



USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

FACULTAD DE
ARQUITECTURA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

LA LUZ ARTIFICIAL EN LA ARQUITECTURA GUATEMALA, GUATEMALA



ANA LUCÍA HONG AGUILAR



Universidad de San Carlos de Guatemala

Facultad de Arquitectura

Escuela de Arquitectura

LA LUZ ARTIFICIAL EN LA ARQUITECTURA

Guatemala, Guatemala

Presentado por

Ana Lucía Hong Aguilar

Al conferírsele el título de

Arquitecta

Guatemala, julio 2021

Me reservo los derechos de autor haciéndome responsable de las doctrinas sustentadas adjuntas, en la originalidad y contenido del tema, en el análisis y conclusión final, eximiendo de cualquier responsabilidad a la Facultad de Arquitectura de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

MIEMBROS DE JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE ARQUITECTURA

MSc. Arq. Edgar Armando López Pazos	Decano
Arq. Sergio Francisco Castillo Bonini	Vocal I
Licda. Ilma Judith Prado Duque	Vocal II
MSc. Arqta. Alice Michelle Gómez García	Vocal III
Br. Andrés Cáceres Velazco	Vocal IV
Br. Andrea María Calderón Castillo	Vocal V
Arq. Marco Antonio de León Vilaseca	Secretario Académico

TRIBUNAL EXAMINADOR

MSc. Arq. Edgar Armando López Pazos	Decano
Arq. Marco Antonio de León Vilaseca	Secretario Académico
MSc. Arq. Luis Fernando Salazar García	Examinador
MSc. Arq. Víctor Hugo Jáuregui García	Examinador
Arq. Plubio Romeo Flores	Examinador

DEDICATORIA**A DIOS**

Por su infinito amor y misericordia

A LA VIRGEN MARÍA

Por ser mi intercesora ante nuestro Padre Celestial y mi protección

A MIS PADRES

Mario y María Eugenia[†], por su esfuerzo y valentía, por ser mi apoyo incondicional siempre

A MIS HERMANOS

Ana Karina y José Héctor Mario, por estar a mi lado e iluminar mi camino con su sabiduría

A MIS HIJOS

Ana Paula y Rodrigo José, por ser el motor de mi vida, llenando mi vida de alegrías y aprendizajes

A MIS SOBRINOS

Ana Ximena y José Gabriel por permitirme estar en sus vidas como tía y madrina

A MIS CUÑADOS

Raúl Estuardo y María Gabriela por su amistad y cariño

CONTENIDO	Página
Introducción.....	10
Justificación.....	11
Delimitación del tema	12
Objetivos	12
Objetivo general:.....	12
Objetivos específicos:.....	12
Metodología de la investigación	13
Capítulo 1. Fundamento teórico	15
1.1 Historia de la iluminación artificial en la arquitectura	15
1.2 Teorías y conceptos sobre el tema de estudio	17
Conceptos básicos referente a la luz y la iluminación	17
1.2.1 ¿Qué es la luz?	17
1.2.1.1 ¿Cómo se produce la luz?.....	17
1.3 El Color	18
1.3.1 Longitudes de ondas que forman los diferentes colores	18
1.3.2 La psicología del color.....	19
1.3.3 Triángulo de color	20
1.4 Reproducción del color.....	21
1.5 Metamerismo	21
1.6 Temperatura del color	22
1.6.1. Ambiente:	22
1.6.2. Clima:.....	22
1.6.3. Nivel de iluminación necesario:	22
1.6.4. Esquema de color en interiores:.....	22
1.7 Magnitudes y unidades fotométricas	24
1.7.1 Flujo luminoso.....	24
1.7.2 Intensidad luminosa	24
1.7.3 Iluminancia.....	25
1.7.4 Luminancia	25
1.8 Direccionalidad y control de la luz	27
1.8.1 Reflexión	27

1.8.2 Absorción	29
1.8.3 Transmisión.....	29
1.8.4 Refracción	30
1.8.5 Interferencia	30
Capítulo 2. Iluminación artificial	32
2.1 Tipos de iluminación artificial	32
2.1.1 Luz general	32
2.1.2 Luz direccional.....	33
2.1.2 Luz difusa	34
2.1.3 Luz indirecta.....	35
2.2 Fuentes de iluminación artificial	36
2.2.1 Lámparas incandescentes GLS.....	36
2.2.2 Lámparas incandescentes y halógenas	37
2.2.3 Descarga en gas	37
2.2.4 Lámparas de sodio de baja presión SOX.....	37
2.2.5 Lámparas fluorescentes TL	38
2.2.6 Lámparas de sodio de alta presión SON	38
2.2.7 Recubrimientos de fósforo	38
2.2.8 Lámparas de halogenuros metálicos con tubo de descarga de cuarzo MH.....	39
2.2.9 Lámparas de mercurio de alta presión HPL	39
2.2.10 Lámparas de halogenuros metálicos con tubo de descarga cerámico CDM	40
2.2.11 Iluminación en estado sólido SSL.....	40
2.2.12 Generación de luz blanca en los sistemas led.....	41
2.2.13 Comparativo de tecnologías de iluminación	42
Capítulo 3. Iluminación artificial de interior y de exterior	43
3.1 Iluminación artificial de interior.....	44
3.1.1 Centro Cultural Miguel Ángel Asturias.....	45
3.2 Iluminación exterior	46
3.2.1 El edificio de EEGSA se enciende en vísperas de fin de año	46
3.2.1 Catedral Metropolitana es iluminada por EEGSA.....	48
3.3 Luminarias y su clasificación.....	49
3.3.1 Luminarias de interior:	50
3.3.2 Luminarias de exterior.....	55

3.4 Sistemas de iluminación	58
3.4.1 Iluminación general	58
3.4.2 Iluminación de tareas	59
3.4.3 Iluminación de acentuación	59
3.4.4 Iluminación de ambiente.....	60
3.4.5 Iluminación arquitectónica.....	61
Capítulo 4. Lineamientos por seguir para un adecuado diseño de iluminación.....	64
4.1 Factores que influencian un diseño de iluminación:	65
4.2 Factores por tomar en cuenta para un adecuado diseño de iluminación	66
4.3 Factores condicionantes de un diseño de iluminación.....	66
4.4 Factores por tomar en cuenta sobre cómo iluminar los diferentes ambientes de una residencia	68
4.4.1 Recibidores, pasillos y escaleras	68
4.4.2 La sala de estar.....	69
4.4.3 El comedor	70
4.4.4 El dormitorio	71
4.4.5 La cocina.....	72
4.4.6 El baño.....	72
4.5 Proceso de diseño de iluminación:	74
4.6 Recomendaciones de iluminación para un tipo de vivienda social o de bajo costo	75
4.7 Relación costo-beneficio de un proyecto de iluminación	76
Capítulo 5. Propuesta de iluminación artificial de un proyecto de vivienda unifamiliar en el área metropolitana de la ciudad de Guatemala	78
5.1 Estudio de iluminación realizado por Sylvania para residencia Cayalá:	81
5.1.1 Ubicación de luminarias y lámparas Sylvania en vivienda unifamiliar de Cayalá:	98
5.2 Estudio de iluminación realizado por Tecno Lite para residencia Cayalá:	109
5.3 Cuadro No. 5.1 Comparativo de estudio de iluminación Sylvania frente a Tecno Lite ..	117
Conclusiones	118
Recomendaciones	120
BIBLIOGRAFÍA	121

Índice de cuadros	Página
Cuadro No. 1.1 Longitudes de ondas que forman los diferentes colores.....	19
Cuadro No. 1.2 Temperatura de color de las diferentes fuentes de luz.....	24
Cuadro No. 1.3. Clasificación de grupos de temperatura de color / apariencia de color.....	24
Cuadro No. 1.4. Diversos valores típicos de iluminancia.....	26
Cuadro No. 1.5 Diversos valores típicos de luminancia.....	27
Cuadro No. 2.1 Resumen de algunas de las principales fuentes de iluminación.....	42
Cuadro No. 2.2 Cuadro comparativo de tecnologías de iluminación.....	43
Cuadro No. 4.1 Niveles de iluminación residencial.....	66
Cuadro No. 5.1 Comparativo de estudio de iluminación Sylvania frente Tecno Lite.....	115

Índice de figuras	Página
Figura 1.1 Evolución de las bombillas incandescentes a las bombillas led.....	17
Figura 1.2 El espectro electromagnético.....	18
Figura 1.3 Longitud de onda del color.....	19
Figura 1.4 Diagrama de cromaticidad de la CIE.....	21
Figura 1.5 Metamerismo.....	22
Figura 1.6 Luz natural al atardecer.....	23
Figura 1.7 Luz natural a medio día.....	23
Figura 1.8 Escala de temperatura de color.....	24
Figura 1.9 Flujo luminoso.....	25
Figura 1.10 Ángulo sólido ω e intensidad I	27
Figura 1.11 Iluminancia.....	26
Figura 1.12 Luminancia.....	27
Figura 1.13 Reflexión especular.....	28
Figura 1.14 Los espejos de forma distinta generan diferentes haces de luz.....	29
Figura 1.15 Reflexión difusa.....	29
Figura 1.16 Reflexión difusa.....	29
Figura 1.17 Reflexión compuesta.....	29
Figura 1.18 Absorción.....	30
Figura 1.19 Transmisión regular.....	30
Figura 1.20 Refracción.....	31
Figura 1.21 Interferencia.....	31
Figura 1.22 Interferencia.....	31
Figura 2.1 Luz general en una vivienda.....	33
Figura 2.2 Luz general en una oficina.....	33
Figura 2.3 Luz direccional desde la parte superior en una sala.....	34
Figura 2.4 Luz direccional en una pared relevante.....	34

Figura 2.5 Combinación de luz principal y de relleno.....	34
Figura 2.6 Iluminación exterior desde abajo.....	34
Figura 2.7 Iluminación exterior desde abajo.....	34
Figura 2.8 Iluminación difusa.....	35
Figura 2.9 Iluminación difusa.....	35
Figuras 2.10 Iluminación indirecta.....	36
Figura 2.11 Iluminación con lámparas de sodio.....	38
Figura 3.1 Iluminación interior en el detalle arquitectónico del interior de la Iglesia de la Sagrada Familia, diseñado por Antonio Gaudí, Barcelona, España.....	45
Figura 3.2 Centro Cultural Miguel Ángel Asturias.....	46
Figura 3.3 Iluminación interior Centro Cultural Miguel Ángel Asturias.....	46
Figura 3.4 Vista desde debajo de la luminaria del Centro Cultural Miguel Ángel Asturias.....	46
Figura 3.5 Vista desde el frente de la luminaria del Centro Cultural Miguel Ángel Asturias.....	46
Figura 3.6 Iluminación interior de la Gran Sala “Efraín Recinos”	46
Figura 3.7 Iluminación exterior (vista en dos diferentes temperaturas de color) de la Iglesia de la Sagrada Familia, diseñado por Antoni Gaudí, Barcelona, España.....	47
Figura 3.8 Iluminación exterior Edificio administrativo de EEGSA, Guatemala, Guatemala.....	48
Figura 3.9 Iluminación exterior Edificio administrativo de EEGSA, Guatemala, Guatemala.....	49
Figura 3.10 Componentes básicos de la luminaria.....	50
Figura 3.11 Iluminación de colores, dormitorio para niños.....	55
Figura 3.12 Iluminación de colores, sala moderna de televisión.....	55
Figura 3.13 Iluminación de colores, cocina moderna.....	55
Figura 3.14 Iluminación de colores, sala de estar más pecera.....	55
Figura 3.15 Iluminación general.....	57
Figura 3.16 Iluminación de tareas.....	60
Figura 3.17 Iluminación de tareas.....	60
Figura 3.18 Iluminación de acentuación.....	60
Figura 3.19 Iluminación de acentuación.....	60
Figura 3.20 Iluminación de acentuación.....	60

Figura 3.21 Iluminación de ambiente residencial.....	61
Figura 3.22 Iluminación de ambiente residencial.....	61
Figura 3.23 Iluminación de ambiente residencial.....	61
Figura 3.24 Iluminación de ambiente en área de trabajo.....	61
Figura 3.25 Iluminación de ambiente en área de trabajo.....	61
Figura 3.26 Iluminación arquitectónica, Philips Lighting offices, Eindhoven, Netherlands.....	62
Figura 3.27 Iluminación arquitectónica, Scottish Rite for Children Orthopedic and Sports Medicine Center's Frisco Campus, North Dallas, Texas.....	62
Figura 3.28 Iluminación arquitectónica, Scottish Rite for Children Orthopedic and Sports Medicine Center's Frisco Campus, North Dallas, Texas.....	62
Figura 3.29 Iluminación arquitectónica.....	63
Figura 3.30 Iluminación arquitectónica.....	63
Figura 3.31 Iluminación arquitectónica.....	63
Figura 4.1 Distribución porcentual del coste total de un led.....	65
Figura 4.2 Reducción en las emisiones de carbono.....	65
Figura 4.3 Factores que influencian un diseño de iluminación. Uniformidad.....	66
Figura 4.4 Objetivos del diseño de iluminación.....	68
Figura 4.5 El recibidor.....	69
Figuras 4.6 Escaleras y pasillos.....	69
Figuras 4.7 La sala de estar.....	70
Figuras 4.8 El comedor.....	71
Figuras 4.9 El dormitorio.....	72
Figuras 4.10 La cocina.....	73
Figuras 4.11 El baño.....	74



Introducción

Arquitectura y luz son dos conceptos que siempre van unidos. Le Corbusier, máximo exponente de la arquitectura moderna, decía que “la arquitectura es un juego magistral, perfecto y admirable de masas que se reúnen bajo la luz. Nuestros ojos están hechos para ver las formas en la luz y la luz y la sombra revelan las formas...”.¹

La luz es un factor fundamental de cualquier proyecto de arquitectura, ya que ha estado desde siempre relacionada con la iluminación, por ser una de sus condicionantes.

Si bien es cierto que la luz solar es la mejor manera de iluminar espacios, ya que es un recurso natural, gratuito y no contaminante, la disponibilidad de ésta algunas veces es en exceso y otras muchas por defecto. Ya sea por períodos nocturnos o porque es difícil de transportar desde el exterior hacia la superficie donde se necesita, ya que ingresa por ventanas, claraboyas y se transmite por radiación y reflexión por el espacio interior hasta incidir con cierta inclinación sobre la superficie. Así pierde gran parte de su intensidad a lo largo del recorrido, por lo que es imprescindible contar con la luz artificial como fuente de iluminación alternativa idónea como apoyo o sustitución, ya que es un recurso siempre disponible, de fácil regulación y sobre el que es posible tener un gran control.

Con la luz artificial se puede lograr una elevada iluminación interior, incluso con un nivel reducido de luminosidad exterior, controlando y regulando el posible exceso de luz y calor, mediante sistemas de automatización.

La luz artificial ha dejado de verse como una simple herramienta utilizada exclusivamente para proveer la cantidad de luz indispensable que permite ejecutar una actividad funcional. Se ha convertido en un recurso artístico y una herramienta multifacética que ha permitido a la arquitectura romper esquemas y trascender en el plano estético más allá del funcionamiento ya que, al interactuar con los objetos y el sistema visual de los usuarios, puede modificar la apariencia del espacio, influir sobre su estética y ambientación y afectar el rendimiento visual, estado de ánimo y motivación de las personas.

¹LE CORBUSIER. *Hacia una Arquitectura*, Barcelona: Ediciones Apóstrofe, 1998, p. 25

Planteamiento del problema

Debido a que no se realiza un estudio previo que permita planificar de una adecuada manera las condiciones de iluminación para un proyecto arquitectónico, en este caso particular de una vivienda unifamiliar, se ha determinado, realizando las mediciones oportunas y según los niveles de iluminación recomendados, que como resultado de esto se obtienen bajos niveles de iluminación. También una doble inversión para instalar la correcta iluminación, gastos de mantenimiento e inconformidad por parte del usuario final, son aplicables a estos problemas y ya que los profesionales de la arquitectura son los que deben dar solución a las necesidades de un proyecto, se toma como tipología de una vivienda unifamiliar.

Justificación

Actualmente se ha observado que en la mayoría de los proyectos no toman en consideración la cantidad de iluminación artificial que se necesitará cuando no se disponga de luz natural. De aquí nace la necesidad de dar a conocer la importancia de la luz artificial en la arquitectura a las nuevas generaciones, haciendo referencia a las nuevas tecnologías, como los LED; los nuevos dispositivos de control y regulación nos dan la posibilidad de crear espacios funcionales y dar protagonismo a las obras arquitectónicas.

Para dar soluciones de iluminación a un proyecto arquitectónico las fábricas de luminarias y lámparas se han dado a la tarea de generar las curvas fotométricas de cada una de éstas para realizar estudios de iluminación, en base a planos arquitectónicos y de instalaciones eléctricas, con programas como Relux² y Dialux³ para el cálculo lumínico y determinar la cantidad de luminarias, los luxes que generan y verificar si es suficiente cantidad y calidad de iluminación para los espacios arquitectónicos, así como también generar renders para interpretación del resultado final.

Este tema se desarrollará para que se tenga acceso a una cartilla de diseño lumínico y cálculo de sistemas de iluminación en un proyecto de vivienda unifamiliar en Guatemala, verificando cuál de las tecnologías de iluminación es la correcta y cumplir con uno de los objetivos principales del diseño arquitectónico: confort al usuario. La tecnología más aceptada hoy día es la iluminación con led debido a su eficiencia lumínica, bajo consumo energético y a que no contamina el medio ambiente.

La iluminación, en general, es importante en el desarrollo y desempeño del usuario como se mencionó anteriormente. Por ejemplo, en un centro de estudio, oficina o en una industria con la correcta iluminación ayuda a la seguridad, comodidad y eficiencia del usuario.

² Relux es un software líder mundial en el diseño luminotécnico profesional, que permite simular de manera intuitiva y con un alto rendimiento la luz artificial y natural.

³ DIALux es un conocido y potente programa internacional de cálculo de iluminación que permite realizar un proyecto integral de alumbrado teniendo en cuenta los estándares nacionales e internacionales. Solo se calcula la luz directa. No se tiene en cuenta la acción de las luces reflejadas.

Delimitación del tema

Este tema se delimitará al diseño lumínico de una vivienda unifamiliar típica de entre 150M² y 400M², se definirá la forma correcta de especificar las luminarias para este tipo de proyecto arquitectónico y su aplicación, dando soluciones con una eficiencia energética y una tecnología lumínica que funcione a largo plazo tanto para el inversionista de un proyecto como para el usuario final.

Delimitación temporal: La propuesta se trabajará utilizando como referencia la tecnología dentro del período 2019 – 2020 existente en Guatemala

Demandas por atender: la investigación está enfocada a ser una guía para estudiantes y profesionales de la arquitectura encomiendan al buen cálculo de las condiciones de iluminación de vivienda.

Objetivos

Objetivo general:

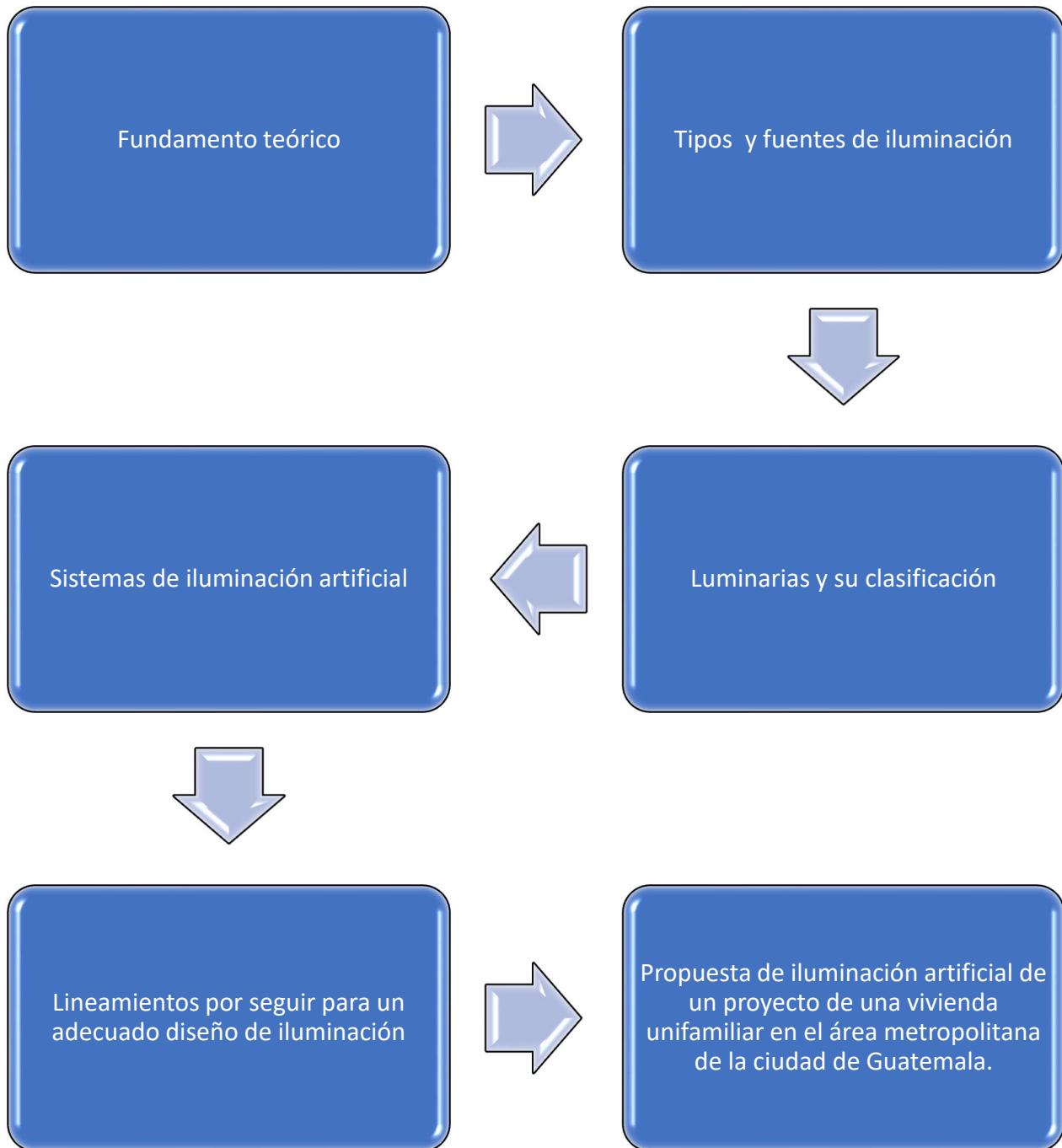
Elaborar una guía para realizar una propuesta adecuada de las condiciones óptimas de iluminación para los diferentes espacios de una vivienda unifamiliar típica de entre 150M² y 400M² o de áreas similares en función de las necesidades y actividades del usuario y los ambientes, la cual ayudará a definir el diseño lumínico para el proyecto y la planificación de una vivienda unifamiliar.

Objetivos específicos:

1. Dar a conocer conceptos básicos de iluminación para comprender el tema.
2. Proporcionar los conocimientos y experiencias referente a la iluminación artificial para proyectos de vivienda unifamiliar típica de entre 150M² y 400M² o áreas similares.
3. Integrar el cálculo y diseño de iluminación artificial desde la etapa de diseño, para el cual se deberá tomar en cuenta la psicología de la temperatura de color de luz, niveles de iluminación, el tipo de luminaria para su correcta instalación, el índice de reproducción de color de la luminaria, para proyecto de vivienda unifamiliar típica de entre 150M² y 400M².
4. Realizar un comparativo de las tecnologías de iluminación artificial óptima y determinar cuál contribuirá a un mayor ahorro energético disponiendo de la cantidad adecuada de luz.
5. Con el modelo específico propuesto se facilitará el diseño de la planta de cielo falso.

Metodología de la investigación

Para el tema de la luz artificial en la arquitectura se utilizará la metodología cualitativa a través del análisis e investigación en textos, revistas y catálogos que hacen referencia a este tema, iniciando con:



Capítulo 1:

Fundamento teórico

...organizar el espacio no es solamente construir estructuras sino también cubrirlas, darles vida y sobre todo, hacerles perder su materialidad, infundiéndoles el espíritu por medio de la luz....."

Antonio Gaudí



Capítulo 1. Fundamento teórico

1.1 Historia de la iluminación artificial en la arquitectura

En sus inicios se tomaba en cuenta solamente la luz natural, en la actualidad también la luz artificial, ya que modificó la vida humana permitiendo la realización de actividades que eran posibles solamente durante las horas diurnas además de que permite agregar cualidades a los distintos espacios que conforman un proyecto, tanto interiores como exteriores

Línea del tiempo de la iluminación

Fuego	• 125000 a.C. Primera fuente de iluminación artificial, fue una importante durante milenios.
Alumbrado de gas	• 1782 Aimé Argand inventa el quinqué.
Lámpara de arco	• 1800-1803 - Humphry Davy observa el primer arco de carbono cuando utiliza pilas Voltaicas (baterías) en sus experimentos de electrólisis. Primera lámpara eléctrica que supera los 10.000 lúmenes siendo 1.000 veces más brillante que la velas. 1841 - Se utiliza como alumbrado público experimental en París.
Lámpara de queroseno	• 1853 - Ignacy Lukasiewicz inventa la lámpara de queroseno. A estas solo los ricos podían acceder, pero este sistema generaba mucho calor y la disminución de la calidad del aire dentro de las habitaciones.
Lámpara fluorescente	• 1867 - A. E. Becquerel muestra la primera lámpara fluorescente.
Lámpara incandescente	• 1874 - Alexander Lodygin patenta una bombilla incandescente. • 1879, Thomas Alva Edison, fue quien perfeccionó la lámpara eléctrica de filamento de carbono. Produce una bombilla de 16 vatios que duraba 1500 horas.
Lámpara de descarga	• 1894 - Daniel McFarlan Moore crea el tubo Moore, precursor de las lámparas de descarga de gas.
Lámpara de vapor de mercurio	• 1901 - Peter Cooper Hewitt muestra la lámpara de vapor de mercurio.
Luz de neón	• 1910 - Georges Claude muestra la luz de neón en el Salón del Automóvil de París.
LED	• 1962 - Nick Holonyak Jr. desarrolla el primer diodo emisor de luz (<i>light-emitting diode</i>) funcional de espectro visible. Fue hasta 1990 que se desarrolló el LED super brillante. Esta forma de producción de luz es extremadamente eficiente.
Lámpara de vapor de sodio	• 1970 - Se inventa una nueva farola, la luz de vapor sodio de alta presión (VSAP), que se hicieron comunes a finales de los años ochenta.
Lámpara fluorescente compacta	• 1981 - Philips vende sus primeras lámparas fluorescentes compactas de ahorro de energía, con balasto convencional integrado.
Lámpara de inducción	• 1991 - Philips inventa una bombilla fluorescente que dura 60.000 horas. La bombilla usa la inducción magnética.
Lámpara LED	• 2008 - Ushio Lighting muestra la primera Lámpara de filamentos LED • 2020 - Nuevos productos LED y dispositivos de control de iluminación que favorecen el ahorro energético, la reducción de costos de mantenimiento.

Fuente: Elaboración propia en base a http://www.construmatica.com/construpedia/Iluminaci%C3%B3n_Artificial y https://es.wikipedia.org/wiki/Historia_de_la_iluminaci%C3%B3n consultados el 02/06/2019.

A continuación, se presenta un ejemplo de la evolución de las lámparas a través de los años:

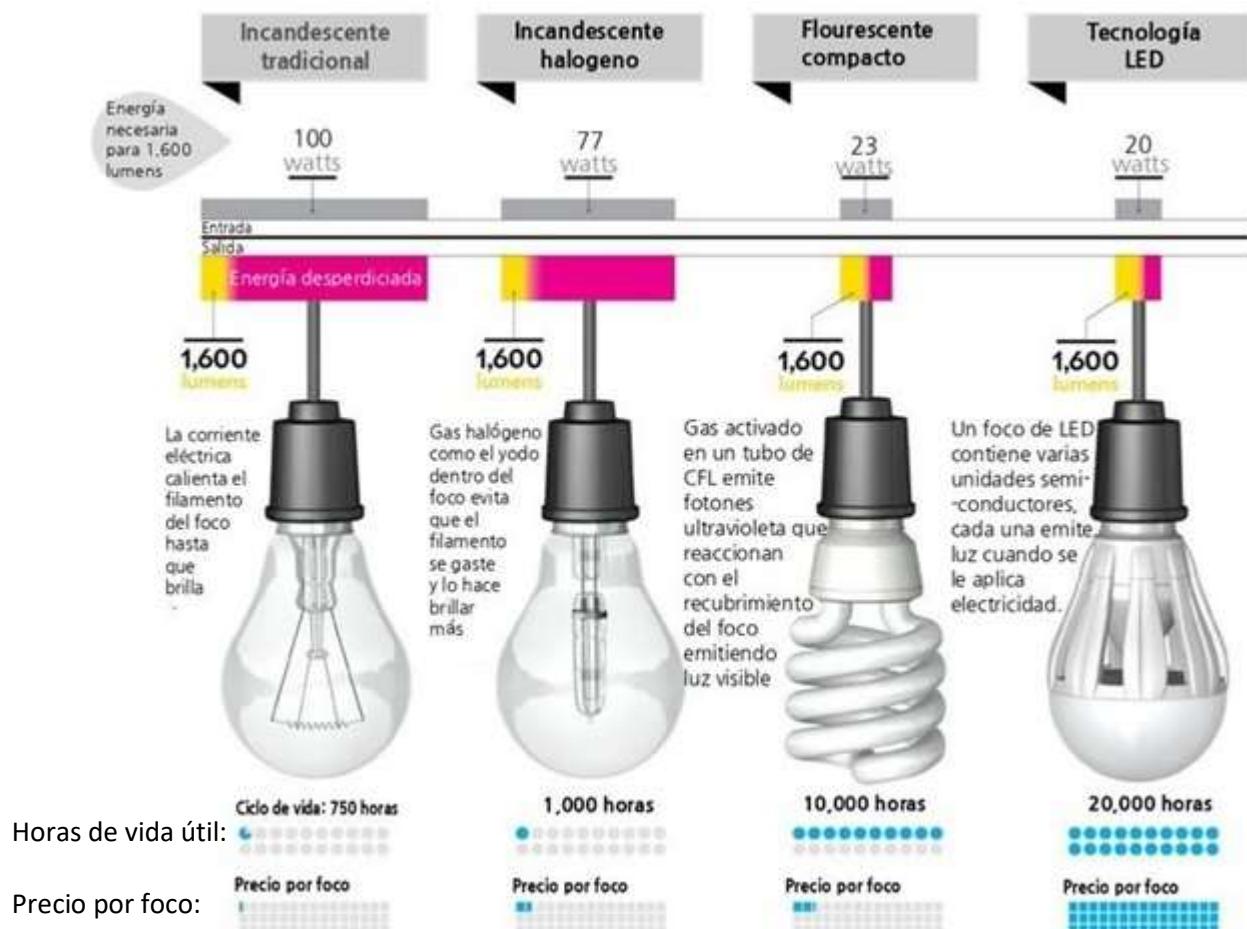


Figura 1.1

Evolución de las bombillas incandescentes a las bombillas led

Fuente: <https://genergyled.com/evolucion-de-las-bombillas/>

Año con año la eficacia luminosa del LED aumenta rápidamente, previendo así que los LED comerciales alcanzarán valores reales entre 180 y 200 lm/W, superando en eficiencia a todas las fuentes de luz tradicionales desde un simple 50% hasta un increíble 1500%.

También la calidad del color eventualmente alcanzará los valores máximos. Hoy en día el precio del LED ha bajado lo suficiente para ingresar fuertemente al mercado y domina la mayoría de los mercados.

El tema por desarrollar se refiere como aporte a la enseñanza profesional de la arquitectura, según conversación con el Arq. Martín Paniagua el día 19 de enero de 2017, para el área de conocimiento: Sistemas Constructivos, Práctica Integrada 1 y 2 – Instalaciones 2.

1.2 Teorías y conceptos sobre el tema de estudio

Conceptos básicos referente a la luz y la iluminación

1.2.1 ¿Qué es la luz?⁴

La luz es una forma de energía que se manifiesta por sí sola como radiación electromagnética. Este tipo de energía se encuentra estrechamente relacionada con otras formas de radiación electromagnética, tales como las ondas de radio, las ondas radar, las microondas, la radiación infrarroja, la radiación ultravioleta, los rayos X, los rayos gama, los rayos cósmicos y otros.

La única diferencia entre las diversas formas de radiación está dada en su longitud de onda. La radiación con una longitud de onda entre 380 y 780 nanómetros conforma la parte visible del espectro electromagnético y, por lo tanto, se denomina luz. El ojo interpreta las diferentes longitudes de onda entre este rango de colores moviéndose desde el rojo, pasando por el naranja, el verde, el azul hasta el violeta, a medida que la longitud de onda disminuye. Anterior al rojo se encuentra la radiación infrarroja, la cual es invisible para el ojo humano, pero se percibe como calor. Las longitudes de onda que van más allá del violeta, fin del espectro visible, corresponden a radiación ultravioleta la cual también es invisible para el ojo humano, sin embargo, la exposición a ésta puede causar daños a los ojos y a la piel (como sucede al exponernos sin la debida protección a los rayos del sol).

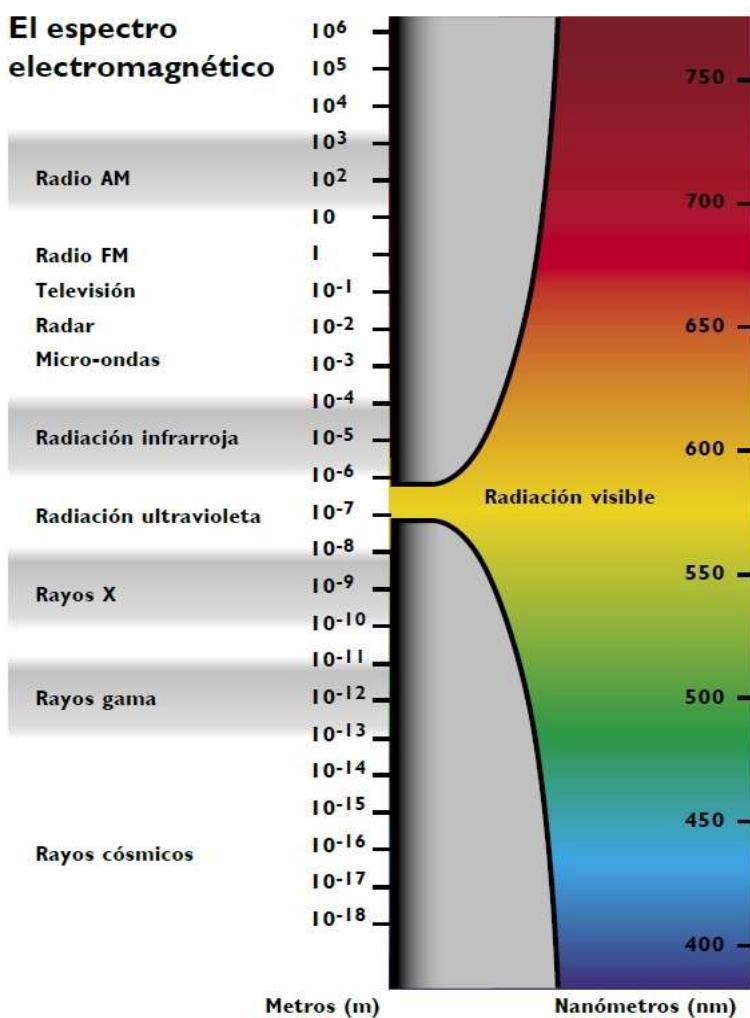


Figura 1.2 Fuente: Philips Lighting. *Fundamentos de la luz y la iluminación*. Mayo, 2017

⁴ Philips Lighting. *Fundamentos de la luz y la iluminación*. Mayo, 2017.

1.2.1.1 ¿Cómo se produce la luz?⁵

La luz se puede generar de distintas formas:

- Mediante fenómenos naturales, procedente de:



Sol

Luna

Planetas

Relámpago

Estrellas

Animales luminiscentes

Materiales luminiscentes

- O se puede generar por diversos métodos artificiales:



Fuego

Aceite

Velas de cebo

Filamento

Descargas en gas

LED,

luz de estado sólido

1.3 El Color

El color es una longitud de onda. Las maneras en la que percibimos la apariencia de los objetos dependen de cómo estos reflejan la luz y de cómo están iluminados. Por ejemplo, un objeto que parece azul a nuestra vista se ve de tal color porque refleja la porción de azul de las ondas del espectro y absorbe todas las demás.

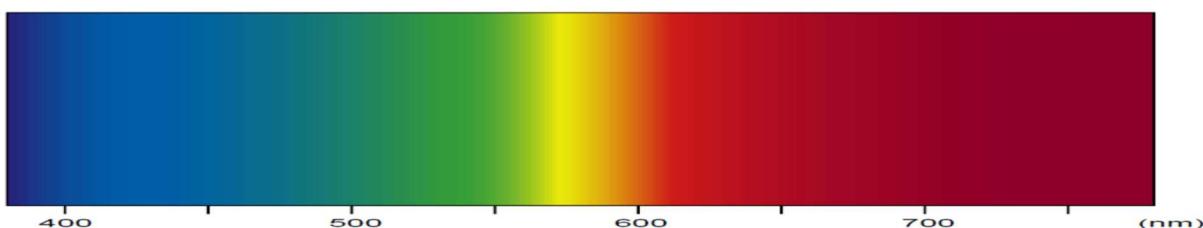


Figura 1.3 Fuente: Philips Lighting. *Fundamentos de la luz y la iluminación*. Mayo, 2017.

1.3.1 Longitudes de ondas que forman los diferentes colores

Longitud de Onda (nm)	Tipo de radiación
380 – 436	Violeta
436 -495	Azul
495 - 566	Verde
566 - 589	Amarillo
589 - 627	Naranja
627 - 780	Rojo

Cuadro No. 1.1. Fuente: Philips Lighting. *Fundamentos sobre la luz y la iluminación*. Mayo, 2017.

⁵ Philips Lighting. *Fundamentos de la luz y la iluminación*. Mayo, 2017.

1.3.2 La psicología del color⁶

Tanto los colores fríos como los calientes son denominados así en función de su situación en el espectro electromagnético. Los de onda larga se corresponden con los cálidos, y los fríos son los que proceden de ondas menores. Las sensaciones que el observador percibe están relacionadas con su asociación con elementos que determinan apreciaciones de tipo térmico. Así, los amarillos, rojos y los que corresponden a sus familias recuerdan la idea del sol, calor y fuego; mientras los azules, verdes y muchos violetas tienen similitudes con la frescura, la profundidad, la humedad, el agua y el hielo. Psicológicamente los colores producen diferentes sensaciones en las personas y, de forma general, tienen asociados los siguientes rasgos: Los colores cálidos se consideran intimistas y a menudo estimulantes, alegres y los colores fríos son tranquilos, relajantes y en algunos casos deprimentes.

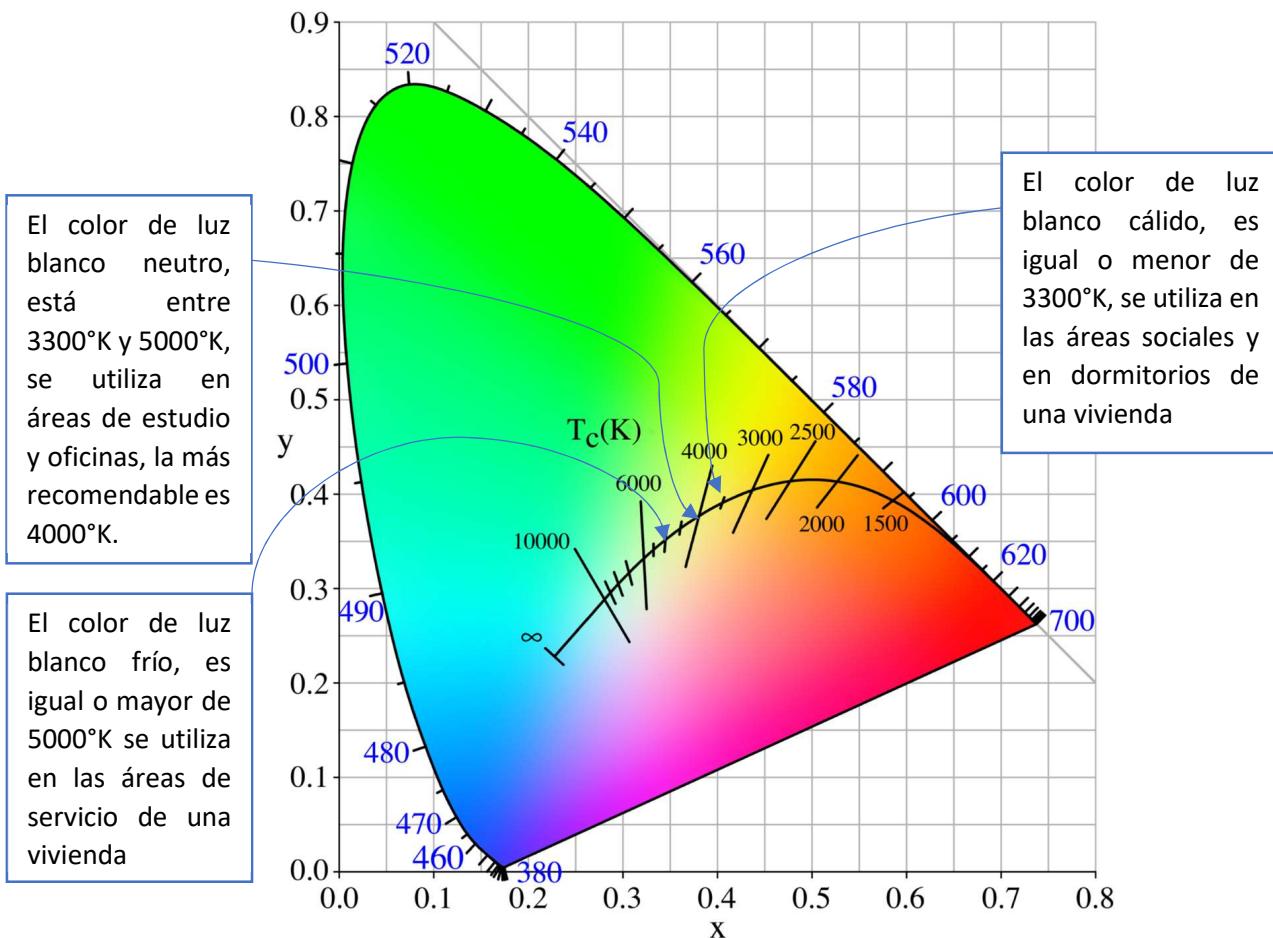
- El amarillo se relaciona con el sol y significa luz radiante, alegría, estímulo, poder, arrogancia, alegría, buen humor, voluntad. Se relaciona con la riqueza y la abundancia, con la acción y el poder. También con la fuerza y sus propiedades son estimulantes. El “amarillo oro” ha venido a simbolizar la divinidad en la religión. Tiene lecturas negativas como la envidia, la ira y la traición, y puede dar lugar a irritabilidad.
- El naranja, mezcla de amarillo y rojo, tiene las cualidades de ambos y, en menor grado, significa entusiasmo, ardor, incandescencia, euforia. Mezclado con blanco constituye un rosa carne que tiene una calidad muy sensual. Simboliza acción y exaltación.
- El rojo es el color más vigoroso; demuestra alegría y fiesta. Es impulsivo y simboliza la sangre, el fuego, la pasión, la fuerza y la revolución. También se le relaciona con la destrucción, la crueldad y la violencia. Ya hemos visto también que en muchos códigos adquiere el significado de peligro. Junto con los anteriores, como cálidos que son, dan la impresión de acercamiento y expansión; sugiere movimiento y vitalidad.
- El azul es el color del cielo, del espacio y el agua, es serenidad, infinidad, frialdad, inteligencia, verdad, sabiduría, recogimiento, espacio, inmortalidad y también paz. Provoca calma y mezclado con blanco forma un matiz celeste que expresa pureza y fe. Simboliza ideas de tranquilidad, afecto e inteligencia.
- El verde es el color de la naturaleza y de la humanidad. Representa esperanza y el equilibrio emocional. Es fresco, tranquilo y reconfortante, y significa reposo, esperanza, primavera, juventud y sugiere aire libre y fresco. Este color libera el espíritu y equilibra las sensaciones.
- El violeta se identifica con la pasión, y tiene que ver con ideas acerca del sufrimiento y la muerte. También con la tristeza y la penitencia. En su variante púrpura se le relaciona con la realeza y la dignidad. Representa madurez, y en un matiz claro expresa delicadeza. Significa profundidad, misticismo, misterio, melancolía, y en su tonalidad púrpura, realeza, suntuosidad y dignidad.
- El marrón es un color masculino, severo, confortable. Es evocador del ambiente otoñal y da la impresión de gravedad y equilibrio. Es el color realista, tal vez porque es el color de la tierra que pisamos.
- El blanco generalmente tiene lecturas positivas como la pureza y candor, la limpieza, la paz y la virtud.
- El negro lo contrario: tinieblas, ceguera, muerte y luto, aunque también simboliza elegancia. Por último, los grises son colores pasivos, carentes de energía, neutrales y significativos de resignación. El plata, nobleza y distinción.

⁶ Psicología del color. Escola D'Art I Superior de Disseny de Vic

1.3.3 Triángulo de color⁷

Con objeto de caracterizar el color de la luz con precisión, la Comisión Internacional de la Iluminación (CIE) diseñó el diagrama de cromaticidad, también llamado “triángulo de color de la CIE”, en 1931. Se basa en la teoría de la mezcla aditiva. A lo largo de los lados del triángulo se dibujan los colores espectrales, con los colores primarios rojo, verde y violeta-azul en las esquinas (figura 2.2). Los colores más saturados están en el borde del triángulo de colores. Hacia el interior se hacen más claros y menos saturados, y el centro del triángulo donde se mezclan todos los colores, es blanco. A lo largo de los ejes X e Y se indican valores numéricos de color, de forma que cada color se puede definir por sus valores X e Y, que se llaman coordenadas de cromaticidad. A partir de la distribución de la energíapectral de una lámpara se pueden calcular los ejes X e Y y así, se puede determinar la posición de su color de luz en el triángulo de colores. Esta posición (coordenadas X e Y) de una fuente de luz es el punto de color de la fuente.

Figura 1.4 Diagrama de cromaticidad de la CIE (triángulo de colores de la CIE). La línea curva es el locus del cuerpo negro.



Fuente: Elaboración propia en base a Philips Lighting. *Fundamentos de la luz y la iluminación*. Mayo, 2017.

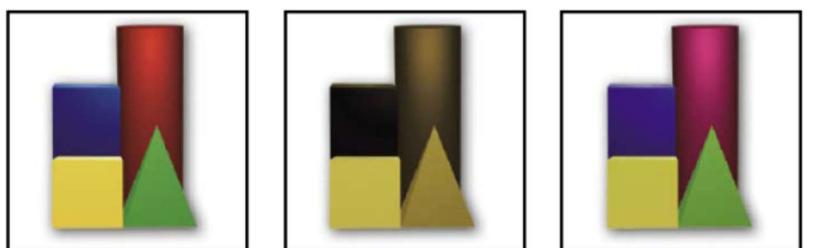
⁷ Philips Lighting. *Fundamentos de la luz y la iluminación*. Mayo, 2017.

1.4 Reproducción del color⁸

Aunque las fuentes de luz pueden tener la misma apariencia de color, esto no significa necesariamente que las superficies se verán de la misma manera bajo ellas. Dos luces que aparentan ser del mismo blanco, pueden ser el resultado de diferentes combinaciones de longitudes de onda. Además, una superficie puede no reflejar las longitudes de onda que la constituyen en la misma extensión. La apariencia de su color cambiará cuando es expuesta ante una u otra luz. Un pedazo de tela roja se verá del “verdadero” rojo cuando es iluminada por luz blanca producida por un espectro continuo, pero en una luz que se ve igualmente blanca, resultado de la mezcla de luz amarilla y azul, la tela se verá de un color café grisáceo. La reproducción del color es la capacidad de la luz artificial de reproducir con fidelidad los colores de los objetos y es un aspecto importante al momento de seleccionar la iluminación. En algunas situaciones los colores deben ser representados lo más naturalmente posible similar a las condiciones de la luz natural. En otros casos la iluminación debe resaltar colores individuales o generar un ambiente en especial. Sin embargo, hay varias situaciones donde la fidelidad de la reproducción de los colores no es lo más importante, sino el nivel de iluminación y su eficacia. La reproducción del color es un aspecto importante al seleccionar una fuente de luz para aplicaciones en iluminación.

1.5 Metamerismo⁹

Es la propiedad que se observa en algunas superficies de color donde este cambia su apariencia bajo diferentes fuentes de luz. Esto es el resultado de las diferencias en la interacción entre las propiedades reflectivas de las tinturas y la composición espectral de la luz. Un fabricante de pinturas, por ejemplo, puede mezclar un tono de café de cierta manera; otro fabricante intentando igualarla llega a lo que parece ser el mismo color utilizando una fórmula distinta. Estas dos pinturas, aunque aparentemente son del mismo color bajo una fuente de luz, se verán de color diferente bajo otra debido a la composición espectral de la otra luz utilizada.



Incandescentes/
halógenas

sodio de baja presión

halogenuros metálicos

Figura 1.5 Fuente: Philips Lighting. *Fundamentos de la luz y la iluminación*. Mayo, 2017.

Para clasificar las fuentes de luz en sus propiedades de reproducción del color, se introduce un índice de reproducción cromática (CRI también denominado Ra). La escala Ra varía dentro del rango de valores 50 – 100. La siguiente tabla muestra el significado de los valores Ra:

Ra entre 90 y 100. Se caracteriza por una excelente reproducción cromática.

Ra entre 80 y 90. Se caracteriza por una buena reproducción cromática.

Ra entre 60 y 80. Se caracteriza por una reproducción cromática regular.

Ra de 60 o menos. Se caracteriza por una reproducción cromática pobre.

⁸ Philips Lighting. *Fundamentos de la luz y la iluminación*. Mayo, 2017.

⁹ Philips Lighting. *Fundamentos de la luz y la iluminación*. Mayo, 2017.

1.6 Temperatura del color¹⁰

Para clasificar los diferentes tipos de luz blanca se aplica el concepto de la temperatura del color, el cual se describe como la impresión de color de un perfecto radiador de cuerpo negro a ciertas temperaturas. Este concepto se puede explicar mejor con la ayuda de algunos radiadores térmicos familiares, como el filamento de una lámpara incandescente o una barra de hierro. Cuando estos materiales calientan a una temperatura de 1000 K la apariencia de su color será roja, entre 2000 – 3000 K se verá de un color amarillo, a 4000 K se verá de un color blanco neutro y entre 5000 y 7000 K se verá de un color blanco frío. En otras palabras: entre mayor sea la temperatura del color, la luz blanca parecerá más fría o azulada.

La temperatura del color es un aspecto importante en aplicaciones de iluminación - la decisión de la temperatura del color se determina según los siguientes factores:

1.6.1. Ambiente:

El blanco-cálido crea un ambiente acogedor; el blanco neutro y frío crean ambientes de trabajo.

1.6.2. Clima:

Los habitantes de regiones geográficas más frías, por lo general prefieren una luz más cálida, mientras que los habitantes de regiones tropicales prefieren, por lo general, una luz más fría.

1.6.3. Nivel de iluminación necesario:

Intuitivamente, se toma la luz natural como punto de referencia. Una luz blanca cálida representa la luz al final del día, en un nivel de iluminación más bajo. Esto significa que, en iluminación interior, los bajos niveles de iluminación deben ser logrados con luz blanca cálida. Cuando se necesita un nivel de iluminación muy alto, este debe ser realizado con una luz blanca neutra o fría.

1.6.4. Esquema de color en interiores:

Los colores como el rojo y el naranja se muestran más naturales si son iluminados con una luz color blanco cálido, en cambio los colores fríos, como el azul y el verde, se ven algo más saturados bajo una luz color blanco frío.

Luz natural al atardecer, aproximadamente 2000°K Luz natural a medio día, aproximadamente 6000°K.



Figura 1.6



Figura 1.7

Fuente: Philips Lighting. *Fundamentos de la luz y la iluminación*. Mayo, 2017.

¹⁰ Philips Lighting. *Fundamentos de la luz y la iluminación*. Mayo, 2017.

Cuadro No.1.2 Temperatura de color de las diferentes fuentes de luz

Tipo de luz	Temperatura de color (K)
Fuego de una Vela	1900 – 2500
Filamento de Tungsteno de una Lámpara Incandescente (GLS)	2700 – 3200
Lámparas Fluorescentes (TL)	2700 – 6500
Sodio de Alta Presión (SON)	2000 – 2500
Halogenuros Metálicos (MH)	3000 – 5600
Mercurio de Alta Presión (HPL)	3400 – 4000
La luz de la Luna	4100
La luz del Sol	5000 – 2800
La Luz del Día (Sol + Cielo Descubierto)	5800 – 6500
Cielo Nublado	6000 – 6900

Fuente: Philips Lighting. *Fundamentos de la luz y la iluminación*. Mayo, 2017.

La temperatura de color (correlacionada) se usa también para clasificar grupos de temperatura de color / apariencia de color como se muestra en la siguiente tabla:

Cuadro No. 1.3. Clasificación de grupos de temperatura de color / apariencia de color

Temperatura de color	Aspecto de color
Menos de 3300°K	Blanco cálido (amarillento)
3300°K – 5000°K	Blanco neutro / Intermedio
Más de 5000°K	Blanco frío (azulado)

Fuente: Philips Lighting. *Fundamentos de la luz y la iluminación*. Mayo, 2017.

A continuación, podemos apreciar las diferentes temperaturas de color que se utiliza en iluminación:

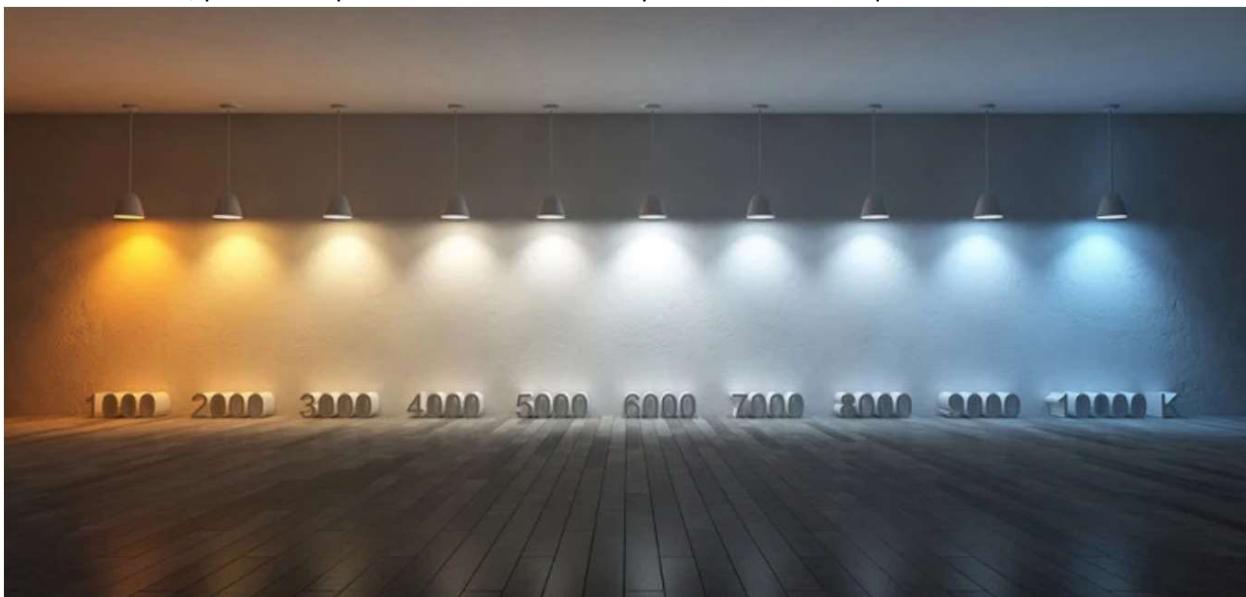


Figura 1.8 Fuente: *Measuring temperature with the Kelvin Scale*, photo by Suriya Kankliang

1.7 Magnitudes y unidades fotométricas¹¹

En iluminación se ha adoptado un conjunto de conceptos y medidas que no tienen relación directa con los utilizados en otros campos de la física. La principal razón para ello es que las unidades de iluminación deben tener en cuenta el contenido de energía de la radiación y la sensibilidad del ojo humano a dicha radiación. A continuación, se detallan las cuatro unidades fotométricas básicas que los profesionales en iluminación utilizan para medir cuantitativamente de la luz:

1.7.1 Flujo luminoso

El flujo luminoso (ϕ) es la cantidad de luz que irradia una fuente de luz por segundo. La unidad del flujo luminoso es el lumen (lm) y su símbolo es ϕ .

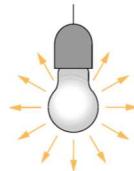


Figura 1.9 Flujo luminoso: Cantidad total de luz emitida

El flujo luminoso se usa para especificar la cantidad total de luz emitida por una lámpara, pero no especifica en qué direcciones se irradia la luz

Se incluye a menudo en las especificaciones de las lámparas en catálogos, hojas informativas y el embalaje de la lámpara. Por acuerdo internacional (norma IEC), el flujo luminoso (lúmenes de la lámpara) se mide bajo condiciones de funcionamiento especificadas de laboratorio. La relación entre el flujo luminoso de una lámpara y la energía que se disipa en dicha lámpara es su 'eficacia luminosa' y se expresa en lúmenes por vatio (lm/W). Es la medida de la eficiencia energética de la producción de luz y sus valores pueden ser de en torno 10 lm/W en el caso de una lámpara incandescente, 100 lm/W en el caso de un tubo fluorescente y 175 lm/W en el caso de una lámpara de sodio de baja presión.

1.7.2 Intensidad luminosa

La intensidad luminosa I es la cantidad de luz emitida por segundo en una dirección determinada. La unidad es la candela (cd) o lumen (lm)

Así, la intensidad es una unidad de luz que se puede usar para especificar la cantidad, o concentración, de luz en una dirección determinada. La intensidad luminosa se define como el flujo luminoso en una dirección determinada, irradiada por unidad de ángulo sólido ω

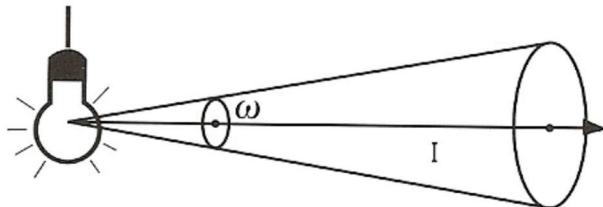


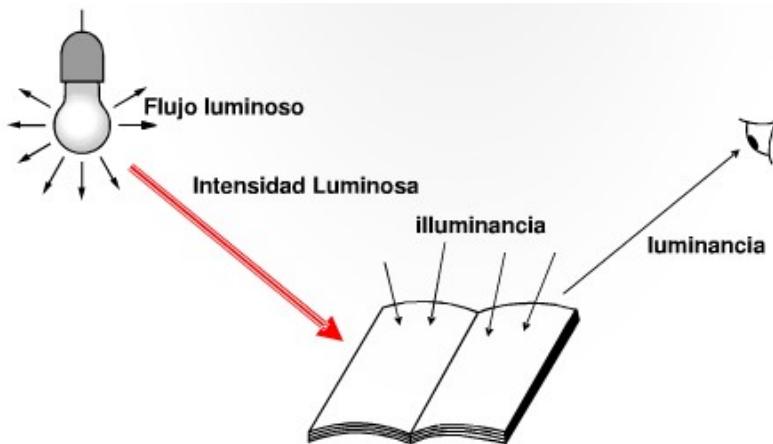
Figura 1.10 Ángulo sólido ω e intensidad I . Un ángulo sólido se puede describir como el ángulo de abertura de un cono. La intensidad es el flujo lumínico que hay en un cono infinitamente pequeño dividido por el ángulo sólido del cono.

¹¹ Philips Lighting. *Fundamentos de la luz y la iluminación*. Mayo, 2017.

1.7.3 Iluminancia

La iluminancia E es la cantidad de luz, o flujo luminoso φ , que cae sobre una superficie (figura 2.6). La unidad es el lux, que equivale a un lumen de luz incidente por metro cuadrado de la superficie que recibe la luz. $E = \varphi / A$

Figura 1.11 Iluminancia: flujo que incide sobre una superficie.



La iluminancia es independiente de la dirección desde la que el flujo luminoso incide sobre la superficie.

Cuadro No.1.4. Diversos valores típicos de iluminancia.

Valores de iluminancia [lux] típicos		
Día soleado de verano		100.000 lux
Cielo cubierto		5.000 lux
Una oficina iluminada		750 lux
Una habitación de hotel		100 lux
Noche de luna llena		0,25 lux

Fuente: Philips Lighting. *Fundamentos sobre la luz y la iluminación*. Mayo, 2017

1.7.4 Luminancia¹²

La luminancia L de un objeto o superficie que emite luz es la intensidad luminosa I emitida por unidad de área (aparente) de esa superficie A_a en una dirección determinada (figura 2.11). La unidad es candela por metro cuadrado (cd/m^2). $L = I / A_a$

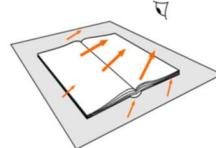


Figura 1.12 Luminancia: Intensidad emitida desde una superficie por unidad de área.

Fuente: Philips Lighting. *Fundamentos sobre la luz y la iluminación*. Mayo, 2017

La superficie puede ser la parte emisora de luz de una lámpara o luminaria, pero también puede ser una superficie desde la que se refleja luz. En este último caso se habla de fuentes de luz secundarias, por ejemplo, un libro o las paredes en una habitación iluminada, o la superficie de una calle iluminada por la instalación correspondiente. Por lo general, nos interesa la luminancia en la dirección de un observador que mira hacia la superficie emisora de luz. Lo que percibimos de superficies iluminadas como libros, paredes o carreteras no es la luz que incide sobre ellas, sino la luz que se refleja desde ellas. Dicho de otro modo, lo que “vemos” no son iluminancias sino luminancias o, más exactamente, variaciones de luminancia en el campo de visión. En consecuencia, es la magnitud más importante en la ingeniería de iluminación, si bien las otras tres (flujo luminoso, intensidad luminosa e iluminancia) suelen ser más fáciles de manejar al realizar cálculos o mediciones.

Cuadro No.1.5 Diversos valores típicos de luminancia.

Fuente	Luminancia (cd/m^2)
Superficie de sol	1650 Mcd/ m^2
Filamento incandescente	7000000 cd/m^2
Cielo cubierto	2000/8000 kcd/ m^2
Fluorescente	5000 - 15000 cd/m^2
Mesa despacho	100 cd/m^2
Calzada (calle)	0.5 - 2.0 cd/m^2

Fuente: Elaboración propia en base a Philips Lighting. *Fundamentos sobre la luz y la iluminación*. Mayo, 2017

¹² Philips Lighting. *Fundamentos de la luz y la iluminación*. Mayo, 2017.

1.8 Direccionalidad y control de la luz¹³

La luz producida por una lámpara se debe dirigir de modo eficiente a donde se necesita. Además, se debe apantallar para evitar que se creen deslumbramientos. Para dirigir y apantallar la luz se utilizan materiales que reflejan, refractan, absorben o transmiten la luz. En las luminarias se utilizan uno o más de estos métodos.

1.8.1 Reflexión

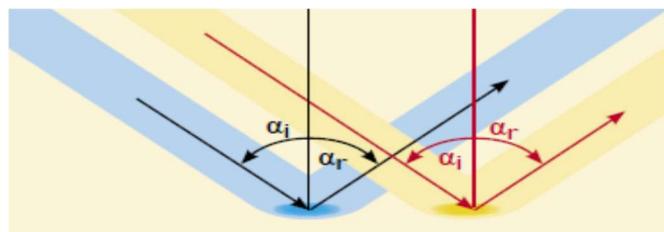
En condiciones normales, solo se reflejará parte de la luz que incide sobre una superficie. La cantidad de luz reflejada depende del tipo de superficie, el ángulo de incidencia de la luz y la composición espectral de la misma. La reflexión puede ser un porcentaje muy bajo en el caso de superficies oscuras, como terciopelo negro, o ser más del 90 por ciento en el caso de aluminio, plata y ciertos tipos de pintura blanca. La relación entre la luz reflejada y el incidente se denomina reflectancia de la superficie y se indica con el símbolo ρ , que puede tener un valor entre 0% y 100 %. Normalmente, la reflectancia no es igual para todos los colores del espectro. Una superficie roja, por ejemplo, reflejará sobre todo luz roja. La forma en que se refleja la luz también depende de la textura de la superficie.

Cuando un rayo de luz choca con una superficie reflectiva con cierto ángulo respecto de la perpendicular, este será reflejado con el mismo ángulo al otro lado de la perpendicular. Esta es la conocida ley de reflexión, que está dada por: Ángulo de incidencia = ángulo de reflexión el mismo ángulo al otro lado con respecto a la perpendicular. Esta es la conocida ley de reflexión, que está dada por: Ángulo de incidencia = ángulo de reflexión. Se pueden distinguir tres tipos de reflexión: especular, difusa y mixta.

1.8.1.1 Reflexión especular

La reflexión especular es la que se produce en una superficie lisa, por ejemplo, el agua en calma o el cristal pulido. La superficie actúa como un espejo y el ángulo de incidencia de la luz = el ángulo de reflejado

Figura 1.13 Reflexión especular:
Ángulo de incidencia = ángulo de reflexión



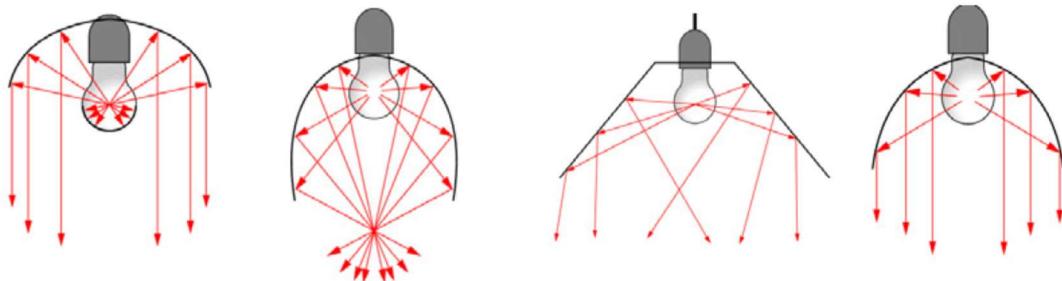
Fuente: Philips Lighting. *Fundamentos sobre la luz y la iluminación*. Mayo, 2017.

Este tipo de reflejo se denomina especular o de reflexión. Por su poco peso y su gran eficiencia, los reflectores de espejo, sobre todo los curvos, se utilizan mucho cuando se requiere un control de la luz preciso, por ejemplo, en proyectores, focos, y lámparas de alumbrado público e interiores. Los reflectores pueden ser parte de la luminaria o formar parte de la propia lámpara.

¹³ Philips Lighting. *Fundamentos de la luz y la iluminación*. Mayo, 2017.

Según la forma del espejo (esférico, elíptico o parabólico) y la posición de la fuente de luz (divergente, paralela o convergente) es muy fácil generar haces de luz.

Figura 1.14 Los espejos de forma distinta generan diferentes haces de luz

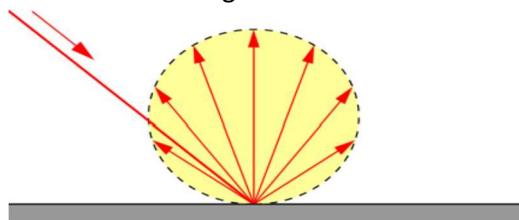


Fuente: Philips Lighting. *Fundamentos sobre la luz y la iluminación*. Mayo, 2017.

1.8.1.2 Reflexión difusa

Si la superficie tiene cierta irregularidad se produce un tipo de reflexión distinta y la luz incidente se reflejará en todas direcciones. Este tipo de reflexión se le denomina difusa:

Figura 1.15



Fuente: Philips Lighting. *Fundamentos sobre la luz y la iluminación*. Mayo, 2017

1.8.1.3 Reflexión mixta

Existen muchas formas de reflexión mixta entre la especular y la difusa. Una es la reflexión difusa, que es en esencia especular, pero la luz reflejada forma un haz que se difunde. Un buen ejemplo es la superficie de una carretera húmeda, o una superficie corrugada, amartillada, estampada o deslustrada. Otra forma es la reflexión compuesta, que es una reflexión difusa con una gran componente en la dirección especular. Las superficies con pintura mate, las piedras y la superficie de carreteras secas tienen este tipo de reflexión.

Figura 1.16 Reflexión difusa

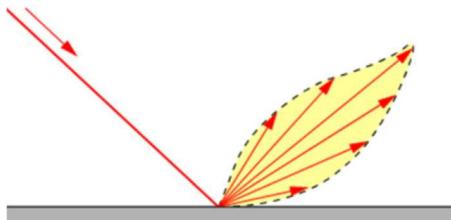
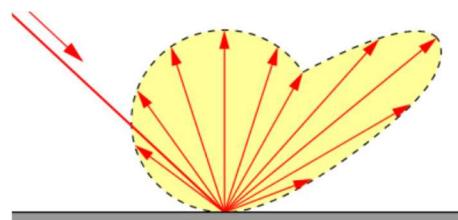


Figura 1.17 Reflexión compuesta.

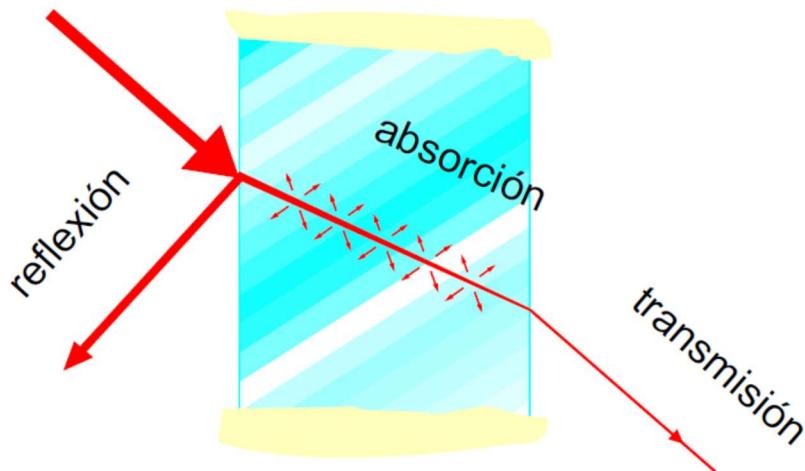


Fuente: Philips Lighting. *Fundamentos sobre la luz y la iluminación*. Mayo, 2017

1.8.2 Absorción

La luz que incide sobre una superficie y no se refleja es absorbida o transmitida. Si el material de la superficie sobre la que incide la luz no es transparente, la luz no reflejada “desaparece” en la superficie y se convierte en otra forma de energía, que al final es calor. El porcentaje de luz que absorbe una superficie depende de su ángulo de incidencia y su longitud de onda. Por ejemplo, una superficie roja refleja la luz roja, pero absorbe la mayor parte de los demás colores, como se muestra en la siguiente figura:

Figura 1.18

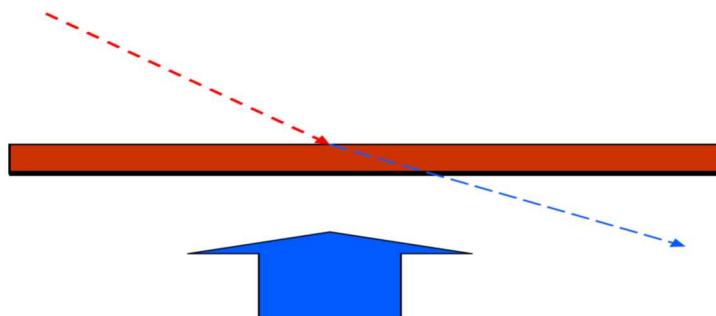


Fuente: Fundamentos sobre la luz y la iluminación, Philips Lighting, mayo 2017

1.8.3 Transmisión

Si el material sobre el que incide la luz tiene cierta transparencia, parte de la luz pasará a través de él. Es lo que se conoce como transmisión. Algunos materiales, como el agua y el vidrio transparentes, transmiten casi toda la luz que no se refleja. Otros, como una hoja de papel, solo transmiten una pequeña parte de la luz incidente. La proporción de luz transmitida en relación con la luz incidente recibe el nombre de transmitancia. La transmisión depende de la longitud de onda: un material transparente de color rojo solo transmite la parte roja del espectro y el resto se absorbe. Los filtros basados en este efecto se llaman filtros de color de absorción.

Figura 1.19 Transmisión regular



Fuente: Philips Lighting. *Fundamentos sobre la luz y la iluminación*. Mayo, 2017

1.8.4 Refracción

Si un rayo de luz pasa de un medio a otro de distinta densidad con un ángulo que no sea perpendicular al medio, el rayo se quebrará. Este fenómeno se llama refracción y está relacionado con el cambio de velocidad de la luz al pasar de un medio a otro de distinta densidad. Las propiedades refractivas de un medio se expresan mediante el índice de refracción, que varía con la longitud de onda de la luz incidente: las ondas cortas (por ejemplo, la luz azul) se refractan más que las largas (por ejemplo, la luz roja). La refracción, como la reflexión especular, se puede calcular con precisión (figura 3.6). con:

$$\sin \alpha_i = n_1$$

$$\sin \alpha_r = n_2$$

n_1 = índice de refracción del aire ($= 1$)

n_2 = índice de refracción del vidrio (vidrio transparente $= 1,5$)

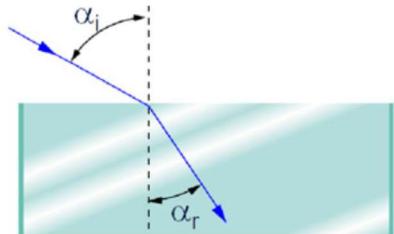


Figura 1.20

Esta posibilidad es muy útil en la fabricación de refractores y espejos, que se usan a menudo para dirigir y apantallar la luz en distintos tipos de luminarias.

1.8.5 Interferencia

La naturaleza de la onda de luz lleva a la interesante propiedad de la interferencia. Un claro ejemplo de esta propiedad es cuando se observa una delgada película de aceite flotando en la superficie de una piscina. El aceite muestra un arco iris o gamas de colores, aun cuando es iluminado por una luz blanca. En realidad, lo que ocurre es que las diferentes partes de la película de aceite causan diferentes longitudes de onda que interfieren produciendo otras longitudes (equivalente a los colores). Este efecto también lo podemos encontrar en el patrón de colores de las pompas de jabón (Figura 1.21). En la práctica se usa para dividir la luz transmitida y reflejada en luz de distintas longitudes de onda. Para hacerlo se aplican a las superficies revestimientos muy finos ($\frac{1}{4} \lambda$), que se denominan revestimientos dicroicos. Así es como se fabrica el vidrio anti-deslumbramiento de las pantallas de vídeo y las gafas: la luz con longitudes de onda en el intervalo visual se transmite desde la superficie de vidrio recubierta, pero no se refleja.

El efecto de interferencia también se usa para fabricar filtros de color de calidad. Estos filtros de interferencia, o dicroicos, son más precisos que los filtros normales de absorción de color y no se calientan, porque no se produce absorción de luz en el vidrio. Las capas de interferencia o dicroicas se utilizan también para dividir la radiación en la parte de infrarrojos (calor), que se refleja, y la parte visible, que se transmite. Esta tecnología se usa en las lámparas halógenas de haz frío y las lámparas de sodio de baja presión.



Figura 1.21

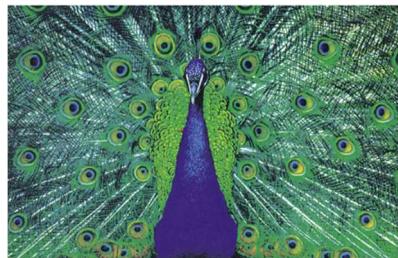


Figura 1.22

Los colores de la cola del pavo real son causados por interferencia de la luz y no por los pigmentos de sus plumas (Figura 1.22).

Capítulo 2:

Iluminación artificial

"La arquitectura es el encuentro de la luz con la forma."

Le Corbusier



Capítulo 2. Iluminación artificial

2.1 Tipos de iluminación artificial¹⁴

La dirección del flujo luminoso y las sombras que se crean afectan forma en que percibimos el mundo tridimensional que nos rodea. Se puede distinguir entre luz general, luz direccional, luz difusa y luz indirecta.

2.1.1 Luz general

Es el método de distribución uniforme de la luz que produce en todos los lugares de un interior idénticas condiciones de visión; es el método más corrientemente usado en oficinas generales, aulas de escuelas, fábricas y otros. Y en general donde se pretende asegurar buenas condiciones generales de alumbrado.

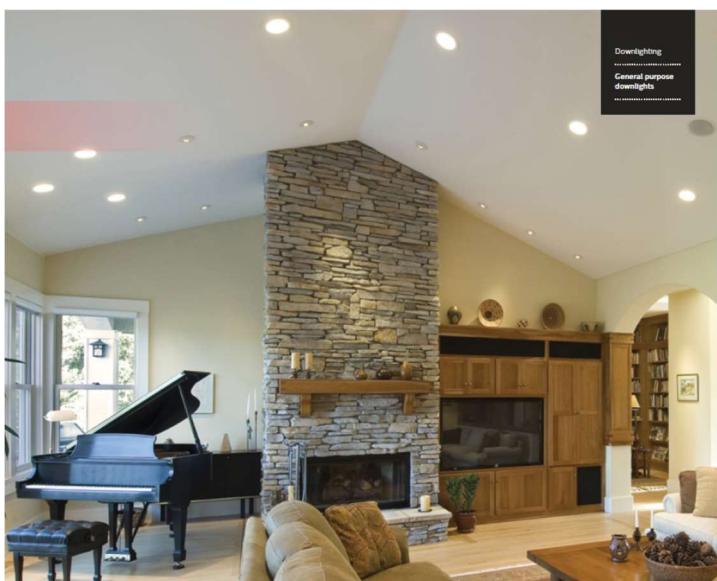


Figura 2.1 Luz general en una vivienda



Figura 2.2 Luz general en una oficina

Fuente: Defining Downlights Brochure Philips Lightolier, Downlighting

El flujo luminoso que sale de las luminarias incide directamente y sin que se interponga ningún elemento entre ellas y el objeto, por lo tanto, sin reflexiones en otros elementos del espacio, por lo que dirigen toda la luz sobre el elemento por iluminar.

Sus principales características lumínicas son:

- Es una iluminación eficiente y económica porque no se pierde energía por reflexión con otras superficies antes de incidir en el plano de trabajo.
- Se consigue fácilmente un elevado nivel de iluminación.
- Permite una modelización elevada de las figuras porque puede generar contrastes y proyectar sombras.
- Dada la fuerte direccionalidad del flujo, puede provocar deslumbramiento ambiental y/o puntual por contraste o por reflexión.
- La visión directa de las superficies emisoras de la luz y los parámetros reflectores puede deslumbrar por contraste.

¹⁴ Philips Lighting. *Fundamentos sobre la generación de luz y el alumbrado*. Mayo 2017

2.1.2 Luz direccional¹⁵

Normalmente, la luz direccional tiene un haz estrecho y llega directamente a un objeto. Crea grandes contrastes y un marcado efecto de modelado, (como se muestra en las figuras 2.3 y 2.4) genera grandes sombras y puntos luminosos para destacar con claridad y dramaticidad el contorno del objeto iluminado. Con todo, las sombras muy marcadas no son atractivas y pueden ocultar los detalles del objeto; una buena visibilidad tridimensional suele exigir luz direccional procedente de al menos dos direcciones. A menudo se utiliza un equilibrio de intensidad de 1:2, por ejemplo, en iluminación decorativa en que el haz principal (o luz principal) se refuerza con un haz secundario (luz de relleno), como en la figura 2.5.

Este tipo de iluminación se utiliza para resaltar las características de una vivienda, tales como objetos decorativos, pinturas o bibliotecas.¹⁶



Figura 2.3 Luz direccional desde la parte superior en una sala.

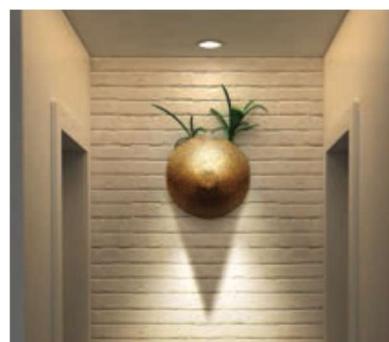


Figura 2.4 Luz direccional en una pared relevante



Figura 2.5 Combinación de luz principal y de relleno.

Fuente: Downlights Home Lighting Functional Philips 2018

Se puede añadir luz desde otras direcciones. La iluminación posterior, por ejemplo, se puede usar para destacar el contorno del objeto expuesto. La iluminación posterior también se usa en decoración para lograr efectos de silueta sobre un fondo luminoso. La iluminación desde abajo puede crear un gran efecto dramático (figura 2.6 y 2.7)¹⁵

Figura 2.6 Fuente: <https://www.hola.com/>



decoracion/2017062696311/iluminacion-exterior//iluminacion-terrazas-jardines-fiestas/

Figura 2.7 Fuente: <https://enriqueiluminacion.com>



¹⁵ Philips Lighting. *Fundamentos sobre la generación de luz y el alumbrado*. Mayo 2017

¹⁶ Philips. *Downlights Home Lighting Functional*. 2018

2.1.2 Luz difusa

La luz que llega a un objeto desde muchas direcciones apenas produce sombras. Los efectos de silueta de la luz difusa son menos marcados y no existen con una iluminación totalmente difusa (figura 2.6 y 2.7). La impresión de un espacio con iluminación totalmente difusa es monótona, y se hace difícil identificar objetos y calcular distancias; se puede comparar con el exterior en un día completamente nublado.



Figura 2.8 Iluminación difusa. Fuente: Catálogo Residential Lighting de Philips

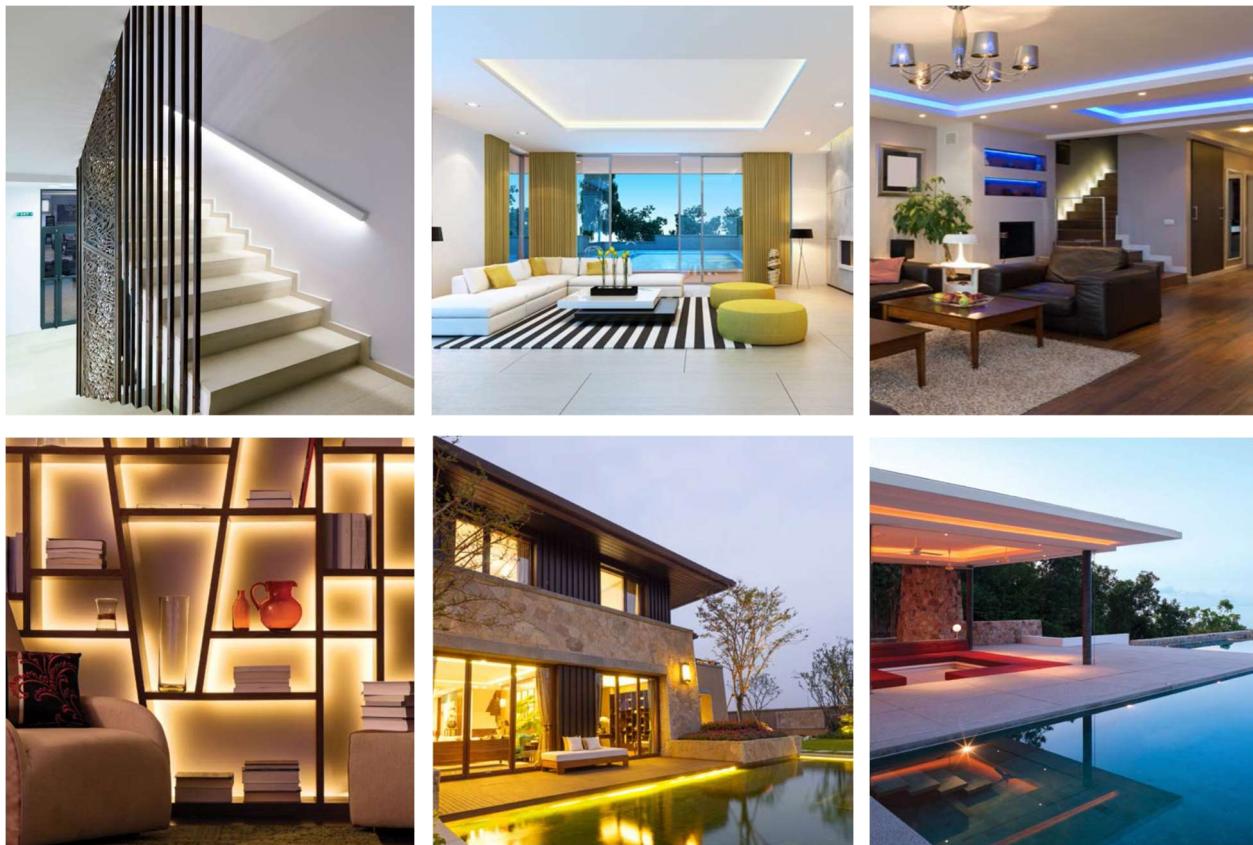
La luz difusa está asociada a la ternura o melancolía, pareciera más natural porque da la sensación de que no se usa la iluminación artificial. La luz difusa es luz dispersa, lo que causa la difusión y la suavidad del haz de luz. Estas luminarias distribuyen entre el 40% y el 60% de la luz emitida hacia arriba igual que hacia abajo.



Figura 2.9 Iluminación Difusa. Fuente: Catálogo LBL Lighting, Generation Brands

2.1.3 Luz indirecta

La iluminación indirecta se consigue con la luz reflejada en una pared o un techo de color claro cuando llega al objeto a iluminar como se muestra en las siguientes figuras 2.10. Si las paredes o el techo no tienen brillo, lo que suele ser habitual, la luz reflejada es sobre todo una luz difusa.



Figuras 2.10 Iluminación indirecta. Fuente: Catálogo Aplicaciones Tecno Lite 2018

La iluminación innovadora le permite transformar completamente un ambiente, desde calmar o energizarlo, con luz ambiental, para acentuar rasgos arquitectónicos, en un exterior del edificio. Esto se puede lograr con una delgada luminaria led lineal flexible. De calas o huecos, rectos o curvos, en cualquier entorno, creando nuevas oportunidades para diseñadores de iluminación, arquitectos, construcción, propietarios y otros.

2.2 Fuentes de iluminación artificial¹⁷

El desarrollo de la potencia eléctrica hace aproximadamente un siglo, revolucionó la luz artificial. Fue entonces cuando la llama fue reemplazada como la fuente principal de luz artificial por la iluminación encendida eléctricamente. Desde aquel tiempo, la historia de la luz eléctrica ha estado en continuo desarrollo con algunos picos debido a una serie de grandes innovaciones.

Cuando las primeras lámparas incandescentes aparecieron a finales del siglo 19, su eficacia era de tan solo 3 lm/W, hoy día esta ha mejorado a un valor alrededor de 14 lm/W. Entre la décadas 1930 y 1940 aparece la iluminación de descarga en gas y la fluorescente, las cuales ofrecen eficacias alrededor de los 30 y 35 lm/W, representando un gran incremento sobre las lámparas incandescentes. Aún hoy día, la lámpara fluorescente es una de las fuentes de luz blanca más eficiente disponible, con eficacias hasta los 100 lm/W. Las innovaciones más recientes involucran la utilización de diodos emisores de luz (led).

2.2.1 Lámparas incandescentes GLS

La lámpara incandescente es conocida como una de las fuentes más antiguas de iluminación eléctrica. La corriente eléctrica pasa por un alambre delgado de alta resistencia, hoy en día fabricado con tungsteno, el cual se calienta hasta alcanzar la incandescencia. Para prevenir la oxidación del alambre o filamento, como es conocido, se encuentra al vacío o con un gas inerte (usualmente una mezcla de nitrógeno y argón). A medida que pasa el tiempo, la evaporación de los átomos de tungsteno del filamento se van desprendiendo y manchan el interior de la bombilla. Esto hace que el filamento se vuelva más delgado hasta que eventualmente se rompa, acabando así con la vida útil de la lámpara. Las lámparas incandescentes son las únicas fuentes de luz que generan luz por el calentamiento de un filamento. Una lámpara incandescente con una temperatura de color de entre 2700K y 2800K emite casi toda su energía en forma de radiación infrarroja, o calor. Esta es la razón por la cual las lámparas incandescentes son tan ineficientes si se compara la cantidad de luz emitida con la energía consumida. Solo en torno al 5 por ciento de la energía que consume una lámpara incandescente se convierte en radiación visible, o luz. Las lámparas incandescentes tienen una vida útil relativamente corta: 1.000 horas.

Ejemplos de lámparas incandescentes y halógenas:



¹⁷ Philips Lighting. *Fundamentos sobre la luz y la iluminación*. Mayo, 2017.

2.2.2 Lámparas incandescentes y halógenas

Varias técnicas han sido desarrolladas con el objeto de eliminar la evaporación del filamento de tungsteno para extender la vida útil de las lámparas incandescentes. Una de las técnicas más exitosas son las lámparas halógenas. El contenido de esta nueva lámpara incandescente contiene un elemento halógeno (Bromo) el cual combinado con átomos de tungsteno, se evapora del filamento al alcanzar su incandescencia. Debido a que el vidrio por el que está protegida esta lámpara está mucho más cercano al filamento, la temperatura del interior no baja de los 250°C previniendo la condensación del compuesto. En vez de depositarse en las paredes de vidrio, el compuesto (halógeno y tungsteno) circula por convección hasta que choca con el filamento. En el filamento, el compuesto se desasocia debido a la alta temperatura (2800 – 3000°C), depositando los átomos de tungsteno nuevamente en el filamento y liberando los átomos halógenos para así iniciar un nuevo ciclo. Debido al volumen relativamente pequeño y a la resistente pared de cuarzo, las lámparas halógenas pueden ser manipuladas de manera segura a alta presión, reduciendo aún más la evaporación del filamento. También permite llegar a mayores temperaturas incrementando la eficacia luminosa de la lámpara hasta un 45% más con respecto a las lámparas incandescentes. La vida útil de la lámpara halógena es más larga que la de la lámpara incandescente normal: de 2,000 a 4,000 horas.

2.2.3 Descarga en gas

En las lámparas de descarga, la corriente eléctrica pasa a través de un gas entre dos electrodos localizados en las puntas opuestas de un tubo de descarga. Las colisiones entre los átomos del gas y los electrones libres, excitan los átomos del gas, haciendo que estos incrementen su nivel de energía. Estos átomos excitados posteriormente vuelven a su estado natural liberando el exceso de energía en forma de radiación visible.

2.2.4 Lámparas de sodio de baja presión SOX

En una lámpara de sodio de baja presión, la radiación visible es producida directamente por una descarga de sodio. Esta emite la mayor parte de su energía en la parte visible del espectro a longitudes de onda de 589 y 589.6 nm (la luz amarilla característica del sodio). Cuando una lámpara de sodio es encendida, genera un color rojizo. Esto es causado por el neón que también está presente en el gas de llenado, el cual sirve para iniciar el proceso de descarga. Estas lámparas deben estar muy bien aisladas del calor, ya que generan poca cantidad de calor por sí mismas. La eficacia de la lámpara es muy alta y pueden durar de 10.000 a más de 25.000 horas. Ejemplos de lámparas de sodio de baja presión:

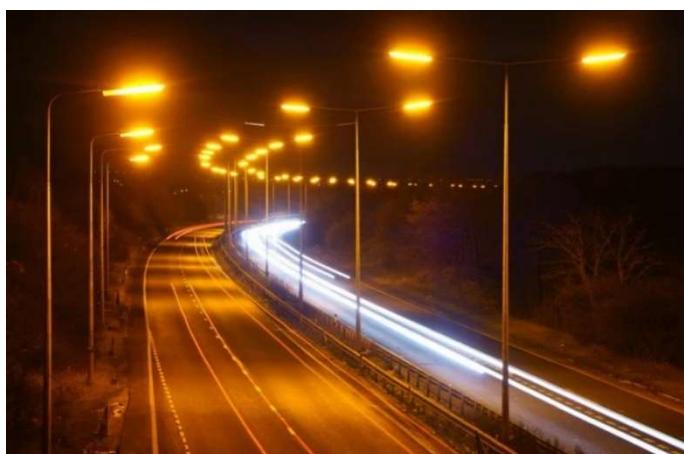


Figura 2.11

Fuente:

<https://spanish.alibaba.com/product-detail/master-sox-e-low-pressure-sodium-lamp-18w-by22d-62075284856.html>

2.2.5 Lámparas fluorescentes TL

Los fluorescentes (lineales y compactos) son lámparas de gas de mercurio de baja presión, cuyas paredes se encuentran cubiertas con una mezcla de compuestos fluorescentes - llamados fósforos - que convierten la radiación ultravioleta invisible emitida por la descarga de mercurio en una radiación visible. Con el gran rango de fósforos existentes, estas lámparas están disponibles en una gran variedad de temperaturas y reproducción de color y son utilizadas en su mayoría en iluminación general.

Ejemplos de lámparas fluorescentes:



TLD Super 80 TLD 90 TLS HO

2.2.6 Lámparas de sodio de alta presión SON

Las lámparas de sodio de alta presión operan a presiones de gas mucho más altas, creando una mayor interacción interatómica en comparación con las lámparas de baja presión, ampliando así el patrón de radiación emitida. La lámpara de sodio blanco (SDW-T) es una lámpara de sodio de muy alta presión. Esto hace que la radiación amarilla característica de las lámparas de sodio convencionales sea absorbida completamente dejando una luz blanca muy cálida con una gran reproducción de las radiaciones de color rojo. Ejemplos de lámparas de sodio de alta presión:



2.2.7 Recubrimientos de fósforo

Los fluorescentes son lámparas de descarga en gas de mercurio a baja presión cuyas paredes se encuentran cubiertas con una mezcla de compuestos fluorescentes llamados fósforos. Cuando la radiación ultravioleta generada por la descarga de mercurio dentro de la lámpara choca con la película de fósforo adherida a las paredes del tubo, los electrones en los átomos del fósforo saltan a un nivel más alto de energía. Posteriormente, los electrones caen otra vez a su nivel normal emitiendo radiación con longitudes de onda dentro del rango visible mayores a los de la radiación ultravioleta original.

El factor más importante que determina las características de la luz de una lámpara fluorescente es el tipo y mezcla de fósforos utilizados. Esto determina la temperatura de color de la lámpara y la reproducción de los colores.

Algunos fósforos muestran una banda emisora que cubre casi todo el espectro visible y, por lo tanto, producen luz blanca cuando son utilizados solos. Sin embargo, por lo general se utiliza una combinación de fósforos con diferentes características complementarias de color.

2.2.8 Lámparas de halogenuros metálicos con tubo de descarga de cuarzo MH

Las lámparas de halogenuros metálicos han sido desarrolladas a partir de las lámparas de mercurio de alta presión, al añadir otras sales o metales en el tubo de descarga. Con cada metal, que contiene su propio patrón de radiación, se obtiene como resultado un mejoramiento substancial de la eficacia de la lámpara y de la calidad del color.

Ejemplos de lámparas de halogenuros metálicos:



2.2.9 Lámparas de mercurio de alta presión HPL

Las lámparas de mercurio de alta presión contienen vapor de mercurio concentrado en un tubo de descarga de cuarzo, también conocido como quemador, el cual opera a una presión entre 200 y 1500 kPa. A esta presión el proceso de descarga emite una gran proporción de su energía en la parte visible del espectro (a comparación de las lámparas de mercurio de baja presión que emiten en su mayoría radiación ultravioleta invisible). El tubo de descarga que emite una luz blanca azulosa se encuentra dentro de un bulbo de vidrio, cuya superficie tiene un recubrimiento de polvo fluorescente que emite en su mayoría radiaciones de color rojo, ayudando a mejorar la reproducción de color e incrementando en aproximadamente un 10% el flujo luminoso.

Ejemplos de lámparas de mercurio de alta presión:



2.2.10 Lámparas de halogenuros metálicos con tubo de descarga cerámico CDM

Un desarrollo más reciente es la lámpara cerámica de halogenuros metálicos, caracterizada por tener un tubo de descarga fabricado con materiales cerámicos, en vez de vidrio de cuarzo. Al incorporar el material de cerámica, la lámpara puede ser operada a una temperatura de descarga mayor y también permite una óptima geometría de su quemador o tubo de descarga. Las dos innovaciones resultaron en un mejoramiento sustancial en la característica del color, su estabilidad y su reproducción.

Ejemplos de lámparas de halogenuros metálicos cerámicos CDM:



2.2.11 Iluminación en estado sólido SSL

La evolución más reciente es la iluminación en estado sólido, basada en la tecnología de diodos emisores de luz (led). El principio de la generación de la luz es similar a lo que sucede en las lámparas de descarga de gas, con la diferencia de que la descarga ocurre en un material en estado sólido: los electrones que cambian de órbita ocasionan que los átomos se excitan y cuando estos regresan a su estado natural, liberan el exceso de energía en forma de radiación.

La tecnología led ha sido utilizada por varios años, pero debido a su bajo flujo luminoso y a su luz casi monocromática, existieron pocas aplicaciones limitándose primordialmente a la iluminación de señalización vehicular o a tableros de control. Grandes avances tecnológicos recientes han llevado a mejorar de manera significativa el desempeño de los diodos, incluyendo la generación de la luz blanca, lo cual ha abierto por completo un nuevo futuro para aplicaciones de iluminación general y acentuada. Las principales características por las cuales los led se destacan del resto de las fuentes luminosas son: su larga vida útil, su tamaño compacto, su resistencia a choques y vibraciones y su bajo mantenimiento.

Ejemplos de fuentes de iluminación en estado sólido led:



XITANIUM

2.2.12 Generación de luz blanca en los sistemas led

Por su naturaleza, los diodos emisores de luz solo pueden generar luz de color monocromático. Para crear luz blanca, dos o más colores tienen que ser combinados. Una solución para obtener luz blanca es a través de la combinación de chips semiconductores de color rojo, verde y azul en un led, o colocando led de color rojo, verde y azul con un pequeño espaciamiento entre ellos y mezclando de manera óptica la radiación emitida.

La aplicación más común, es utilizar led que emitan luz color azul y a través de un recubrimiento de fósforo convertir parte de la radiación azul en luz amarilla, las cuales al combinarse (azul + amarillo) creando luz blanca. Estos led blancos tienen una temperatura de color entre 4500 a 8000 K. Al aplicar varias capas de fósforo al led, la luz azul se convierte en más colores que mejoran el índice de reproducción de color llegando al nivel de Ra mayores a 90, el cual corresponde a un índice entre bueno y excelente.

Cuadro No. 2.1 Resumen de algunas de las principales fuentes de iluminación

Tipo de lámpara	Flujo luminoso (lm)	Eficacia luminosa (lm/W)	Temperatura del color (K)	Índice de reproducción del color (Ra)	Potencia (W)
Incandescentes / Halógenas	60 - 48400	5 - 27	2700 - 3200	100	5 - 2000
Sodio de Baja Presión	1800 - 32500	100 - 203	1700	N.A.	18 - 180
Sodio de Alta Presión	1300 - 90000	50 - 130	2000, 2200, 2500	10 - 80	35 - 1000
Mercurio de Alta Presión	1700 - 59000	35 - 60	3400, 4000, 4200	40 - 60	50 - 1000
Tubos Fluorescentes	200 - 8000	60 - 105	2700, 3000, 4000, 6500	60, 95	5 - 80
Fluorescentes Compactos	200 - 220000	50 - 85	2700, 3000, 4000, 6500	80	5 - 165
Halogenuros Metálicos Cuarzo MHN	200 - 12000	50 - 85	3000, 4000, 5600	65 - 95	70 - 2000
Halogenuros Metálicos Cerámico CDM	1500 - 23000	68 - 95	3000 - 4200	80 - 95	20, 35, 70, 150, 250
Diodos Emisores de Luz LEDs	10 - 170	Hasta 50	3000 - 8000	Hasta 90	0,1 - (x)3W

Fuente: Philips Lighting. *Fundamentos sobre la luz y la iluminación*. Mayo, 2017.

A continuación, se presenta un comparativo de ventajas y desventajas de las diferentes tecnologías de iluminación existentes en Guatemala:

2.2.13 Comparativo de tecnologías de iluminación

CUADRO COMPARATIVO DE TECNOLOGÍAS DE ILUMINACIÓN						
TECNOLOGÍA	CONSUMO	TEMPERATURA DE COLOR	VIDA ÚTIL EN HORAS	EFICIENCIA LUMINOSA	COSTO APROX. LUMINARIA COMPLETA	VENTAJAS
INCANDESCENTE GLS	25W A 100W	2700°K	1000 Aproximada- mente	10-15 lm/watt	DESDE Q.5.000 - HASTA Q.100.000	Bajo costo inicial. Encendido inmediato, sin que se requiera un equipo auxiliar. Rendimiento cromático óptimo. Construcción sencilla. No requiere balasto. Disponible en muchas formas y tamaños. Factor de potencia la unidad.
SODIO BAJA PRESIÓN	100W A 400W	2100°K	Hasta 24,000 horas	30 - 180 lm/watt	Q.55.000 - Q.110.000	Esta más eficaz de todas las fuentes de luz (hasta 150lm/W). No les influye la temperatura ambiente. Apta para utilizar allí donde solo importe el reconocimiento de la luz.
FLUORESCENTES	15W A 105W	6500°K	Hasta 10,000 horas	56-100 lm/watt	Q.55.00 - Q.490.00	Excelentes en ahorro de energía, no necesitan de demasiada potencia para iluminar un espacio. Comparados con una lámpara incandescente llegan a iluminar de 4 a 6 veces más utilizando la misma potencia. Otro aspecto a tener en cuenta es que malgastan energía en calor. Una vida duradera mucho mayor que la incandescente, 7500 horas en condiciones normales. Se obtienen de diferentes tonalidades y se adecuan al lugar que queramos iluminar, produciendo que la visión distinga los colores tales como son realmente.
SODIO ALTA EFICIENCIA	35W A 400W	2900°K	Hasta 32,000 horas	70 lm/watt	Q.250.00 - Q.190.00	Alta eficiencia lumínica (75-105lm/W). Alto rendimiento cromático (alto rendimiento de color). Espectro lumínico que se adapta a la TV en color. Dimensiones reducidas. Buena adaptabilidad a sistemas de proyección.
HALOGENUROS METÁLICOS	20 - 2,000 W	2800°K - 5000°K	25,000 horas	3,300 - 32,000 lm / W	Q.115.00 - Q.150.00	Equipo auxiliar: sencillo coste de inversión moderado. Alta potencia, apta para altura grande y también para ambientes fríos. Reproducción más o menos fiel de los colores verdes.
MERCURIO DE ALTA PRESIÓN	80W A 400W	3800°K - 4000°K	25,000 horas	60 lm/watt	Q.250.00 - Q.190.00	Mayor durabilidad, no requieren balasto ni ignitor. Estabilidad de color durante el período de vida.
HALOGENUROS METÁLICOS CERÁMICOS	20W - 2000W	2800°K - 5000°K	De 6,000 a 15,000 horas	65-115 lm / W	Q.80 - Q.400.00	Mejor rendimiento del conjunto lámpara, luminaria y equipo auxiliar Mejor reproducción cromática
LED	2W A 400W	1000°K - 10000°K	Hasta 100,000 horas	Hasta 100 lm/watt	Q.10.00 - Q.5.000.00	Alta eficiencia lumínica (70-110lm/W). Excelente rendimiento de color. Vida útil extremadamente larga (hasta 50,000horas). Dimensiones reducidas y sustituyen cualquier tipo de incandescente, halógena, o de bajo consumo, de forma directa. No emiten en el infrarrojo, por lo que no calientan.
TUBOS LED	6W - 40W	2700°K - 6500°K	Vida útil garantizada de 30,000 horas - 60,000	Hasta 100 lm/watt	Q.20.00 - Q.415.00	Pueden sustituir de forma directa a tubos fluorescentes anulando las diferencias de color. Ahorro energético de hasta el 60% vs. tubos fluorescentes Rendimientos luminosos de hasta 100lm/W. Excelente RC. In sensibles al numero de encendidos y apagados. Soportan bien las bajas temperaturas.
DESVENTAJAS						
APLICACIÓN						
INCANDESCENTE GLS	2700°K	1000 Aproximada- mente	10-15 lm/watt	DESDE Q.5.000 - HASTA Q.100.000	Bajo rendimiento eléctrico. Tienen una baja eficiencia lumínosa Y , por lo tanto, un elevado coste. Elevada luminancia, con deslumbramiento (100x200cd/cm2) Alta temperatura de operación. Corta vida útil. Fuente brillante de operación en un espacio pequeño. No permite una gran distribución de la luz.	Actualmente se considera poco eficiente comparada con la tecnología existente, por lo que su aplicación es casi nula. Adicionalmente está prohibida su fabricación en todos los estados miembros de la Unión Europea (UE)
SODIO BAJA PRESIÓN	2100°K	Hasta 24,000 horas	30 - 180 lm/watt	Q.55.000 - Q.110.000	Reproducción cromática nula, no permiten reconocimiento de color. Su gran longitud dificulta su utilización en alumbrado por proyección.	Alumbrado urbano vial, carreteras, túneles, bodegas
FLUORESCENTES	6500°K	Hasta 10,000 horas	56-100 lm/watt	Q.55.00 - Q.490.00	Con el paso del tiempo y el consumo de horas en funcionamiento, como toda lámpara empieza a perder intensidad y comienza a producir un parpadeo que resulta molesto, y puede llegar a causar dolores debidos a la interrupción en la visión. Las luces fluorescentes se les produce un desgaste en el material producto de la corriente eléctrica alterna.	Comercio e industria
SODIO ALTA EFICIENCIA	2900°K	Hasta 32,000 horas	70 lm/watt	Q.250.00 - Q.190.00	No son buenas para encendido y apagados. Las lámparas fluorescentes cuentan con la desventaja de tardar en su encendido, ya que encienden por completo cuando se le entrega toda la potencia lumínica.	Comercio e industria
HALOGENUROS METÁLICOS	2800°K - 5000°K	25,000 horas	3,300 - 32,000 lm / W	Q.115.00 - Q.150.00	Proporciona siempre una luz uniforme en todo el espacio, sin tener problemas con los destellos deslumbrantes como otros tipos de bombillas, gracias a que la iluminación que produce es nítida y mayor.	Naves industriales, alumbrado público o iluminación decorativa
MERCURIO DE ALTA PRESIÓN	3800°K - 4000°K	25,000 horas	60 lm/watt	Q.250.00 - Q.190.00	Costo inicial elevado	Centros comerciales
HALOGENUROS METÁLICOS CERÁMICOS	2800°K - 5000°K	De 6,000 a 15,000 horas	65-115 lm / W	Q.80 - Q.400.00	Alta eficiencia lumínica muy elevada Vida útil extremadamente larga	Espacios deportivos, centros comerciales, fachadas, monumentos, retransmisiones de televisión
LED	1000°K - 10000°K	Hasta 100,000 horas	Hasta 100 lm/watt	Q.10.00 - Q.5.000.00	Duración escasa en comparación con otras HID. Funcionan en un rango limitado de posiciones. Descarga estable que implica distintas paletas de color. Precio elevado (solo para aplicaciones con prioridad en ICR).	Residencias, oficinas, centros deportivos, espacios deportivos, centros comerciales, fachadas, monumentos, industrias, bodegas,
TUBOS LED	2700°K - 6500°K	Vida útil garantizada de 30,000 horas - 60,000	Hasta 100 lm/watt	Q.20.00 - Q.415.00	Menor eficiencia lumínosa que otras lámparas HID. Contienen mercurio.	Residencias, oficinas, centros deportivos, espacios deportivos, centros comerciales, fachadas, monumentos, industrias, bodegas,

Cuadro 2.2 Fuente: elaboración propia

Capítulo 3:

Illuminación artificial de
interior y de exterior

“En las obras plásticas la armonía
nace de la luz, que da relieve y
decora.”

Antoni Gaudí



Capítulo 3. Iluminación artificial de interior y de exterior

La iluminación artificial se divide en dos grandes ramas: iluminación interior e iluminación exterior. Estas, a su vez, tienen sistemas de iluminación.

3.1 Iluminación artificial de interior

La iluminación interior de un edificio o vivienda es tan importante como los cálculos civiles de la obra o el diseño arquitectónico de la edificación. Los resultados de esta iluminación deberán ser: sensación agradable en el ambiente ante una luz clara y fresca, mayor productividad, menos visitas al médico, menos costo de energía y de mantenimiento eléctrico de las lámparas (se ahorra de un 30 a un 70 %, dependiendo de la tecnología empleada y horas de vida de las luminarias). Además, hay que sumar a todo lo expuesto el posterior beneficio ambiental.¹⁸

El arquitecto Antonio Gaudí, “El maestro de la luz”, dio mucha importancia a la luz y dotó a todos sus edificios de gran luminosidad a través de los materiales, volúmenes y colores. Para él, la luz era parte de la arquitectura.

El proyecto de iluminación en su obra de la iglesia la Sagrada Familia es un reflejo de la preocupación de Gaudí por conseguir una iluminación natural, con luminarias que deben integrarse en el templo y pasar desapercibidas.

En el interior, la luz es armoniosa y resalta la plasticidad del templo para inducir a la introspección y al recogimiento espiritual. Gaudí proyectó claraboyas por donde entra la luz natural para reflejarse en el templo, guiada a través de hiperboloides¹⁹.



Figura 3.1 Iluminación interior en el detalle arquitectónico del interior de la Iglesia de la Sagrada Familia, diseñado por Antoni Gaudí, Barcelona, España.

¹⁸ <https://www.wikipedia.org/wiki/Iluminaci%F3n>

¹⁹ <https://www.revistaluminica.es/gaudi-iluminacion-excelente/>

3.1.1 Centro Cultural Miguel Ángel Asturias

Es considerado como un templo del arte guatemalteco, cuenta con varias instalaciones que han sido testigo de distintas actividades culturales y cívicas. Así mismo, es una pieza arquitectónica, con más de 50 años de existencia, hecha por el maestro e ingeniero Efraín Recinos.



Figura 3.2



Figura 3.3

<https://ccmaa.gob.gt/noticias/el-centro-cultural-miguel-angel-asturias-conmemora-42/>

El *lobby* de la Gran Sala cuenta con una impresionante lámpara de 999 focos, justo las que requería el proyecto.

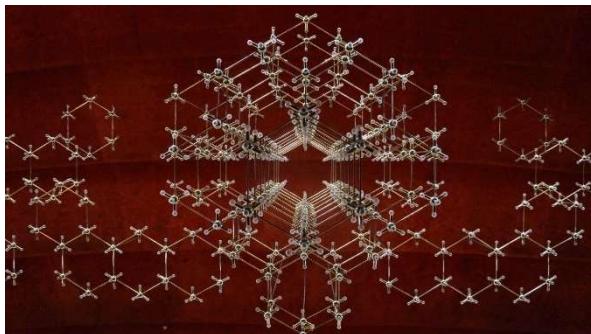


Figura 3.4 Vista desde debajo de la luminaria



Figura 3.5 Vista desde el frente de la luminaria

Fuente: <https://ccmaa.gob.gt/>



Figura 3.6 Gran Sala “Efraín Recinos” la iluminación está conformada por lámparas heptadecagonales en forma de globo. Se sabe que este concepto de alumbrado fue destacado como único por el ing.

Recinos²⁰. Fuente: <https://www.pinterest.com/pin/763923155522520538/>

²⁰ <https://aprende.guatemala.com/cultura-guatemalteca/patrimonios/installaciones-centro-cultural-miguel-angel-asturias-guatemala/>

3.2 Iluminación exterior

La iluminación exterior consistente en la iluminación de las vías públicas, parques, jardines y demás espacios, son áreas tanto de libre circulación como privadas, con el objeto de proporcionar la visibilidad adecuada para el normal desarrollo de las actividades.²¹ Como se menciona anteriormente, referente a su obra más emblemática, la iglesia la Sagrada Familia, para Gaudí en el exterior, la luz solar y artificial dota a las fachadas de gran expresividad mediante el juego de luces y sombras.

“La cualidad esencial de la obra de arte es la armonía, que en las obras plásticas nace de la luz, que da relieve, decora.”²²



Figura 3.7 Iluminación exterior (vista en dos diferentes temperaturas de color) de la Iglesia de la Sagrada Familia, diseñado por Antoni Gaudí, Barcelona, España.

Fuente: <http://ags-pmc.es/iluminacion-de-la-nave-central-de-la-sagrada-familia>

3.2.1 El edificio de EEGSA se enciende en vísperas de fin de año²³

Empresa Eléctrica de Guatemala, S.A – (EEGSA) distribuidora autorizada para los departamentos de Guatemala, Escuintla y Sacatepéquez, se une a las vísperas de fin de año para contagiar a los guatemaltecos con el espíritu de la época, inaugurando la iluminación monumental de su emblemático edificio administrativo.

EEGSA iluminó su edificio administrativo con el fin de promover la revalorización estética y cultural de la zona; generar integración social, mejorar los niveles de iluminación; incrementar la actividad turística nocturna y transmitir valores positivos a las nuevas generaciones. El proyecto fue liderado por el Arq. Gustavo Avilés, reconocido experto internacional en iluminación arquitectónica.

El edificio administrativo de EEGSA, inaugurado el 30 de noviembre de 1925, está ubicado en el corazón de la ciudad de Guatemala. Cuenta con una fachada patrimonial de 92 años, lo que lo convierte en una verdadera obra arquitectónica, ícono de la institución y de la historia del país.

²¹ <https://es.slideshare.net/olgaroberts/diseo-iluminacin-exterioreste>

²² Antonio Gaudí

²³ <https://eegsa.com/boletin-de-prensa/el-edificio-de-eegsa-se-enciende-en-visperas-de-fin-de-ano/> Guatemala, 29 de noviembre de 2017.

EEGSA consistente con su política ambiental de mitigar cualquier impacto negativo al medio, ha utilizado para esta iluminación monumental, materiales de consumo eficiente, que consta de 50 luminarios LED y tecnología lumínica de última generación. Asimismo, previniendo el deterioro arquitectónico los materiales instalados evitarán al máximo tener contacto directo con la estructura patrimonial. Los niveles de radiación lumínica se encuentran medidos fotométricamente para evitar cualquier deterioro. Los luminarios que se utilizaron poseen formas minimalistas, discretas y estéticas que guardan la naturaleza estructural del edificio.

“El encendido de nuestro edificio, es el punto de partida para el proyecto de Iluminación Monumental de EEGSA, el cual continuará en 2018 con la Catedral Metropolitana y, esperamos encontrar aliados que se interesen por seguir iluminando el resto de edificaciones monumentales como el Palacio Nacional de la Cultura, el Portal del Comercio, la Plaza de la Constitución y el Parque Centenario, cuyo diseño ya tenemos elaborado por el mismo destacado arquitecto Gustavo Avilés” indicó Jorge Alonso, Gerente General EEGSA.



Figura 3.8 Iluminación Edificio administrativo de EEGSA, Guatemala, Guatemala.

Fuente: <https://eegsa.com/boletin-de-prensa/el-edificio-de-eegsa-se-enciende-en-visperas-de-fin-de-ano/>

Perfil del arquitecto Gustavo Avilés

Nació en México D.F. en 1950 y se graduó de la Licenciatura en Arquitectura en la Universidad Iberoamericana, en 1974. Desde 1984, Avilés ha concentrado su trabajo en la iluminación arquitectónica. Es considerado un líder en el ámbito de la iluminación arquitectónica, tanto en México, como en el resto del mundo. En 1986 fundó “Lightteam”, un estudio de iluminación arquitectónica, ganador de múltiples reconocimientos, del cual es Director General.

Su dedicación y pasión por el desarrollo de la iluminación ha creado una cultura por la apreciación arquitectónica y esto ha llevado a que en su trayectoria académica coordine varios cursos de postgrado en el tema en instituciones como Universidad Nacional y Autónoma de México, Universidad Anáhuac, Universidad Iberoamericana, entre otras.

Para mayor información sobre el arquitecto y su estudio, puede visitarse <http://www.lightteam.eu/about-us/>

3.2.1 Catedral Metropolitana es iluminada por EEGSA²⁴

La Empresa Eléctrica de Guatemala, S.A – (EEGSA) inauguró la iluminación monumental de la Catedral Metropolitana como parte del proyecto “Ciudad Luz” con una inversión de más de Q4 millones 823 mil.



Figura 3.9 Iluminación edificio administrativo de EEGSA, Guatemala, Guatemala.

Fuente:<https://www.prenslibre.com/economia/vida-empresarial/catedral-metropolitana-es-iluminada-por-eegsa/>

Ciudad Luz es un proyecto diseñado, planificado y ejecutado por EEGSA desde noviembre de 2014 donde se busca iluminar distintos edificios y monumentos de la Plaza Central y cuyo diseño tuvo un costo de US\$75 mil. Tiene como fin de promover la revalorización estética y cultural de la zona; generar integración social, mejorar los niveles de iluminación; incrementar la actividad turística nocturna y transmitir valores positivos a las nuevas generaciones. El proyecto fue liderado por el Arq. Gustavo Avilés, reconocido experto internacional en iluminación arquitectónica.

La Catedral Metropolitana, fue construida entre 1782 y 1815, ubicada en el kilómetro cero de la ciudad de Guatemala, se considera el edificio más antiguo conservado en el Centro Histórico, lo que la convierte en una verdadera joya arquitectónica, ícono de los guatemaltecos.

EEGSA consistente con su política ambiental de mitigar cualquier impacto negativo al medio, ha utilizado para esta iluminación monumental materiales de consumo amigable, que consta de 127 luminarias de tecnología eficiente y de última generación

También previendo el deterioro arquitectónico los materiales instalados evitan al máximo el contacto directo con la estructura patrimonial. Los niveles de radiación lumínica se encuentran medidos fotométricamente para evitar cualquier deterioro.

²⁴ <https://www.prenslibre.com/economia/vida-empresarial/catedral-metropolitana-es-iluminada-por-eegsa/>

3.3 Luminarias y su clasificación

Mientras que las lámparas son dispositivos que producen luz, es decir, que transforman una energía eléctrica o química en energía lumínica, la luminaria es el dispositivo que distribuye, filtra o transforma la luz emitida por una o más lámparas, que incluye todos los componentes necesarios para fijarlas y protegerlas y, donde corresponda, los equipos auxiliares, así como los medios necesarios para la conexión eléctrica de iluminación²⁵. También puede contribuir a reducir el resplandor generado por la fuente de luz o proteger la lámpara de agentes externos a través de difusores.

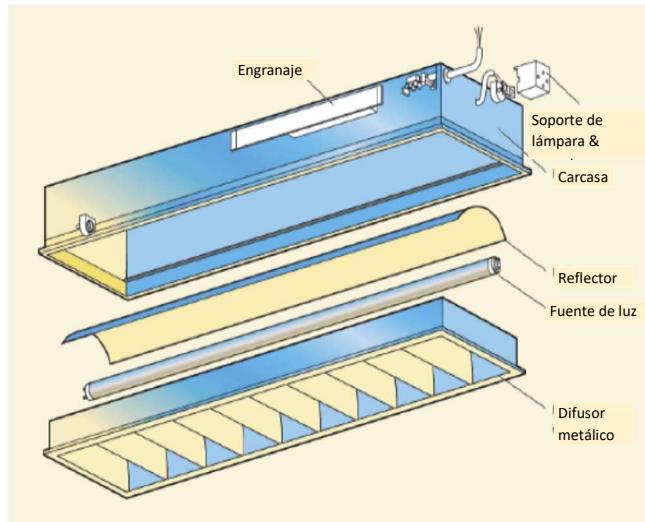
Si la luminaria es diseñada para lámparas de alta intensidad de descarga, esta contiene el sistema eléctrico o equipos para encender la lámpara y mantener la seguridad eléctrica necesaria. Estos pueden ser electromagnéticos o electrónicos, los cuales son cada día más comunes por su tamaño compacto, menor peso y sus otros múltiples beneficios significativos como la domótica, el ahorro de energía, calidad de luz y arranque de la lámpara.

El estilo y construcción del “housing” (armadura o carcasa) de una luminaria refleja la función para la cual ha sido diseñada. Puede pasar de una simple campana en aluminio para iluminación industrial hasta diseños lujosos aplicados en las mejores boutiques o para iluminación arquitectónica. Así como las lámparas, los equipos y los controles, las luminarias tienen que cumplir con regulaciones de seguridad internacionales y europeas desarrolladas por entes gubernamentales. Esto incluye para cada clase de luminaria normas estrictas y estándares acerca de seguridad eléctrica, interferencia electromagnética, protección de impacto y hermeticidad, inflamabilidad, radiación UV y otros. Todo fabricante debe expedir un documento conocido como declaración de conformidad el cual, entre otros requerimientos, debe incluir la especificación que el producto está cumpliendo. Muchos fabricantes tienen en sus instalaciones un laboratorio donde realizan pruebas a sus productos, determinando las especificaciones relevantes. Sin embargo, realizar estas pruebas en otros laboratorios certificados puede ser requerido para confirmar su confiabilidad. Los fabricantes llevan toda la responsabilidad legal por daños causados a terceros por la falta de confiabilidad en sus productos.

Figura 3.10

Componentes básicos de la luminaria

Fuente: Fundamentos sobre la luz y la iluminación, Philips Lighting, mayo 2017



La amplia diversidad de luminarias puede ser subdividida en varias categorías, en las cuales cada una tiene aplicaciones específicas. A continuación, un resumen de los diferentes tipos y sus usos:

²⁵ CIE 1986

3.3.1 Luminarias de interior:

3.3.1.1 Aplices de pared

Estos apliques de pared son ideales para usarlos en:

- Zonas de paso, como pasillos y recibidores.
- Cabeceras de cama cuando la habitación es muy reducida, para conseguir el efecto lumínico igual a como si se tuviera una lámpara en la mesa de noche, crear una iluminación tenue que nos permita conseguir una relajación especial.
- Salita o zona de lectura, en lugar de una lámpara de pie, si los instalamos a la misma altura.
- En pequeñas zonas oscuras, que no cuenten con iluminación natural
- En las escaleras, son una buena opción para dotar a estos espacios de luz suficiente.

Si quisiéramos que la luz se difumine en toda la habitación, la distancia entre el techo de la estancia y el aplique debe ser de unos 30 o 50 centímetros. Si dejamos menos espacio, reflejará en el techo y perderá luminosidad útil.



Fuente: Catálogo Lámparas Decorativas, Philips

3.3.1.2 Empotrables en cielo falso

Las luminarias empotrables en cielo falso, la mayoría son para luz general y se pueden utilizar en todos los ambientes de una vivienda, tales como:

Sala, comedor, cocina, estudio, dormitorios, áreas de servicio, garaje, lo que cambiará, según el ambiente en el que se instale, es el color de luz, el cual lo veremos más adelante.

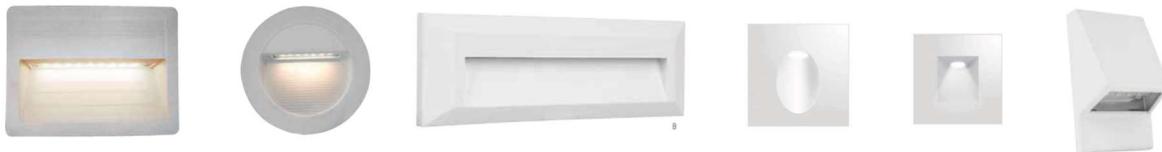
También existen los empotrables de diámetro pequeño que los podemos utilizar para luz direccional o de acento



Fuente: Catálogo Smartled 2019, Philips

3.3.1.3 Luz de cortesía

La luz de cortesía es solamente para utilizarlas en áreas de paso, como gradas, pasillos o caminamientos exteriores en jardines, ya que la iluminación es muy tenue.



Fuente: Catálogo Tecno Lite 2019

3.3.1.4 Spots o proyectores

Son luces directas, muy dirigidas hacia un punto concreto, donde se realiza una actividad específica, sea leer, preparar la comida, iluminar los cuadros, objetos decorativos, esculturas o recorrido en pasillos.



Fuente: Portafolio CAM 2018, Philips

3.3.1.5 Suspendidas

La mayoría de las luminarias suspendidas son solamente decorativas, son más utilizadas en vestíbulos de doble altura, en la zona de estar de la sala, sobre la mesa de comedor, en la o mesa de preparación en la cocina, sobre la cama del dormitorio y sobre el escritorio del estudio u oficina en una vivienda.



Fuente: Catálogo Lámparas Decorativas, Philips

3.3.1.6 De sobreponer en techo

Estas luminarias son para luz general y se pueden utilizar en todos los ambientes de una vivienda, tales como:

Sala, comedor, cocina, estudio, dormitorios, áreas de servicio, garaje, lo que cambiará, según el ambiente en el que se instale, es el color de luz, el cual lo veremos más adelante.



Fuente: Catálogo Tecno Lite 2019

3.3.1.7 De lectura

Estas luminarias se utilizan para que ilumine directamente el libro, además de una luz ambiental general. La podemos instalar junto a la cama, algunas tienen un brazo flexible y dirigible, que da luz sin causar deslumbramiento.

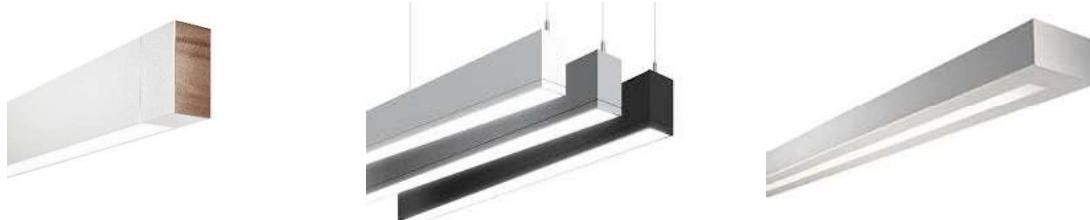


Fuente: 1 y 2, Lámparas Decorativas, Philips.

Fuente: 3 y 4, Catálogo Tecno Lite 2019

3.3.1.8 Lineales

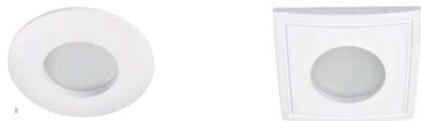
Están diseñadas para utilizarse en cielos suspendidos, “*gypsum*” (tabla yeso), de sobreponer en techos y muros o colgantes; provistas con cómodos difusores para una amplia gama de aplicaciones. Por su diseño es ideal para el estudio de una vivienda, oficinas, centros comerciales, hospitales, escuelas y otros usos de índole general.



Fuente: Catálogo Tru Groove Linear Ledalite, Philips

3.3.1.9 A Prueba de vapor

Son ideales para ambientes húmedos, en la ducha del baño de una vivienda



Fuente: Catálogo Tecno Lite 2019.

y las más grandes en donde también para ambientes húmedos y condiciones exigentes como donde no se tiene iluminación ni ventilación natural como en los sótanos.



Fuente: Catálogo Smartled, Philips

3.3.1.10 Industriales

Con estas luminarias se obtiene un rápido retorno sobre la inversión se utilizan en bodegas, salones de convenciones, arenas deportivas en interiores, áreas de producción y áreas generales con alturas superiores a 4 metros. También como reemplazo a luminarias HID en industria y comercio. Su versatilidad permite instalarla de forma superficial o suspendida por medio de cables de acero.



Fuente: Catálogo Smartled 2019, Philips

3.3.1.11 Iluminación de colores

La luz blanca de alta calidad se utiliza para una gama de negocios, minoristas, hospitales y otras aplicaciones. Con la iluminación de colores se pueden transformar espacios con saturación intensa o acento dinámico. Adecuado para aplicaciones específicas, incluida la iluminación indirecta, e iluminación de tareas²⁶ (estos sistemas de iluminación los veremos en el siguiente capítulo). Cada situación crea diferentes escenarios en la iluminación residencial, como se muestra a continuación:

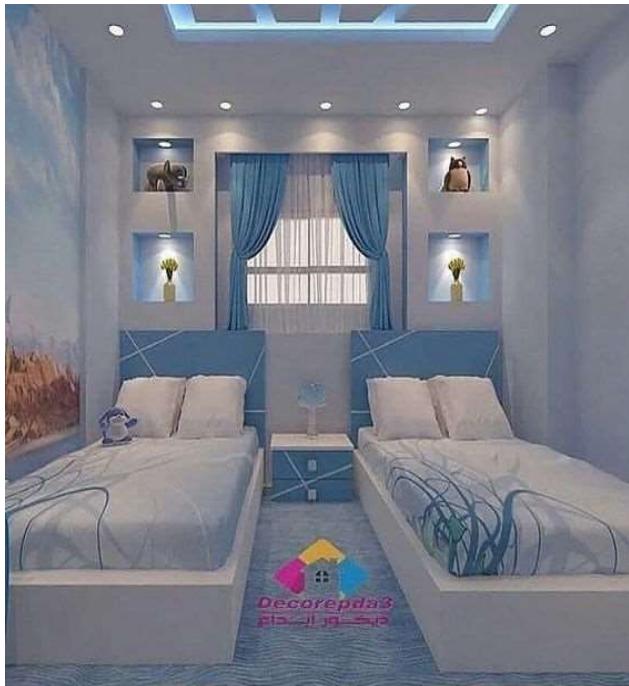


Figura 3.11 Dormitorio para niños

<https://www.pinterest.com/pin/311170655503110874/>



Figura 12. Sala moderna de televisión

<https://www.pinterest.com/pin/841610249100704537/>



Figura 3.13 Cocina moderna

<https://www.pinterest.com/pin/692780355169720701/> <https://www.pinterest.com/pin/442126888399035285/>



Figura 3.14 Sala de estar más pecera

²⁶ Philips Lighting. *Professional Lighting Solutions, catálogo Vaya.*

3.3.2 Luminarias de exterior

3.3.2.1. Apliques

Estos son ideales para usarlos en: el ingreso de la vivienda, la terraza o estar exterior, en pasillos exteriores, en las escaleras exteriores, esto también contribuye con la cuestión de seguridad.



Fuente: Catálogo Lámparas Decorativas, Philips

3.3.2.2 Empotrables en piso

Las aplicaciones son en: caminamientos, a un costado de muros para hacer un baño de luz en ellos, al pie de los árboles para crear un efecto especial al moverse con el viento las ramas, al pie de una columna para resaltarla, tiene un efecto decorativo importante, a la vez que nos define y describe esa parte del jardín o exterior.



Fuente: Catálogo Tecno Lite 2019

3.3.2.3 Balizas de navegación

Las balizas para la señalización de obstáculos fijos se colocan en todas las estructuras que pueden presentar un peligro para los aeromóviles y helicópteros, en las proximidades de los aeropuertos o helipuertos como también en obstáculos que sobresalen en una zona de circulación de aviones y helicópteros, como antenas radio, edificios, chimeneas, líneas de alta tensión, o cualquier otro objeto con estructura abierta u opaca.²⁷



Fuente: Catálogo Schneider Electric Lighting

²⁷ https://es.wikipedia.org/wiki/Baliza_de_señalizaci%C3%B3n_de_obst%C3%A1culos_fijos

3.3.2.4 Columnas de luz y bolardos

Estas luminarias añaden una medida de refinamiento y originalidad a cualquier diseño, completan un entorno y unen elementos arquitectónicos para crear un efecto armonioso que diferencia los proyectos. Son perfectamente adecuados para adornar y mejorar la comodidad del ingreso y los jardines de una vivienda, parques, plazas, pasarelas, sitios de actividades recreativas, áreas peatonales, caminos, senderos y entradas de edificios.²⁸



Fuente: Bollard & Light Columns Series, Philips

3.3.2.5 Luminarias sumergibles

Las luminarias sumergibles led las podemos utilizar en cascadas para jardín, cortinas de agua, iluminación de piscinas, fuentes para jardín, siempre que estas posean un voltaje de entrada bajo y un grado de protección totalmente sellado y adecuado para inmersión prolongada en agua bajo las especificaciones del fabricante.



Fuente: Catálogo Tecno Lite 2019

²⁸ Bollard & light columns series, Philips Lumec

3.3.2.6 Proyectores

Los proyectores se utilizan para iluminación deportiva y de grandes áreas, como estadios deportivos profesionales, de deportes recreativos y arenas que soporta los últimos estándares de transmisión de TV y cuenta con una plataforma de control de última generación, son compatibles con sistema de control DMX (Digital Multiplex), que es un moderno protocolo de comunicaciones lo que permite realizar efectos complejos de iluminación para *shows*, espectáculos y eventos deportivos. También se utilizan en áreas industriales, parqueos, campos deportivos y recreativos, áreas de logística, plataformas de aeropuerto, puertos marítimos y patios de contenedores, fachadas de edificios, terminales de transporte, autopistas, campos de prácticas de golf, iluminación general de bañado de luz e iluminación de cartelera.



Fuente: Portafolio CAM 2018, Philips

3.3.2.7 Alumbrado de vías públicas

Se aplica inicialmente a los proyectos de carreteras y calles para automóviles, también aplicaciones interactivas de iluminación utilizadas para crear espacios más habitables, reduciendo los gases de efecto invernadero a nivel mundial y los costos de energía a través de la eficiencia de un diseño.



Fuente: Philips. Portafolio CAM 2018

3.4 Sistemas de iluminación²⁹

Un sistema de iluminación hace más que revelar nuestros alrededores para que seamos capaces de trabajar de manera eficiente y segura. Hoy día la iluminación también es entendida como una forma de crear atmósferas agradables y como un medio para proporcionar confort en donde trabajamos y vivimos. La iluminación acentúa las características funcionales y decorativas de un espacio, así como sus proporciones. No existe solo para mejorar nuestra percepción visual, sino también para influenciar nuestras emociones: ambientes cálidos o fríos, dinámicos o tranquilos, felices o solemnes. Esta es la tarea del diseñador de iluminación, quien logra sus objetivos creando a través del diseño de iluminación espacios confortables o estimulantes.

3.4.1 Iluminación general

La iluminación general proporciona un nivel uniforme sobre una superficie grande. El requerimiento para una buena distribución de la luz general es primordialmente tener una iluminación horizontal sin sombras.



Figura 3.15 Iluminación general

Fuente: <http://deledpro.com/>

²⁹ Philips Lighting. *Fundamentos sobre la luz y la iluminación*. Mayo 2017

3.4.2 Iluminación de tareas

Se utiliza para áreas específicas de trabajo como escritorios y mostradores. La iluminación de tareas es independiente de la general, proporcionando una luz de mejor calidad para tareas específicas focalizada directamente en el área de trabajo. La mayoría de las luces para tareas son direccionales y locales, como se muestra en las figuras 3.9 y 3.10



Figura 3.16

Fuente: <https://www.pinterest.com/pin/292452569555967328/>

Figura 3.17

3.4.3 Iluminación de acentuación

La iluminación de acentuación es utilizada para resaltar características específicas dentro de un espacio tales como las obras de arte, espejos (figura 3.11), una pintura (figura 3.12) u otros (figura 3.13). Este tipo de iluminación no debe crear altos niveles de resplandor y brillo.

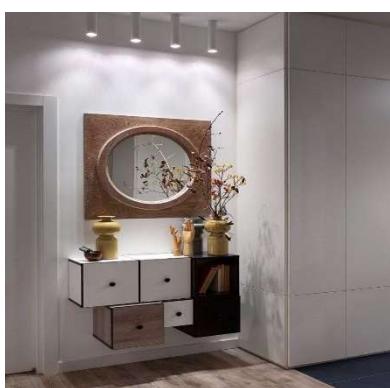


Figura 3.18

Figura 3.18 Fuente: <https://www.pinterest.com/pin/247768416988233662/>

Figura 3.19

Figura 3.19 Fuente: <https://www.pinterest.com/pin/213146994844518470/>

Figura 3.20

Figura 3.20 Fuente: <https://www.pinterest.com/pin/1337074878974492/>

3.4.4 Iluminación de ambiente

La iluminación ambiental es utilizada para darle carácter a espacios de trabajo (figura 3.24 y figura 3.25) o residenciales (Figuras 3.21, 3.22 y 3.23). Generalmente se caracteriza por la combinación de la iluminación general, arquitectónica, de tareas y de acentuación para crear atmósferas específicas en un espacio.

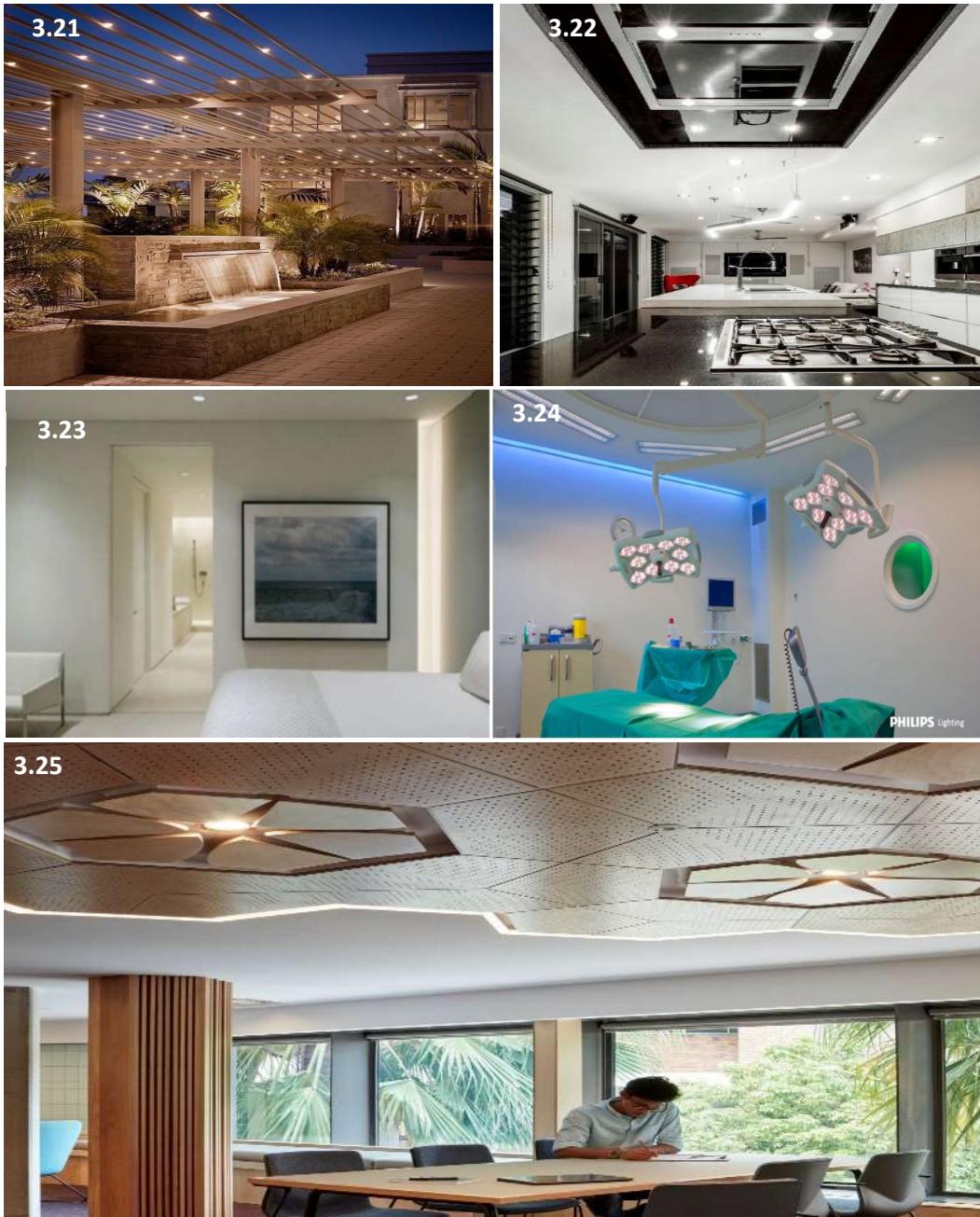


Figura 3.21 Iluminación de ambiente residencial. Fuente: <https://www.pinterest.com/pin/809522101749192169/>

Figura 3.22 Iluminación de ambiente residencial. Fuente: <https://www.pinterest.com/pin/718183471804168130/>

Figura 3.23 Iluminación de ambiente residencial. Fuente: <https://www.pinterest.com/pin/794674296728513716/>

Figura 3.24 Iluminación de ambiente área de trabajo. Fuente: Presentación Philips Lighting, Escuela de iluminación, Guatemala

Figura 3.25 Iluminación de ambiente área de trabajo. Fuente:<https://educationsnapshots.com/projects/5183/queensland-university-of-technology-gardens-point-campus-d-block-collaborative-learning-space/>

3.4.5 Iluminación arquitectónica

La iluminación arquitectónica se caracteriza porque pretende acentuar las características y elementos específicos de un espacio en general, como sus paredes, techos, pisos, en vez de los objetos presentes. Las luminarias para este tipo de iluminación usualmente producen modestas cantidades de luz y normalmente son escogidas por su apariencia y diseño, y son apoyadas por luminarias complementarias que proporcionan una iluminación general o de tareas. A continuación, algunos ejemplos:

Oficinas de Philips Lighting en Eindhoven, Países Bajos

La firma LAVA diseñó un nuevo espacio de reunión en la sede de esta empresa de electrónica. La luz dorada brilla a través de un dosel de hojas para crear un espacio de reunión único en el atrio de la nueva sede de Philips Lighting. Las luces inteligentes en el "árbol" diseñado paramétricamente (figura 3.19), compuesto por 1500 "hojas" generan diferentes escenarios, impulsando la comunicación, el intercambio y el bienestar para el personal y los visitantes. Se desarrollan actividades básicas como exposiciones, salas de reuniones, cafetería, charlas públicas y reuniones de personal. Es la entrada al nuevo Centro de aplicaciones de iluminación de Philips, cubriendo todo el techo del atrio, la escultura demuestra el comportamiento de la luz, tanto natural como artificial: reflexión, difusión y emisión.

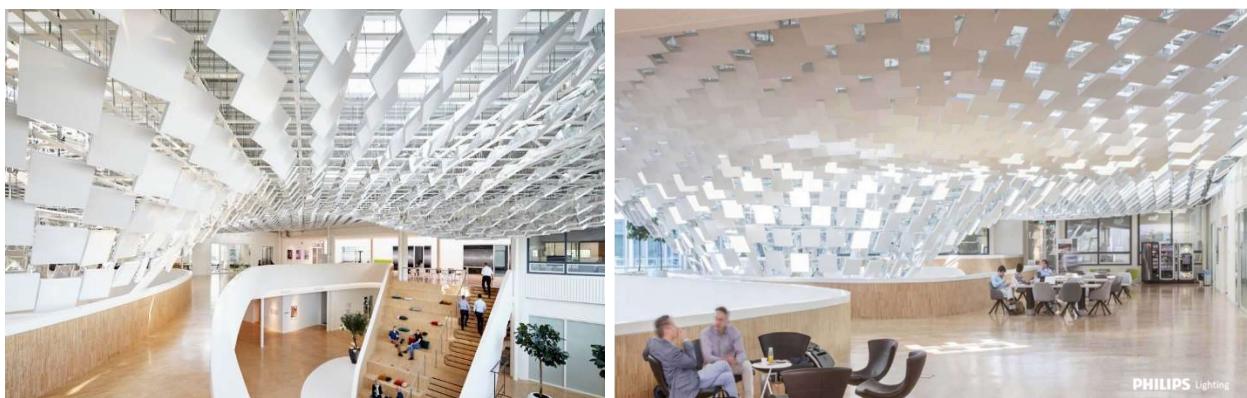


Figura 3.26 Philips Lighting Offices – Eindhoven, Netherlands. Fuente: Presentación Philips Lighting, Escuela de iluminación

Campus Frisco del Centro de Medicina Ortopédica y Deportiva del Rito Escocés para Niños

La firma HKS completó este proyecto para satisfacer la creciente demanda en el área del norte de Dallas, Texas. En el nuevo campus se resaltan las formas de la estructura con la iluminación (figuras 3.12 y 3.13) para mejorar la experiencia del paciente.



Figura 3.27

Scottish Rite for Children Orthopedic and Sports Medicine Center's Frisco Campus, North Dallas, Texas
Fuente: <https://lifestylefrisco.com/giveforfrisco/scottish-rite-for-children-orthopedic-and-sports-medicine-center/>

Con la iluminación arquitectónica podemos resaltar detalles y fachadas de las residencias, generando mayor impacto y visibilidad, distinguiéndose de las demás.



Figura 3.29 Fuente: <https://casaydiseno.com/iluminacion-exterior-jardines-modernos.html>



Figura 3.30

Fuente: <https://www.homify.cl/10-ideas-para-iluminar-el-exterior-de-la-casa>



Figura 3.31

Fuente: https://www.homify.com.mx/libros_de_ideas/5827381/libros_de_ideas/1588724/

Capítulo 4:

Lineamientos por seguir
para un adecuado
diseño de iluminación

“La luz que alcanza la máxima armonía es la inclinada a 45°, la cual no incide sobre los cuerpos ni perpendicularmente ni horizontalmente; esta luz, que es la luz media, da la más perfecta visión de los cuerpos y la más matizada valoración. Esta luz es la mediterránea...”

Antoni Gaudí



Capítulo 4. Lineamientos por seguir para un adecuado diseño de iluminación

En la actualidad, parte de una buena planificación es crear edificaciones verdes, las cuales pueden definirse como estructuras que usan procesos ambientalmente responsables y el uso de recursos eficientes en todo su ciclo de vida. En consecuencia, el análisis está ahora orientado alrededor de cómo las edificaciones verdes pueden generar: Prioridades económicas, tanto en reducción en el uso de la energía, así como reducción en las emisiones de carbono, utilizando la iluminación con tecnología LED.

Reducción en el uso de energía:

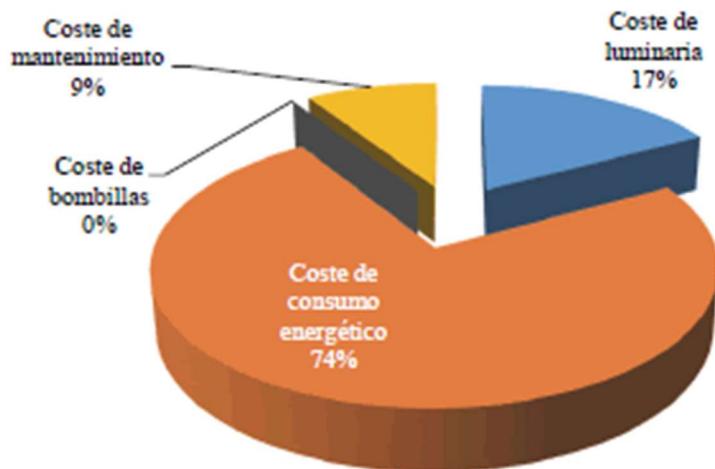


Figura 4.1 Distribución porcentual del coste total de un led

Fuente: <http://www.scielo.org.co/scielo.php>

Reducción en las emisiones de carbono

Los LED utilizan, por lo general, menos energía en una aplicación determinada en comparación con las fuentes halógenas y fluorescentes tradicionales. Por tanto, el consumo de kW/hr por año es inferior, lo que contribuye a reducir las emisiones globales de CO₂.³⁰

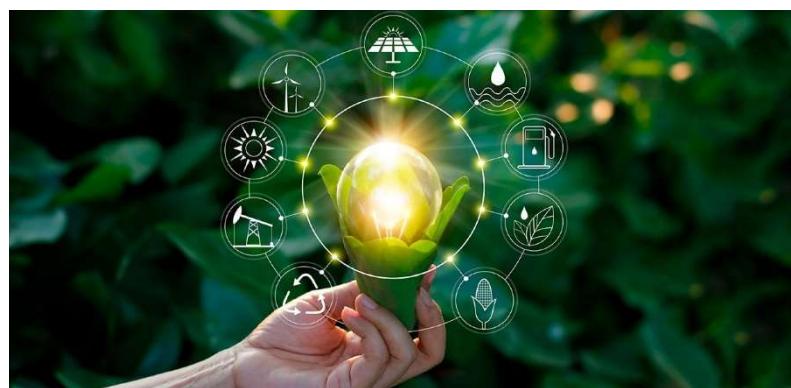


Figura 4.2 Fuente: <https://www.endesa.com/es/conoce-la-energia/>

³⁰ <https://www.lighting.philips.es/soporte/soporte-de-productos/preguntas-frecuentes/the-environment/how-can-led-lighting-help-reduce-co2-emission>

4.1 Factores que influencian un diseño de iluminación³¹:

Nivel de iluminación: Para cada ambiente de una residencia se necesita diferente cantidad de luz (se mide en luxes), a continuación, se sugieren algunos niveles de iluminación residencial:

EXTERIORES	
Calle en zona residencial	4 a 7 Lux
Plazas o jardines	10 a 20 Lux
Estacionamiento	50 Lux
INTERIORES: Residencial	
Estar: iluminación general	100 Lux
iluminación localizada	200 Lux
lectura, escritura, etc.	400 Lux
Dormitorio: iluminación general	200 Lux
Cocina: iluminación general	200 Lux
iluminación de la mesa	500 a 800 Lux
Baño: iluminación general	100 Lux
iluminación sobre el espejo	200 Lux

Cuadro 4.1 Niveles de iluminación residencial. Fuente: elaboración propia en base a Presentación Philips Lighting, Escuela de iluminación, Guatemala 2018

Uniformidad: es la relación entre los diferentes valores máximo, mínimo y medio producidos por un sistema lumínico



Figura 4.3. Fuente: https://www.homify.com.mx/libros_de_ideas/112629/

Ahorros de energía: alrededor del 35% de toda la electricidad utilizada en la mayoría de las edificaciones corresponde a la iluminación, lo que convierte en uno de los puntos más interesantes para ahorrar energía.

³¹ Fuente: Elaboración propia en base a Presentación Philips Lighting, Escuela de iluminación, Guatemala 2018

4.2 Factores por tomar en cuenta para un adecuado diseño de iluminación³²

- Generar niveles de iluminación adecuados para cada espacio.
- Balance entre luz natural y luz artificial.
- Ahorro de energía garantizado
- Luminarias compatibles con arquitectura y acabados de cada espacio.
- Luminarias escogidas, únicas en muchos casos, para responder a las características de un proyecto.
- Lograr 100% los requerimientos relacionados a iluminación dentro de energía y atmósfera, e innovación y diseño.
- Un sistema inteligente de iluminación que pueda ser aplicado para el control total de la iluminación, buscando generar los niveles de iluminación correctos y consumos que ayudarán a garantizar bajos costos.
- Sistemas de alta eficiencia 100% controlable.
- Para proyectos específicos, sistemas de control en red, bajo protocolo como dali (Dynamilite) y controles como standalone (OccuSwitch)

4.3 Factores condicionantes de un diseño de iluminación

- Destino de los espacios
- Distribución y tipo de actividades
- Elementos arquitectónicos
- Escala/puntos de observación / distancia
- Materiales de terminación / acabados
- Condicionantes constructivas
- Coordinación con otros acondicionamientos
- Equipamiento
- Color de luz / luz de color
- Necesidad de información
- Orientación / seguridad
- Flexibilidad
- Diferenciación espacial y temporal de la iluminación
- Mantenimiento

La iluminación como parte integral del diseño global y su entorno debe lograr un entorno visual:

- Que apoye a la persona en su actividad
- Que contribuya a su bienestar
- Que tenga en cuenta sus necesidades personales
- Que armonice con el efecto de la arquitectura

³² Presentación Philips Lighting, Escuela de Iluminación, Guatemala 2018

A continuación, se detallan los objetivos del diseño de iluminación:

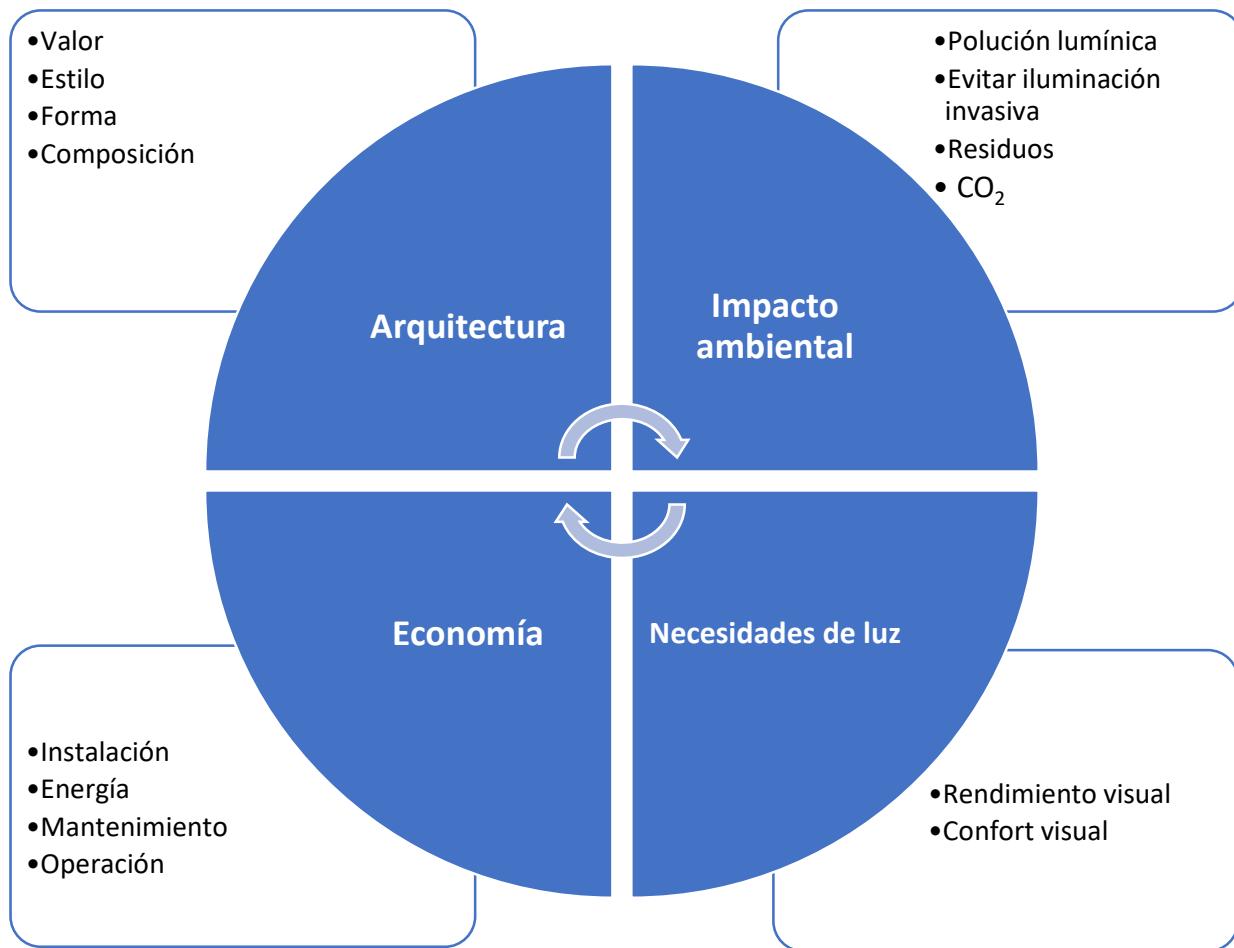


Figura 4.4 Fuente: Elaboración propia en base a *Acondicionamiento lumínico*
<https://docplayer.es/52959618-Iluminacion-artificial.html>

4.4 Factores por tomar en cuenta sobre cómo iluminar los diferentes ambientes de una residencia:

4.4.1 Recibidores, pasillos y escaleras:

Se organiza a partir de una buena fuente de luz, clara y sin sombras. Sin embargo, se puede pensar la iluminación de estas áreas también desde lo decorativo, acompañando la función práctica que tiene la iluminación en estos espacios



El recibidor

Debe ser general y cálida, se deben evitar las sombras. Puede provenir de una lámpara de techo o pared, pero también se puede utilizar una lámpara de pie o mesa ofreciendo una decoración más cálida. Por supuesto cualquiera sea la elección se debe evitar cualquier zona oscura o sombras marcadas. En grandes espacios puede que una luz general se pueda acompañar por alguna lámpara de mesa o de pie. En pequeños recibidores una lámpara de techo o pared es suficiente.

Figura 4.5 <https://www.pinterest.com/pin/729090627158995884/>



Escaleras

Deben estar muy bien iluminadas preferentemente desde arriba y evitando sombras. Debe poder encenderse tanto de arriba como de abajo. Por norma, las escaleras deben contar con luz natural, proveniente de una ventana.

Figuras 4.6

<https://www.pinterest.com/pin/418131146654016728/>



Pasillos

Aportan luz de ingreso a cada una de las habitaciones, debe ser una luz uniforme, puede ser una luz más tenue. Referente a la colocación de las luces, depende de la altura de techos. Si es un techo bajo, colocaremos los focos directamente en el techo o en la parte superior de las paredes, llenando de luz la totalidad del pasillo. Por el contrario, si el techo es muy alto conviene ubicar los focos a una mayor distancia del techo y apuntando hacia abajo para evitar el efecto "túnel".

4.4.2 La sala de estar

Será la más variada y flexible de entre todas las habitaciones de la casa. Por tratarse de un espacio de múltiples usos requiere pensar con cuidado los tipos de luz que se colocarán. Como regla básica una sala de estar interior requiere de una luz general suave, cálida o neutra. Esta luz servirá como fondo, mientras se planifica también los otros tipos de iluminación que van muy bien con esta área.

Con lámparas complementarias en sillones y otros sitios de interés, colocaremos algo de iluminación puntual, que sirva tanto para usos definidos como lectura, actividades, juegos, como para dar clima y calidez al ambiente. Es recomendable instalar más de una lámpara en las diferentes áreas.

Una vez definidos estos dos tipos de luces (general y puntual) podemos tomarnos el tiempo para pensar si vamos a iluminar algún objeto en particular, como un cuadro, una columna o una escultura. Es dentro de la sala de estar donde más se pueden utilizar los recursos estéticos en la colocación de luces artificiales, disponiendo los tipos de luces de exposición y decorativa.



Figuras 4.7 Fuente: <https://www.pinterest.com/pin/578360777127563956/>

4.4.3 El comedor

La principal función de la luz en el comedor es iluminar la mesa, generalmente desde una fuente ubicada directamente encima de la misma. Como norma general la luz debe ser clara, pero sin que moleste a los ojos ni produzca sombras sobre los comensales o los alimentos. Se debe tener cuidado también de utilizar lámparas muy bajas con luces que irradién mucho calor, ya que con el calor podrían alterar los alimentos o molestar la vista de los usuarios. El brillo excesivo también es molesto.

Para crear un conjunto más flexible y decorativo, la luz general puede combinarse con algún tipo de iluminación lateral: Un aplique de pared, una lámpara de pie o sobre alguna mesa auxiliar. El uso de un interruptor de intensidad o *dimmer* a la llave de encendido, permite lograr una mayor flexibilidad en el uso de los recursos lumínicos y apuesta a generar distintos climas, incluso incorporando velas a la decoración sin problema.

Algunas ideas de iluminación para el comedor:

- Se dice que una buena iluminación es aquella que permite realizar el color y la textura de los alimentos y el buen aspecto y apariencia de los comensales.
- Cuando elijas una lámpara ten presente el tamaño y la forma de la mesa, así como su diseño. Es muy importante que exista una coherencia entre mesa y lámpara.
- Una mesa alargada puede iluminarse con dos o más lámparas en línea. Dos en cada extremo de la mesa puede ser un recurso interesante si se desea una decoración teatral y con mucha presencia.
- Una araña con mucha presencia no es compatible con espacios chicos o mesas pequeñas.
- Si la mesa es de vidrio ten en cuenta que algunas lámparas pueden producir reflejos sobre la misma.



Figuras 4.8 Fuente: <https://www.pinterest.es/pin/54606214213129846/>

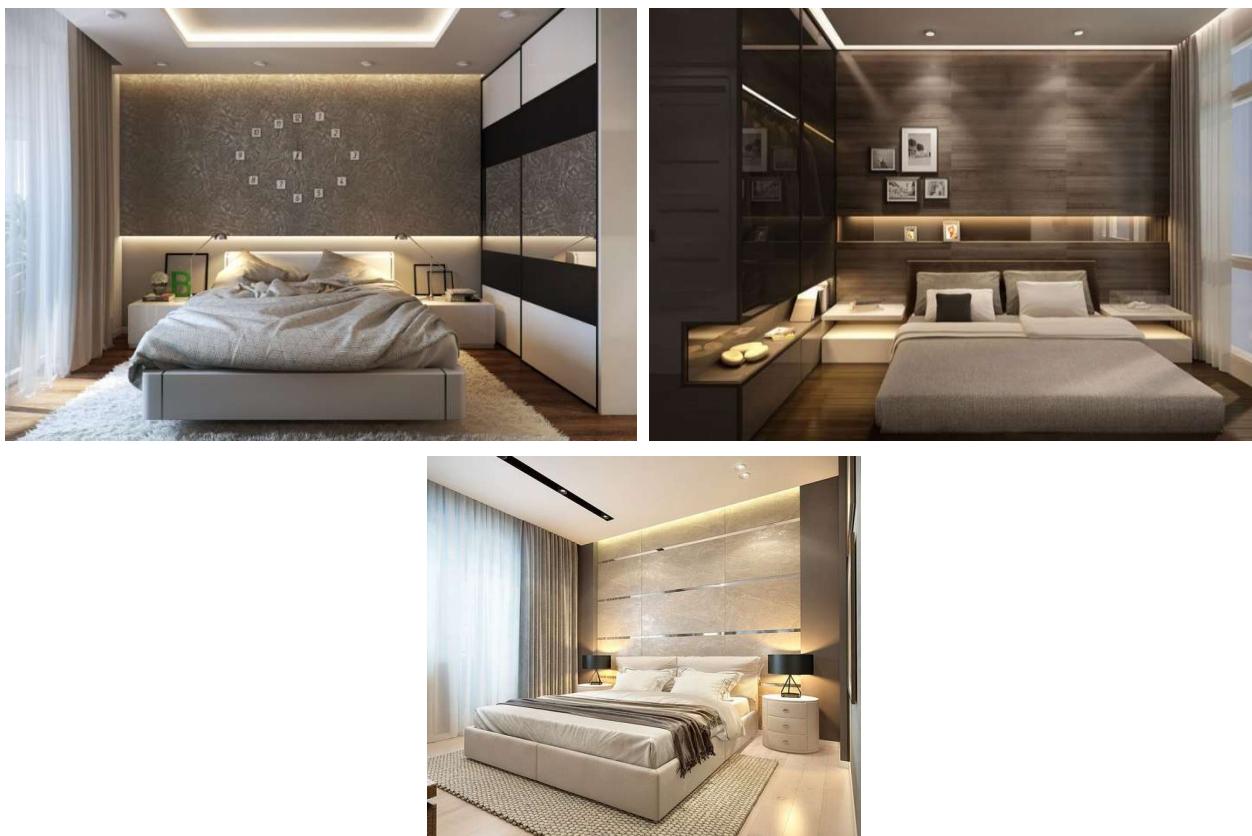
4.4.4 El dormitorio:

Se requiere combinar una buena luz de lectura en el área de la mesa de noche con una luz general clara y agradable que evite las sombras y permita realizar tareas generales y circular sin problemas. La luz general puede estar dada por un aplique de techo o lámpara colgante, preferentemente como iluminación indirecta (que apunte al techo y de allí se refleje) lo cual generará una luz suave y sin sombras.

Para prescindir de la clásica luz colgante se puede utilizar una lámpara de pie o de mesa. La luz general debe poder encenderse desde la entrada del dormitorio o en todo caso estar inmediata a la puerta.

La luz de lectura se acostumbra a colocar sobre la mesa de noche, sin embargo, se puede disponer también sobre la pared -encima o al lado de la cama- o colgado del techo permitiendo que la mesa de noche quede despejada para apoyar libros u otros objetos. Las lámparas de lectura con pantallas y brazos articulados son más flexibles que las fijas. Si se duerme en una habitación con otras personas se debe tener cuidado de elegir un tipo de lámpara y una ubicación que no moleste a los demás.

Las habitaciones infantiles pueden necesitar una luz más general y quizás una luz de estudio sobre el escritorio o área de lectura. Si la habitación es para más de una persona se requerirá una luz de noche independiente a cada una. Si se tiene un vestidor es necesario iluminarlo de manera general y con una luz bien potente. Las zonas de maquillaje o cualquier otra actividad complementaria (estudio, trabajo) se tendrán que iluminar de forma independiente.



Figuras 4.9 Fuente: <https://www.pinterest.es/pin/553379872946369561/>

4.4.5 La cocina:

Tanto la iluminación como la instalación eléctrica serán temas de prioridad en la construcción o decoración de una cocina. El sistema de iluminación ideal es aquel que puede integrar luz general con luz puntual. Se necesita una luz general que nos permita desplazarnos y ver sin problemas en estantes y cajones, pero también será de suma importancia la luz puntual que se dispondrá sobre las diferentes áreas de trabajo. Cada área (preparación de alimentos, cocción, comedor, y otras) podría tener su iluminación sectorizada.

La luz general será clara y se debe evitar las sombras. La mejor opción es la luz de centro, si vas a colocar tubos o luces descentradas se debe evitar hacerlo demasiado cerca de las paredes, pues podrían provocar sombras molestas. La luz puntual vendrá de arriba, de lámparas colgantes o luces empotradas bajo la alacena. Las lámparas colgantes serán de luz clara y estarán a una altura que permita una buena iluminación sin sombras ni resplandores. Bajo la alacena es el mejor lugar para colocar luces que no molesten a la vista y que iluminen con claridad el trabajo. Si la cocina cuenta con una mesa comedor o isla central, ambas en cada caso pueden ser iluminadas con una luz puntual desde el techo.



Figuras 4.10

Fuente: https://www.pinterest.es/pin/Adp-bN9cPfl7qsNHuyaRASrOxH_WP7nipYmPQVF75x6t5Ne9R8cA3Vs/

4.4.6 El baño:

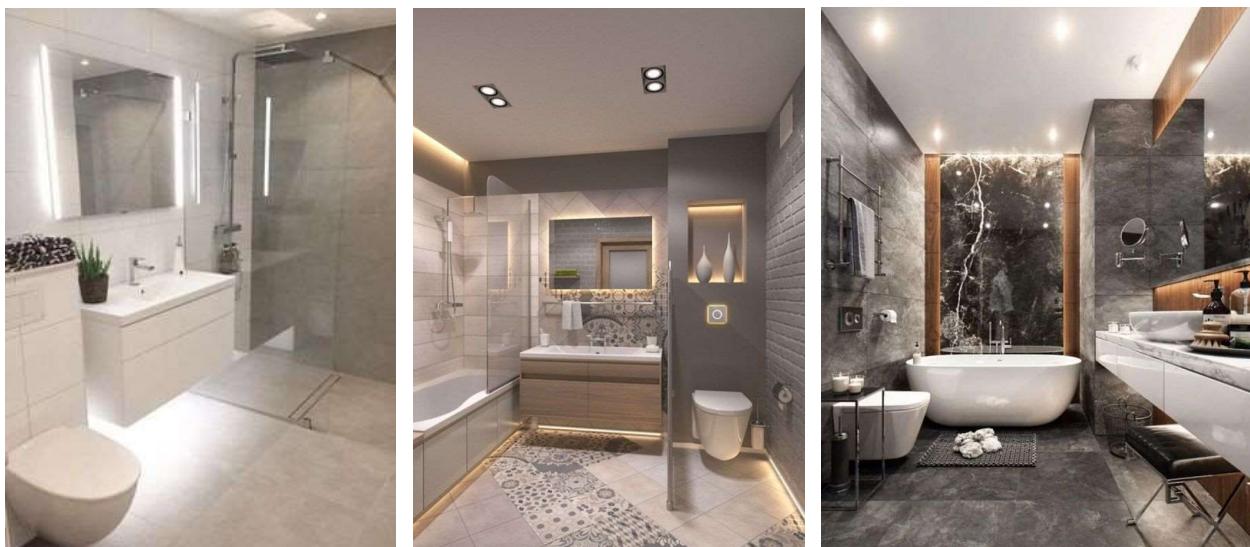
Debe ser práctica y funcional. La principal fuente de luz estará alrededor del tocador y el espejo. Esta luz puntual debe colocarse preferentemente a los laterales del espejo, evitando cualquier sombra sobre la cara, especialmente para que las mujeres puedan maquillarse correctamente. Si se desea poner una luz por encima del espejo, se debe colocar un aplique alargado o con varias lamparitas, estos ayudan a eliminar sombras. Cuidado con las luces empotradas en el techo justo sobre el lavabo, ya que provocarán una sombra molesta sobre la cara.

Como complemento de la iluminación puntual se puede colocar una luz general colgando del techo. Mientras que en un baño pequeño la luz alrededor del espejo suele ser suficiente, en baños más grandes hay que pensar en un esquema lumínico más abarcador.

La luz natural es tan necesaria para un baño como la luz artificial. En todo momento se debe tener cuidado de no utilizar ningún elemento en la decoración que obstruya el ingreso o circulación de luz natural. La luz debe fluir por todo el baño con total libertad. Utiliza vidrios espejados en las ventanas para no perder la intimidad, pero tampoco la luz.

Algunas ideas de iluminación para el baño:

- El color ideal para potenciar la luminosidad en baños es el blanco, agranda visualmente el espacio, refleja muy bien la luz y da sensación de higiene.
- Las superficies brillantes reflejan mejor la luz, las cerámicas o azulejos blancos brillantes son un clásico para baños chicos.
- La iluminación de un baño puede ser un excelente aliado para acabar con los supuestos básicos. Para salir del clásico baño podemos utilizar lámparas con pantallas, tanto en los apliques de pared como en la luz de centro.
- Los artefactos de luz de estilo o diseño imprimen un aspecto personal y sofisticado.
- El baño permite un tipo de luz más teatral. La luz amarilla no molesta si se trata de un baño para visitas, en cambio el baño principal o de uso diario, requiere una luz clara preferentemente con lámparas de temperatura de color blanco o luz de día.
- Algo para tener en cuenta en el uso del baño para maquillajes es que no todas las luces respetan los colores. En este caso la más recomendada es la luz neutra.
- Si el baño es amplio o la bañera está en un área o nivel aparte, será importante iluminar de forma independiente y no necesariamente tiene que ser clara, una luz decorativa, cálida, un aplique de pared que suministre una luz rasante o cualquier alternativa decorativa puede ser tomada en cuenta. Un *dimmer* que permite graduar la intensidad de la luz es una buena opción, especialmente si se va a iluminar un *jacuzzi*.



Figuras 4.11 Fuente: <https://www.pinterest.com>

4.5 Proceso de diseño de iluminación:**PASOS PARA UN ADECUADO DISEÑO DE ILUMINACIÓN****01**

Identificar los requisitos, según las actividades a realizar en cada ambiente de la vivienda unifamiliar. Iluminancia, cosas para enfatizar, cosas para esconder, dirección de luz.

02

Determinar el tipo de iluminación para cada ambiente, Si la luz será directa o indirecta, direccional o difusa.

03

Seleccionar el sistema de iluminación. Para cada ambiente definir si es general, de tareas, de acentuación, de ambiente, arquitectónica o la combinación de varias.

04

Calcular parámetros de iluminación. Cada ambiente de una vivienda necesita diferente cantidad de luz, revisar niveles de iluminación residencial recomendados (Ver inciso 4.1).

05

Determinar el sistema de control: si serán interruptores múltiples o de dos vías para controlar las luces; con accesorios inteligentes, con sensores, temporizadores o dimmers.

06

Elección de luminarias de buena calidad: Debe ser de sólida construcción mecánica y eléctrica, acabado duradero, pantalla para minimizar el deslumbramiento, buena distribución de luz adecuada, facilidad de instalación, limpieza y mantenimiento.

07

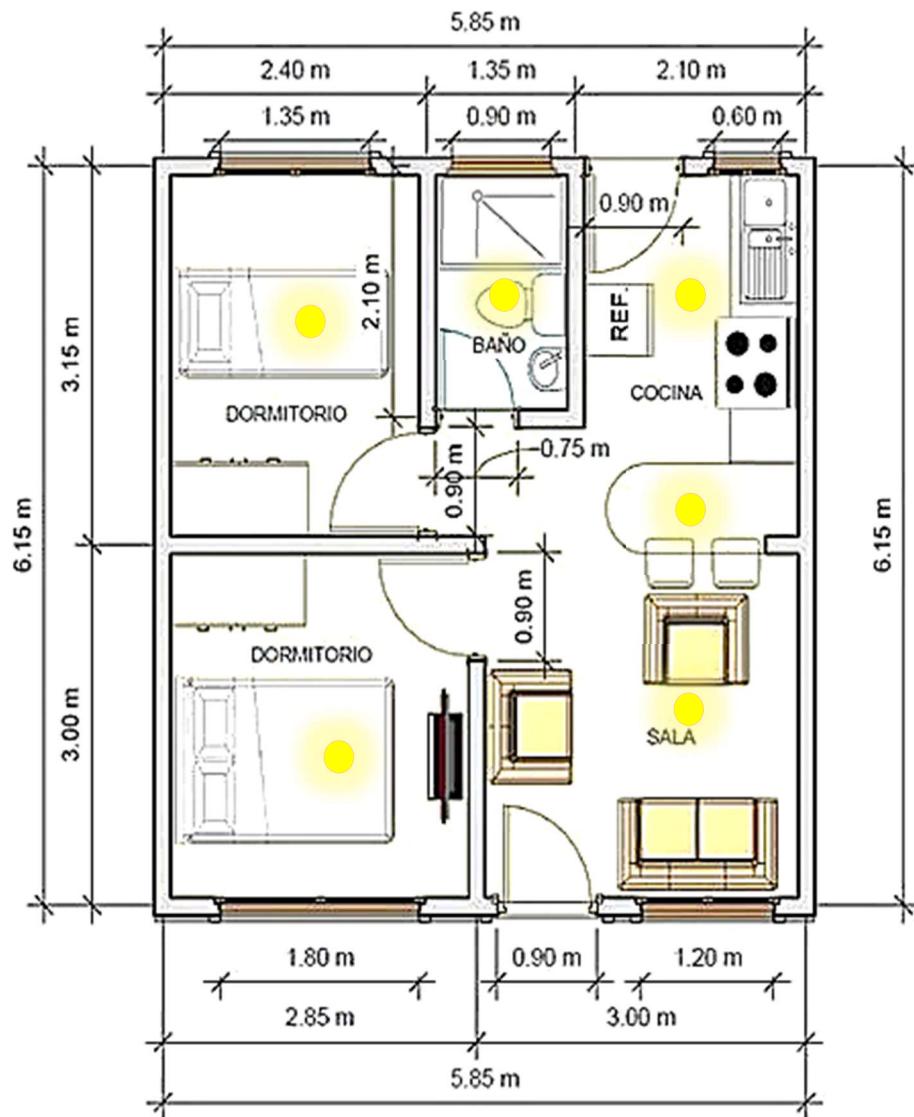
Inspeccionar la instalación al finalizar

08

Medir el nivel de iluminación, verificando con un luxómetro en cada ambiente para saber si se ha logrado el nivel recomendado.

4.6 Recomendaciones de iluminación para un tipo de vivienda social o de bajo costo

Para cuando no se tienen los recursos para invertir en un diseño de iluminación, a continuación, se realizan las siguientes sugerencias referente a que cantidad de luminarias son las adecuadas para cada ambiente:



Fuente: elaboración propia en base a

<https://proyectosdecasas.blogspot.com/2019/01/plano-de-casa-con-medidas.html>

Para que una vivienda de interés social sea sostenible se pueden utilizar kits de pequeños paneles solares, que incluyen dos o cuatro bombillos, entre los 2 y 8 vatios de consumo energético, los cuales tienen un costo entre Q.350.00 - Q.650.00 y una duración entre 6 – 7 horas.

4.7 Relación costo-beneficio de un proyecto de iluminación

Cualquier vivienda se verá revalorizada con una adecuada iluminación, ya que cualquier espacio habitable se puede hacer más confortable y equilibrado a través de la luz.

Con la inversión de un estudio de iluminación, previo a la construcción de una vivienda, el cual tiene un costo aproximado de Q.50.00 por metro cuadrado (segundo trimestre 2021), los resultados deberán ser:

- Sensación agradable en el ambiente ante una luz clara y fresca
- Mayor productividad
- Menos costo de energía y de mantenimiento eléctrico de las lámparas (se ahorra de un 30 a un 70 %, dependiendo de la tecnología empleada y horas de vida de las luminarias)
- Menos visitas al médico, ya que con una adecuada iluminación se evitarán:
 - Dolores de cabeza
 - Trastornos oculares como:
 - Dolor e inflamación en los párpados
 - Fatiga visual
 - Lagrimeo
 - Enrojecimiento
 - Irritación
 - Visión alterada
 - Arteritis temporal
 - Algunos padecimientos más severos como:
 - Neuritis óptica
 - Celulitis orbitaria
 - Escleritis
 - Estrés
 - Ocasional accidentes
 - Baja atención y desánimo

La relación costo – beneficio se convierte en un punto interesante, ya que además de lo expuesto anteriormente el ahorro en el consumo de energía oscila alrededor de 35% de toda la electricidad utilizada en la mayoría de las viviendas correspondiente a la iluminación artificial.

Capítulo 6:

Propuesta de iluminación artificial de un proyecto de vivienda unifamiliar en el área metropolitana de la ciudad de Guatemala.

“La luz crea el ambiente y la sensación de un lugar, así como la expresión de una estructura.”

Le Corbusier



Capítulo 5. Propuesta de iluminación artificial de un proyecto de vivienda unifamiliar en el área metropolitana de la ciudad de Guatemala.

Se ha seleccionado una vivienda unifamiliar de 395.00 M² en la zona 16, con el objetivo de realizar una propuesta adecuada de iluminación artificial, para sus diferentes espacios en función de las necesidades y actividades del usuario, dando soluciones una tecnología lumínica que funcione a largo plazo, tanto para el inversionista de un proyecto como para el usuario final, ayudando al estudiante y profesional de la arquitectura a aumentar su conocimiento y aplicando la tecnología lumínica que contribuirá a un mayor ahorro energético disponiendo de la cantidad adecuada de luz.

Con esta propuesta sintetizamos toda la información recopilada a lo largo de esta investigación los métodos y lineamientos por seguir, para conseguir manipular cada ambiente de la vivienda a través del control de la luz emitida una fuente eléctrica, tomando en cuenta, sobre todo los valores lumínicos que necesita el ser humano para un adecuado diseño de iluminación.

Se expondrán dos estudios de iluminación realizados para una residencia por dos diferentes marcas de iluminación, Sylvania y Tecno Lite, con el objetivo de enriquecer el conocimiento y podremos constatar la aplicación de la teoría con una comparación bastante clara en resultados de cálculos (DIALux) e interpretaciones finales (renders) de los ambientes.

Para esta propuesta de iluminación se ha utilizado la tecnología LED por las siguientes ventajas:

Generales³³:

- Vida útil larga: (hasta 50,000 horas)
- Reducción de costes de mantenimiento
- Mayor eficacia que las lámparas incandescentes y halógenas
- Sin radiación IR ni UV
- Puede usarse ópticas de plástico de alta eficiencia

Seguridad / bajas temperaturas

Capaz de encender a bajas temperaturas (~hasta 40°C)

- Trabaja en baja tensión en continua
- Alta eficiencia en ambientes fríos
- Sellado de por vida en luminarias estancas

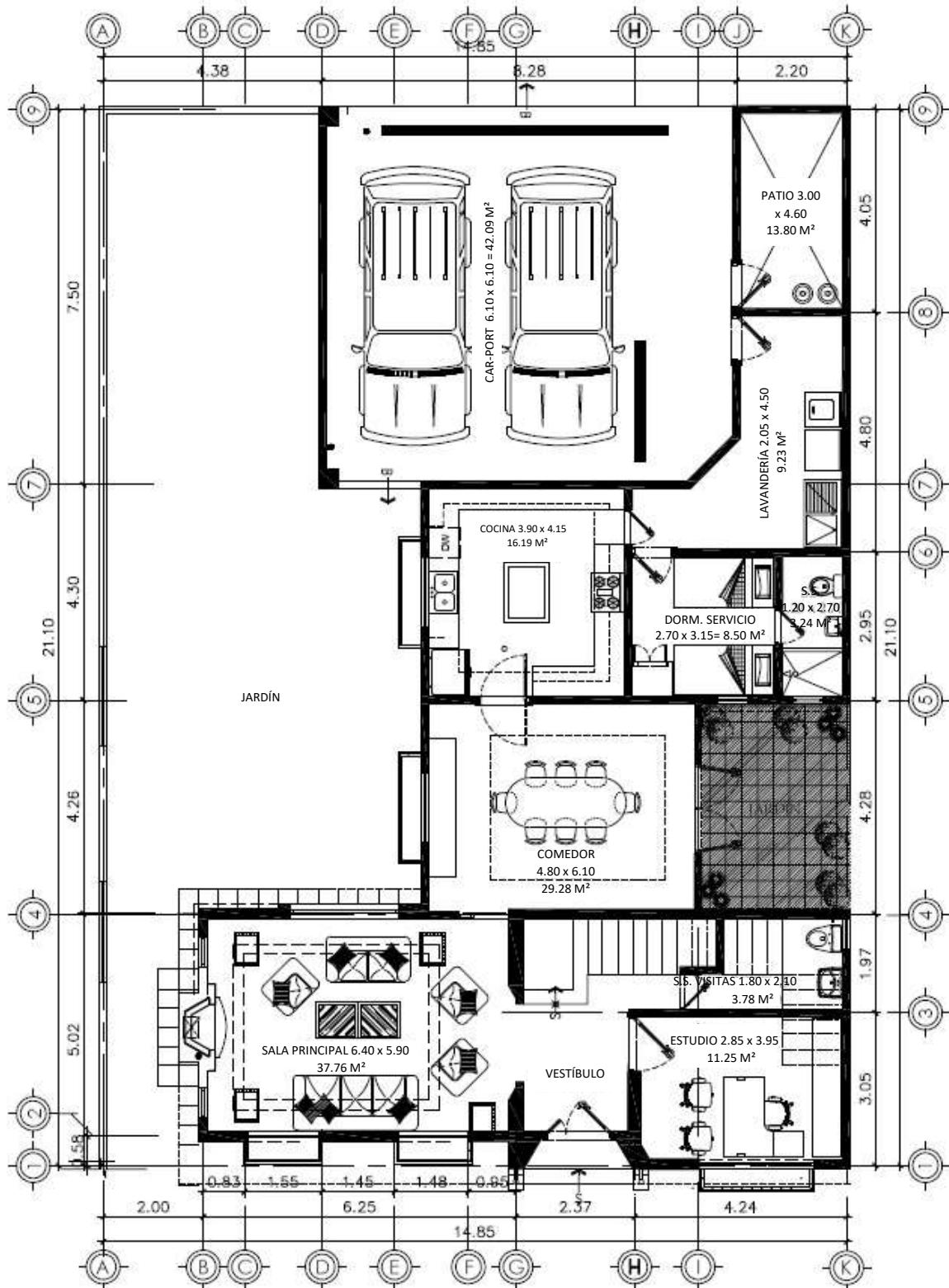
Medio ambiente:

- No contiene mercurio

Arquitectura / diseño:

- Flexibilidad en el diseño, luces ocultas
- Colores saturados sin uso de filtros
- Luz directa que incrementa la eficiencia del sistema
- Robustez, seguridad frente a vibraciones. Fuente de estado sólido
- Menor dispersión de luz al hemisferio superior debido a un mejor control óptico
- Luz dinámica, con posibilidad de cambiar el punto blanco
- Regulación total sin cambio de color
- Arranque instantáneo 100% luz

³³ Philips Lighting. *Alumbrado profesional. La oferta más amplia de iluminación del mercado.* 2015. España

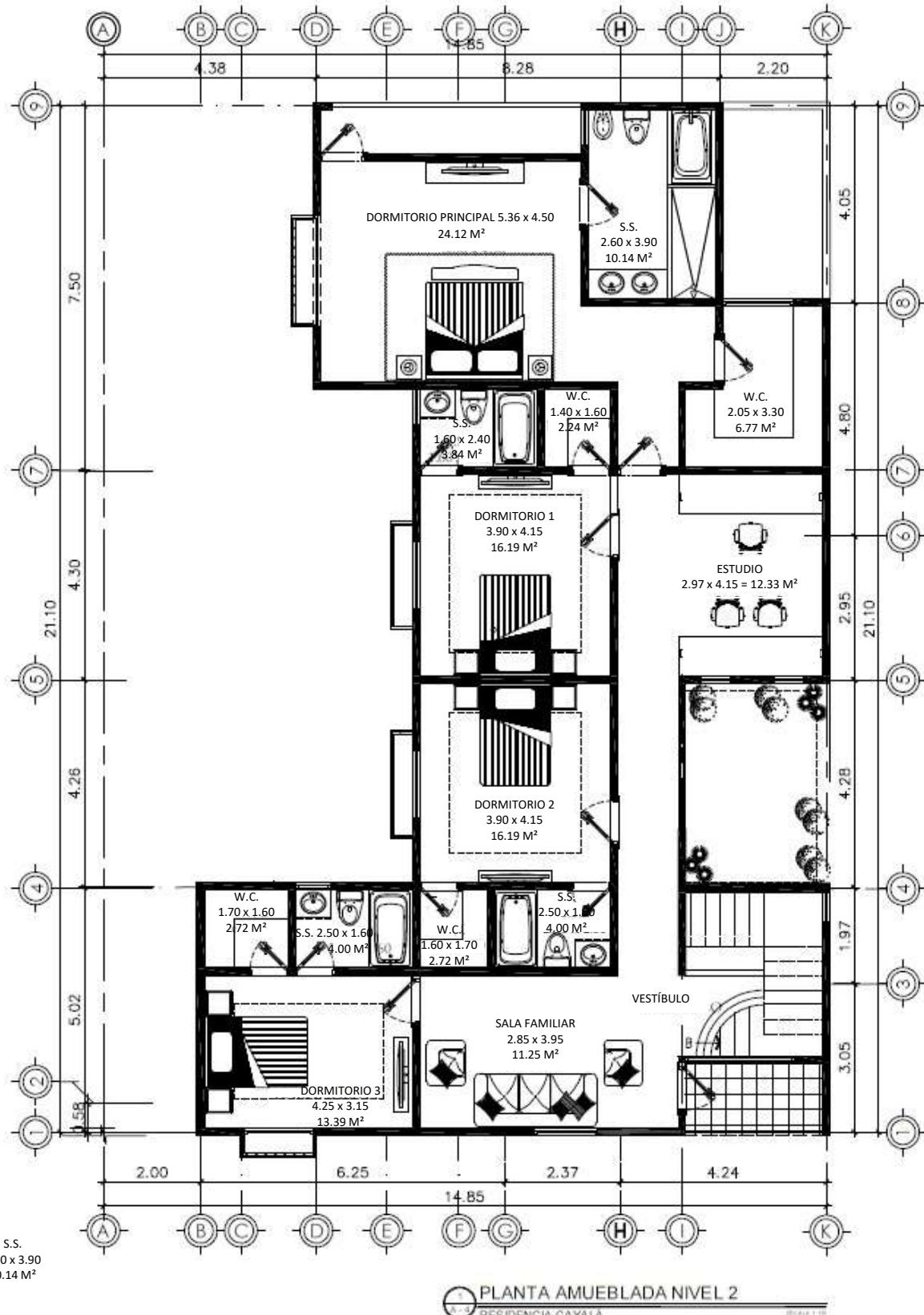


TÉSIS:
LA LUZ ARTIFICIAL EN LA
ARQUITECTURA
FECHA: MAYO 2020

PROYECTO
ESTUDIO DE ILUMINACIÓN
RESIDENCIA CAYALÁ
ESCALA: 1: 125

FUENTE:
ELABORACION PROPIA DWG,
EN BASE A PDF DE ESTUDIO
ILUMINACIÓN DE TECNO LITE

HOJA :
1 / 2



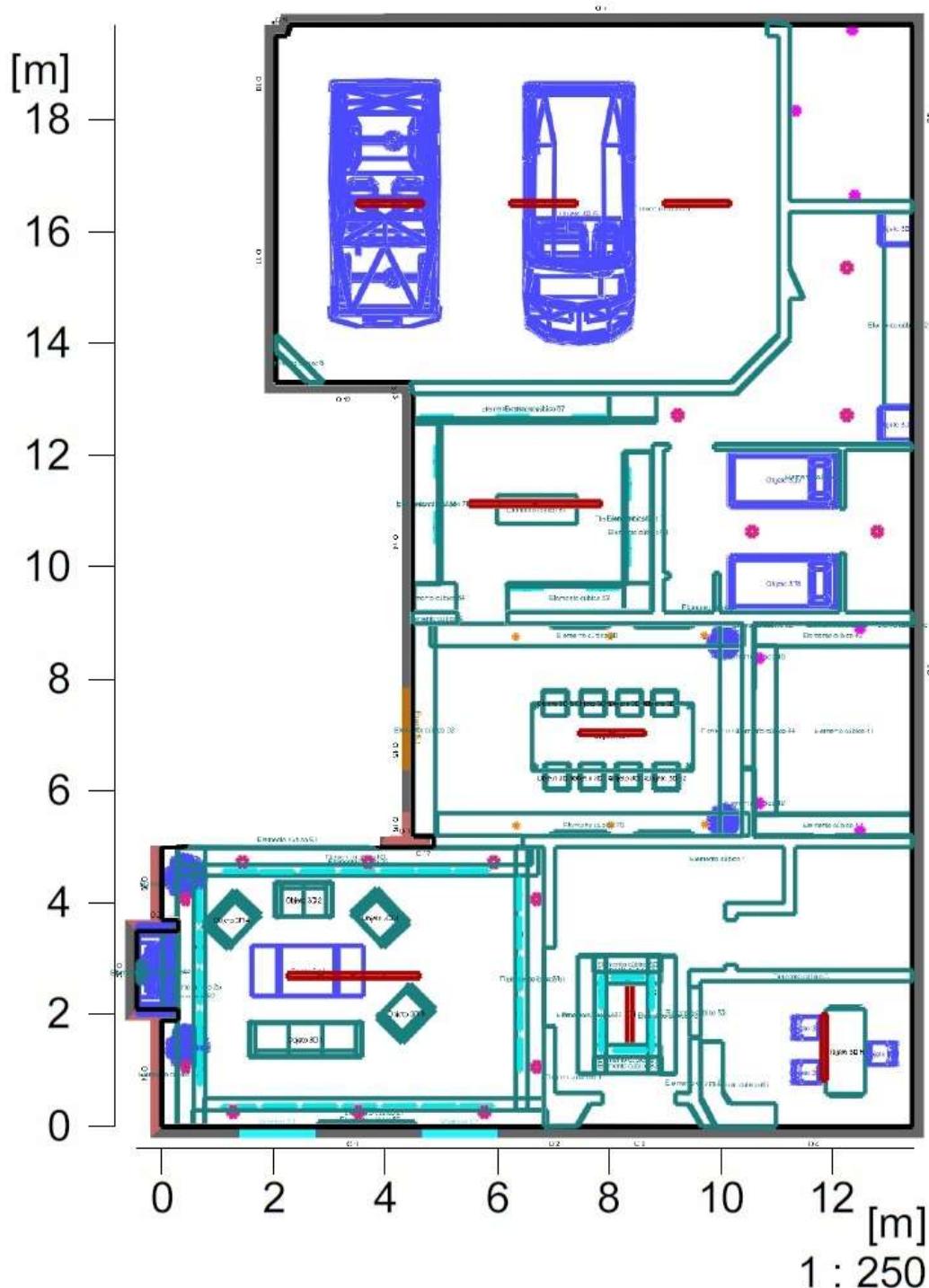
TÉSIS: LA LUZ ARTIFICIAL EN LA ARQUITECTURA FECHA: MAYO 2020	PROYECTO ESTUDIO DE ILUMINACIÓN RESIDENCIA CAYALÁ ESCALA: 1: 125	FUENTE: ELABORACION PROPIA DWG, EN BASE A PDF DE ESTUDIO ILUMINACIÓN DE TECNO LITE	HOJA : 2 / 2
---	---	---	-----------------

5.1 Estudio de iluminación realizado por Sylvania para residencia Cayalá:

Primer nivel: área de evaluación 1

Descripción espacio

Proyección horizontal (planta)

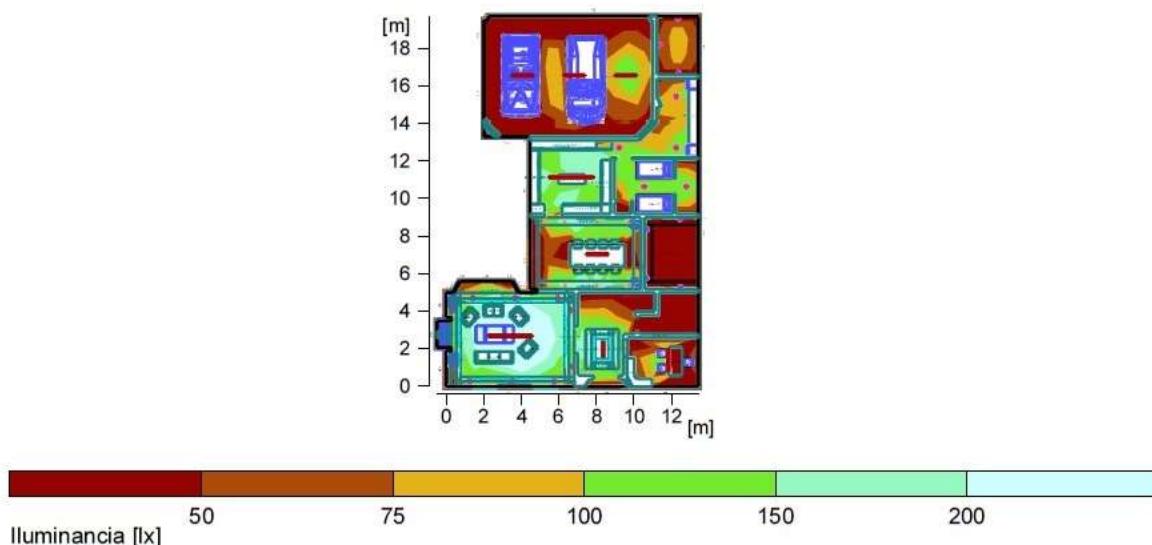


Objeto : RESIDENCIA CAYALÁ
 Instalación : RESIDENCIA CAYALÁ

1 Espacio 1(Copia de)

1.2 Resumen, Espacio 1(Copia de)

1.2.1 Síntesis de los resultados, Área de evaluación 1



General

Algorítmia de cálculo utilizada
 Factor de mantenimiento

Porción indirecta media
 0.80

Flujo luminoso total de todas las lámparas
 Rendimiento global
 Rendim. total por superficie (216.77 m²)

89325 lm
 1079.0 W
 4.98 W/m² (4.76 W/m²/100lx)

Área de evaluación 1

Nivel útil 1.1

horizontal
 Em 105 lx
 Emin 5 lx
 Emin/Em (Uo) 0.05
 Emin/Emax (Ud) 0.02
 Posición 0.60 m

Tipo Cant. Producto

GAMA		
1	15	Nº de artículo : ILED DOWNLIGHT
		Nombre de la lum. : GM-SAM165-W30
		Equipamiento : 1 x 27 / 1131 lm

Objeto : RESIDENCIA CAYALÁ
 Instalación : RESIDENCIA CAYALÁ

1 Espacio 1(Copia de)

1.2 Resumen, Espacio 1(Copia de)

1.2.1 Síntesis de los resultados, Área de evaluación 1

6 39 Nº de artículo : IP33842-36-9W-3000K TUBO LED T8.IES
 Nombre de la lum. : TUBO LED 18W 3000K
 Equipamiento : 1 x BT1111136 / 772 lm

3 7 **HAVELLS-SYLVANIA**
 Nº de artículo : ILAMPARA PAR38
 Nombre de la lum. : PAR38-E27-120V-7X3W-CW
 Equipamiento : 1 x / 930 lm

4 6 **P25777-1**
 Nº de artículo : IGU10 6.5W 36D 120V 3000K (P25777-1).IES
 Nombre de la lum. : GU10 DOWNLIGHT
 Equipamiento : 1 x / 357 lm

7 10 **HAVELLS SYLVANIA S.A.**
 Nº de artículo : UL 517 LED 48 2 700mA SMD RA
 Nombre de la lum. : De Sobreponer/ Iluminacion General
 Equipamiento : 2 x SMD 24" / 1680 lm

Objeto : RESIDENCIA CAYALÁ
Instalación : RESIDENCIA CAYALÁ

1 Espacio 1(Copia de)

1.3 Resultados del cálculo, Espacio 1(Copia de)

1.3.1 Luminancia-3D, Vista desde arriba



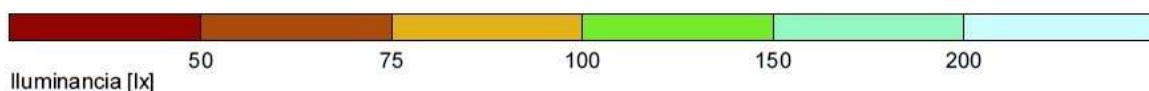
Luminancia en el escenario

Mínimo : 0 cd/m²
Máximo : 812 cd/m²

Objeto : RESIDENCIA CAYALÁ
Instalación : RESIDENCIA CAYALÁ

1.3 Resultados del cálculo, Espacio 1(Copia de)

1.3.6 Colores falsos-3D, Vista desde arriba (E)



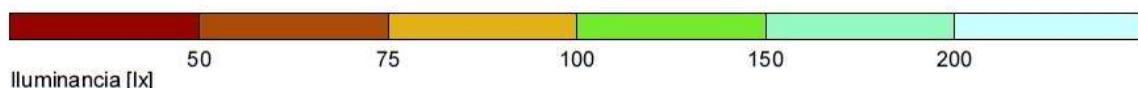
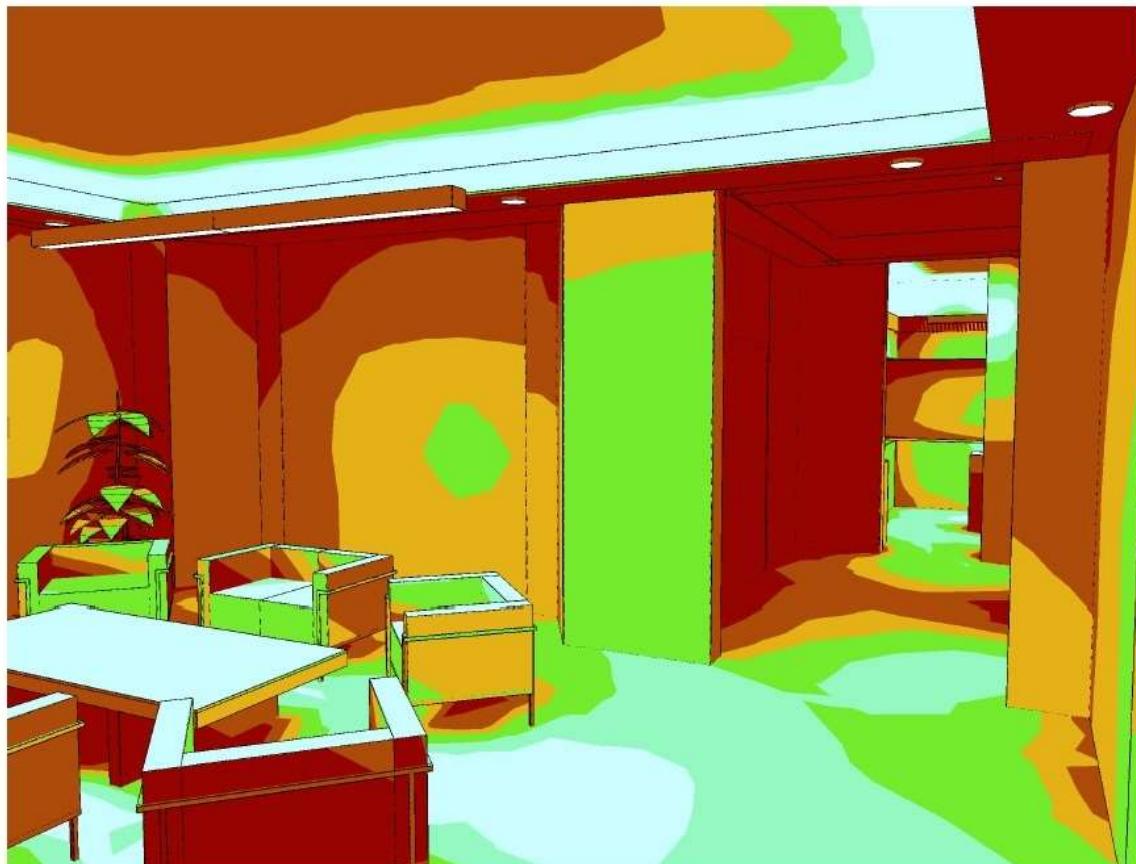
HAVELLS SYLVANIA LIGHTING PROJECTS
Niveles de Iluminación según Illuminating Engineering Society of North America

casa 1.rdf

Objeto : RESIDENCIA CAYALÁ
Instalación : RESIDENCIA CAYALÁ

1.3 Resultados del cálculo, Espacio 1(Copia de)

1.3.7 Colores falsos-3D, Vista 2 (E)



HAVELLS SYLVANIA LIGHTING PROJECTS
Niveles de Iluminación según Illuminating Engineering Society of North America

casa 1.rdf

Objeto : RESIDENCIA CAYALÁ
Instalación : RESIDENCIA CAYALÁ

1.3 Resultados del cálculo, Espacio 1(Copia de)

1.3.2 Luminancia-3D, Vista 2



Luminancia en el escenario

Mínimo : 0 cd/m²
Máximo : 812 cd/m²

HAVELLS SYLVANIA LIGHTING PROJECTS

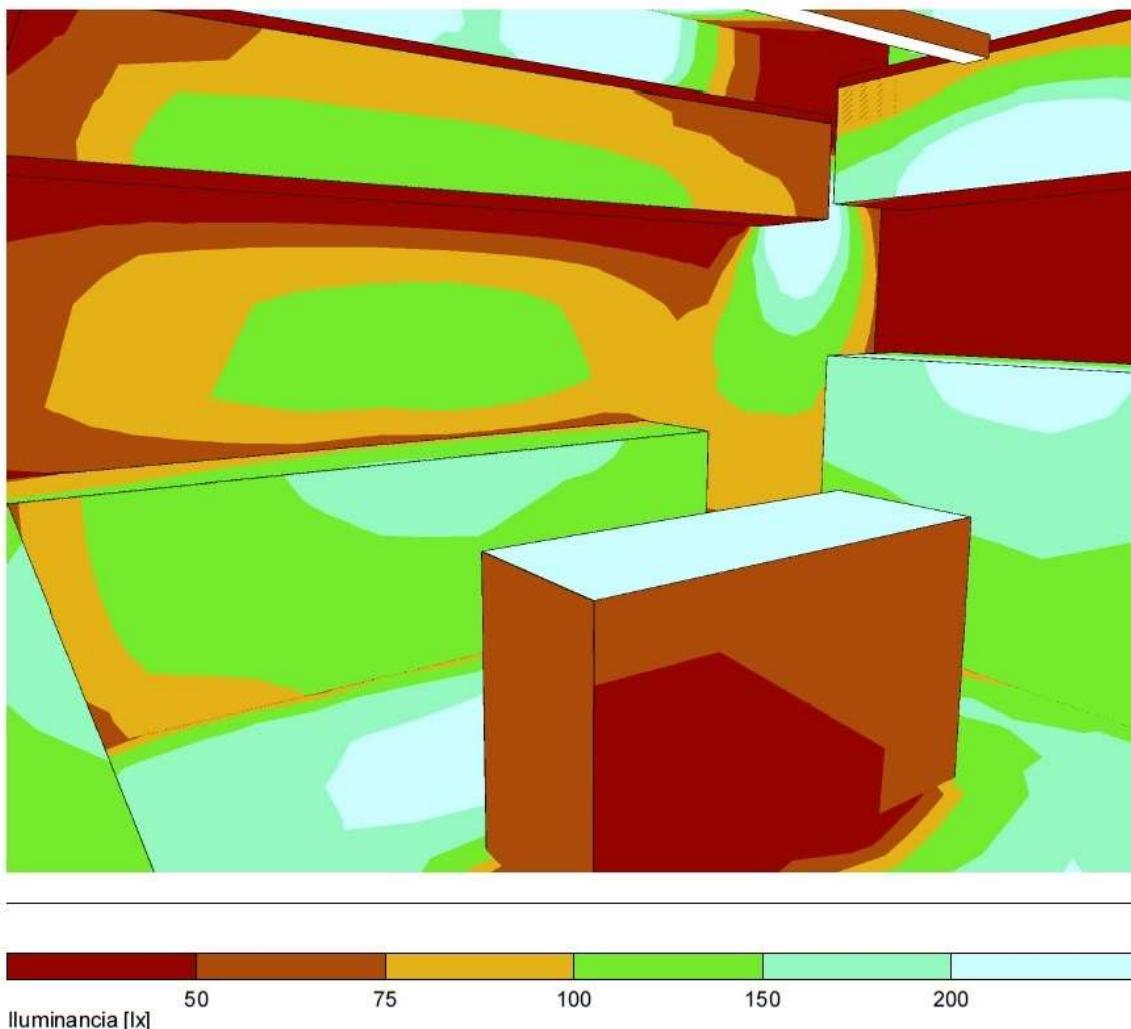
Niveles de Iluminación según Illuminating Engineering Society of North America

casa 1.rdf

Objeto : RESIDENCIA CAYALÁ
Instalación : RESIDENCIA CAYALÁ

1.3 Resultados del cálculo, Espacio 1(Copia de)

1.3.9 Colores falsos-3D, Vista 4 (E)



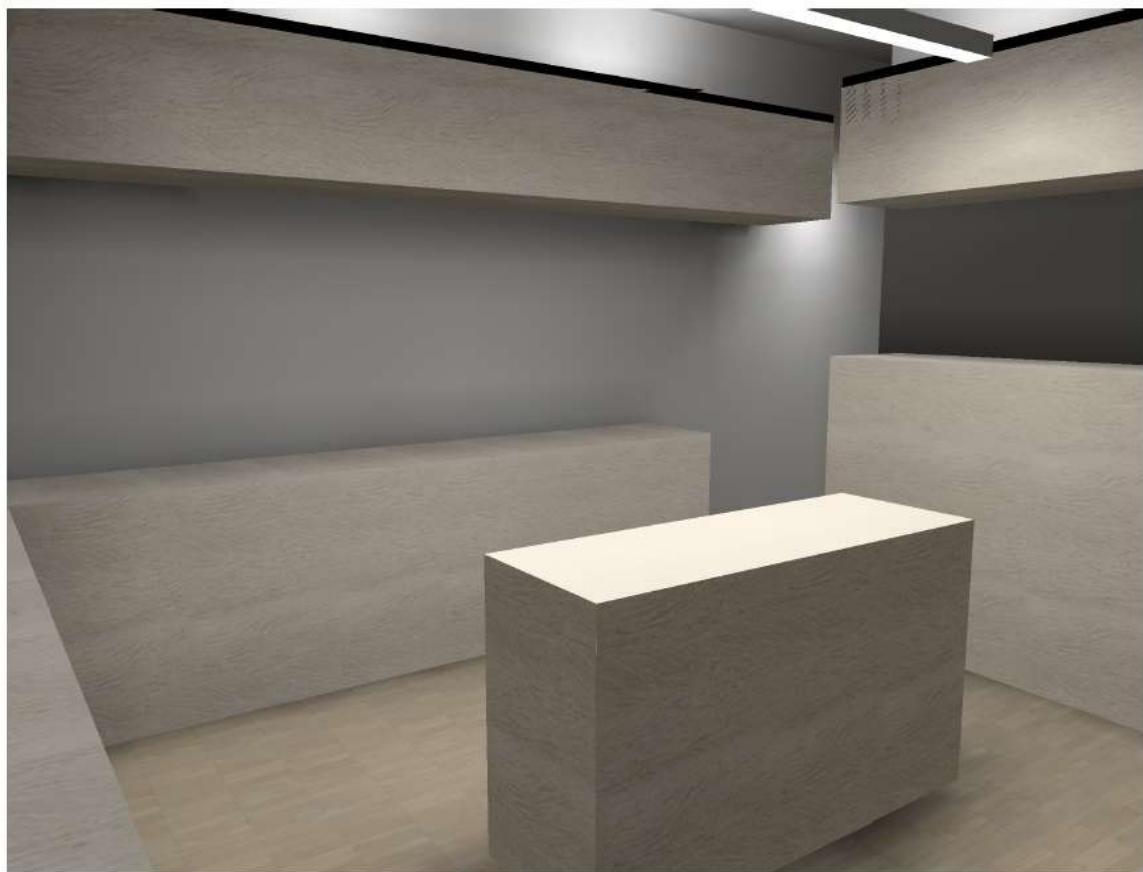
HAVELLS SYLVANIA LIGHTING PROJECTS
Niveles de Iluminación según Illuminating Engineering Society of North America

casa 1.rdf

Objeto : RESIDENCIA CAYALÁ
Instalación : RESIDENCIA CAYALÁ

1.3 Resultados del cálculo, Espacio 1(Copia de)

1.3.4 Luminancia-3D, Vista 4



Luminancia en el escenario

Mínimo : 0 cd/m²
Máximo : 812 cd/m²

HAVELLS SYLVANIA LIGHTING PROJECTS

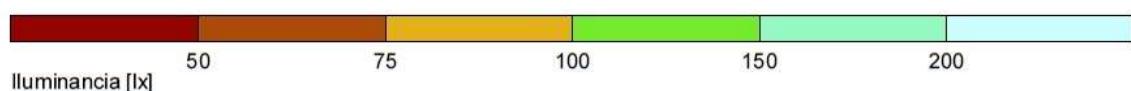
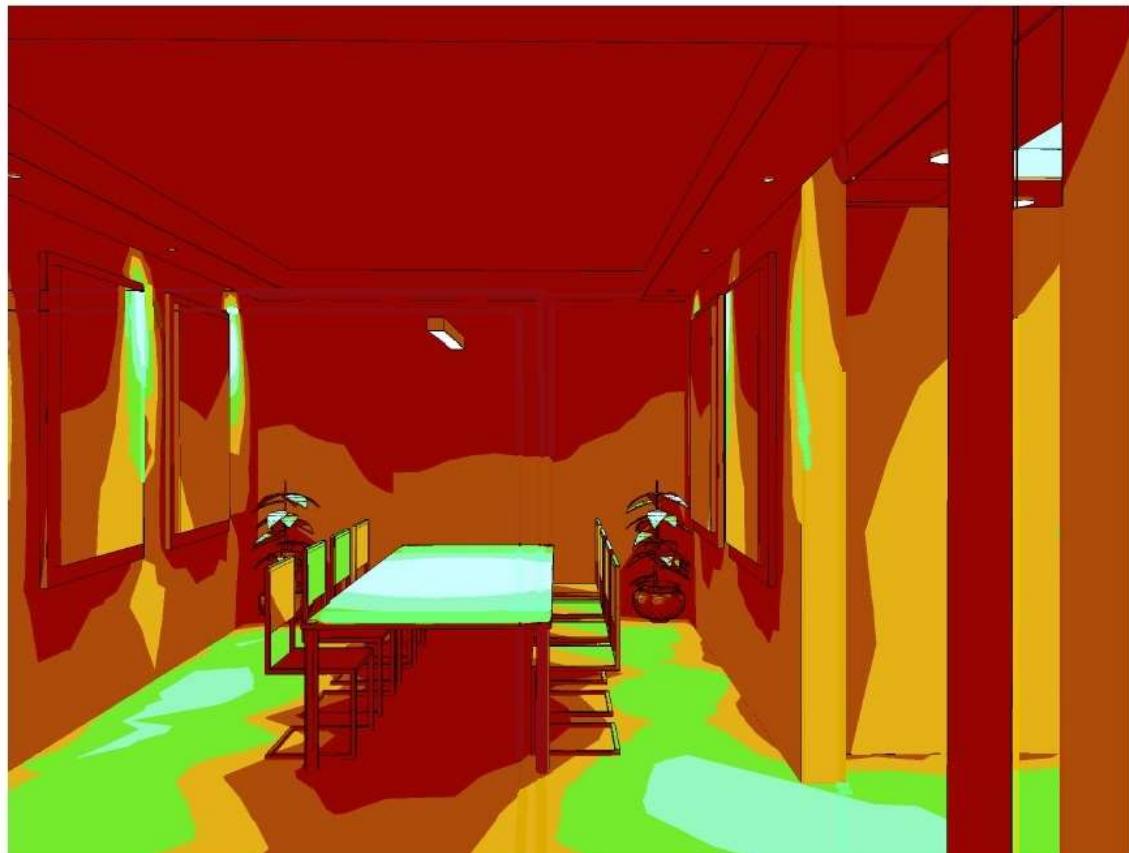
Niveles de Iluminación según Illuminating Engineering Society of North America

casa 1.rdf

Objeto : RESIDENCIA CAYALÁ
Instalación : RESIDENCIA CAYALÁ

1.3 Resultados del cálculo, Espacio 1(Copia de)

1.3.8 Colores falsos-3D, Vista desde la izquierda (E)



HAVELLS SYLVANIA LIGHTING PROJECTS
Niveles de Iluminación según Illuminating Engineering Society of North America
casa 1.rdf

Objeto : RESIDENCIA CAYALÁ
Instalación : RESIDENCIA CAYALÁ

1.3 Resultados del cálculo, Espacio 1(Copia de)

1.3.3 Luminancia-3D, Vista desde la izquierda



Luminancia en el escenario

Mínimo : 0 cd/m²
Máximo : 812 cd/m²

HAVELLS SYLVANIA LIGHTING PROJECTS

Niveles de Iluminación según Illuminating Engineering Society of North America

casa 1.rdf

Segundo nivel: área de evaluación 1

Descripción espacio

Proyección horizontal (planta)

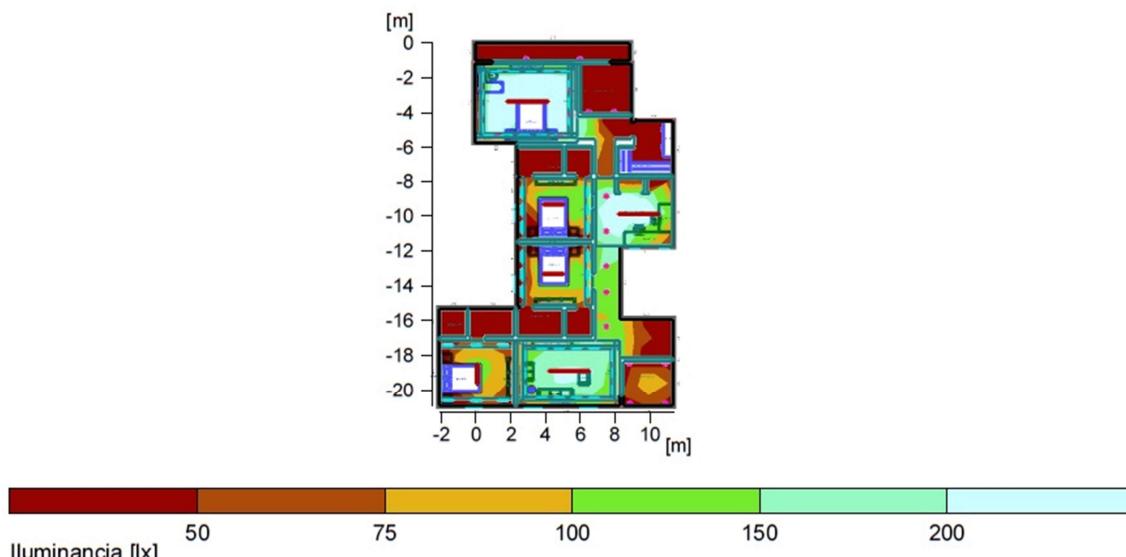


Objeto : RESIDENCIA CAYALÁ 2 NIVEL
 Instalación : RESIDENCIA CAYALÁ 2 NIVEL

1 Espacio 1(Copia de1)

1.2 Resumen, Espacio 1(Copia de1)

1.2.1 Síntesis de los resultados, Área de evaluación 1



General

Algoritmia de cálculo utilizada
 Factor de mantenimiento

Porción indirecta media
 0.80

Flujo luminoso total de todas las lámparas
 Rendimiento global
 Rendim. total por superficie (201.74 m²)

87949 lm
 1061.0 W
 5.26 W/m² (5.53 W/m²/100lx)

Área de evaluación 1

Nivel útil 1.1 horizontal

Em
 Emin
 Emin/Em (Uo)
 Emin/Emax (Ud)
 Posición

95 lx
 1.8 lx
 0.02
 0.01
 0.75 m

Tipo Cant. Producto

		GAMA
1	11	Nº de artículo : !LED DOWNLIGHT
		Nombre de la lum. : SYL LIGHTER LED 12W 3000K 165
		Equipamiento : 1 x 27 / 1131 lm

Objeto : RESIDENCIA CAYALÁ 2 NIVEL
Instalación : RESIDENCIA CAYALÁ 2 NIVEL

1 Espacio 1(Copia de1)

1.2 Resumen, Espacio 1(Copia de1)

1.2.1 Síntesis de los resultados, Área de evaluación 1

6 49 Nº de artículo : IP33842-36-9W-3000K TUBO LED T8.IES
 Nombre de la lum. : TUBO LED 18W 3000K
Equipamiento : 1 x BT1111136 / 772 lm

3 8 **HAVELLS-SYLVANIA**
 Nº de artículo : ILAMPARA PAR38
Nombre de la lum. : PAR38-E27-120V-7X3W-CW
Equipamiento : 1 x / 930 lm

7 9 **HAVELLS SYLVANIA S.A.**
 Nº de articulo : IUL 517 LED 48 2 700mA SMD RA
Nombre de la lum. : 517 LED 48" 2
Equipamiento : 2 x SMD 24" / 1680 lm

Objeto : RESIDENCIA CAYALÁ 2 NIVEL
Instalación : RESIDENCIA CAYALÁ 2 NIVEL

1.3 Resultados del cálculo, Espacio 1(Copia de1)

1.3.2 Luminancia-3D, Vista desde la izquierda



Luminancia en el escenario

Mínimo : 0 cd/m²
Máximo : 943 cd/m²

HAVELLS SYLVANIA LIGHTING PROJECTS

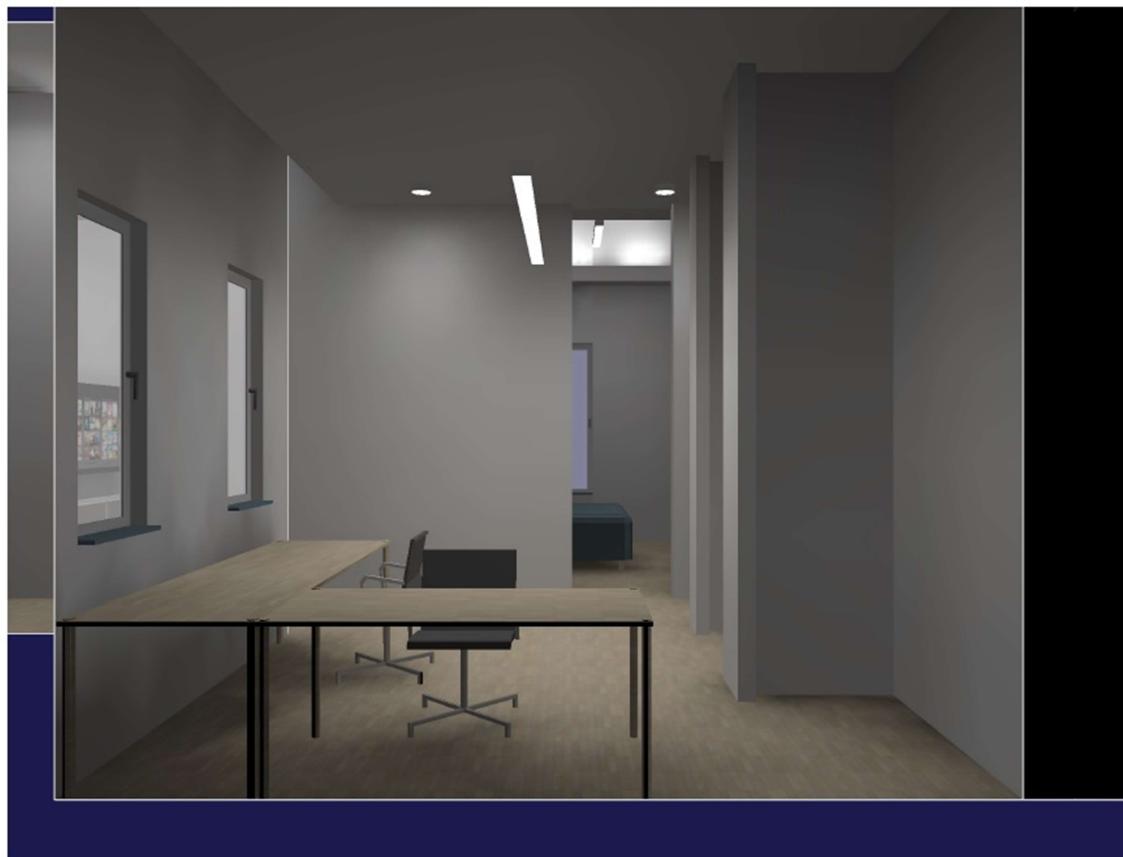
Niveles de Iluminación según Illuminating Engineering Society of North America

casa2.rdf

Objeto : RESIDENCIA CAYALÁ 2 NIVEL
Instalación : RESIDENCIA CAYALÁ 2 NIVEL

1.3 Resultados del cálculo, Espacio 1(Copia de1)

1.3.3 Luminancia-3D, Vista desde la derecha



Luminancia en el escenario

Mínimo	: 0 cd/m ²
Máximo	: 943 cd/m ²

HAVELLS SYLVANIA LIGHTING PROJECTS

Niveles de Iluminación según Illuminating Engineering Society of North America

casa2.rdf

Objeto	:	RESIDENCIA CAYALÁ 2 NIVEL
Instalación	:	RESIDENCIA CAYALÁ 2 NIVEL

1.3 Resultados del cálculo, Espacio 1(Copia de1)

1.3.4 Luminancia-3D, Vista 5



Luminancia en el escenario	
Mínimo	: 0 cd/m ²
Máximo	: 943 cd/m ²

HAVELLS SYLVANIA LIGHTING PROJECTS

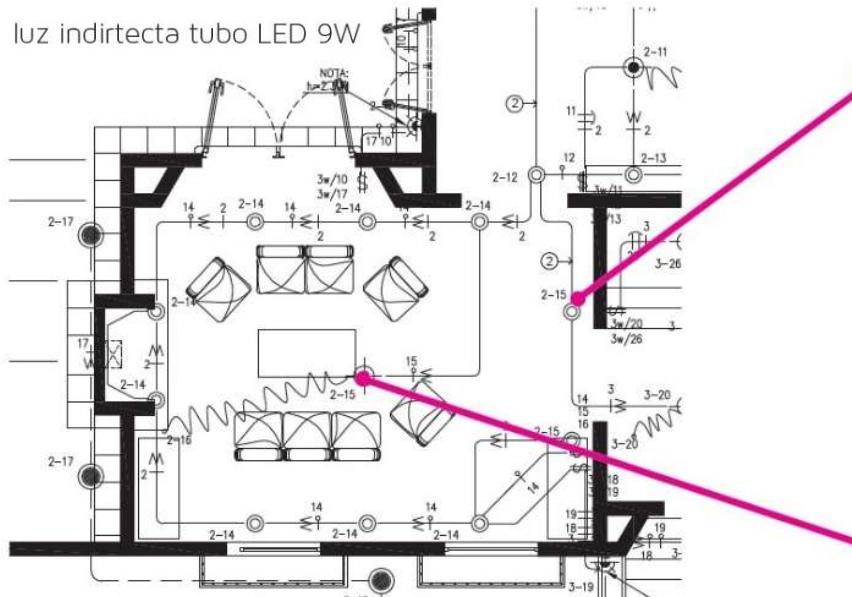
Niveles de Iluminación según Illuminating Engineering Society of North America

casa2.rdf

5.1.1 Ubicación de luminarias y lámparas Sylvania en vivienda unifamiliar de Cayalá:

sala principal primer nivel

luz indirecta tubo LED 9W



DLWNIGHT LED 8W



517 LED



DLWNIGHT LED 8W

Downlight dimerizable de empotrar para iluminación en distintas áreas comerciales o residenciales / Recessed dimmable downlight to illuminate different commercial and residential areas

- Residencias / Residential • Comercios / Commercial • Hoteles / Hotels

INFORMACIÓN TÉCNICA / TECHNICAL INFORMATION

Código / Code	P24326-36	P24327-36
---------------	-----------	-----------

Consumo / Consumption	8W	8W
-----------------------	----	----

Temp. de Color / Color temp.	3000K	5000K
------------------------------	-------	-------

Voltaje / Voltage	90-150V	
-------------------	---------	--

Tecnología de luz / Light tech.	LED	
---------------------------------	-----	--

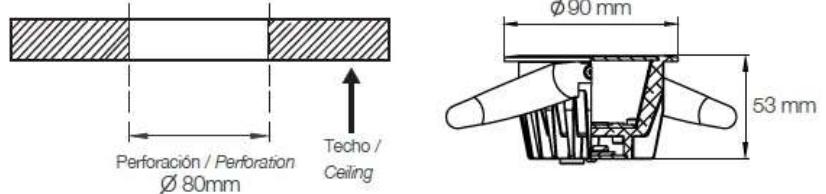
Factor de potencia / Power factor	> 0.95	
-----------------------------------	--------	--

Difusor de la luz / Light diffuser	Policarbonato de 2mm / Polycarbonate 2 mm
------------------------------------	---

Fuente / Source	90-150V Dimmable
-----------------	------------------

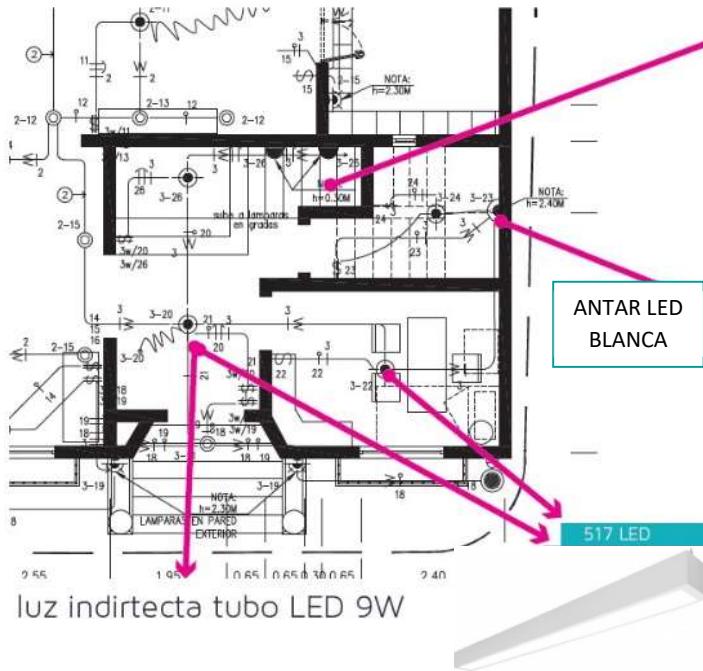
Montaje / Mounting	Empotrar / Recessed
--------------------	---------------------

Grado de protec. / Protec. degree	IP62
-----------------------------------	------



lobby / gradas/ oficina primer nivel

ATRIA LED



Downlight LED, de instalación empotrada para iluminación en distintas áreas comerciales o residenciales / Downlight LED, of recessed installation to illuminate different commercial and residential areas

- Residencias / Residential
- Comercios / Commercial
- Galerías / Art Galleries

INFORMACIÓN TÉCNICA / TECHNICAL INFORMATION

Código / Code	P25196-36
Consumo / Consumption	3.5W
Voltaje / Voltage	120/240VAC
Factor de potencia / Power factor	>0.9
Temp. de Color / Color temp.	6500K
Vida promedio / Average life	25.000 hrs
Lúmenes promedio / Average lumens	200 lm
Grado de protec. / Protec. degree	IP20
Diámetro / Diameter	ø88 mm
Atenuación / Dimmable	-
Certificación / Certification	CE



ANTAR

Cilindros de pared de aluminio repujado para iluminación en distintas áreas comerciales o residenciales / Wall mounted cylinder of embossed aluminum, for lighting in variety of commercial or residential areas

- Residencias / Residential
- Comercios / Commercial
- Hoteles / Hotels

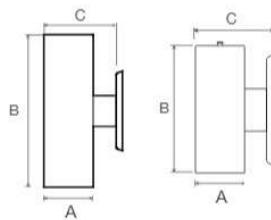


INFORMACIÓN TÉCNICA / TECHNICAL INFORMATION

Nombre / Name	Antar 1112	
# de lámparas / # of lamps	2	1
Óptica / Optical	Bidireccional / Bidirectional	Unidireccional / Unidirectional
Material / Material	Aluminio repujado / Embossed Aluminum	
Voltaje / Voltage	120V	
Fuente de luz / Light source	Incand., CFL / LED	
Tipo de base / Base type	E27	
Montaje / Mounting	Sobreponer en pared / Wall mounted	

DIMENSIONES / DIMENSIONS (mm)

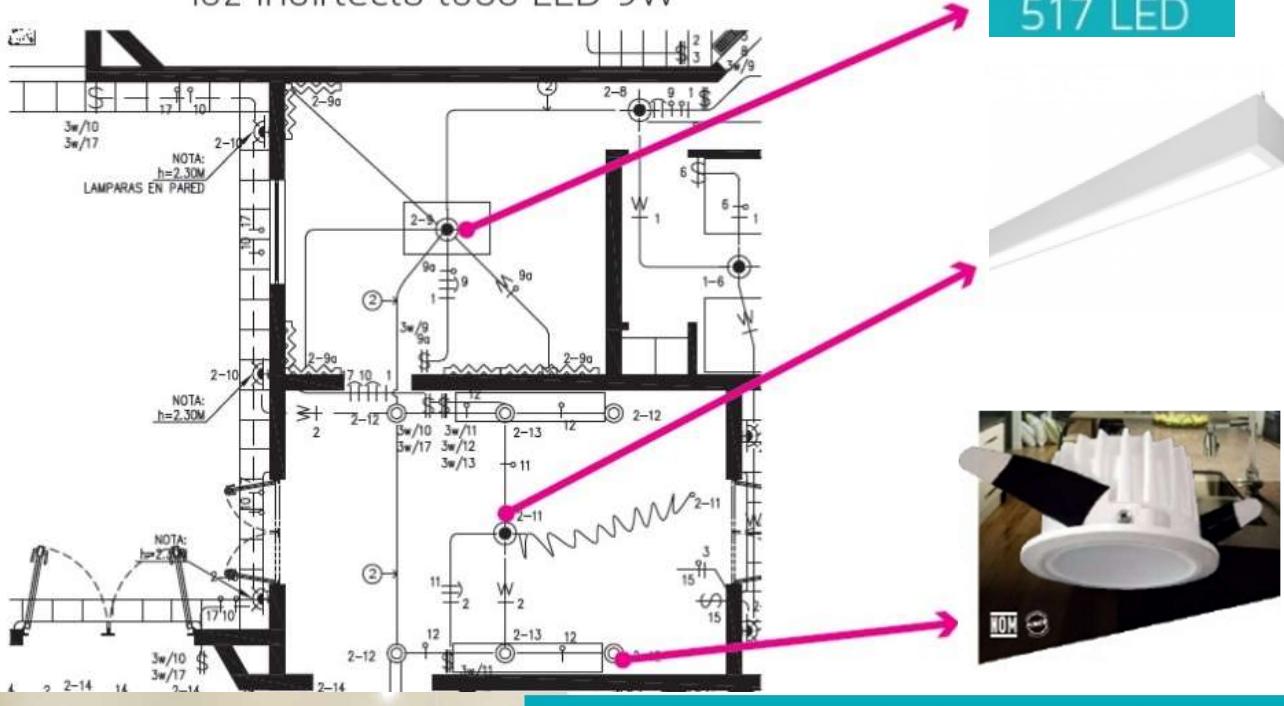
	A	B	C
Cilindro grande / Big cilinder	112	345	162
Cilindro pequeño / Small cilinder	112	222	162



comedor/ cocina

primer nivel

luz indirектa tubo LED 9W



DL DOWNLIGHT LED 8W



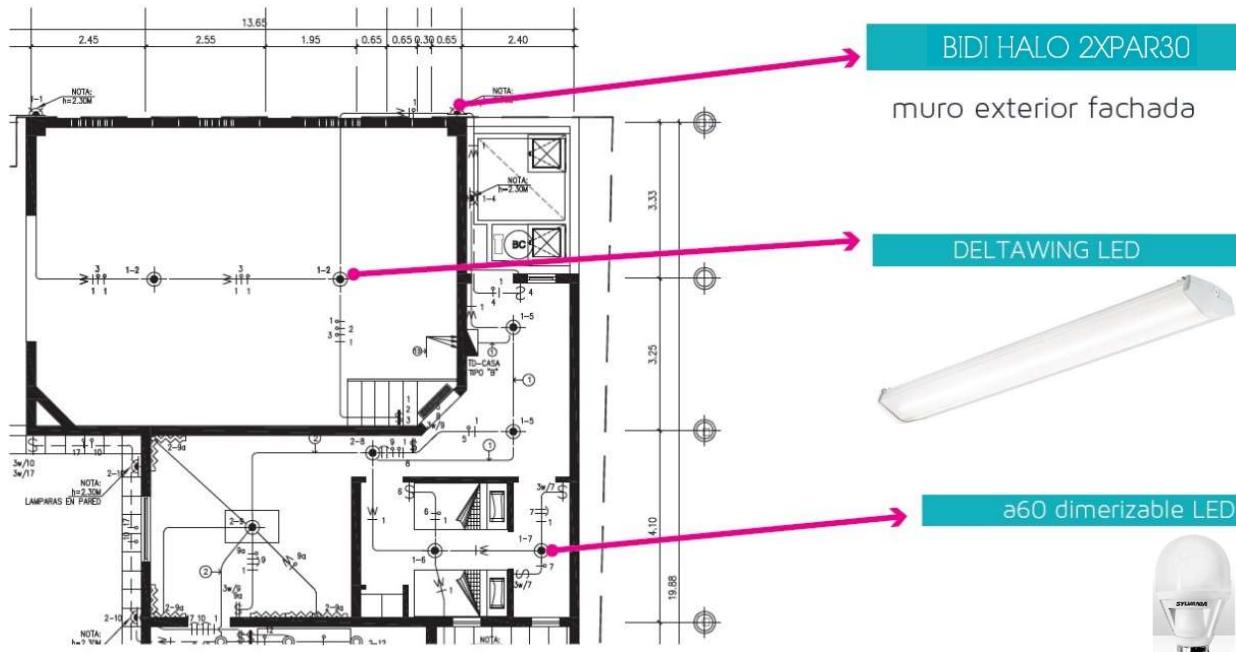
Downlight dimerizable de empotrar para iluminación en distintas áreas comerciales o residenciales / Recessed dimmable downlight to illuminate different commercial and residential areas

- Residencias / Residential • Comercios / Commercial • Hoteles / Hotels

INFORMACIÓN TÉCNICA / TECHNICAL INFORMATION

Código / Code	P24326-36	P24327-36
Consumo / Consumption	8W	8W
Temp. de Color / Color temp.	3000K	5000K
Voltaje / Voltage	90-150V	
Tecnología de luz / Light tech.	LED	
Factor de potencia / Power factor	> 0.95	
Difusor de la luz / Light diffuser	Policarbonato de 2mm / Polycarbonate 2 mm	
Fuente / Source	90-150V Dimmable	
Montaje / Mounting	Empotrar / Recessed	
Grado de protec. / Protec. degree	IP62	

área de servicio /garage primer nivel



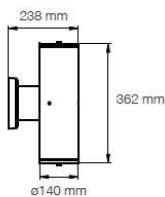
BIDI HALO 2XPAR30

Luminaria de pared que emite luz hacia arriba y hacia abajo, ideal para resaltar fachadas o brindar acentos / Wall mounted fixture that emits light upward and downward, ideal for highlighting facades or provide accents

• Residencias / Residential • Comercios / Commercial • Hoteles / Hotels

INFORMACIÓN TÉCNICA / TECHNICAL INFORMATION

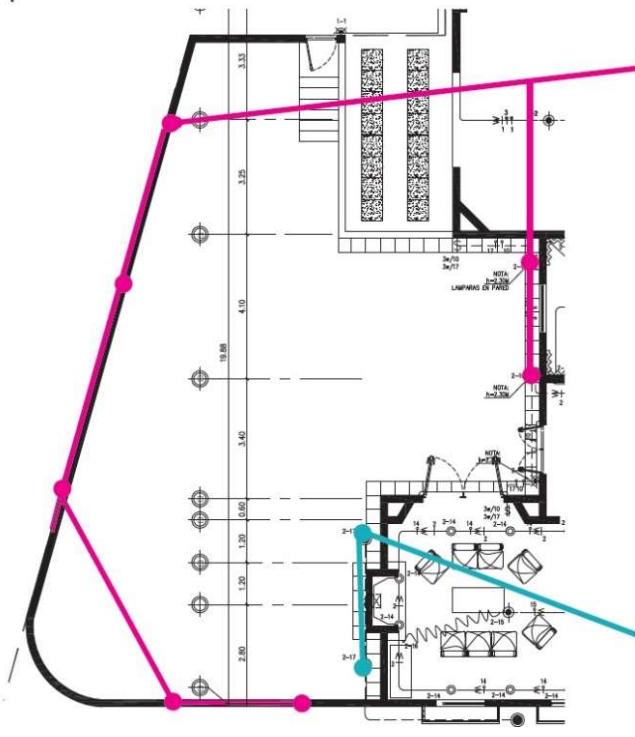
Código / Code	P37090-36	P37091-36	P37092-36
Acabado / Finish	Grafito/Graphite	Aluminio/Aluminum	Blanco/White
Consumo / Consumption	2x50W		
Voltaje / Voltage	120/240V		
Tecnología de luz / Light tech.	Halogen/LED PAR30*		
# de lámparas / # of lamps	2*		
Difusor de la luz / Light diffuser	Crystal transparente 4mm / Transparent crystal 4mm		
Montaje / Mounting	Sobreponer en muro / Wall mounted		
Grado de protec. / Protec. degree	IP64		
Transformador / Transformer	No requiere / Not needed		



*Lámpara no incluida / Lamp not included

jardín

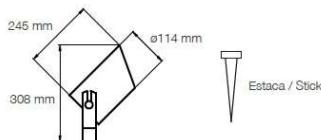
primer nivel



KANTO HALO

INFORMACIÓN TÉCNICA / TECHNICAL INFORMATION

Código / Code	P37099-36	P37100-36	P37101-36
Acabado / Finish	Aluminio/Aluminum	Blanco/White	Verde/Green
Consumo / Consumption	75W		
Voltaje / Voltage	120/240V		
Tecnología de luz / Light tech.	Halogen/LED PAR30*		
# de lámparas / # of lamps	1*		
Difusor de la luz / Light diffuser	Cristal transparente 4mm / Transparent crystal 4mm		
Montaje / Mounting	En piso / Floor installation		
Grado de protec. / Protec. degree	IP64		
Accesorios / Accessories	Estaca no incluida / Stick not included (cod. P37077)		



*Lámpara no incluida / Lamp not included

BIDI HALO 2XPAR30

Luminaria de pared que emite luz hacia arriba y hacia abajo, ideal para resaltar fachadas o brindar acentos / Wall mounted fixture that emits light upward and downward, ideal for highlighting facades or provide accents

• Residencias / Residential • Comercios / Commercial • Hoteles / Hotels

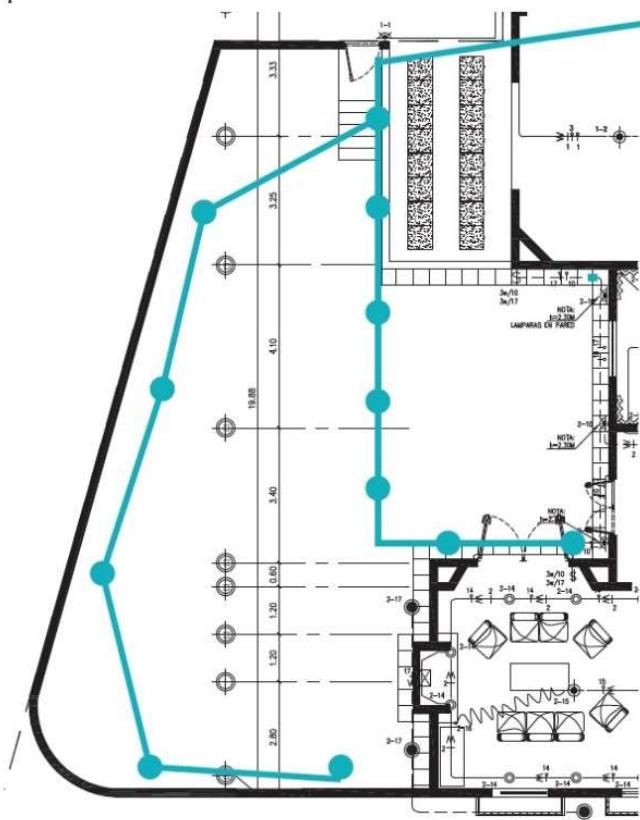
INFORMACIÓN TÉCNICA / TECHNICAL INFORMATION

Código / Code	P37090-36	P37091-36	P37092-36
Acabado / Finish	Grafito/Graphite	Aluminio/Aluminum	Blanco/White
Consumo / Consumption	2x50W		
Voltaje / Voltage	120/240V		
Tecnología de luz / Light tech.	Halogen/LED PAR30*		
# de lámparas / # of lamps	2*		
Difusor de la luz / Light diffuser	Cristal transparente 4mm / Transparent crystal 4mm		
Montaje / Mounting	Sobreponer en muro / Wall mounted		
Grado de protec. / Protec. degree	IP64		
Transformador / Transformer	No requiere / Not needed		



jardín
primer nivel

UNDER HALO



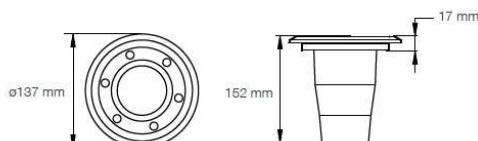
UNDER HALO

Luminaria de empotrar en piso, para iluminación en distintas áreas exteriores, comerciales o residenciales / Underground fixture, to illuminate different exterior, commercial or residential areas

- Residencias / Residential • Comercios / Commercial • Hoteles / Hotels

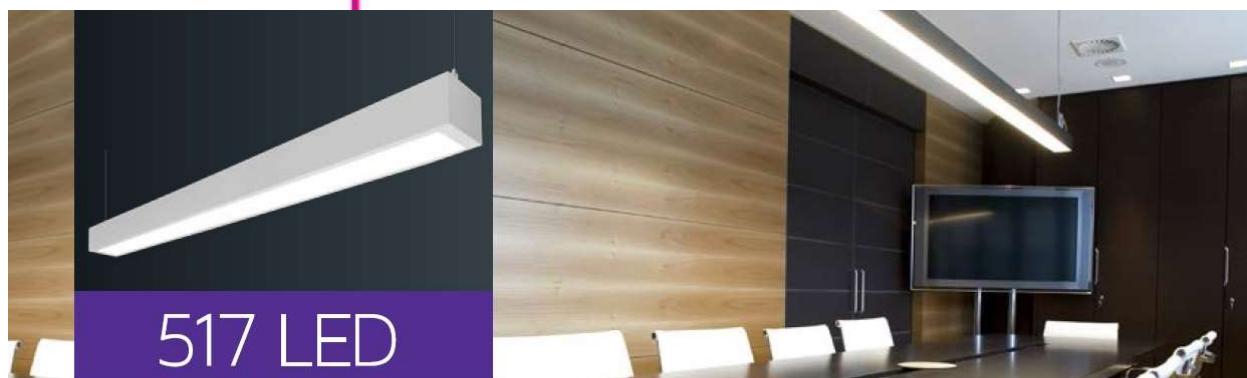
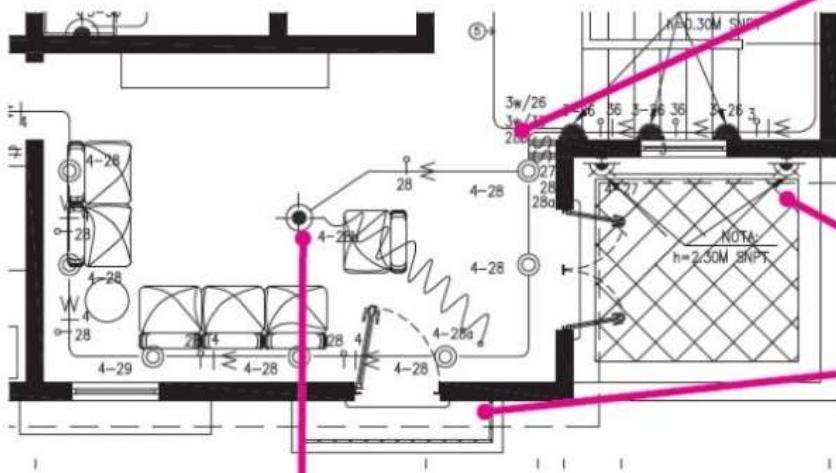
INFORMACIÓN TÉCNICA / TECHNICAL INFORMATION

Código / Code	P37083-36	P37084-36
Tecnología de luz / Light tech.	Halogen/LED GU10*	Halogen/LED PAR20*
Consumo / Consumption	50W	
Acabado / Finish	Aluminio / Aluminum	
Voltaje / Voltage	120/240V	
# de lámparas / # of lamps	1*	
Transformador / Transformer	No requiere / Not needed	
Montaje / Mounting	Empotrar mediante housing / Recessed	
Grado de protec. / Protec. degree	IP67	
Accesorios / Accessories	Housing incluido / Housing included	



sala familiar/ balcón segundo nivel

DOWNLIGHT LED 8W



517 LED

Luminaria LED de aplicación colgante que hará relucir sus espacios
LED Fixture for pendant applications that will stand out your spaces

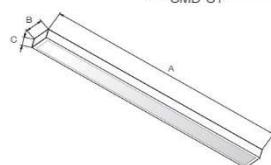
- Luminaria LED colgante, para instalaciones modulares.
- Utiliza tecnología LED - SMD con alta eficiencia y excelente flujo luminoso.
- Pendant LED fixture, for modular installations.
- It uses LED-SMD technology of high efficiency and excellent luminous flux.

- Oficinas / Offices
- Hoteles / Hotels
- Escuelas / Schools
- Comercios / Commercial

Información para ordenar / Ordering Information*

ESPECIFICACIONES / SPECIFICATIONS					OPCIONES DE SELECCIÓN ÚNICA / SINGLE CHOICE OPTIONS			MÁS INFORMACIÓN / MORE INFO		
Modelo Model	Tipo LED LED type	Cant. Barras LED LED Bars Qty.	Flujo Lum. Lum. Flux	Dimensión Dimension	DIFUSOR / DIFFUSER Opal	INSTALACIÓN / INSTALLATION Colgante Pendant	Voltaje Voltage	Consumo Consumption	Amperaje Amperage	Lm / W
UL 517 LED	SMD-S1	1	1680 lm	24	•	•	Multivoltaje	17.5 W	700 mA	99
	SMD-S1	2	3360 lm	48	•	•	Multivoltaje	35 W	700 mA	99

CRI = 84

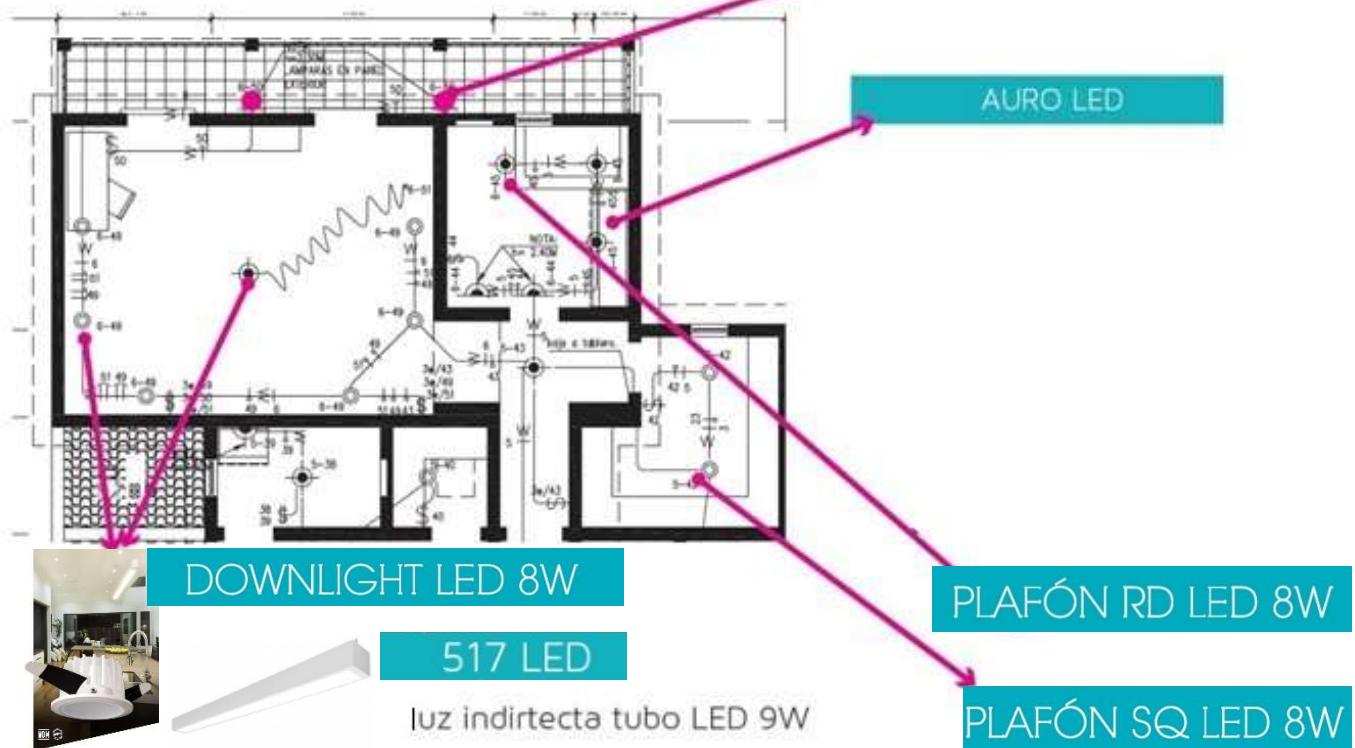


Dimensiones / Dimensions

Dimensión Nominal	A (mm)	B (mm)	C (mm)
24	590	93	74
48	1182	93	74



dormitorio principal segundo nivel



AURO

Reflector decorativo para instalación en pared, disponible en colores varios con un acabado mate o brillante contemporáneo / Decorative reflector wall mounted, available in different colors with glossy or matte finish

- Residencias / Residential
- Comercios / Commercial
- Hoteles / Hotels

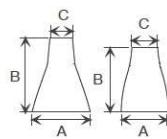


INFORMACIÓN TÉCNICA / TECHNICAL INFORMATION

Nombre / Name	Auro 1329
Material / Material	Aluminio repujado / Embossed aluminum
Voltaje / Voltage	120V
Fuente de luz / Light source	Incand. / CFL / LED
# de lámparas / # of lamps	1 - 2
Tipo de base / Base type	E27
Montaje / Mounting	Sobreponer en pared / Wall mounted

DIMENSIONES / DIMENSIONS (mm)

	A	B	C	D
Reflec. Doble / Double Reflec.	132	168	52	183
Reflec. Individual / Individual Reflec.	107	145	47	127




SYLVANIA

PLAFÓN RD LED 8W

Luminaria multiuso de instalación sobreponer, de forma redonda, disponible en color blanco / Multi-use fixture of superimposed installation, round shape, available in white color

- Residencias / Residential • Comercios / Commercial • Hoteles / Hotels

INFORMACIÓN TÉCNICA / TECHNICAL INFORMATION

Código / Code	P24355-36
Consumo / Consumption	8W
Temp. de Color / Color temp.	5700K
Voltaje / Voltage	120V
Tecnología de luz / Light tech.	LED
Vida útil / Lifetime	35.000 hrs
Lúmenes promedio / Average lumens	600 lm
Factor de potencia / Power factor	> 0.95
Difusor de la luz / Light diffuser	Polícarbonato / Polycarbonate
Montaje / Mounting	Sobreponer / Superimposed
Grado de protec. / Protec. degree	IP20
Diámetro / Diameter	ø207 mm

PLAFÓN SQ LED 8W

Luminaria multiuso de instalación sobreponer, de forma cuadrada, disponible en color blanco / Multi-use fixture of superimposed installation, square shape, available in white color

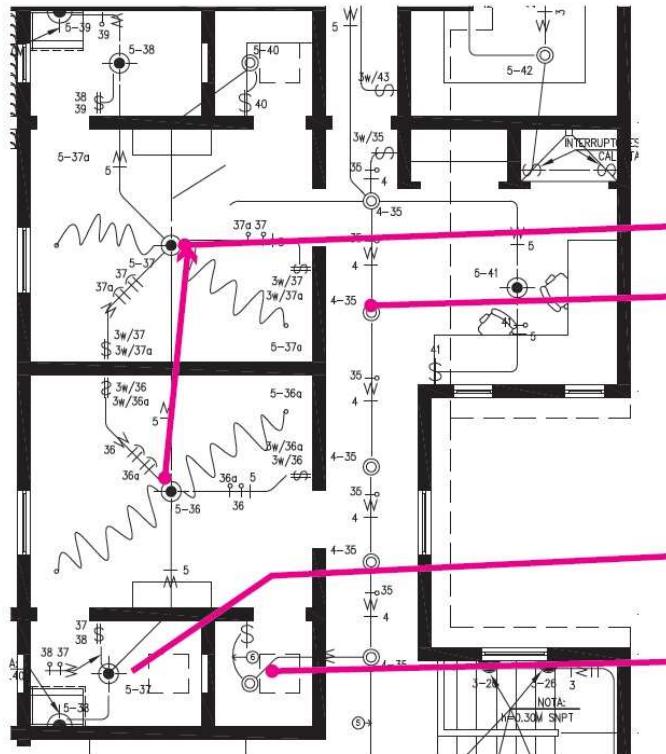
- Residencias / Residential • Comercios / Commercial • Hoteles / Hotels

INFORMACIÓN TÉCNICA / TECHNICAL INFORMATION

Código / Code	P24356-36
Consumo / Consumption	8W
Temp. de Color / Color temp.	5700K
Voltaje / Voltage	120V
Tecnología de luz / Light tech.	LED
Vida útil / Lifetime	35.000 hrs
Lúmenes promedio / Average lumens	600 lm
Factor de potencia / Power factor	> 0.95
Difusor de la luz / Light diffuser	Polícarbonato / Polycarbonate
Montaje / Mounting	Sobreponer / Superimposed
Grado de protec. / Protec. degree	IP20
Dimensión / Dimension	207x207x50 mm



dormitorios/estudio/pasillo segundo nivel



DOWNLIGHT LED 8W



517 LED

PLAFÓN RD LED 8W

PLAFÓN SQ LED 8W

DOWNLIGHT LED 8W

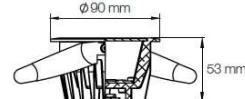
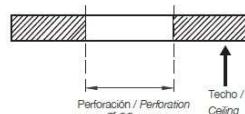


Downlight dimerizable de empotrar para iluminación en distintas áreas comerciales o residenciales / Recessed dimmable downlight to illuminate different commercial and residential areas

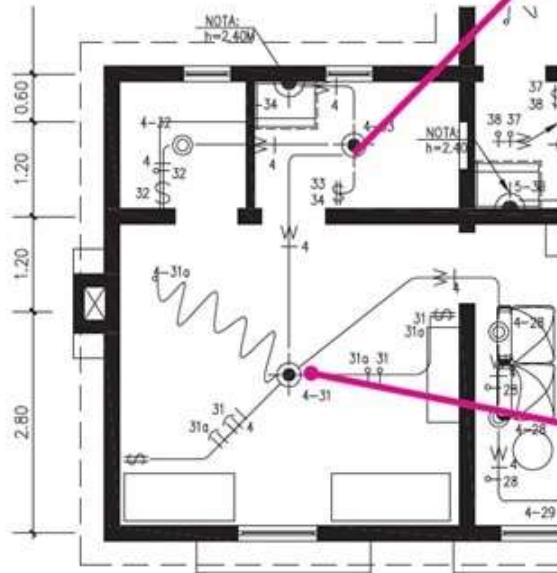
- Residencias / Residential • Comercios / Commercial • Hoteles / Hotels

INFORMACIÓN TÉCNICA / TECHNICAL INFORMATION

Código / Code	P24326-36	P24327-36
Consumo / Consumption	8W	8W
Temp. de Color / Color temp.	3000K	5000K
Voltaje / Voltage	90-150V	
Tecnología de luz / Light tech.	LED	
Factor de potencia / Power factor	> 0.95	
Difusor de la luz / Light diffuser	Policarbonato de 2mm / Polycarbonate 2 mm	
Fuente / Source	90-150V Dimmable	
Montaje / Mounting	Empotrar / Recessed	
Grado de protec. / Protec. degree	IP62	



dormitorio segundo nivel



PLAFÓN RD LED 8W



DOWNLIGHT LED 8W



517 LED



517 LED



Luminaria LED de aplicación colgante que hará relucir sus espacios
LED Fixture for pendant applications that will stand out your spaces

- Luminaria LED colgante, para instalaciones modulares.
- Utiliza tecnología LED - SMD con alta eficiencia y excelente flujo luminoso.
- Pendant LED fixture, for modular installations.
- It uses LED-SMD technology of high efficiency and excellent luminous flux.

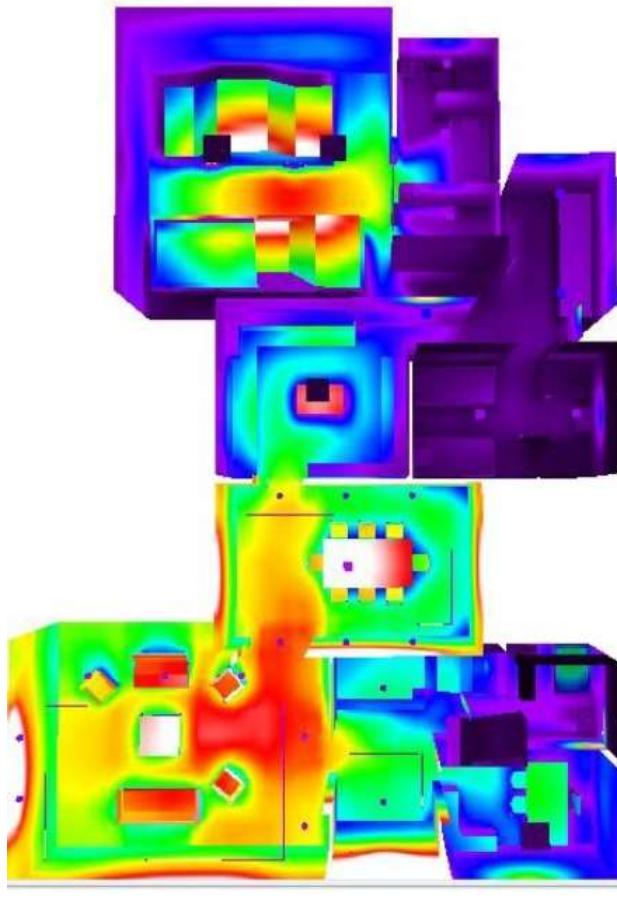
- Oficinas / Offices
- Hoteles / Hotels
- Escuelas / Schools
- Comercios / Commercial

Información para ordenar / Ordering Information*

ESPECIFICACIONES / SPECIFICATIONS					OPCIONES DE SELECCIÓN ÚNICA / SINGLE CHOICE OPTIONS		MÁS INFORMACIÓN / MORE INFO			
Modelo Model	Tipo LED LED type	Cant. Barras LED LED Bars Qty.	Flujo Lum. Lum. Flux	Dimensión Dimension	DIFUSOR / DIFFUSER Opal	INSTALACIÓN / INSTALLATION Colgante Pendant	Voltaje Voltage	Consumo Consumption	Amperaje Amperage	Lm / W
UL 517 LED	SMD-S1	1	1660 lm	24	*	*	Multivoltaje	17.5 W	700 mA	99
	SMD-S1	2	3360 lm	48	*	*	Multivoltaje	35 W	700 mA	99
CRI = 84										
Dimensiones / Dimensions										
Dimensión Nominal	A (mm)	B (mm)	C (mm)							
24	590	93	74							
48	1182	93	74							



5.2 Estudio de iluminación realizado por Tecno Lite para residencia Cayalá:

GRUPO
CONSTRULITATecno Lite
LA LUZ ES TUVAconstrulita®
el sentido de la luzÁREAS COMUNES
I NIVEL

Promedio de rangos lumínicos aceptables:

GARAGE- 100-150 luxes

LAVANDERÍA- 50-100 luxes

SERVICIO- 50-100 luxes

COCINA- 150-300 luxes

COMEDOR- 150-300 luxes

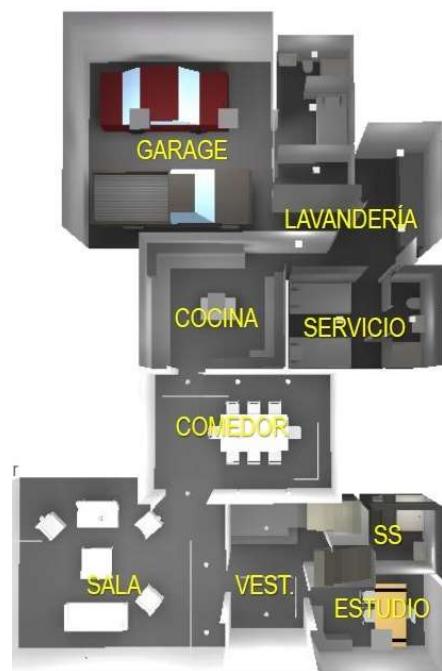
SALA- 70-200 luxes

VESTÍBULO- 50-100 luxes

ESTUDIO- 200-500 luxes

BAÑO VISITAS- 50-100 luxes

Este estudio está basado en la propuesta ya establecida y en las salidas de iluminación actuales. Se recomienda que en áreas como la cocina y de servicio se incremente la iluminación para poder llegar a una iluminación adecuada. En la cocina se puede incrementar por medio de la iluminación indirecta en gabinetes y en el área de servicio con una luminaria más potente como por ejemplo una FC-5225.



SALA PRINCIPAL E INGRESO
I NIVEL

GRUPO
CONSTRULITA

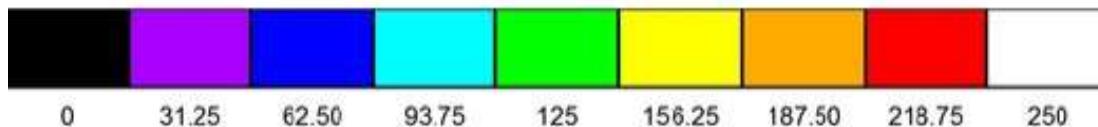
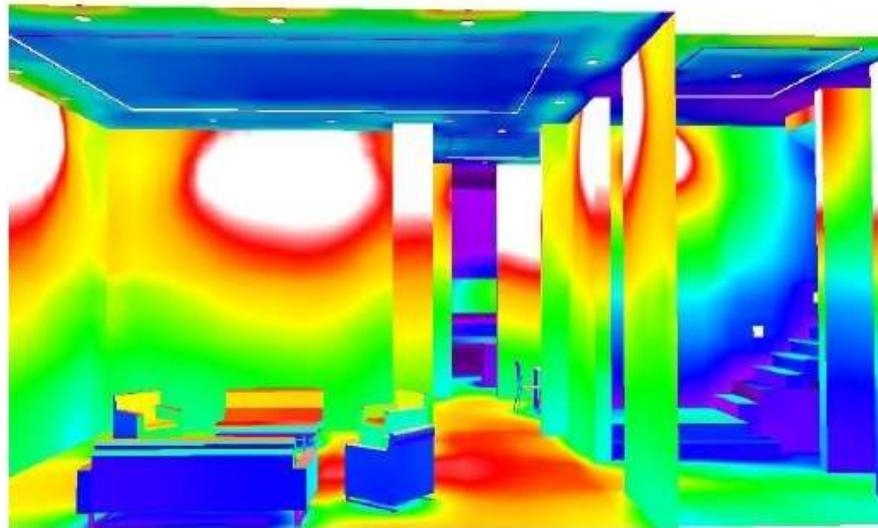
Tecno Lite
LA LUZ ES TUVA

construlita
el sentido de la luz



LUMINARIA PROPUESTA

YDLED-160/7W/30/B + T8-LED120/18W/40



COMEDOR
I NIVEL

GRUPO
CONSTRULITA

Tecno Lite
LA LUZ ES TUYA

construlita
el sentido de la luz

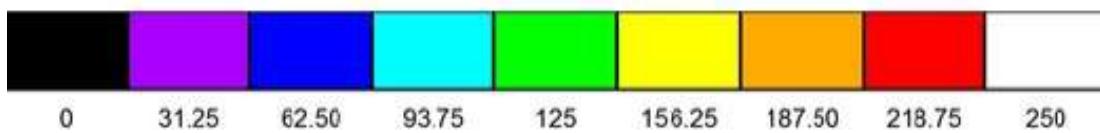
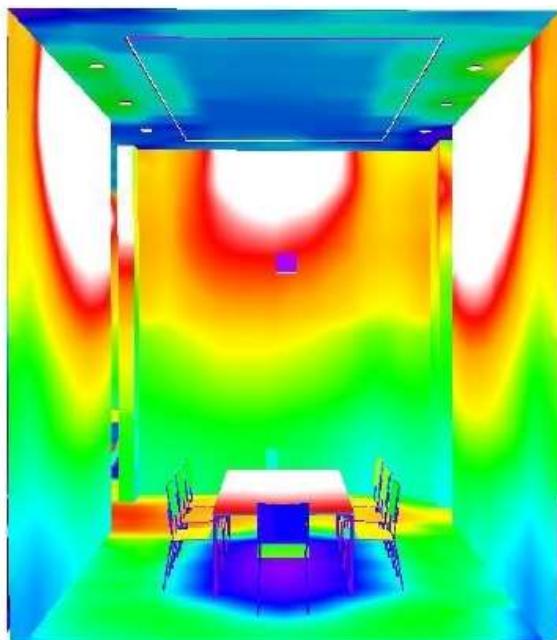


LUMINARIA PROPUESTA

YDLED-160/7W/30/B + T8-LED120/18W/40

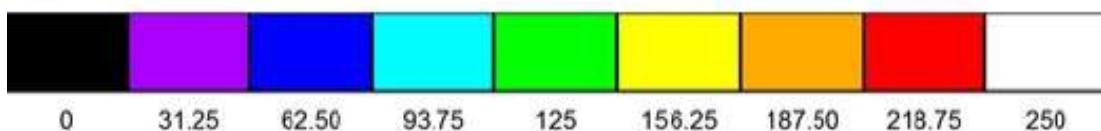
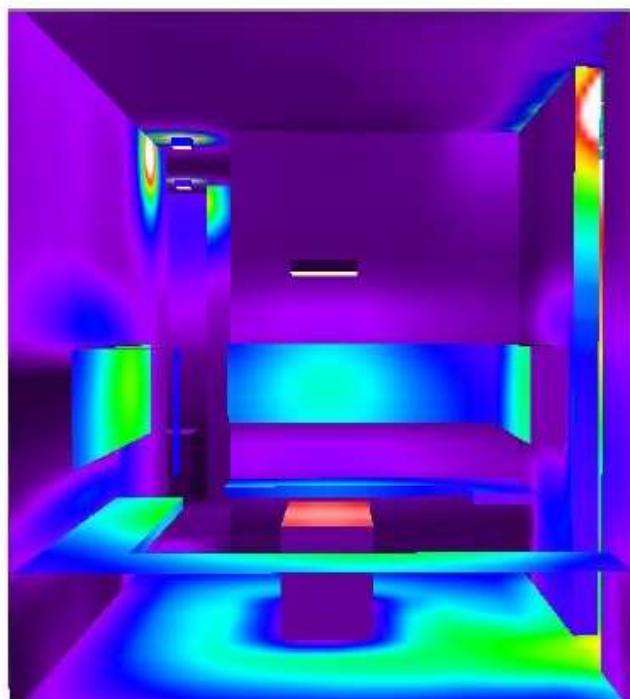


*Se sugiere que
la luminaria se
coloque a una
altura de
3metros aprox.



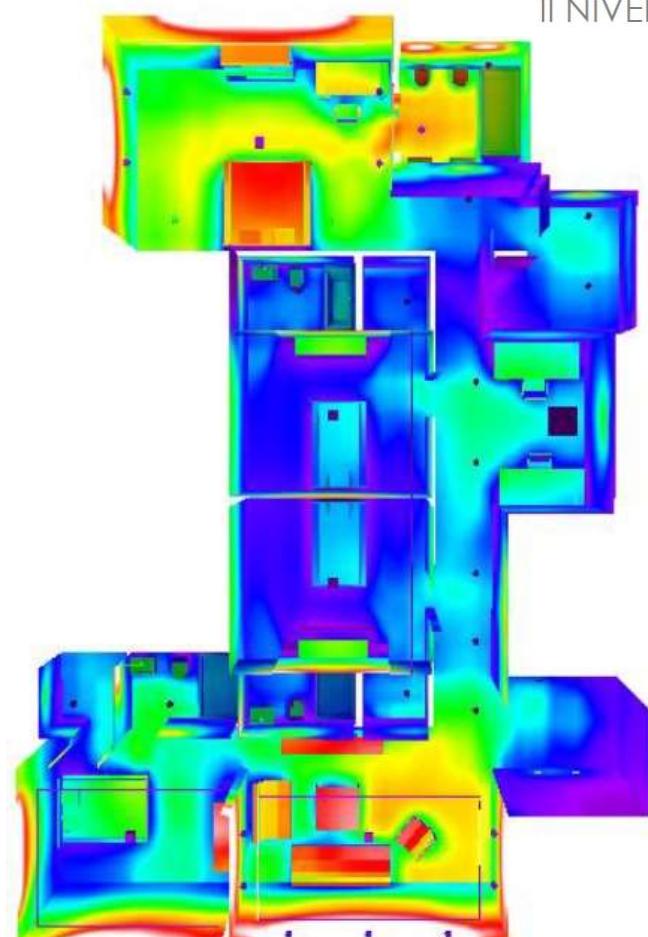
COCINA
I NIVELGRUPO
CONSTRULITA**Tecno Lite**
LA LUZ ES TUVA**construlita**
el sentido de la luzLUMINARIA PROPUESTA**PAN-LED/72W/40/S**

*Se sugiere que la luminaria se coloque a una altura de 3metros aprox. También que se incremente la iluminación por medio de iluminación indirecta bajo los gabinetes.



ÁREAS PRIVADAS

II NIVEL

GRUPO
CONSTRULITATecno Lite
LA LUZ ES TUVAconstrulita
en sentido de la luz

Promedio de rangos lumínicos aceptables:

DORMITORIOS- 70-200 luxes

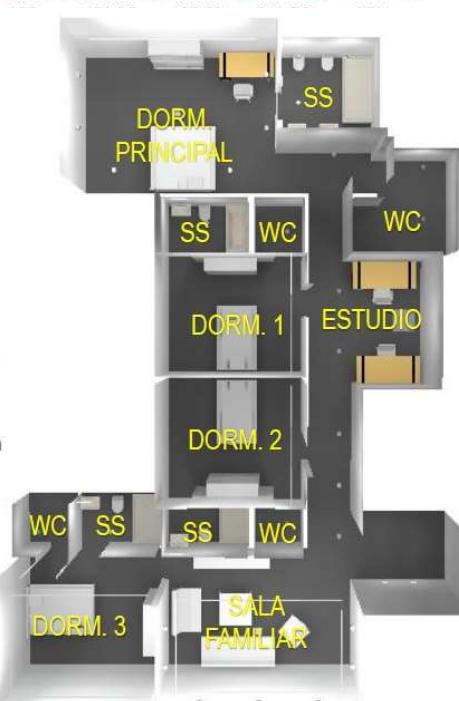
BAÑOS- 50-100 luxes

CLOSETS- 50-100 luxes

ESTUDIO- 200-500 luxes

SALA FAMILIAR- 70-200 luxes

Este estudio está basado en la propuesta ya establecida y en las salidas de iluminación actuales. Se recomienda que en el estudio se incremente la iluminación para poder llegar a una iluminación adecuada. Se puede lograr por medio de una luminaria suspendida en el centro o dos luminarias suspendidas sobre cada escritorio.



SALA FAMILIAR
II NIVEL

GRUPO
CONSTRULITA

Tecno Lite
LA LUZ ES TUVA

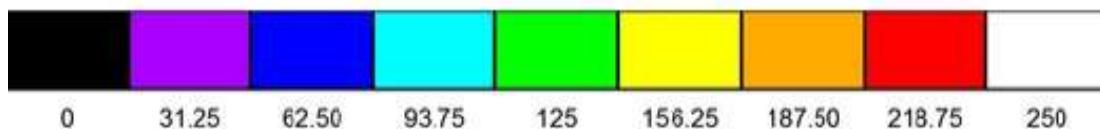
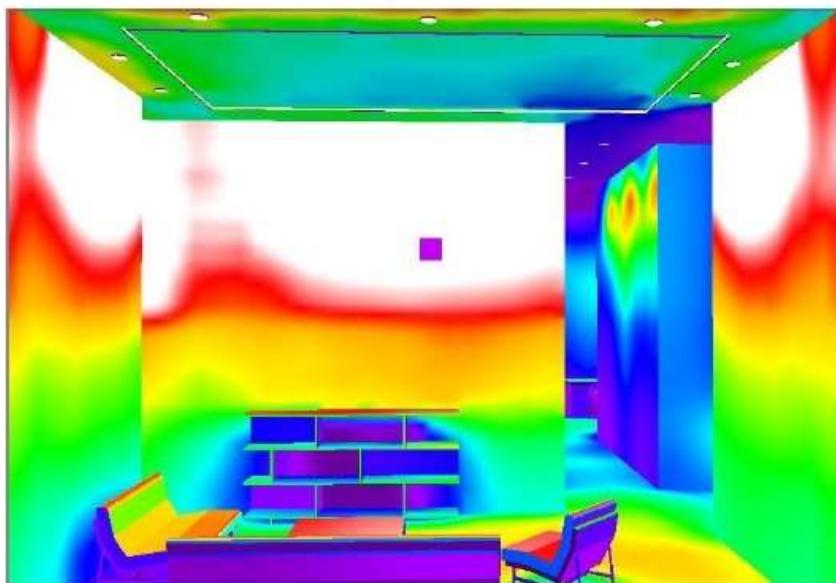
construlita
el sentido de la luz



LUMINARIA PROPUESTA
YDLED-160/7W/30/B +



T8-LED120/18W/40



DORMITORIOS
II NIVEL

GRUPO
CONSTRULITA

Tecno Lite
LA LUZ ES TUVA

construlita
el sentido de la luz

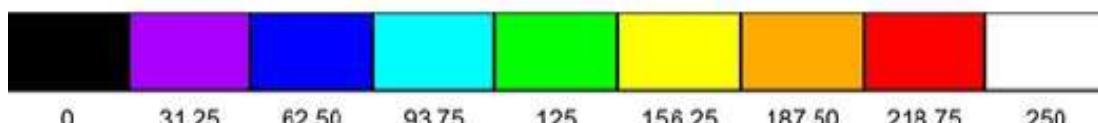
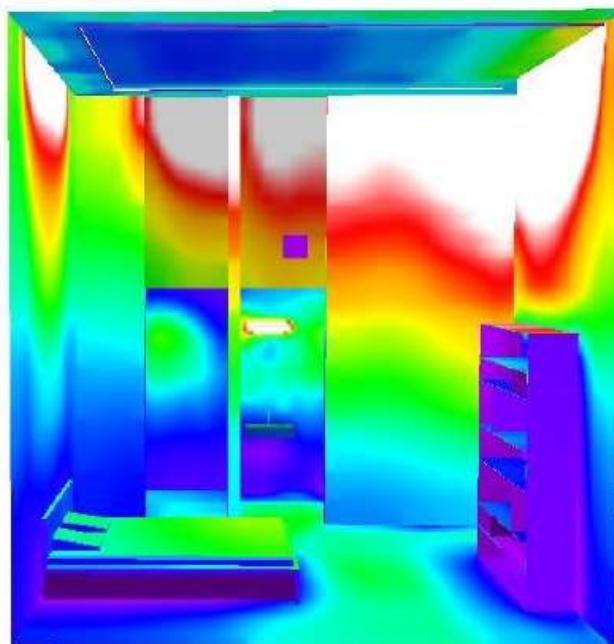


LUMINARIA PROPUESTA

YDLED-160/7W/30/B +



T8-LED120/18W/40



GRUPO
CONSTRULITA

Tecno Lite
LA LUZ ES TUYA

construlita[®]
el servicio de la luz

DORMITORIO PRINCIPAL II NIVEL

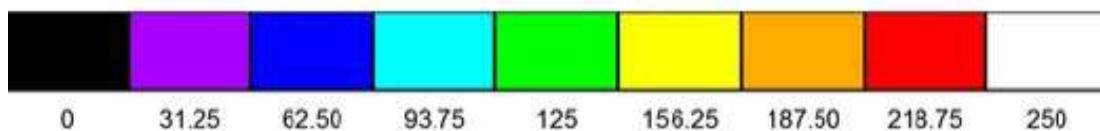
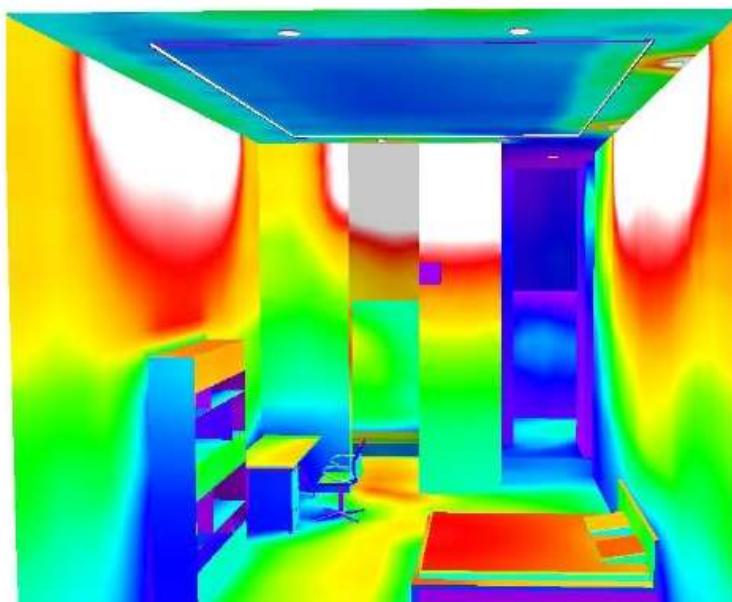


LUMINARIA PROPUESTA

YDLED-160/7W/30/B +



T8-LED120/18W/40



5.3 Cuadro No. 5.1 Comparativo de estudio de iluminación Sylvania frente a Tecno Lite

LUMINARIAS PROPUESTAS PARA RESIDENCIA CAYALÁ							
#	LUMINARIAS PROPUESTAS EN EL ESTUDIO DE SYLVANIA			LUMINARIAS PROPUESTAS EN EL ESTUDIO DE TECNO LITE			
#	IMAGEN	UBICACIÓN	CATÁLOGO	DESCRIPCIÓN LUMINARIA	IMAGEN	CATÁLOGO	DESCRIPCIÓN LUMINARIA
1		FACHADA FRONTAL Y POSTERIOR	BIDI HALO 2XPAR30	LUMINARIA DE PARED P37091-36 2 X PAR30 DE SOBREPONER, IP64 'SYLVANIA'		FTL-3800/BA	FAROL ALUMINIO BRONCE ANTIGUO CRISTAL OPALINO P/PARED E26 26W MAXIMO 100-240V IP44 'TECNO LITE'
2		VESTIBULO	ATRIA LED	LAMPARA OJO DE BUEY LED 3.5W EMPOTRAR 120-240V 200 LÚMENES 25,000 HORAS DE VIDA ÚTIL 'SYLVANIA'		YDLED-160/7W/30/B	LAMPARA OJO DE BUEY LED 7W EMPOTRAR 'TECNO LITE' BLANCO CÁLIDO 100-240V 35,000 HORAS DE VIDA ÚTIL, 350 LÚMENES
3		VESTIBULO	T8-LED120/9W/30	TUBO LED 9W WW 48" OPACO 'SYLVANIA'		T8-LED120/18W/30	TUBO LED 18W WW 48" OPACO 'TECNO LITE'
4		SALA PRINCIPAL	DOWNLIGHT LED 8W	DOWNLIGHT LED 8W EMPOTRAR 'SYLVANIA' BLANCO CÁLIDO 90-150V DIMERIZABLE		YDLED-160/7W/30/B	LAMPARA OJO DE BUEY LED 7W EMPOTRAR 'TECNO LITE' BLANCO CÁLIDO 100-240V 35,000 HORAS DE VIDA ÚTIL, 350 LÚMENES
5		SALA PRINCIPAL	T8-LED120/9W/30	TUBO LED 9W WW 48" OPACO 'SYLVANIA'		T8-LED120/18W/30	TUBO LED 18W WW 48" OPACO 'TECNO LITE'
6		COMEDOR	DOWNLIGHT LED 8W	DOWNLIGHT LED 8W EMPOTRAR 'SYLVANIA' BLANCO CÁLIDO 90-150V DIMERIZABLE		YDLED-160/7W/30/B	LAMPARA OJO DE BUEY LED 7W EMPOTRAR 'TECNO LITE' BLANCO CÁLIDO 100-240V 35,000 HORAS DE VIDA ÚTIL, 350 LÚMENES
7		COMEDOR	T8-LED120/9W/30	TUBO LED 9W WW 48" OPACO 'SYLVANIA'		T8-LED120/18W/30	TUBO LED 18W WW 48" OPACO 'TECNO LITE'
8		COCINA	T8-LED120/9W/30	TUBO LED 9W WW 48" OPACO 'SYLVANIA'		PAN-LED/72W/40/S	PANEL LED 2'x4' 72W 4000K 'TECNO LITE'
9		GARAGE	DETALWING LED	LAMPARA LED SOBREPONER TECHO 48.4 WATS 4800 LÚMENES 'SYLVANIA'		NO HAY LUMINARIA PROPUESTA EN ESTUDIO DE TECNO LITE	
10		ESTUDIO	S17 LED	LUMINARIA LED SUSPENDIDA 48" 35WATS 3360 LÚMENES 'SYLVANIA'		NO HAY LUMINARIA PROPUESTA EN ESTUDIO DE TECNO LITE	
11		SALA FAMILIAR	DOWNLIGHT LED 8W	DOWNLIGHT LED 8W EMPOTRAR 'SYLVANIA' BLANCO CÁLIDO 90-150V DIMERIZABLE		YDLED-160/7W/30/B	LAMPARA OJO DE BUEY LED 7W EMPOTRAR 'TECNO LITE' BLANCO CÁLIDO 100-240V 35,000 HORAS DE VIDA ÚTIL, 350 LÚMENES
12		SALA FAMILIAR	T8-LED120/9W/30	TUBO LED 9W WW 48" OPACO 'SYLVANIA'		T8-LED120/18W/30	TUBO LED 18W WW 48" OPACO 'TECNO LITE'
13		DORMITORIOS SECUNDARIOS	DOWNLIGHT LED 8W	DOWNLIGHT LED 8W EMPOTRAR 'SYLVANIA' BLANCO CÁLIDO 90-150V DIMERIZABLE		YDLED-160/7W/30/B	LAMPARA OJO DE BUEY LED 7W EMPOTRAR 'TECNO LITE' BLANCO CÁLIDO 100-240V 35,000 HORAS DE VIDA ÚTIL, 350 LÚMENES
14		DORMITORIOS SECUNDARIOS	T8-LED120/9W/30	TUBO LED 9W WW 48" OPACO 'SYLVANIA'		T8-LED120/18W/30	TUBO LED 18W WW 48" OPACO 'TECNO LITE'
15		DORMITORIO MATER	YDLED-160/7W/30/B	LAMPARA OJO DE BUEY LED 7W EMPOTRAR 'TECNO LITE'		YDLED-160/7W/30/B	LAMPARA OJO DE BUEY LED 7W EMPOTRAR 'TECNO LITE' BLANCO CÁLIDO 100-240V 35,000 HORAS DE VIDA ÚTIL, 350 LÚMENES
16		DORMITORIOS SECUNDARIOS	T8-LED120/9W/30	TUBO LED 9W WW 48" OPACO 'SYLVANIA'		T8-LED120/18W/30	TUBO LED 18W WW 48" OPACO 'TECNO LITE'

En los dos estudios de iluminación realizados para residencia Cayalá se puede observar lo siguiente:

- Cumplen con los rangos lumínicos con los que se deben cumplir según cada ambiente y actividades a realizarse en cada uno de ellos, es decir, se seleccionaron luminarias que cumplieran, al estar instaladas, con los luxes requeridos, especialmente en las áreas en las que se necesita mayor agudeza visual.
- Las luminarias seleccionadas tienen un índice de reproducción de color de hasta 85 RCI
- Todas las luminarias son 3000°K para crear ambientes con un confort visual.

Conclusiones

- La luz que necesita el ser humano no puede estar limitada y estandarizada por tablas de valores lumínicos sino debe ser adaptativa a su mayoría, debiendo antes estudiar y analizar al grupo al que se va a dirigir; saber que hacen y cómo deben reaccionar implica una planificación, un diseño de iluminación.
- Es importante tomar en cuenta que la carencia en cualquier tipo de iluminación y/o no percibir la suficiente y adecuada luz puede producir perjuicios para nuestro organismo.
- Una iluminación adecuada puede evitar fatiga ocular, cansancio, dolor de cabeza, estrés y accidentes domésticos, además del evidente daño en la vista que provoca la realización de labores con poca luz. Asimismo, una iluminación correcta puede evitar posturas inadecuadas que generan, a la larga, padecimientos musculares.
- Con la finalidad de demostrar y comparar todo lo escrito, el capítulo cinco toma como ejemplo dos estudios de iluminación con marcas diferentes de luminarias, en ellas se puede constatar el seguimiento y aplicación de toda la teoría con una comparación bastante clara en resultados de cálculos (DIALux) e interpretaciones finales (renders³⁴) de los espacios, exponiendo que la calidad en iluminación no depende solamente del factor luz si no de todas las características reflexivas que tengan los revestimientos de paredes, pisos, techos, muebles y objetos de los que se compone cada ambiente de la vivienda.
- Se han propuesto luminarias con temperatura de color de 3000°K (luz cálida) para la vivienda ya que lo que se requiere es generar espacios con un confort visual.
- La iluminación general cuando no garantiza niveles adecuados podemos recurrir a la iluminación localizada.
- Con el uso de la tecnología led se logra un ahorro energético considerable en comparación de otras tecnologías.
- En un ambiente se combinan varios tipos de luz con el fin de crear diferentes sensaciones con sus efectos, por ejemplo: una luz cálida hará tu sala más confortable mientras que una luz fría provocará tranquilidad o energía en función de cómo se distribuyan.
- Una buena iluminación puede aportar encanto y personalidad a cada ambiente, siempre que se coloque con la adecuada ubicación y los elementos correctos.
- Tener varios tipos de iluminación puede servir para recalcar y ocultar la presencia de objetos. La iluminación permite destacar un mueble, un cuadro u otro. Para este tipo de iluminación, conocida como decorativa o indirecta, plantearse utilizar lámparas con reguladores de intensidad de luz.

³⁴ El render es una imagen digital que se crea a partir de un modelo o escenario 3D realizado en algún programa de computadora especializado, cuyo objetivo es dar una apariencia REALISTA desde cualquier perspectiva del modelo. <https://www.arqing-mexico.com/render/qu%C3%A9-es-un-render/>

- Utilizar una iluminación focalizada puede mejorar la iluminación de la vivienda y puede ser un complemento muy útil para la luz general e ideal para espacios definidos como áreas de lectura o para el estudio de la vivienda.
- La iluminación de la cocina es muy importante, debe estar muy bien iluminada para ver los colores reales de los alimentos y evitar accidentes al cocinar. Se pueden añadir varios puntos de luz sobre el área de trabajo, lavatrastos y estufa.
- En la iluminación central del baño se tiende a optar por la luz artificial blanca de tubos led. En los baños cobra relevancia, sobre todo, el espejo y una opción muy exitosa es añadirles luz a los muebles.
- El uso de apliques en la pared permite atenuar el contraste entre el centro y las esquinas de la habitación, que a veces pueden estar demasiado oscuras.
- Las zonas de paso por seguridad, principalmente pasillos, deben estar correctamente iluminadas y los interruptores deben estar accesibles.
- En cuanto a los interruptores se pueden optar por aquellos que permitan regular la intensidad de la luz para crear ambientes en función de las necesidades: relajación, energía y otras.
- Evitar el exceso de iluminación, ya que puede tener consecuencias en nuestra salud y no siempre son buenas: insomnio, por ejemplo.

Recomendaciones

Basado en la investigación de la luz artificial en la arquitectura y tomando en cuenta las conclusiones anteriormente expresadas se dan las siguientes recomendaciones:

- Implementar un curso específico para el aprendizaje de técnicas de iluminación artificial en arquitectura, impartiendo como complemento los programas digitales de Dialux y Relux, que son los que más se utilizan y actualmente se pueden descargar sin ningún costo.
- Se propone la utilización de este proyecto, como complemento de los cursos.
- El uso de la tecnología para la representación de la iluminación exige el aprendizaje continuo de nuevas herramientas que siempre facilita el trabajo tanto para el estudiante de la arquitectura como para el profesional.
- Colaborar y promover actividades o congresos con las diferentes empresas y/o marcas de iluminación existentes en Guatemala que permitan ampliar el conocimiento de los profesionales y estudiantes de la Facultad de Arquitectura referente a iluminación artificial y su representación dentro de espacios arquitectónicos, interesados por desarrollarse a futuro en este tema y poder acceder al mercado laboral nacional e internacional.
- Capacitar al estudiante de arquitectura para que como profesional sea capaz de reconocer que tipo de necesidades son las que se presentan y así proponer soluciones que aprovechen cada característica y propiedad de la luz.
- Implementar talleres para saber y entender cuáles son las actividades que se realizan en cada ambiente, ya que será una condicionante para el diseño de iluminación.
- A continuación, se recomienda los siguientes temas para futuros proyectos de tesis complementarios a este tema:
 - Iluminación para industrias
 - Iluminación para oficinas
 - Iluminación para centros educativos
 - Iluminación para hospitales
 - Iluminación para comercios
 - Iluminación de monumentos
 - Iluminación de exterior
 - Iluminación de polideportivos

Bibliografía

Escola D'Art I Superior de Disseny de Vic, Psicología del Color.

FRIEDEL Robert. La luz eléctrica de Edison. España. Editorial Bellaterra, S.A. 1987.

FRIER, John P. y GAZLEY FRIER Mary E. Industrial Lighting Systems. México. Editorial Limusa. 1986. Págs. 77-105, 170-185, 210-216

PHILIPS LIGHTING. Fundamentos sobre la luz y la iluminación. Mayo, 2017

Promateriales, Iluminación Interior en Arquitectura, Soluciones para un ambiente deseado, consultado el 30 de enero, 2017, <http://www.promateriales.com/pdf/PM-60-06.pdf>

RAMÍREZ VÁSQUEZ, José. Luminotecnia Enciclopedia CEAC de Electricidad. España. Ediciones CEAC, S.A. 1993. Págs. 67-87.

Revista Diagonal, La iluminación es el tema, consultado el 30 de enero, 2017, <http://www.revistadiagonal.com/entrevistas/la-luz-es-el-tema/la-luz-artificial-es-el-tema/>

SAFFORD, Edward L. Jr. Electrical Wiring and Lighting for home and office. México. Editorial Limusa. 1984. Pág. 95-114.

TURNER, Janet. Diseño con Luz en Centros comerciales. Soluciones de iluminación para tiendas, centros comerciales y mercados. México. McGraw-Hill/Interamericana Editores, S.A. de CV. 2000.

TURNER, Janet. Diseño con Luz en espacios públicos. Soluciones de iluminación para exhibiciones, museos y lugares históricos. México. McGraw-Hill/Interamericana Editores, S.A. de CV. 2000.

VAN BOMMEL, Wout y ROUHANA, Abdo. Philips Lighting. Fundamentos sobre la generación de la luz y el alumbrado.

*Virsa Valenzuela Morales – Licenciada en Letras
33 avenida "A" 10-79 zona 7 Tikal 2 – Teléfono 5982-4483*

Nueva Guatemala de la Asunción, 7 de julio de 2021

MSc. Arquitecto
Edgar Armando López Pazos
Decano
Facultad de Arquitectura
Universidad de San Carlos de Guatemala

Señor Decano:

Atentamente, hago de su conocimiento he realizado la revisión de estilo del proyecto de graduación: LA LUZ ARTIFICIAL EN LA ARQUITECTURA de la estudiante de la Facultad de Arquitectura: Ana Lucía Hong Aguilar, carnet universitario 9212942, previamente a conferirsele el título de Arquitecta en el grado académico de Licenciado.

Luego de las adecuaciones y correcciones que se consideraron pertinentes en el campo lingüístico, considero que el proyecto de graduación que se presenta cumple con la calidad técnica y científica requerida.

Al agradecer la atención que se sirva brindar a la presente, me suscribo respetuosamente,



*Licenciada Virsa Valenzuela Morales
6,237*

*Virsa Valenzuela Morales
Licenciada en Letras
Colegiada N°. 6237*



FACULTAD DE
ARQUITECTURA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

Proyecto de Graduación desarrollado por:

A handwritten signature in black ink.

Ana Lucía Hong Aguilar

Asesorado por:

A handwritten signature in blue ink.

Arq. Pablo Romeo Flores Veriegas

A handwritten signature in black ink.

MSc. Víctor Hugo Jauregui García

A handwritten signature in black ink.

MSc. Luis Fernando Salazar Garcia

Imprimase:

"ID Y ENSEÑADA TODOS



A handwritten signature in black ink.

MSc. Arq. Edgar Armando López Pazos
Decano