iluminación entre un techo y la luminaria. Como quiera que sea, mientras más iluminación es dirigida por debajo, el resultante directo ó el deslumbramiento reflejado en las reflexiones de velo requieren de atención.

### **10.7.3 Difusión general directa-indirecta**

Con la iluminación general difusa directa o indirecta la iluminación dirigida por encima acerca de los iguales de la iluminación dirigida por debajo (cada porcentaje de iluminación es de 40 a 60 % de la salida de iluminación). Del total de la iluminación en una labor, la parte mas grande viene de la luz dirigida por debajo. Las luminarias difusas generales distribuyen la iluminación equitativamente en todas direcciones. Las luminarias directas-indirectas dan muy poca iluminación en los ángulos cerca de la horizontal.

Estos sistemas hacen buen uso de las fuentes de iluminación, es pequeña la perdida entre la luminaria. Como quiera que sea, las sombras pueden ser mas notorias que en los sistemas directos o indirectos. Algún deslumbramiento directo puede ser experimentado de las luminarias generales difusas, o inadecuadamente protegida por las unidades directas-indirectas.

Una fuente de gran tamaño ayuda para suavizar las sombras y reducir el reflejo del deslumbramiento. Reflectancias moderadas y terminados mates en el quipo y los muebles es también esencial para minimizar el deslumbramiento reflejo. Cuando las luminarias difusas están

montadas cerca del techo, las características de distribución de las luminarias deben cambiar a semi directas.

Note que la iluminación de la luminaria puede incrementarse cuando la luminaria es montada mas cerca del techo y la luminancia por encima de la luminaria frecuentemente excede significativamente la luminancia de la lámpara.

#### **10.7.4 Directa**

Con la iluminación directa (90 al 100 %) es dirigida por debajo. Esta iluminación por debajo, puede producir sombras y deslumbramiento por reflejo, a menos que las unidades de iluminación en un tipo de área grande, que esta espaciada muy cerca, o utilizando una distribución apropiada.

Por causa del deslumbramiento directo y las relaciones de una iluminación excesiva son bastante parecidos, un cuidadoso estudio debe ser elaborado para la distribución de la luz de las luminarias.

Un alta reflectancia en el cuarto y en la superficie de los mueble es esencial para redirigir la luz por detrás del techo. Las mismas precauciones que con las luminarias semi directas se propusieron, pueden ser usadas para prevenir el deslumbramiento de reflectancia.

La iluminación del área del techo, se extiende esencialmente de pared a pared, es una forma de iluminación directa que reduce en gran medida el deslumbramiento por reflejo.

## **11. Riesgos eléctricos en los hospitales**

### **11.1 Antecedentes**

Durante los años 30's, el número de incendios y explosiones en las salas de operación creció a una velocidad alarmante. Las autoridades determinaron que las causas principales de estos accidentes cayeron en dos categorías:

- La electricidad producida por el hombre.
- La electricidad estática (75 % de los incidentes registrados).

En los 40's, los expertos empezaron a estudiar estas condiciones como un intento para hacer una norma de seguridad. La llegada de la segunda guerra mundial, retraso los resultados del estudio hasta 1944. En aquel tiempo, la agencia nacional de protección contra el fuego (NFPA-National Fire Protection Agency) publicó "prácticas de seguridad en las salas de operación de hospitales".

Las primeras normas fueron adoptadas generalmente en la construcción de nuevos hospitales hasta 1947. El Código Nacional Eléctrico (NEC) por sus siglas en inglés, de 1959 estableció firmemente la necesidad de sistemas de distribución aislados no aterrizados en áreas donde se usaban combustibles gaseosos.

El creciente uso de equipo diagnóstico y tratamiento electrónico y el correspondiente aumento en riesgos eléctricos, ha ocasionado el uso de sistemas no aterrizados aislados en las nuevas áreas de hospitales desde 1971.

Estos nuevos riesgos fueron primeramente reconocidos en el NFPA, publicado en 1971. Los sistemas aislados son ahora usados comúnmente para la protección de choques eléctricos en muchas áreas, dentro de las que se encuentran.

- Unidades de cuidados intensivos
- Unidades de cuidados de coronarias
- Departamentos de emergencia
- Salas de procedimientos especiales
- Laboratorios cardiovasculares
- Unidades de diálisis
- Áreas húmedas

Los principales contribuyentes a los accidentes eléctricos en hospitales son:

- Equipo en mal estado
- Alumbrado defectuoso.

Los accidentes eléctricos caen en tres categorías:

- Incendios
- Quemaduras
- Choque

El choque eléctrico se produce por la corriente, no por el voltaje. No es la cantidad de voltaje la que se expone una persona, sino más bien la cantidad de corriente que se transmite a través de su cuerpo, la que determina la intensidad del choque. El cuerpo actúa como una gran resistencia al flujo de corriente. El adulto promedio exhibe una resistencia entre 100 [MΩ] y 1 [GΩ] medidos entre manos. La resistencia depende de la masa del cuerpo y el contenido de humedad.

El umbral de percepción para un adulto promedio es de un 1 [mA]. Esta cantidad de corriente producirá un ligero hormigueo en las puntas de los dedos. Entre 10 y 20 [mA], la persona experimenta contracciones de los músculos y se le dificulta quitar su mano del electrodo.

Una corriente de 50 [mA] aplicada externamente causa dolor, posibles desmayos y agotamiento. Un incremento de 100 [mA], ocasionaría fibrilación ventricular. Los niveles de peligro por la corriente para muchos pacientes son sorprendentemente más pequeños. El paciente más susceptible es el que está expuesto a conductores externos, cateters de diagnóstico u otros contactos eléctricos cerca o en el corazón.

Las técnicas quirúrgicas no consideran la resistencia del cuerpo del paciente y lo expone a la corriente eléctrica del equipo circundante. El mayor riesgo es para los pacientes a los que se les practica cirugía dentro de la cavidad torácica. El creciente uso de equipos, tales como monitores cardíacos, inyectores de tinte y cateters cardíacos aumenta la amenaza de electrofusión cuando se usan dentro del sistema circulatorio.

Los pacientes adultos con arritmias cardíacas se pueden electrocutar mediante un uso inadecuado de marcapasos conectados directamente al miocardio.

Los infantes son los más susceptibles al choque eléctrico debido a sus pequeñas masas y por lo tanto a su menor resistencia del cuerpo. Existe gran controversia acerca del nivel de peligro real para un paciente que tiene una conexión eléctrica directa a su corazón. Los niveles de riesgo mínimos que se mencionan parecen estar en 10 [μA] con un nivel máximo de 180 [μA], este es solo una fracción del nivel que es riesgoso para los médicos y ayudantes que atienden al paciente.

Se cree que la resistencia que existe entre el corazón del paciente y las partes externas del cuerpo es de aproximadamente 1 [KΩ]. Esta información nos lleva a la conclusión de que el medio ambiente del paciente es un objetivo primario para los accidentes eléctricos. En ningún otro lugar se pueden encontrar estos elementos: resistencia del cuerpo reducida, más equipo eléctrico y conductores tales como la sangre, la orina, sales y agua. La combinación de estos elementos representa un reto para aumentar la seguridad eléctrica.

## **11.2 Corrientes de fuga**

El equipo eléctrico operando alrededor del paciente, aun cuando trabaje perfectamente, puede ser riesgoso para el paciente. Esto es debido a que cada pieza de equipo eléctrico produce una corriente de fuga.

La fuga consiste de cualquier corriente, incluyendo la corriente acoplada capacitivamente, que no es para aplicarse al paciente, pero la cual podría pasar desde partes metálicas expuestas de un aparato hacia tierra o hacia otra parte accesible de un aparato.

### **11.3 Riesgos de alto voltaje**

Cuando se analiza la naturaleza de tipo de riesgo de un probable incidente, encontramos un sin número de situaciones que pueden ocasionar un accidente en el ámbito hospitalario y, en muchos casos, no solo involucra a los pacientes, sino también a los médicos y enfermeras.

### **11.4 Riesgos mecánicos**

Los equipos de tecnología médica no deben ocasionar riesgos mecánicos, especialmente si comprenden masa suspendidas o partículas en movimientos o controles automáticos como los equipos de rayos “x”, mesas de operaciones, etc. Si por un movimiento accidental, el equipo sufre un golpe, se debe verificar, para asegurar que su mecanismo no presente ninguna alteración o fatiga mecánica. Otra posibilidad frecuentemente observada, es el apilamiento de equipos en la cabecera del paciente.

### **11.5 Riesgos por radiaciones**

El riesgo por el exceso de radiaciones no deseadas, como son los rayos “x” y radiaciones nucleares, amerita un tratamiento especial.

### **11.6 Riesgo eléctrico**

En lo que concierne a la seguridad eléctrica, se han detectado dos tipos de riesgos eléctricos a saber, el shock eléctrico y la falta de suministro.

El shock eléctrico puede producirse por las siguientes causas:

#### **11.6.1 Riesgo por intercambios de cargas electrostáticas**

Frecuentemente, en lugares con climas muy secos, se puede observar que por fricción las personas se cargan eléctricamente, produciéndose una descarga al tocar un objeto de distinto potencial. Esto puede provocar una mala práctica médica, si produce una contracción muscular no deseada, sin riesgo de electrocución. La solución de este problema es disponer de acondicionadores ambientales con humedad controlada y pisos antiestáticos.

#### **11.6.2 Riesgo por circulación de corriente**

Para que esto ocurra tiene que existir una fuente generadora de corriente, por ejemplo un equipo con fugas (perdida de aislamiento) y dos puntos de contacto se produce con la superficie del cuerpo humano, estamos en presencia de un macroshock, y cuando es con los tejidos internos un microshock.

La circulación de la corriente eléctrica dependerá de la resistencia eléctrica del cuerpo, provocando desde una sensación de hormigueo, escozor, hasta alcanzar a producir lesiones por quemaduras. El órgano más susceptible a la corriente eléctrica es el corazón, donde estímulos grandes pueden provocar la contracción del miocardio y su detención. Si la corriente es eliminada rápidamente, el latido cardíaco se reanuda en forma espontánea. No sucede lo mismo con intensidades bajas, donde una excitación parcial puede cambiar las vías eléctricas de prolongación en el miocardio. Este estado se denomina fibrilación ventricular y normalmente no es reversible por sí sola.

Por lo expuesto, es lógico suponer que en el ámbito hospitalario existen áreas con pacientes más sensibles a la corriente eléctrica, que están relacionados con el grado de intervencionismo.

### **11.6.3 Falta de suministro eléctrico**

Actualmente, en sectores hospitalarios específicos existen equipos con tecnología médica que contribuyen al soporte de vida del paciente (respiradores, marcapasos, etc.).

Esto obliga a incluir en los requerimientos de la instalación, una red eléctrica de usos vitales, la cual suministra energía en forma continua, libre de las interrupciones que sufre la red eléctrica en general por fallas en el suministro.

## **11.7 Disminución del riesgo**

A pesar del riesgo, nadie piensa dejar de utilizar la tecnología médica, pues sus beneficios son numerosos. La forma más segura de protección en instalaciones hospitalarias es el empleo de extintores rociadores automáticos.

La capacidad de los rociadores automáticos ha sido objeto de debate. Los ensayos a escala real han demostrado que los rociadores normales pueden extinguir muchos incendios manteniendo una atmósfera respirable fuera de la habitación de origen. Además limitan los niveles de monóxido de carbono fuera de la habitación por debajo de los letales. Algunas desventajas de este sistema son el hecho que tan pronto se descarga el rociador se produce una inmediata oscuridad que hacer los esfuerzos de rescate más difíciles, debido a la falta de visibilidad. En otros casos se ha demostrado que las cortinas de separación de camas pueden interferir en la descarga de los rociadores.

La activación de los sistemas de rociadores automáticos debe hacer sonar la alarma automáticamente en el edificio. El sistema de rociadores y sus componentes deben estar supervisados eléctricamente para garantizar la fiabilidad de su funcionamiento. La supervisión eléctrica debe constar de interruptores envíen una alarma local a un punto constantemente supervisado.

Si la fuente principal de agua la constituye un depósito a presión, se debe vigilar la presión de aire, el nivel de agua y la temperatura. Si existen bombas auxiliares para elevar la presión, se han de vigilar eléctricamente las pérdidas de presión de la bomba, su funcionamiento y la presión mínima antes y después de la misma. Se debe contar con extintores portátiles en el interior de todo el edificio.

### **11.7.1 Control de humo**

Todos los dormitorios de los enfermos deben tener ventanas abiertas al exterior; dispuestas y situadas de forma que se puedan abrir desde el interior. La puerta o ventana permitirá el desahogo de los productos de la combustión durante el incendio. La ventana proporciona un acceso a aire fresco durante el incendio en de que los pacientes se vean obligados a permanecer en sus habitaciones.

Los sistemas especiales de circulación de aire forzado, o en algunos casos, la adaptación de sistemas convencionales de manipulación de aire en el edificio pueden realizar el desahogo de los productos de la combustión en los comienzos del incendio.

La eficacia de los tabiques corta fuegos calculados para restringir la propagación del fuego y de los contaminantes que éste produce, puede mejorar notablemente el ambiente. Se debe tener en cuenta el suministro de energía eléctrica procedente de fuentes alternativas y la supervisión eléctrica de los componentes del sistema.

El contratista debe suministrar e instalar los tableros de sistemas de distribución aislados para salas de operación, de cuidados coronarios y de cuidados intensivos.

### **11.7.2 Tableros para salas de operación**

Los monitores de aislamiento de línea usados en estas unidades deben ser provistos de una alarma cuando la corriente exceda los 5 [mA]. La unidad indicadora de alarma remota se debe localizar en las salas de operaciones y se debe conectar al tablero que alimenta energía a los circuitos en esa sala.

### **11.7.3 Tableros de cuidados coronarios y cuidados intensivos**

Los tableros para cuidados coronarios e intensivos se deben localizar sobre la pared de atrás e inmediatamente adyacente al área de la cama a la que esta alimentando este panel. El panel se debe instalar en el área de enfermería para su completa atención.

Se sugiere no colocar dispositivos de señalización visible o audible en el tablero que esta junto a la cama.

### **11.7.4 Tableros para equipos rayos “x” portátiles**

Los contactos para los rayos “x” portátiles dentro de estos lugares se deben energizar a través de tableros de distribución aislados separados. De acuerdo con las normas NEMA-ANSI, se tiene que certificar la regulación para que no exceda 2.6 % con un factor de potencia de 0.8 y a una temperatura de 20 [°C] arriba de la operación a plena carga continua.

Se recomienda que el aislamiento del transformador sea acorde a las normas establecidas. El núcleo y las bobinas del transformador se deben aislar internamente al gabinete, mediante un sistema de amortiguamiento de vibración adecuada, se debe barnizar por impregnación y debe tener una envoltura final de material aislante para evitar exposición de conductores desnudos.

El nivel de ruido para las unidades completas no debe exceder 27 [dB] para unidades de 7.5 hasta 25 [kVA]. A solicitud del ingeniero constructor, para cada unidad individual se tienen que proporcionar reportes del nivel de ruido.

Finalmente, se recomienda seguir las indicaciones que el hospital, normas y personal de seguridad especifiquen, así como el uso de un criterio lógico en situaciones de emergencia.

## **12. Resultados**

### **12.1 Metodología y elementos**

En el presente proyecto de tesis, se ha visto la metodología y los elementos que debe tener un buen diseño lumínico. Todo esto atendiendo a los criterios, normas y sugerencias que las instituciones pero sobre todo la industria han acumulado en su experiencia.

Los elementos que se consideraron para su posterior clasificación y aplicación incluyeron todo tipo de detalle en el ambiente hospitalario, desde los datos y especificaciones técnicas hasta los factores psicológicos y anímicos que afectan a los pacientes.

Todas estas áreas, con sus respectivas consideraciones fueron detenidamente analizadas para ofrecer una iluminación óptima sin olvidar dar seguimiento a las funciones de mantenimiento y prevención de fallas que este tipo de instalaciones implica.

### **12.2 Influencia de los acabados arquitectónicos**

La selección de los materiales de revestimiento y acabados en un hospital no solamente tiene connotaciones estéticas y de durabilidad, sino también de mitigación de riesgos. De su estabilidad y robustez depende que no se conviertan en un peligro para las personas que habitan el edificio, en caso de un terremoto o en situaciones de incendio. Este aspecto es muy importante, dado que no se trata simplemente que el hospital no falle estructuralmente, sino que sus acabados, muros, puertas, ventanas, cielo-rasos, etc. puedan permanecer en su sitio evitando convertirse en un peligro para la vida u obstaculicen los movimientos de pacientes, personal médico, paramédico y resto de personas que se encuentren o acudan al edificio en el momento de un desastre.

El techo falso por lo general se encuentra colgado de la estructura o placa del edificio y en los hospitales se convierte en un sistema casi inevitable, en razón a que en el espacio que conforma con la placa de piso se ubican las redes de suministro de agua, luz, gas. Por tal razón su construcción debe ser lo más técnica posible, para evitar que estos se descuelguen en momentos de un terremoto, atentando contra la vida de los usuarios del edificio.

Toda área especificada debe cumplir con las condiciones de asepsia y construirse con materiales incombustibles, livianos y susceptibles de absorber movimientos. Uno de los materiales que cumple con las condiciones anteriores, además que también sirve de aislante acústico y térmico es la fibra de vidrio, razón por la cual se recomienda.

Estos factores son de gran ayuda y utilidad para el desarrollo de la ingeniería en iluminación a muchos niveles, no solo en instalaciones al cuidado de la salud, sino en toda construcción y/o espacio que requiera ser iluminado.

Finalmente, es comprensible que solo algunos hospitales tengan la capacidad de llevar a cabo y acondicionar sus unidades bajo las sugerencias propuestas, todo esto, en función de las prioridades y recursos económicos con que cuenten, así como de las políticas que rigen a cada institución médica.

### **13. Discusión**

Prácticamente los elementos que intervienen en las decisiones finales y aprobación de los proyectos, diseños y aplicaciones, se clasifican en base a los siguientes criterios:

El económico, normativo y psico-social, que caracteriza a cada región.

La economía por su parte, es un elemento restrictivo para el mercado de la iluminación, ya que la mayoría de las veces, los fondos y recursos monetarios están destinados al suministro de equipo médico y farmacia en el mejor de los casos. Dejando en segundo término las necesidades de iluminación.

El aspecto normativo aun no se estandariza en su totalidad, ya que por alianzas y/o estrategias de venta o simplemente por la división de continentes se tiene esta brecha abierta. Las normas NEMA (América) e IEC (Europa), marcan la pauta en la industria de componentes ofreciendo una versatilidad de equipos, lo cual resulta en ciertos una difícil elección.

Finalmente, la condición psico-social del ser humano contiene una variedad de personalidades y necesidades que representan en conjunto un reto en diversos aspectos.

Debido a estos factores, el desarrollo de proyectos y aplicaciones obligan a la industria de la iluminación a ser más competitiva, hacer más investigación ante estos retos y contribuir al mejoramiento de nuestras instituciones al cuidado de la salud.

## **14. Conclusiones**

Los sistemas de iluminación, no solo son convenientes para aquellos espacios con poca ó nula iluminación; sino para toda área que requiera ser eficiente, en función de la creación de atmósferas cálidas y en consecuencia, una estancia estética y comfortable para los pacientes.

### **14.1 Acerca de los Hospitales y Clínicas**

El hospital es probablemente una de las instituciones sociales que han experimentando más cambios durante las últimas décadas. Este proceso de cambio está íntimamente relacionado con el grado de desarrollo socioeconómico y cultural que caracteriza a la población.

A comienzos del siglo XX surgió el concepto de calidad de atención médica, el cual se desarrolló paralelamente a la evolución hospitalaria y condujo a la creación de organizaciones encargadas del control de la calidad en la atención médica.

En latín la expresión *Hospital* (*Hospitalis*) es un adjetivo que quiere decir amable y caritativo con los huéspedes. La palabra *Hospicio*, también de origen latino, proviene de *Hopitium*, lugar para recibir y alojar peregrinos y pobres.

Los hospitales deben contar con personal técnico auxiliar, y ha de mantener contacto con otros hospitales, escuelas de medicina y cualquier otra institución empeñada en el cuidado y en el mejoramiento de la salud pública. Mientras que la clínica o sanatorio hacen referencia a una institución privada convenientemente dispuesta para la estancia de enfermos que necesitan someterse a diferentes estudios y/o tratamientos médicos. Para la OMS (Organización Mundial de la Salud), el hospital es parte integrante de una organización médica y social cuya misión consiste en proporcionar a la población una asistencia médico sanitaria completa, tanto curativa como preventiva, y cuyos servicios externos irradian hasta el ámbito familiar. Así, el hospital es un centro de formación de personal médico - sanitario y de investigación bio-psico-social. Prácticamente todas las áreas generales (recepción, oficinas, comedor, lavandería, etc.) son los mismos que corresponden a las construcciones comerciales.

### **14.2 Acerca de la Ingeniería de Iluminación**

Se sabe por experiencia que todo conocimiento sin su aplicación es prácticamente inútil, las asignaturas que comprenden la carrera de IME (Ingeniería Mecánica Eléctrica), pueden llegar a ser en determinado momento obsoletas pero no inútiles, ya que son la base y principio de operación de la tecnología actual.

Asignaturas como que van desde la Geometría Analítica, Óptica, Electrónica de Potencia hasta el módulo de Iluminación; fueron de gran utilidad y referencia para el desarrollo de esta tesis. Recordemos que la ingeniería se hace de todos aquellos recursos que tenemos a nuestro alrededor y que sirven y deben ser utilizados para la mejora y el desarrollo de la humanidad.

Debo mencionar que aunque a veces son muchas las limitaciones y problemas que existen tanto dentro de la carrera como en nuestra historia particular, dichas circunstancias motivan a desarrollar todo nuestro potencial para salir adelante. Finalmente espero que el presente trabajo sirva como un recurso mas para el desarrollo de la investigación y aplicación en las áreas de la ingeniería en iluminación.

## **15. Bibliografía**

- IESNA                    **Lighting Handbook, Novena Edición.**
- OSRAM                   **Manual de Iluminación.**
- PHILIPS                 **Manual de Alumbrado.**
- Jorge Chapa Correón **Manual de instalaciones de alumbrado y fotometría.**
- R. G. Hopkinson       **The Lighting of Buildings.**

## **16. Apéndice**

### **16.1 Glosario**

#### **Alumbrado general interior**

La iluminación que se localiza en los espacios interiores de un edificio, destinada a iluminar uniformemente las diferentes áreas dentro del mismo.

#### **Área cubierta**

Superficie o espacio construido delimitado por un perímetro que tiene envolvente estructural al menos en su cara superior (techo) y no forzosamente debe tener envolvente estructural en las caras laterales (paredes).

#### **Área abierta**

Superficie o espacio construido delimitado por un perímetro que carece de envolvente estructural alguna.

#### **American National Standard Institute (ANSI)**

(Instituto Norteamericano de Normas Nacionales). Organización de consenso que coordina las normas voluntarias para las características eléctricas, físicas y de desempeño de las lámparas, balastos, luminarias, y demás equipo eléctrico y de iluminación.

#### **Amperes**

Medida de corriente eléctrica. En las lámparas incandescentes, la corriente se relaciona con el voltaje y la potencia de la siguiente forma: corriente (Amps) = potencia (Watts) / voltaje (Volts).

#### **Angulo de haz**

La dimensión angular del cono de luz proveniente de las lámparas reflectoras (tales como los tipos R y PAR), que comprende la parte central del haz, hasta donde la intensidad es el 50% del valor máximo. El ángulo de haz, llamado algunas veces, “dispersión del haz”, a menudo forma parte del código de las lámparas reflectoras.

#### **Balastro**

Equipo auxiliar diseñado para arrancar y controlar de manera adecuada el flujo de energía hacia las fuentes de luz del tipo de descarga de gas, tales como las lámparas de descarga de alta intensidad (HID) y fluorescentes.

#### **Balastro electrónico**

Nombre corto para el balastro electrónico fluorescente de alta frecuencia. Los balastos electrónicos utilizan componentes electrónicos de estado sólido y, normalmente, operan lámparas fluorescentes en frecuencias que se encuentran dentro de un rango de 25-35 KHz.

Dentro de sus ventajas se considera el aumento de la eficiencia de la lámpara, reducción de las pérdidas de balastos, tamaño (son más pequeños) y peso (ligeros) comparados con los balastos magnéticos.

### **Canadian Standards Association (CSA)**

(Asociación de Normas Canadienses). Organización que redacta las normas y somete a prueba los equipos de iluminación para determinar su desempeño, así como la seguridad eléctrica y contra incendios.

### **Candela (CD)**

Unidad internacional de intensidad luminosa en una dirección dada, de una fuente que emite una radiación monocromática de frecuencia  $540 \times 10^{12}$  hertz y cuya intensidad energética en dicha dirección es  $1/683$  Watt por estereorradián.

### **Carga eléctrica**

Potencia que demanda, en un momento dado, un aparato o máquina o un conjunto de aparatos de utilización conectados a un circuito eléctrico. La carga eléctrica puede variar en el tiempo dependiendo del tipo de servicio.

### **Carga total conectada para alumbrado**

Es la suma de la potencia en Watts, de todos los luminarios y sistemas de iluminación permanentemente instalados dentro de un edificio, para iluminación general, de acento, localizada, decorativa, etc, incluyendo la potencia del balastro.

### **CAD (Diseño asistido por computadora)**

Es un sistema que permite el diseño de objetos por computadora, presentando múltiples ventajas como la interactividad y facilidad de crear nuevos diseños.

### **CAE (Ingeniería asistida por computadora)**

El modelo geométrico de un producto es el elemento central dentro del concepto de la CAE y consiste en la representación del mismo en la memoria de la computadora.

### **CAM (Fabricación asistida por computadora)**

Es un sistema que permite usar computadoras en el proceso de control de fabricación industrial, buscando su automatización.

### **CRI (Color Range Indice). Véase: IRC.**

### **Densidad de potencia eléctrica para alumbrado (DPEA)**

Índice de la carga conectada para alumbrado por superficie de construcción; se expresa en  $W/m^2$ .

## **Distorsión Armónica Total (THD: Total Harmonic Distorsion)**

Mide la distorsión de la onda senoidal en los sistemas de corriente alterna (AC), la cual es causada por ondas de orden más alto sobrepuestas en la frecuencia fundamental (60 Hz) del sistema. La THD se expresa en porcentaje y puede referirse a cargas eléctricas individuales (tales como un balastro), o bien, un sistema o circuito eléctrico total en un edificio.

## **Eficacia Luminosa**

Es la razón de la producción de luz de una fuente luminosa y la alimentación de energía total hacia esa fuente. Se expresa en lúmenes por Watt.

## **Espectro Electromagnético**

Es una gama de radiación eléctrica y magnética continua que se caracteriza y representa por frecuencia y/o longitud de onda.

## **Factor de Potencia**

Medida de la diferencia de fase entre el voltaje y la corriente en los circuitos de corriente alterna. Los factores de potencia pueden variar de 0 a 1.0, siendo el ideal 1.0. Algunas veces el factor de potencia se expresa como un porcentaje. Un factor de potencia alto significa que el sistema ó dispositivo eléctrico se está utilizando de manera eficiente.

Las lámparas incandescentes siempre muestran factores de potencia cercanos al 1.0 ya que son cargas “resistivas” simples. El factor de potencia en un sistema de lámpara de descarga se determina según el balastro usado. Generalmente, un factor de potencia “alto” significa un índice de 0.9 ó más. El factor de potencia de los balastros magnéticos tipo “núcleo y bobina” puede ser tan bajo como 0.5

## **Iluminación**

La iluminación es un valor físico que se mide en lux. Esta medida corresponde al flujo luminoso recibido por la superficie de un elemento. Se trata por tanto de la cantidad de luz emitida en un segundo sobre una superficie dada.

## **Iluminación de acento**

Iluminación orientada para enfatizar un objeto particular o alguna característica de una superficie o para llamar la atención hacia alguna porción del campo visual.

## **Iluminación decorativa**

La que proporciona un nivel y/o color diferente al de la Iluminación general, con propósitos de embellecimiento de algún local o superficie.

## **Iluminación localizada**

Iluminación dirigida hacia un área o superficie específica, que proporciona iluminación suficiente para la ejecución de una actividad.

## **Illuminancia**

El cociente del flujo luminoso incidente sobre un elemento infinitesimal de la superficie que contiene al punto considerado entre el área de ese elemento. La iluminancia está expresada en lux (lx).

## **Intensidad Lumínica**

La intensidad de la iluminación expresada en candelas. Los planos gráficos de la intensidad de la iluminación, llamadas curvas de distribución de intensidad luminosa, se utilizan para indicar las características de la distribución de intensidad en las lámparas tipo reflector.

## **IRC (Índice de Rendimiento de Color)**

CRI (Color Range Indice) de sus siglas en Ingles. Sistema internacional usado para evaluar la capacidad que tiene una lámpara para reproducir los colores de objetos. Entre más alto sea el IRC (basado en una escala de 0-100), mejor aparecerá el color. Los IRC de diferentes lámparas se pueden comparar, sin embargo, la comparación numérica sólo es válida si las lámparas que se evalúan tienen la misma cromaticidad (Temperatura de Color). Generalmente, las diferencias en el IRC existentes entre las lámparas no son significativas (visibles a la vista) a menos que dicha diferencia sea mayor que 3-5 puntos.

## **Luz**

La luz es una onda electromagnética, lo que significa que es una radiación que se propaga en el espacio. Esta radiación encuentra diversos obstáculos. Al incidir sobre ellos, la luz se refleja en ellos y podemos distinguirlos. Una fuente de luz se caracteriza por los colores que puede reflejar (índice de reproducción cromática), la temperatura del color (que designa su agresividad) y por la iluminación.

## **Luz natural**

La luz natural es una luz casi idéntica a la luz exterior. Se caracteriza por su buena reproducción cromática (IRC > 95 %), lo que permite distinguir bien las diferencias entre colores. Evita así la fatiga visual y contribuye a la comodidad del trabajo cotidiano. Además, los tubos de luz natural no deslumbran. La luz natural tiene una temperatura de color elevada (entre 5.000 y 6.000 °K). Es por tanto una luz fría cuyo color tiene matices azules.

## **Luminancia**

Se mide en un punto de una superficie y en una dirección dada. Se expresa en candelas por metro cuadrado. La luminancia, también llamada brillo, determina el aspecto luminoso de una fuente o de una superficie.

## **Luminaria**

Equipo de iluminación que distribuye, filtra o controla la luz emitida por una lámpara o lámparas y el cual incluye todos los accesorios necesarios para fijar, proteger y operar estas lámparas y los necesarios para conectarlas al circuito de utilización eléctrica.

## Lúmen

Unidad internacional para medir el flujo luminoso o cantidad de luz. Por ejemplo, la vela de un candelabro proporciona cerca de 12 lúmenes.

## Lúmenes por Watt (Lm/W)

Medida de eficacia de una fuente de luz. La eficacia es calculada tomando la producción de lúmenes de una lámpara y dividiéndola entre los Watts de la misma. Por ejemplo, una lámpara de 100 Watts que produce 1425 lúmenes tiene una eficacia de 14.25 lúmenes por Watt.

## Luminancia

Anteriormente era la medida del brillo fotométrico. La luminancia tiene una definición matemática que involucra la intensidad y dirección de la luz. Se debe expresar en candelas por pulgada cuadrada o candelas por metro cuadrado, aunque todavía se utiliza la unidad antigua “pie-lambert”. La luminancia es una cantidad medible, mientras que el brillo es una sensación subjetiva.

## Lux (lx)

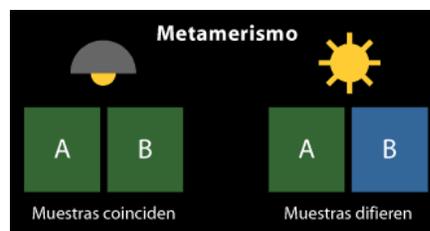
Unidad de iluminancia. Un lux es igual a 1 lumen por metro cuadrado.

## Lúmenes Medios

Es la producción de luz promedio de una lámpara durante su vida nominal. Para las lámparas fluorescentes y de aditivos metálicos, los índices de lúmenes medios se miden en el 40% de la vida nominal de la lámpara. En el caso de las lámparas incandescentes, de mercurio y de sodio a alta presión, los índices de lúmenes medios se miden en el 50% de la vida nominal de la lámpara.

## Mantenimiento de Lúmen

Es una medida de como una lámpara mantiene su producción de luz a través del tiempo. Se puede expresar como una gráfica de la producción de luz contra el tiempo, o bien, en forma numérica. En el estudio del color, fenómeno por el que dos muestras de color parecen iguales en unas circunstancias y distintas en otras. Esa diferencia se debe a razones distintas, por lo que hay distintos tipos de metamerismo (del iluminante, del observador, geométrico, etc...). De dos muestras de color que son iguales sólo en ciertas circunstancias se dice que forman un par metamérico.



No se debe confundir el metamerismo con la inconstancia del color. El metamerismo implica siempre al menos dos muestras de color.

## **Pie-Bujía (Footcandle)**

Unidad de iluminación o luz recibida sobre una superficie. Un footcandle es igual a 1 lumen por pie cuadrado.

## **Radiación Infrarroja**

Energía electromagnética emitida en el rango de longitud de onda de aproximadamente 760 a 1500 nanómetros. La energía que se encuentra en este rango no es visible para el ojo humano, sin embargo puede sentirse como calor en la piel.

## **Radiación Ultravioleta (UV)**

La energía emitida que se encuentra en el rango de 100 - 380 nanómetros (nm). Para aplicaciones prácticas, la banda UV se desglosa aún más de la siguiente forma:

Productora de Ozono.....	180 - 220 nm
Bactericida (germicida).....	220 - 300 nm
Epidérmica (enrojecimiento de la piel).....	280 - 320 nm
Luz “negra” .....	320 - 400 nm

La Comisión Internacional sobre iluminación (CIE) define la banda UV como UV-A (315 - 400 nm), UV-B (280 - 315 nm) y UV-C (100 - 280 nm).

## **Reproducción cromática**

(Índice de reproducción cromática, IRC). El índice de reproducción cromática determina la capacidad de una fuente luminosa para reproducir los colores naturales de los objetos observados.

Cuanto más se acerque al 100, los colores percibidos serán más parecidos a los colores naturales. Hay que destacar que en muchas profesiones es necesario distinguir claramente los colores y los matices, por lo que es aconsejable trabajar bajo una luz de tipo natural que permita una buena reproducción cromática y que contribuya a disminuir la fatiga visual.

## **Sistema de alumbrado**

Conjunto de equipos, aparatos y accesorios que ordenadamente relacionados entre sí, contribuyen a suministrar iluminación a una superficie o un espacio.

## **Sistema de alumbrado de emergencia independiente**

Es aquel conjunto de equipos y aparatos para alumbrado diseñado para entrar en funcionamiento si falla el sistema de suministro de energía eléctrica.

El término independiente se refiere a la autonomía de este sistema de alumbrado con respecto al sistema de alumbrado de operación normal y continua.

## **Temperatura del color**

La temperatura del color se mide Kelvin (K). Esta temperatura es simplemente una forma de expresar la proporción entre los diferentes colores de una luz. Una luz de temperatura de color elevada cubrirá la mayor cantidad posible de colores, mientras que una luz llamada caliente (poca temperatura de luz), sólo emitirá en tonos rojizos.

## **Vida Nominal Promedio**

Es la vida promedio que dura una lámpara. Por ejemplo, se espera que una lámpara de 60 Watts funcione durante 1000 horas, en promedio. Tomando como base las pruebas continuas de las lámparas en los laboratorios, el valor nominal de 1000 horas es el punto en el tiempo en que el 50% de las muestras sometidas a prueba se han fundido y el 50% continúa funcionando.