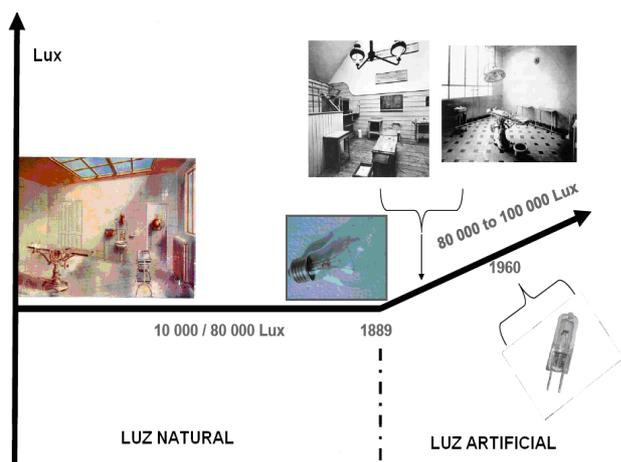


EVALUACIÓN DE TECNOLOGÍAS DE ILUMINACIÓN PARA CENTROS QUIRÚRGICOS

INTRODUCCIÓN

Antiguamente, los procedimientos quirúrgicos se efectuaban utilizando la luz natural. Para tal efecto, los ambientes usados como quirófanos disponían de amplias ventanas localizadas tanto en la zona de los muros laterales e incluso en la parte superior del ambiente (techo).

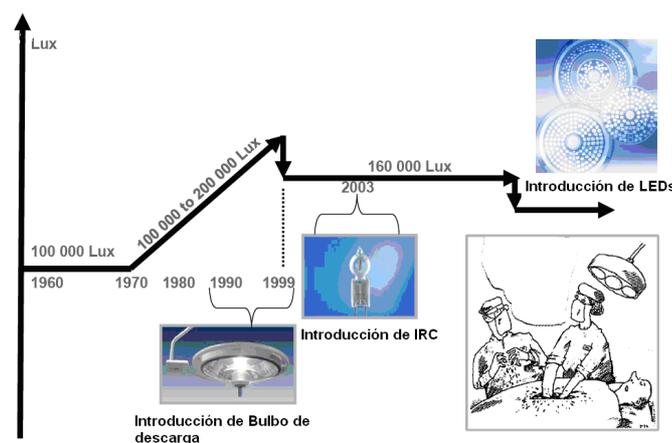


Más o menos alrededor del año 1889, se introduce en las salas de operaciones la iluminación artificial, permitiendo incrementarse la intensidad en el campo operatorio. Las fuentes de iluminación empleaban las denominadas **lámparas incandescentes** de propósito general y como tales eran para iluminar cualquier tipo de ambiente.

Posteriormente, en la década de los años 50 del siglo pasado, se empieza a desarrollar

fuentes incandescentes pero de características y aplicaciones cada vez más específicas, teniendo como uno de los objetivos obtener mayor intensidad de luz pero con menos consumo de potencia eléctrica.

Como resultado de varios experimentos, entre los años 1959 y 1960, surge una nueva lámpara incandescente totalmente diferente a la utilizada hasta ese entonces, y a la que bautizaron con el nombre de “**lámpara halógena de tungsteno**” o “**lámpara de cuarzo**”. Era una lámpara más pequeña y eficiente comparada con sus antecesoras incandescentes comunes de igual potencia, pero con la ventaja adicional de ofrecer una iluminación mucho más brillante y con un tiempo de vida útil más prolongado.



A partir de entonces, se da el surgimiento a dispositivos halógenos de características cada vez más versátiles y de acuerdo a aplicaciones específicas.

Es así que en el diseño de los sistemas de iluminación para las salas de operaciones, las fuentes halógenas se constituyeron en los dispositivos de uso generalizado y a la fecha los fabricantes siguen produciendo lámparas quirúrgicas con tal tecnología.



Pero, en los últimos años, los fabricantes están desarrollando y produciendo equipos con la tecnología LED, la misma que dada sus ventajas se proyecta como una alternativa a tomar en consideración.

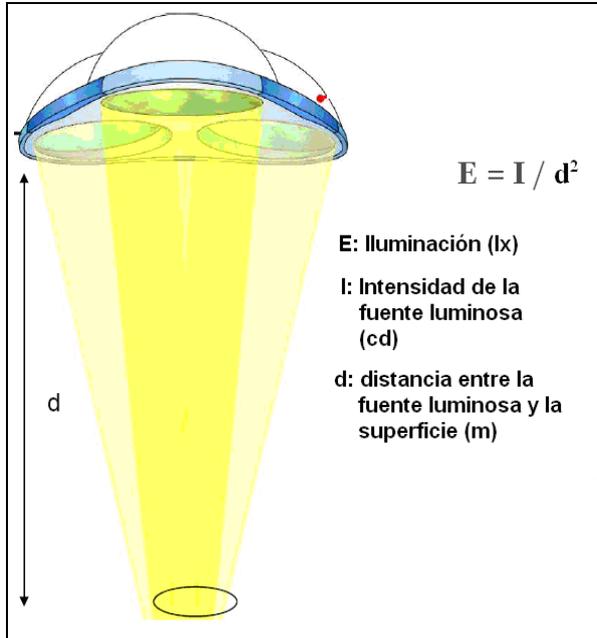


CONCEPTOS INVOLUCRADOS EN LOS SISTEMAS DE ILUMINACIÓN

Intensidad luminosa: Es la cantidad de luz emitida o generada por un cuerpo luminoso. Su unidad de medida es la candela (cd).

Iluminación: Es la cantidad de luz que reciben las superficies de los cuerpos. Su unidad de medida es el Lux (lx).

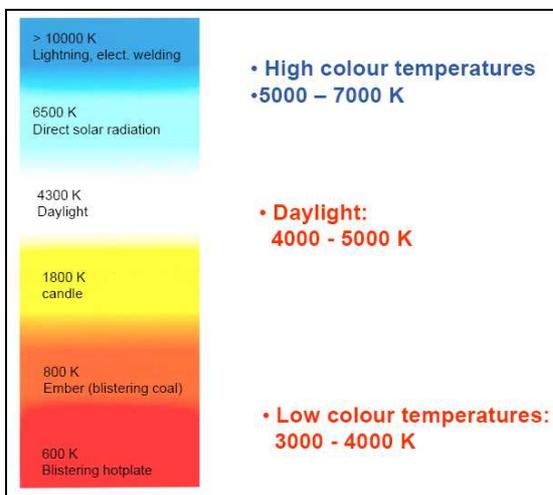
Un Lux es la iluminación producida por una candela sobre una superficie de un metro cuadrado (1m^2) que se ubica a un metro (1m) de distancia.



Dentro del ámbito de los sistemas de iluminación para quirófanos, la temperatura de color constituye un parámetro que se relaciona con la capacidad que tiene la lámpara quirúrgica para una reproducción del color real que permita identificar los tejidos de manera precisa durante la intervención quirúrgica. En las figuras adjuntas se presenta como ejemplo el grado de incidencia de este parámetro.

Temperatura de color: es un parámetro utilizado para determinar la frialdad o calidez de una fuente luminosa. Es decir, como se puede apreciar en el gráfico mostrado líneas abajo, a temperaturas más bajas encontramos mayor presencia de amarillos y rojos, mientras que a temperaturas más altas encontramos tonos azulados.

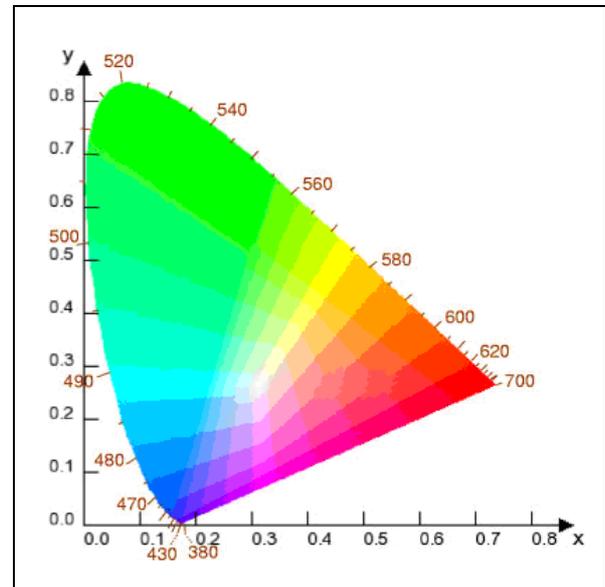
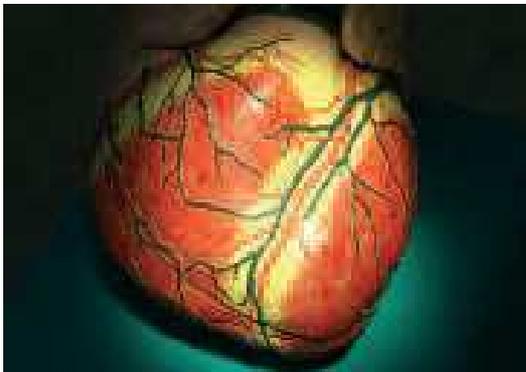
Su magnitud se mide en grados Kelvin.



4300 K

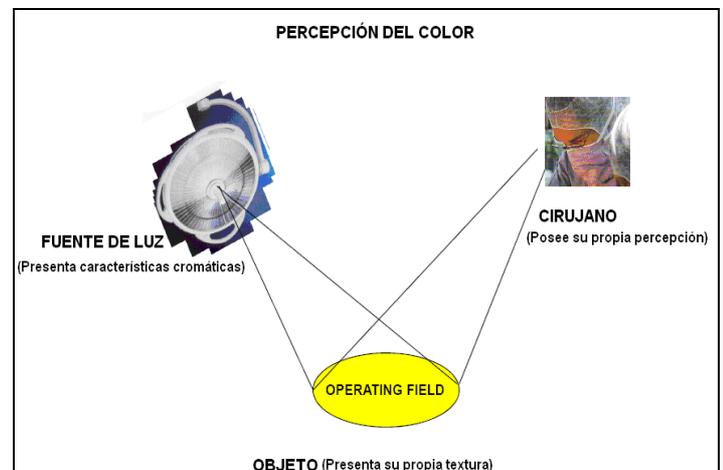


3300 K

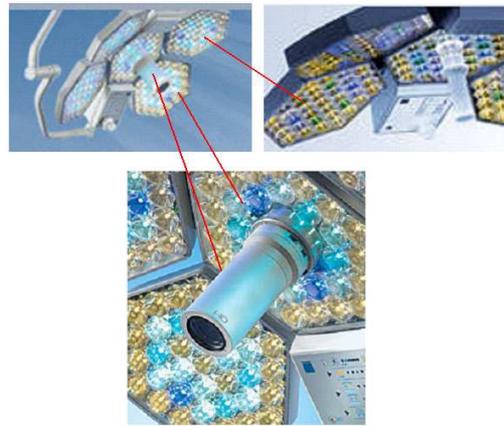
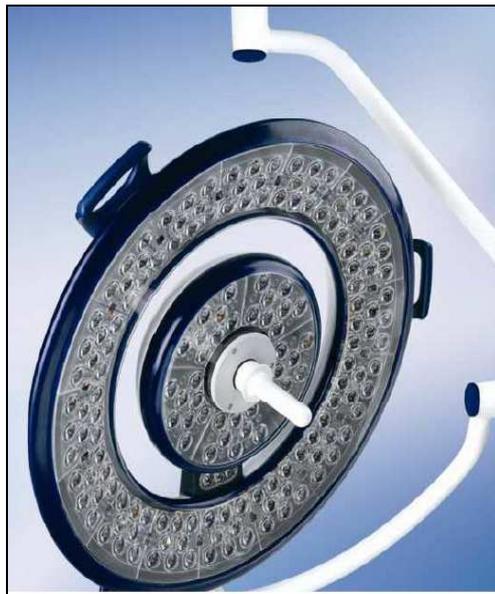


Índice de Rendimiento Cromático (CRI):
O Índice de Reproducción Cromático, constituye una medida de la precisión con la que una fuente de luz determinada reproduce los colores de los objetos con respecto a una fuente de luz referencial (de características ideales).

Cuanto mayor sea el IRC, más natural será el aspecto de la fuente de iluminación y más intensos los colores.



LÁMPARAS QUIRÚRGICAS CON TECNOLOGÍA LED



Características

Características Ópticas:

Los principales factores determinantes de las características ópticas están dados por:

a) El **tipo** y **cantidad** de LEDs empleados en el diseño de la fuente de luz. Es variable dependiendo del diseño de cada fabricante y las características de iluminación requeridas de acuerdo a las aplicaciones específicas.

En el siguiente cuadro se presenta la información respectiva de algunos fabricantes:

MARCA	MODELO	TIPO DE LED	CANTIDAD DE LEDS
RIMSA	PENTALED 63	White	63
	PENTALED 30	White	30
	PENTALED 9	White	09
MAQUET	PWD 700	Warmwhite	168
	PWD 500	Warmwhite	128
	PWD 300	Warmwhite	108
BERCHTOLD	E778	Warm and cool white	168
	E558	Warm and cool white	72
STRYKER	VISUM LED	White	90
STERIS	HARMONY LED 785	White	120
	HARMONY LED 585	White	84
MARTIN	MARLED V16	RGYB	64
	MARLED V10	RGYB	40
TRUMPF	ILED 3	Warm and cool White, green and blue	111
	ILED 5	Warm and cool White, green and blue	184
	TRULIGHT 5300	White	60
	TRULIGHT 5500	White	90

b) El sistema o dispositivo utilizado como guía de luz

MARCA	MODELO	TIPO DE GUIA
RIMSA	PENTALED 63	REFLECTOR ELIPTICO
	PENTALED 9	REFLECTOR
MAQUET	PWD 700	LENTE FRESNEL
	PWD 500	
	PWD 300	
BERCHTOLD	E778	REFLECTOR
	E558	
STRYKER	VISUM LED	MULTI REFLECTOR
STERIS	HARMONY LED 785	LENTE TIR (Total Internal Reflection)
	HARMONY LED 585	
MARTIN	MARLED V16	REFLECTOR
	MARLED V10	
TRUMPF	ILED 3	LENTE

En la siguiente figura se presenta la lámpara VISUM LED de STRYKER que emplea el sistema de multireflectores:



Características Mecánicas:

Las características mecánicas están relacionadas a aspectos que inciden sobre la funcionalidad de los equipos porque determinan la maniobrabilidad y estabilidad de posicionamiento.



Entre los factores a considerarse destacan los siguientes:

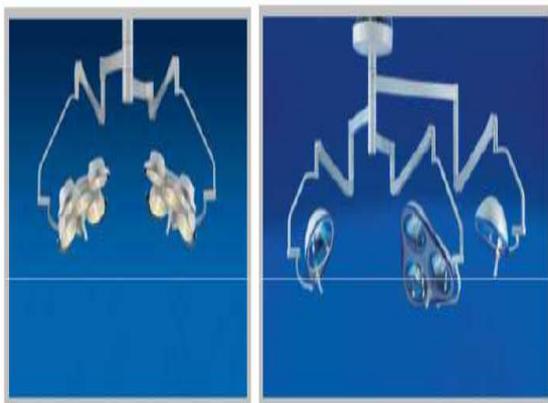
- La geometría de los cuerpos luminosos: Algunas de las características más importantes están dadas por la **forma** (la más común es el tipo circular).



Además, existen diseños de forma octogonal, disco hexagonal, rectangular, reflectores múltiples) y las **dimensiones** (diámetro, espesor).



- El peso.
- El sistema mecánico de posicionamiento.
- Tipo de montaje (el sistema de anclaje para el caso de las lámparas quirúrgicas de techo).



Características Eléctricas:

Por lo general, el voltaje y la potencia de consumo eléctrico es menor al resto de equipos que usan dispositivos de otra tecnología, pero dependerá del número de LEDs utilizados en el diseño.

En la tabla adjunta se muestra como referencia los valores y rangos típicos de las principales características ópticas y eléctricas de algunas marcas disponibles en el mercado. Es de observar que cada fabricante, utiliza para cada uno de sus modelos cantidades diferentes de LEDs, lo cual aunado a otras características en el diseño de sus equipos le dan características específicas a sus productos.

PARÁMETRO	MAQUET	BERCHTOLD	RIMSA	STRYKER
Iluminación (Ec): (lx) (*)	>100,000 (108 LEDs)	120,000 (72 LEDs) 160,000 (168 LEDs)	100,000 (30 LEDs) 160,000 (63 LEDs)	160,000 (90 LEDs)
Temperatura de Color: (K)	3,800	3,000 4,000 4,500 5,000	4,500 5,300	4,400
Índice de Rendimiento Cromático (CRI)	>90	90 – 94 (94 a 4,500K)	90, 93	94
Consumo del equipo: (W)	100 150	170 240	70 141	126

COMPARACIÓN DE TECNOLOGÍAS

En el siguiente cuadro se resume las principales diferencias comparativas entre las alternativas tecnológicas disponibles para la iluminación de los quirófanos:

CARACTERÍSTICA	TECNOLOGÍA	
	HALOGENA	LED
Consumo de energía	Considerando de manera individual, el consumo de una fuente de luz LED es menor (en 90%) al de la fuente halógena.	
Vida útil de la fuente de luz (Horas)	1,000	>20,000
Radiación de calor	SI	NO

NOTA: en el caso del resto de características (ópticas, mecánicas, eléctricas y económicas), dependerá del modelo y diseño en particular de cada fabricante.

BENEFICIOS

Se observa importantes ventajas de los sistemas de iluminación con tecnología LED, que se traducen en los siguientes impactos positivos:

- **Ambiental:** A diferencia de otras fuentes convencionales no emite gases u otros residuos.

- **Clínico:** Al brindar luz fría no produce efectos peligrosos sobre los tejidos y la piel, mejora la iluminación permitiendo distinguir con claridad las estructuras anatómicas disminuyendo los riesgos del paciente intervenido, además resulta más confortable para el personal asistencial por la ausencia de calor, eliminación de las sombras lo cual contribuye a un mejor rendimiento de los mismos y por ende en la seguridad y calidad del servicio.



- **Económico:** Se reduce drásticamente la frecuencia de intervenciones por mantenimiento en el reemplazo de las fuentes de luz. Del análisis económico realizado se ha determinado que la ventaja de la tecnología LED frente a la halógena radica en el menor costo de operación y mantenimiento porque tiene mayor vida útil (en promedio 30, 40 ó 50 veces más que la tecnología halógena).
- **Gestión:** Está alineada al primer objetivo estratégico institucional que es fortalecer la infraestructura y el equipamiento dentro de la mejora de la atención del asegurado y el acceso a los servicios de salud.
- **Social:** Se beneficia a nivel nacional a toda la población asegurada que se le practica una Intervención Quirúrgica.

CONCLUSIONES

- Los sistemas de iluminación con tecnología LED presentan ventajas cualitativas en comparación a la tecnología halógena.
- Los costos de operación y mantenimiento durante el periodo de vida útil de un sistema de iluminación con tecnología LED son comparativamente menores a los generados por la tecnología halógena.
- La evaluación económica muestra que existe en el mercado ofertas de equipos (lámpara quirúrgica de techo de intensidad media y lámpara quirúrgica rodable) con tecnología LED cuyos costos resultan viables económicamente, excepto en el

caso de las lámparas quirúrgicas de techo de intensidad alta.

Boletín Tecnológico Evaluación de Tecnologías en Salud

Boletín N° 34

Edición :

Sub Gerencia de Evaluación
Tecnológica
Gerencia de Planeamiento y
Evaluación de Inversiones
Oficina Central de Planificación y
Desarrollo

Comité Editorial :

- Dr. Víctor Espada Yuffra.
- Ing. Max Bonilla Ruiz
- Ing. Jaime Baluarte Maticorena
- Ing. Percy Sánchez Fernández
- Ing. Julio Cesar Samamé Vega

Teléfono: 265-6000 / Anexos
2026, 2405

*Se invita a las personas
interesadas en difundir artículos
tecnológicos, tenga a bien remitirlo
a la siguiente dirección electrónica:
victor.espada@essalud.gob.pe*