



Reporte Final de Estadía

Jorge Eduardo Bravo Castro

Propuesta de ahorro de energía con
iluminación LED



Universidad Tecnológica del Centro de Veracruz

Programa Educativo
Energías Renovables

Reporte para obtener título de
Ingeniero en Energías Renovables

Proyecto de estadía realizado en la empresa
Hotel María Isabel

Nombre del proyecto
Propuesta de ahorro de energía con iluminación LED

Presenta
Jorge Eduardo Bravo Castro

Cuitláhuac, Ver., a 24 de abril de 2018.



Universidad Tecnológica del Centro de Veracruz

Programa Educativo
Energías Renovables

Nombre del Asesor Industrial
Juan Carlos Hernández Rath

Nombre del Asesor Académico
MRT. Edgar Eduardo Luna de la Luz

Jefe de Carrera
Ing. Enrique Castillo Zaragoza

Nombre del Alumno
Jorge Eduardo Bravo Castro

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar gracias a Dios por guiarme en todo momento y haberme permitido terminar con éxito este valioso estudio.

También gracias a mi familia, quienes siempre me apoyaron en momentos difíciles y quienes fueron mi motivación para poder concluir con éxito.

A mis profesores y asesor por compartirme sus grandes conocimientos y apoyarme en todo momento para poder hacer realidad este sueño.

Muchas gracias.

RESUMEN

Para el mercado turístico y hotelero en México existe una amplia gama de métodos para ahorrar energía, trayendo consigo diferentes beneficios como lo son ahorros económicos, reducciones de emisiones de CO₂ y una mejor imagen al mostrar preocupación por el medio ambiente. Al mismo tiempo que mejora la comodidad que ofrecen los hoteles a sus clientes; lo que convierte a esos hoteles en establecimientos más competitivos y con una mejor actividad en el sector turístico.

Realización de propuesta de ahorro de energía con iluminación LED, con el fin de detectar las posibles pérdidas de energía dentro de las instalaciones en el Hotel María Isabel.

Se elaboró propuesta de poca inversión, orientado para ahorrar en el sistema de iluminación, aire acondicionado, equipos de lavandería, equipos de cómputo, televisión y cocina.

Contenido

| | |
|---|-----------|
| AGRADECIMIENTOS | 1 |
| RESUMEN | 2 |
| CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN | 4 |
| 1.1 Estado del Arte | 6 |
| 1.2 Planteamiento del Problema..... | 8 |
| 1.3 Objetivos | 9 |
| 1.4 Definición de variables | 9 |
| 1.5 Hipótesis..... | 10 |
| 1.6 Justificación del Proyecto | 10 |
| 1.7 Limitaciones y Alcances..... | 11 |
| 1.8 La Empresa (Nombre de la empresa) | 11 |
| CAPÍTULO 2. METODOLOGÍA | 14 |
| CAPÍTULO 3. DESARROLLO DEL PROYECTO | 29 |
| CAPÍTULO 4. RESULTADOS Y CONCLUSIONES..... | 46 |
| 4.1 Resultados | 46 |
| 4.2 Trabajos Futuros | 46 |
| 4.3 Recomendaciones | 46 |
| ANEXOS | 47 |
| BIBLIOGRAFÍA | 49 |

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, a lo largo y ancho del mundo ha surgido la necesidad de llevar presente en todo momento el ahorro y la eficiencia energética en el sector industrial, empresarial y turístico.

Los hoteles son una pieza clave de la industria turística en el país, es por ello que utilizan una gran cantidad de energía eléctrica para mantener la demanda de los servicios que brindan a sus clientes; pero trae consigo múltiples actividades que pueden traer efectos negativos en materia ambiental. Por esto tienen un enorme compromiso en implementar métodos que les permitan optimizar sus recursos y mantener sus instalaciones eficientes y de excelente calidad para sus clientes.

El control de la demanda y el ahorro de energía eléctrica se convierten en compromisos esenciales.

El estudio a realizar tiene la tarea principal de estudiar el uso de energía eléctrica y detectar los malos vicios usados por los usuarios del hotel; generando un ahorro económico con el consumo de energía.

México es un país con una situación privilegiada que goza de una amplia variedad de recursos para generar energía solar, ya que cuenta con altos niveles de radiación solar. La irradiación solar global en México, en promedio, es de 5 kWh/m² día, sin embargo en algunas regiones del país se llega a valores de 6 kWh/m² día o más. De acuerdo con lo anterior, si se supone una eficiencia del 15%, bastaría un cuadrado de 25 km de lado en el desierto de Sonora o Chihuahua para generar toda la energía eléctrica que requiere hoy el país (SENER, 2012).

En los hoteles la iluminación juega un papel esencial al momento de la decisión de la elección del cliente, ya que en la mayoría de los casos; los hoteles lujosos poseen una gran variedad de iluminación y hace que sea más atractivo para el público.

Para lograr buenos resultados es importante que el diseño de iluminación este aplicado a las diferentes áreas del hotel.

Aunque la iluminación LED tiene un alto costo a comparación de otros ejemplares, esa inversión se termina recuperando al poco tiempo y en el ahorro de energía eléctrica. Sin embargo, es necesario valorar todas las opciones y comprobar que realmente es conveniente realizar el cambio, porque para ciertas áreas no resulta aconsejable. Una vez comprobado que el cambio a LED es conveniente y rentable, hay que asegurarse de que las lámparas a usar son las que más se adaptan a la necesidad que se busca remediar.

Ejemplo:

Una bombilla incandescente de 90W con vida útil estimada de 1,000 horas durante 1 año, emite 37.8 Kg de CO₂ al año.

Una LED equivalente a 10W, con un uso estimado de 1,000 horas al año, duraría 25 años y emite 4.2 Kg de CO₂ al año.

Dicho proyecto está basado bajo las normas NOM-013-ENER-2012, NOM-025-STPS-2008 y UNE 12464.1. Con el propósito de que se diseñen o construyan bajo un criterio de uso eficiente de la energía eléctrica, mediante la optimización de diseños y la aplicación de equipos y tecnologías que incrementen la eficacia sin menoscabo de los requerimientos visuales.

En general, se plantea reducir los consumos energéticos con iluminación LED, mejorar la eficiencia energética y minimizar el impacto ambiental para posteriormente implementar un plan de acción a corto y mediano plazo orientado a lograr un uso correcto y eficiente de la energía eléctrica.

1.1 Estado del Arte

El Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012 (PND), emitido por el poder ejecutivo de la nación, señala con toda claridad lo siguiente: “El Plan asume como premisa básica la búsqueda del Desarrollo Humano Sustentable; esto es, del proceso permanente de ampliación de capacidades y libertades que permita a todos los mexicanos tener una vida digna sin comprometer el patrimonio de las generaciones futuras”.

El informe también menciona que en los últimos años el turismo en el mundo ha crecido a tasas superiores que el crecimiento de la economía en su conjunto, y que México destaca por ser, junto con China y Turquía, uno más de los países en desarrollo que se encuentra en la lista de los diez primeros países con mayores llegadas de turistas en el mundo.

En los últimos 12 años México se ha movido, con ascensos y descensos, en la franja de 20 millones de turistas internacionales al año y se realizan más de 140 millones de viajes turísticos domésticos.

Toda actividad humana genera, de una manera u otra, consumo energético. Cuando se habla de consumo de energía, se piensa casi inmediatamente en los grandes complejos industriales, pero a todas las escalas el hombre utiliza energía para fines muy distintos; comodidad, transporte o iluminación.

Se puede definir a la energía como la capacidad para realizar un trabajo. A partir de la energía, el hombre modifica la naturaleza, fabrica productos complejos, los distribuye y ofrece diferentes tipos de servicios al mundo.

Dentro del sector hotelero el consumo de energía es esencial para satisfacer las necesidades de los servicios que ofrece a sus clientes. La energía utilizada en los hoteles de México en promedio es un 66.7%, debido a su uso en iluminación, ascensores, bombeo de agua, aire acondicionado, maquinaria eléctrica de cocinas,

restaurante, lavandería, recepción, etc. Para complementar la demanda energética requerida en los hoteles, están los combustibles fósiles, utilizados en un 33.10% los cuales se utilizan generalmente en la producción de agua caliente y suministro de la cocina.

A continuación, se muestra cómo se reparte la demanda de energía eléctrica entre los principales equipos consumidores en hoteles ubicados en lugares con un clima cálido; como sucede en este presente estudio.

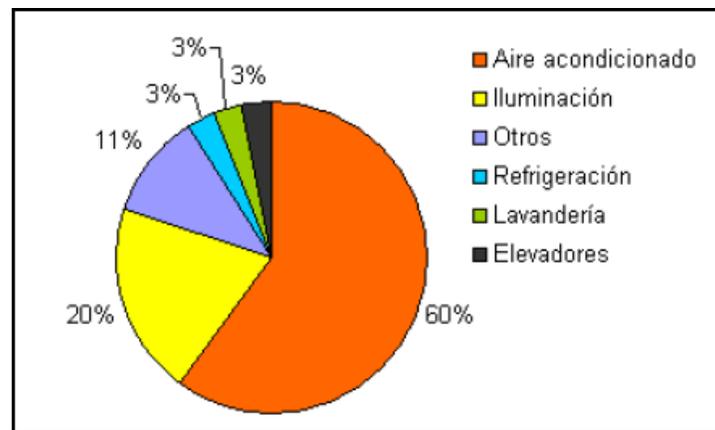


Figura 1.1: Gráfica de consumo.

Una característica importante a destacar es que el estado de Campeche a pesar de no ser uno de los estados con mayor número de hoteles, es el estado que más turistas puede alojar en sus hoteles al contar con un mayor número de habitaciones. Y esto se debe a que los hoteles de Campeche cuentan con un promedio mayor de habitaciones por hotel.

1.2 Planteamiento del Problema

La energía es una pieza fundamental dentro del crecimiento mundial, se piensa que el consumo total de energía de un país es usado como indicador de su progreso económico; lo que provoca un consumo alto de energía eléctrica.

El conflicto que se vive actualmente en el mundo, es que la energía generada es obtenida por recursos limitados, como lo son los combustibles fósiles y que el 30% del mismo se utiliza para generar productos de consumo diario. Entonces si los recursos son limitados y se utilizan no sólo para generar energía sino también para generar productos, es claro que nos acercamos a un problema energético, de la cual la humanidad sobrevivirá si se adoptan nuevas estrategias de obtención de energía que se consume, teniendo como única solución otra fuente de energía; limpios e infinitos como lo son las energías renovables y alternas. La dependencia del uso de combustibles fósiles y la alta ausencia de una buena cultura del uso correcto de la energía, son problemas fuertes en el tema de ahorrar energía eléctrica.

La iluminación es considerada un sistema de energía eléctrica es transformada en condiciones de visión y bienestar. El hotel debe de mantener los niveles adecuados de iluminación para cada área, creando un lugar de comodidad y de una sensación agradable.

Se estima que con ayuda de componentes más eficaces, contemplación de luz natural, sistemas de control se puede lograr reducir de entre un 25% a un 60% del consumo de energía eléctrica de solo iluminación.

Es por ello que se ha desarrollado el presente proyecto, ya que gracias a esto será posible realizar un estudio para el ahorro y el uso eficiente de la energía eléctrica en el Hotel María Isabel. Trayendo con esto un pequeño aporte de solución al problema mundial de las emisiones contaminantes en la atmósfera; los gases de efecto invernadero.

1.3 Objetivos

- Estudiar el consumo de energía eléctrica para realizar proyecto de ahorro con iluminación LED en el Hotel ubicado en Escárcega, Campeche.

- Aplicar un ahorro de energía eléctrica con tecnología LED en hotel de Escárcega, Campeche mediante uso de iluminación LED.
- Sensibilizar a los usuarios la importancia del ahorro de energía.
- Analizar las áreas para elegir que tipo de iluminación usar.

1.4 Definición de variables

Para realizar un diseño de iluminación existen principios básicos de iluminación óptica para estudiar y trabajar en las cuales vale destacar:

- Usar la luz artificial solo como un complemento a la luz natural en el día y como única fuente de noche y no usar la misma iluminación las 24 horas.
- Aprovechar al máximo la luz natural que se pueda aumentar el ahorro energético.
- Exigencias visuales de cada área del hotel.
- Disponibilidad de iluminación requerida.

1.5 Hipótesis

El estudio de luminarias de tipo LED basados en la ideología de eficiencia energética y comodidad visual, permitirá tener un mejor criterio al momento de realizar un diseño de iluminación, eléctrico, comodidad y medio ambiente.

La importancia de realización del estudio del consumo de energía eléctrica y la propuesta de un sistema fotovoltaico se ayudará a entender el consumo real. Además, de proponer medidas para que dichos consumos se reduzcan sin afectar la comodidad de los clientes.

1.6 Justificación del Proyecto

El estudio busca reducir el consumo de energía eléctrica en el Hotel María Isabel con el uso de iluminación LED. Esto por el hecho de que los hoteles utilizan una gran cantidad de energía para brindar el servicio y la comodidad a sus clientes.

Lamentablemente, uno de los principales problemas en la pérdida de energía es el mal hábito del uso de energía de los mismos clientes. Esto sucede por la nula difusión de información del correcto uso de la energía eléctrica, ya que hace que crezca la carencia de cultura del uso correcto de la energía.

Se entiende que esta tecnología de iluminación LED puede coexistir perfectamente con los sistemas existentes, ya que la gran variedad de casquillos y sus dimensiones permiten reemplazar, sin gastos de adaptación, lámparas halógenas, incandescentes y fluorescentes por lámparas con tecnología LED.

La importancia de este estudio radica en aprender y enseñar a las personas la manera más eficiente para ahorrar energía eléctrica, manteniendo la calidad, duración y eficiencia de la misma, disminuyendo los costos y gastos ya que con la nueva tecnología LED se logra esto y aún más ya que se contribuye con la vida del planeta porque mientras disminuya el consumo eléctrico, al mismo tiempo no se usaría tantos recursos no renovables y renovables para producirla, y con esto conseguiríamos no generar impacto ambiental. Así mismo, es importante señalar que el sistema de iluminación LED es un aporte para el ecosistema ya que los elementos de los cuales están hechos son reciclables, además los bombillos convencionales generan sodio (Na) o mercurio (Hg). Se busca también dar a conocer el bajo riesgo que esta tecnología está considerada como no nociva.

En consecuencia, se entiende la gran importancia de la realización del estudio de ahorro de energía en el Hotel María Isabel. Así se podrá visualizar el impacto del mismo.

1.7 Limitaciones y Alcances

Para poder alcanzar los objetivos establecidos fue necesario el estudio de los sistemas eléctricos usados actualmente en el hotel, evaluando así el estado físico de las instalaciones y estudiando la información de los consumos de energía anteriores.

Así se obtuvo una visión general del consumo del hotel, para que después estableciera las estrategias a seguir para el ahorro de energía eléctrica.

Durante el estudio se encontraron limitantes ya que muchos equipos electrónicos no tenían datos de su consumo y fue necesario investigar por otras fuentes los datos de cada equipo; cuidando que no hubiera mucho margen de error para poder obtener resultados exactos.

1.8 La Empresa (Hotel María Isabel)

En 1974 los progenitores de la familia Guizar Laines iniciaron con el proyecto de fundar un hotel en el centro de Escárcega, la idea era visionaria pues sería de los primeros hoteles en el pueblo construido para recibir a turistas extranjeros.

La idea de construir un hotel con infraestructura de 3 niveles en el centro de un pueblo rural era risible y fue tratada como una locura, a pesar de las adversidades en pocos meses en servicio se recibieron los primeros huéspedes y en 1975 fue su inauguración formal, celebrando en este 2018 el 44 Aniversario.

La familia creció y los hijos tomaron diversos rumbos sin tomar muy en serio este negocio que con tanto sacrificio se había creado, tal y como suele suceder en las películas uno a uno fueron regresando y esta es la nueva historia.

La tormentosa crisis económica del 2008-2009 por poco acaba con este sueño, fue gracias a la labor incansable de esta familia, a su fe de que el trabajo arduo y honesto siempre trae recompensas y la esperanza de amanecer en una nueva mañana más soleada y cálida.

En el 2016, deciden darle un giro de 360 grados a Hotel María Isabel, fue hasta el 2018 cuando con aporte de un crédito bancario se inició con la remodelación del edificio. Para entonces un hijo era el único a cargo general del hotel y decidió darle vida a un sueño de hace mucho tiempo y era justamente crear un hotel que fuese lo

más sostenible posible. Razón por la cual la infraestructura fue diseñada para aprovechar al máximo la luz natural, permitir los espacios libres y abiertos, así como las inversiones en nuevas tecnologías como equipo de paneles y calentadores solares para el calentamiento del agua de las duchas entre otros.

Su travesía no ha sido sencilla, hoy con 44 años de existencia tiene muchos retos en el horizonte, pero ha sido justamente esa travesía la que le da fuerzas y coraje para seguir adelante y declararse una historia de éxito.

Misión.

Ser una empresa dedicada a satisfacer la demanda turística con hospedaje y alimentación, con servicios de la mejor calidad, de manera segura, confiable, maximizando el valor del servicio.

Visión.

Consolidarse como una empresa de referencia y reconocida a nivel nacional, como una empresa de servicios Premium, con alto nivel de seguridad, higiene y enfocados a la necesidad del cliente.

Objetivos de la empresa.

Ofrecer una alternativa en calidad del servicio para el descanso y alimentación en el viaje de trabajo o vacacional con alta seguridad, higiene, ética y esmerada atención en el servicio.

Procesos que se realizan en la empresa.

El hotel ofrece hospedaje y alimentación al público general.

Mercado de impacto.

Área con elevada afluencia turística internacional por tratarse de la famosa ruta maya en el caribe mexicano conocida a nivel internacional.

Impacto en el área de mecatrónica.

Alta necesidad y demanda y la baja oferta en servicios de instalación de maquinaria y equipo, así como domótica, escaso personal especializado en su mantenimiento.

CAPÍTULO 2. METODOLOGÍA

Tipos de investigación:

- Tipo documental: se realizó consultas en algunas fuentes de información tales como páginas web, catálogos y libros
- Tipo de campo, se investigó sobre la tecnología existente de nuestro medio para distinguir las diferentes características de todos los elementos empleados en el diseño y construcción del tablero y estructura didáctica. Se basó en aplicaciones del ámbito comercial.

Métodos:

- El método analítico: sintético se utilizó para realizar una simplificación de la información adquirida de internet, catálogos y libros, para una mejor comprensión. Se empleó para la elaboración del marco teórico donde fue necesario utilizar varios documentos analizados.
- El método inductivo: deductivo se utilizó para la deducción de los contenidos generales o teorías ya demostradas y desarrollar una forma interpretativa para la explicación del tema que se investigó.

Método empírico:

- El método de diseño tecnológico se aplicó mediante la observación de espacios exteriores e interiores como oficinas, calles, puentes, residencias, etc. Asimilando las características de las luminarias para el diseño de la estructura para pruebas como de todos los elementos que lo constituyen.
- El método científico se aplicó para poder entender los conocimientos tecnológicos mediante la observación y experimentación, el cual lo aplicamos para realizar una guía de prácticas con las diferentes luminarias que conforman nuestro tema.

2.1 Conceptos básicos de la iluminación.

El espectro electromagnético:

Se denomina espectro electromagnético al ordenamiento de la energía radiante según la longitud de onda o la frecuencia. Se extiende desde longitudes de onda de 10⁻¹⁶ hasta 10⁵ metros.

El espectro visible es la porción del espectro electromagnético percibida por el ojo humano, y comprende las emisiones radiantes de longitud de onda desde los 400 nm hasta los 750 nm. La luz blanca percibida es una mezcla de todas las longitudes de onda visibles.

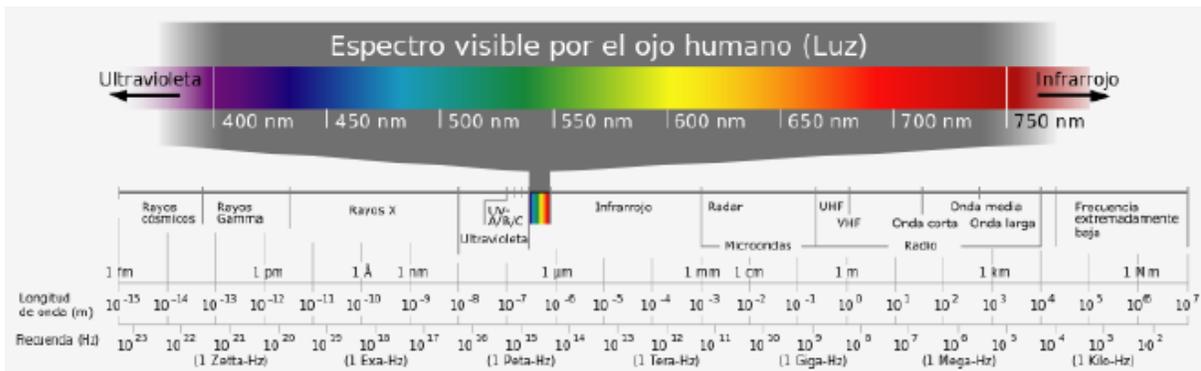


Figura 2.1: Espectro visible por el ojo humano.

Fenómenos asociados a la propagación de la luz:

- **Reflexión:** La reflexión de la luz ocurre cuando las ondas electromagnéticas se topan con una superficie que no absorbe la energía radiante. La onda, llamada rayo incidente se refleja produciendo un haz de luz, denominado rayo reflejado.

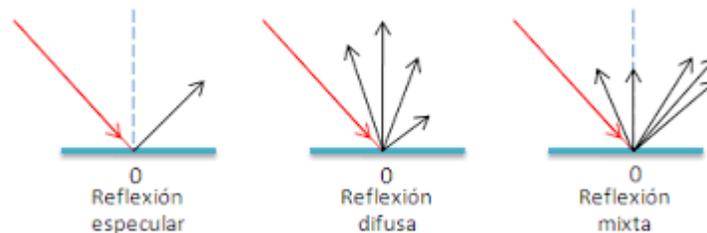


Figura 2.2: Ejemplos de reflexión.

- **Transmisión:** Es la propagación de las radiaciones a través de los cuerpos transparentes o traslúcidos. Si durante esta transmisión hay una diferencia en la densidad del medio se produce la refracción.
- **Absorción:** Es la conversión de luz en otra forma de energía, generalmente en energía calórica, en energía eléctrica (como la generada en las células fotoeléctricas), o en energía química (como la fotosíntesis realizada por las plantas). También puede ocurrir que cambie a una radiación de diferente longitud de onda (fluorescencia).

Aspectos generales de la iluminación:

- ❖ **Temperatura del color:** hace referencia al color de la fuente luminosa. Es la temperatura que debe alcanzar un cuerpo negro ideal para que la tonalidad de la luz emitida sea igual a la de la lámpara considerada.

| Fuente de luz | Temperatura (K) |
|-------------------------------------|--------------------|
| Fuego (cerilla, vela) | 1.200 K – 1.800 K |
| Luz del sol al amanecer o atardecer | 2.000 K – 2.200 K |
| Bombilla Incandescente (40w – 75w) | 2.600 K – 2.800 K |
| Luz de medio día (verano) | 5.600 K |
| Día Nublado | 6.000 K – 10.000 K |
| Luz del Alba | 8.000 K – 10.000 K |

Figura 2.3: Ejemplos de temperatura de color.

El dato de la temperatura de color se refiere únicamente a la apariencia de color de la luz, pero no a su composición espectral; de tal forma que dos fuentes de luz pueden poseer un color parecido, y unas propiedades de reproducción cromática muy diferentes. Introducimos, pues, un segundo parámetro que es la reproducción cromática, o capacidad de discriminación

de los colores de una determinada fuente luminosa que hace referencia a cómo se ven los colores de los objetos iluminados.

- ❖ **Índice de reproducción cromática (IRC o Ra):** es un sistema internacional que mide la capacidad de una fuente de luz para reproducir los colores fielmente. La medición se realiza con la luz del día como referencia. Es decir, el IRC (colour rendering index o CRI en inglés) de la luz del día es de 100: toda la gama de colores se reproducen perfectamente.

Si queremos comparar dos lámparas distintas, para comprobar cuál de ellas reproduce los colores con mayor calidad, es indispensable que ambas lámparas tenga una temperatura de color similar, ya que algunas lámparas pueden resaltar tonalidades en función de la temperatura de color de la luz que emitan. El color de un objeto iluminado por dos lámparas con el mismo CRI variará si cada una de las lámparas tiene una temperatura de color diferente.

| | |
|--------------|-----------|
| Ra < 60 | Pobre |
| 60 < Ra < 80 | Bueno |
| 80 < Ra < 90 | Muy bueno |
| Ra > 90 | Excelente |

Figura 2.4: Representación de colores según CRI.

- ❖ **Ángulo de apertura del haz de luz:** Es la zona donde se concentra el mayor porcentaje de luz que emite la lámpara. La forma de distribución del haz de luz suele ser simétrica y dependerá del modelo de la lámpara. Una correcta elección en el grado de apertura nos va a garantizar una iluminación adecuada, homogénea y sin sombras.

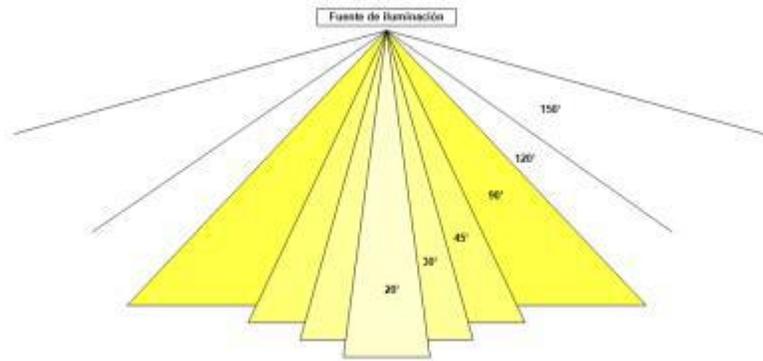


Figura 2.5: Ángulo de apertura del haz de luz.

- ❖ **Deslumbramiento:** Es una sensación molesta que se produce cuando la luminancia de un objeto es mucho mayor que la de su entorno. Es lo que ocurre cuando miramos directamente una bombilla o cuando vemos el reflejo del sol en el agua.

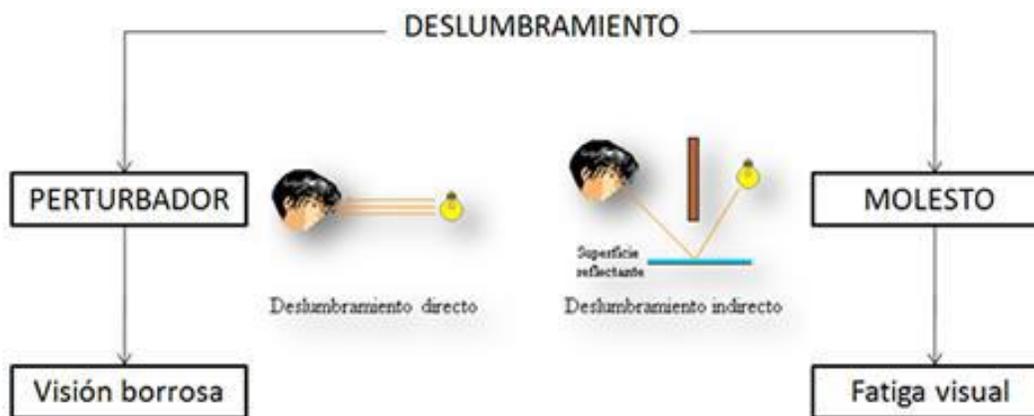


Figura 2.6: Ejemplos de deslumbramiento.

Magnitudes y unidades de medida.

- **Flujo luminoso (Φ):** es la potencia emitida en forma de radiación luminosa a la que el ojo humano es sensible. Su unidad de medida es el lumen.
- **Intensidad luminosa o nivel de iluminación (I):** es el cociente del flujo luminoso emitido en una dirección por unidad de ángulo sólido en esa dirección. Su unidad es la candela (cd), y la fórmula que la expresa:

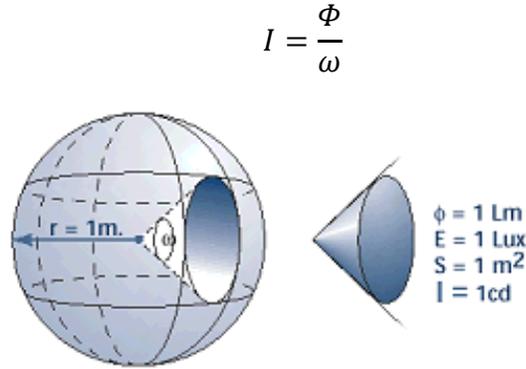


Figura 2.7: Intensidad luminosa.

- **Illuminancia (E):** es la relación entre el flujo luminoso que recibe la superficie y su área. Su unidad es el lux (lx), y la fórmula que la expresa:

$$E = \frac{\Phi}{S}$$

Se observa en la fórmula que cuanto mayor sea el flujo luminoso incidente sobre una superficie, mayor será su iluminancia, y que, para un mismo flujo luminoso incidente, la iluminancia será tanto mayor en la medida en que se disminuya la superficie.

Para la medida del nivel de iluminación se utiliza un luxómetro, que consiste en una célula fotoeléctrica, que al incidir la luz sobre su superficie, genera una débil corriente eléctrica que aumenta en función de la luz incidente.

- **Luminancia (L):** es el efecto de luminosidad que produce una superficie en la retina del ojo, tanto si procede de una fuente primaria que genera luz, como si procede de una fuente secundaria que la refleja. La unidad de medida de la luminancia es la candela por metro cuadrado (cd/m²) y la fórmula que la expresa:

$$L = \frac{I}{S}$$

Cuando la superficie considerada S_0 no es perpendicular a la dirección de luz habrá que considerar la superficie que resulta de proyectar S_0 sobre dicha perpendicular.

$$S = S_0 * \cos a$$

$$L = \frac{I}{S_0 * \cos a}$$

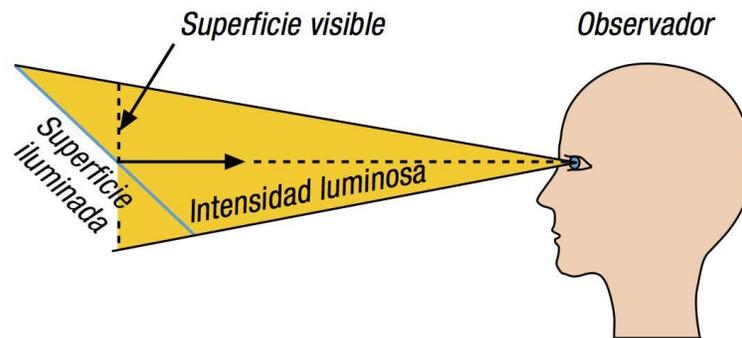


Figura 2.8: Luminancia.

- **Rendimiento o eficiencia luminosa:** Es el cociente entre el flujo luminoso producido y la potencia eléctrica consumida que viene con las características de las lámparas. Su unidad es el lumen por vatio (lum/w) y la formula que lo expresa:

$$\eta = \frac{\Phi}{P}$$

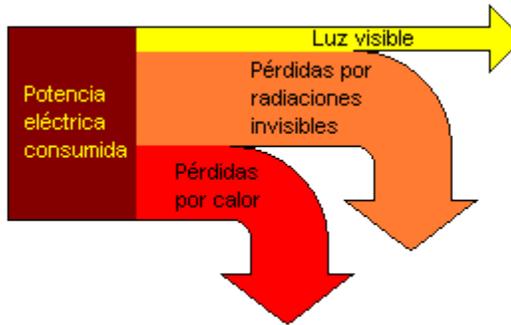


Figura 2.9: Potencia eléctrica consumida.

Tipos de lámparas y luminarias.

Incandescencia:

La lámpara incandescente produce luz por medio de un calentamiento eléctrico del filamento, hasta una temperatura tan alta que la radiación emitida cae en la región visible del espectro. La producción de luz mediante la incandescencia tiene una ventaja adicional, y es que la luz emitida contiene todas las longitudes de onda que forman la luz visible o dicho de otra manera, su espectro de emisiones es continuo. Con esto se garantiza una buena reproducción de los colores de los objetos iluminados.

Este tipo de lámparas tienen un filamento de wolframio muy fino, encerrado en una ampolla de vidrio en la que se hace el vacío, o se ha rellenado con un gas inerte, para evitar que el filamento se volatilice por las altas temperaturas que alcanza. Se completa con un casquillo metálico, en el que se ubican las conexiones eléctricas.

Según el tipo de gas que contienen en el interior de la ampolla podemos distinguir dos tipos de lámparas:

- **Lámparas no halógenas:** estas pueden dejarse al vacío o rellenarse con un gas inerte en el interior. Tienen una duración normalizada de 1,000 horas, una potencia entre 25 W y 2,000 W y unas eficacias entre 7.5 y 11 lm/W para las lámparas de vacío y entre 10 y 20 lm/W para las rellenas de gas inerte. En la actualidad predomina el uso de las lámparas con gas, reduciéndose el uso de las de vacío a aplicaciones ocasionales en alumbrado general con potencias de hasta 40 W.

- **Lámparas halógenas:** en las lámparas incandescentes normales se produce una disminución significativa del flujo luminoso a lo largo de su vida útil. Esto se debe al ennegrecimiento de la ampolla por culpa de la evaporación de partículas de wolframio del filamento y su posterior condensación sobre la ampolla. Agregando al gas de relleno una pequeña cantidad de un compuesto gaseoso con halógenos (cloro, bromo o yodo), se consigue establecer un ciclo de regeneración del halógeno que evita el ennegrecimiento. Cuando el tungsteno (W) se evapora se une al bromo formando el bromuro de wolframio (WBr_2). Como las paredes de la ampolla están muy calientes (más de 260 °C) no se deposita sobre estas y permanece en estado gaseoso. Cuando el bromuro de wolframio entra en contacto con el filamento, que está muy caliente, se descompone en W que se deposita sobre el filamento y Br que pasa al gas de relleno. El funcionamiento de este tipo de lámparas requiere de temperaturas muy altas para que pueda realizarse el ciclo del halógeno. Por eso, son más pequeñas y compactas que las lámparas normales y la ampolla se fabrica con un cristal especial de cuarzo. Tienen una eficacia luminosa de 22 lm/W con una amplia gama de potencias de trabajo (150 a 2000 W).

Tanto la duración de una lámpara como su eficacia (los lúmenes emitidos por vatio consumido) están determinadas por la temperatura del filamento. Para una lámpara determinada a mayor temperatura mayor eficacia y menor duración. Aun así, el rendimiento luminoso tiene un valor muy bajo, transformándose la mayor parte de energía eléctrica consumida en calor. Aproximadamente un 10% de la energía consumida se transforma en luz, mientras que el 90% restante se transforma en calor: un 72% radiación, 12% convección en el gas de relleno y un 6% conducción en casquillo y ampolla.

Funcionamiento:

La luz se consigue estableciendo una corriente eléctrica entre dos electrodos situados en un tubo lleno con un gas o vapor ionizado.

En el interior del tubo, se producen descargas eléctricas como consecuencia de la diferencia de potencial entre los electrodos. Estas descargas provocan un flujo de electrones que atraviesa el gas. Cuando uno de ellos choca con los electrones de las capas externas de los átomos les transmite energía y pueden suceder dos cosas. La primera posibilidad es que la energía transmitida en el choque sea lo suficientemente elevada para poder arrancar al electrón de su orbital. Este, puede a su vez, chocar con los electrones de otros átomos repitiendo el proceso. Si este proceso no se limita, se puede provocar la destrucción de la lámpara por un exceso de corriente.

La otra posibilidad es que el electrón no reciba suficiente energía para ser arrancado. En este caso, el electrón pasa a ocupar otro orbital de mayor energía. Este nuevo estado acostumbra a ser inestable y rápidamente se vuelve a la situación inicial. Al hacerlo, el electrón libera la energía extra en forma de radiación electromagnética, principalmente ultravioleta (UV) o visible. Un electrón no puede tener un estado energético cualquiera, sino que sólo puede ocupar unos pocos estados que vienen determinados por la estructura atómica del átomo. Como la longitud de onda de la radiación emitida es proporcional a la diferencia de energía entre el estado inicial y final del electrón y los estados posibles no son infinitos. Se concluye que el espectro de estas lámparas sea discontinuo.

Elementos auxiliares:

Para que las lámparas de descarga funcionen correctamente es necesario, en la mayoría de los casos, la presencia de unos elementos auxiliares:

- **Cebadores:** son dispositivos que suministran un breve pico de tensión entre los electrodos del tubo, necesario para iniciar la descarga y vencer así la resistencia inicial del gas a la corriente eléctrica. Tras el encendido, continua un periodo transitorio durante el cual el gas se estabiliza y que se caracteriza por un consumo de potencia superior al nominal.



Figura 2.10: Ejemplo de cebador para lámpara de tubo.

- **Balastos:** son dispositivos que sirven para limitar la corriente que atraviesa la lámpara y evitar así un exceso de electrones circulando por el gas que aumentaría el valor de la corriente hasta producir la destrucción de la lámpara.



Figura 2.11: Ejemplo de balasto.

Características de duración:

Hay dos aspectos básicos que afectan a la duración de las lámparas:

- **La depreciación del flujo:** este se produce por ennegrecimiento de la superficie de la superficie del tubo donde se va depositando el material emisor de electrones que recubre los electrodos. En aquellas lámparas que usan sustancias fluorescentes otro factor es la pérdida gradual de la eficacia de estas sustancias.
- **Deterioro de los componentes de la lámpara:** se debe a la degradación de los electrodos por agotamiento del material emisor que los recubre. Otras causas son un cambio gradual de la composición del gas de relleno y las fugas de gas en lámparas a alta presión.

Tecnología LED.

Un LED, cuyas siglas en inglés provienen de Light Emitting diode es un dispositivo semiconductor (diodo) que emite luz policromática, es decir, con diferentes longitudes de onda, cuando este se polariza en directa y circula corriente eléctrica.

Funcionamiento: El diodo led emite luz en corriente continua (cc) al superarse la tensión umbral que lo polariza en directo. Todos los diodos emiten cierta cantidad de radiación cuando los electrones caen desde la banda de conducción (de mayor energía) a la banda de valencia (de menor energía) emitiendo fotones en el proceso.

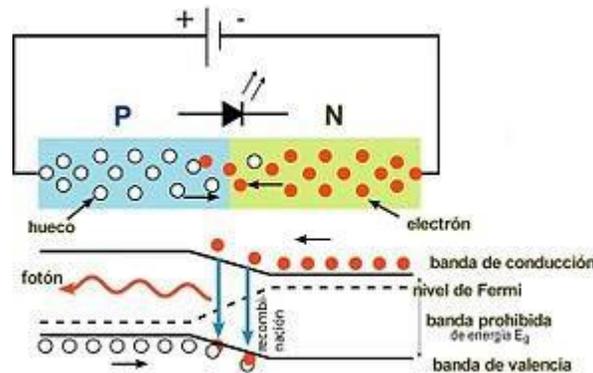


Figura 2.12: Diagrama de energía diodo led.

El color base depende del material del material semiconductor empleado en la construcción del diodo, puede variar desde el ultravioleta, pasando por el espectro de luz visible hasta el infrarrojo.

| Longitud de onda | Color | Material |
|------------------|---------------|----------|
| 940 | Infrarrojo | GaAs |
| 700 | Rojo profundo | GaP |
| 626 | Rojo | AlInGaP |
| 610 | Naranja | GaAsP |
| 590 | Amarillo | AlInGaP |
| 525 | Verde | InGaN |
| 480 | Azul | SiC |
| 370 | Ultravioleta | GaN |

Figura 2.13: Relación entre los compuestos utilizados en los leds y el color de luz.

Para conseguir el color blanco en los leds existen dos posibilidades, o bien se mezclan los tres colores principales verde, rojo y azul, o se utiliza un recubrimiento de fosforo amarillo sobre el led azul.

La llegada del LED, mediante la superposición de diferentes materiales semiconductores en el recubrimiento del diodo emisor de luz permite la obtención de colores saturados sin necesidad de usar filtros.

Debido a que la luz capaz de emitir un LED no es muy intensa, las lámparas o luminarias están compuestas por agrupaciones de LED, en mayor o menor número, según la intensidad luminosa deseada.

Elementos auxiliares: Los diodos funcionan con energía eléctrica de corriente continua (CC), de modo que las lámparas de LED deben incluir circuitos internos para operar desde el voltaje CA y convertirlo en corriente continua (CC, para ello se utilizan los drivers).

Un driver es un dispositivo que se encarga de convertir la CA en CC y regular la potencia de un LED o de una cadena de LEDs. Existen dos formas de alimentar un LED mediante driver:

- 1) **Tensión constante:** mantiene una tensión constante a la salida del driver haya o no haya carga conectada. Es una solución de muy bajo rendimiento y poco utilizada actualmente, ya que hay que conectar a la salida una resistencia para limitar la corriente que va a circular a través del LED, produciendo pérdidas en dicha resistencia.
- 2) **Corriente constante:** Mantiene la corriente de salida constante independientemente de número de LEDs conectados a la salida. La tensión de salida es variable dentro de un rango especificado para ese driver y está es determinada por el número de LEDs conectados en serie. Esta solución es la más utilizada actualmente en iluminación por su buen rendimiento.

Características de duración: existen dos aspectos básicos que afectan a la duración de las lámparas:

- 1) **La depreciación del flujo:** A pesar de la larga duración que suelen tener los LEDs que son aproximadamente 50,000 horas, se produce una depreciación del flujo luminoso debido al desgaste de los LEDs o el fallo de alguno de ellos. A partir de las 35,000 horas el flujo luminoso puede haberse reducido al 80% del flujo luminoso inicial.
- 2) **Deterioro de los componentes de la lámpara:** El driver es un elemento que se puede deteriorar por el fallo de alguno de sus componentes electrónicos, quedándose la luminaria sin alimentación eléctrica. De todas formas la vida útil de estos suele ser alta, de aproximadamente 50,000 horas.

Tipos de encapsulado LED: Hay tres tipos de LED y tres formas de ensamblarlo.

- 1) **LEDs SMD:** se trata de un LED encapsulado en una resina semirrígida y que se ensambla de manera superficial. Su encapsulado permite una gran superficie semiconductor, lo que proporciona una gran cantidad de luz mejorando la calidad del LED.

Una forma de instalación es colocarlos en serie sobre algún circuito impreso para crear una luminaria o bombilla. Aunque se dañe alguno de estos LEDs, cuentan con un dispositivo que los suple para que los demás sigan funcionando a pleno rendimiento. El ángulo de apertura es muy amplio de 120°-160° y la eficacia de los LEDs SMD actuales puede alcanzar los 100lm/w.



Figura 2.14: LEDs SMD.

- 2) **LEDs COB:** corresponde a las siglas "Chip on board" ("chip en la placa"), en el cual se han insertado multitud de LEDs en un mismo encapsulado y se han conectado en matriz.

Este tipo de LED se está imponiendo poco a poco en el mercado por encima del SMD. El motivo principal es que nos proporciona más rendimiento lumínico, su eficacia ronda los 120-140 lm/w. Su ángulo de apertura puede llegar hasta los 160°. Además tienen otra ventaja importante respecto al montaje SMD y es que disipan de forma más eficiente el calor.



Figura 2.15: LEDs COB.

- 3) **LEDs de potencia:** Son LEDs que tienen mayor consumo (a partir de 1W por LED) y por lo tanto dan mayor potencia lumínica. Su eficiencia es similar o mayor que la de LEDs SMD aunque requieren de una disipación térmica muy buena.

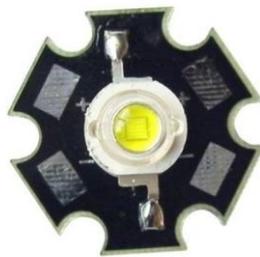


Figura 2.16: LEDs de potencia.

CAPÍTULO 3. DESARROLLO DEL PROYECTO

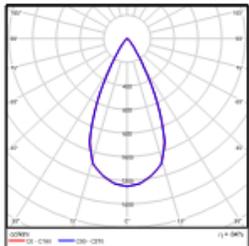
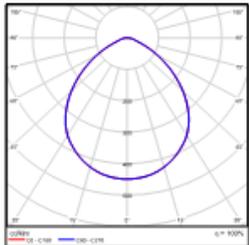
El Hotel María Isabel posee;

35 habitaciones, se considera una iluminancia óptima para habitaciones a partir de 200 lux. La superficie aproximada de cada habitación es de 20 m².

Proyecto en habitaciones:

Se van a utilizar 5 luminarias Philips DN125B187 1xLED10S/830 y 2 luminarias Glamox Luxo D81-W70 para iluminar el lugar de lectura. Estas luminarias son las necesarias para obtener una mayor distribución de luz por toda la habitación, dando como resultado una iluminancia media de 253 lux y sin sombras. Se escogieron luminarias de 3,000K, la cual es luz cálida para poder obtener un ambiente cómodo, cálido y agradable para que los clientes tengan un lugar de relajación. Pero, para el área de lectura se escogió luz de 4,000K (luz neutral) para crear un ambiente adecuado para lectura dentro de la habitación.

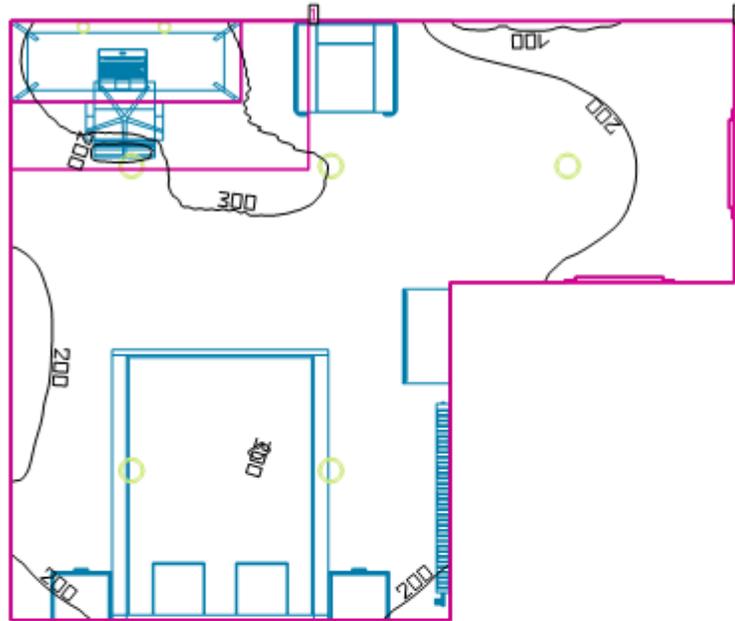
A continuación, se muestra el tipo de luminarias a usar:

| Número de unidades | Luminaria (Emisión de luz) | | |
|--------------------|---|--|---|
| 2 | Glamox Luxo Lighting D81-W70 3W WARMWHITE LED Emisión de luz 1 Lámpara: 1xD81 3X1,2W WIDE BEAM Grado de eficacia de funcionamiento: 84.33% Flujo luminoso de lámparas: 225 lm Flujo luminoso de las luminarias: 190 lm Potencia: 3.0 W Rendimiento lumínico: 63.2 lm/W |  |  |
| 5 | Philips Lighting DN125B D187 1xLED10S/830 Emisión de luz 1 Lámpara: 1xLED10S/830/- Grado de eficacia de funcionamiento: 100% Flujo luminoso de lámparas: 1000 lm Flujo luminoso de las luminarias: 1000 lm Potencia: 13.0 W Rendimiento lumínico: 76.9 lm/W |  |  |

Flujo luminoso total de lámparas: 5450 lm, Flujo luminoso total de luminarias: 5380 lm, Potencia total: 71.0 W, Rendimiento lumínico: 75.8 lm/W

Figura 3.1: Ejemplo de luminaria a usar.

Zona a iluminar en habitación:



Altura del local: 2.500 m, Altura del plano útil: 0.750 m, Zona marginal: 0.000 m
 Grado de reflexión: Techo 90.0%, Paredes 85.0%, Suelo 23.4%, Factor de degradación: 0.80

Plano útil

| Superficie | Resultado | Media (nominal) | Min | Max | Min./medio | Min./máx. |
|--------------|--|-----------------|-----|-----|------------|-----------|
| 2 habitación | Intensidad lumínica perpendicular [lx] | 253 (300) | 32 | 496 | 0.126 | 0.065 |

EN 12464-1

| | | | | | | |
|-----------------------------|--|-----------|------|-----|-------|-------|
| 1 Área de la tarea visual 1 | Intensidad lumínica perpendicular [lx] | 396 (300) | 234 | 506 | 0.591 | 0.462 |
| zona mesa | Intensidad lumínica perpendicular [lx] | 293 (200) | 203 | 405 | 0.693 | 0.501 |
| Área de fondo 1 | Intensidad lumínica perpendicular [lx] | 135 (67) | 0.09 | 246 | 0.001 | 0.000 |

Figura 3.2: Zona a iluminar en habitación.

Renderizado para habitación en 3D:



Figura 3.2: Primer ejemplo de dormitorio en 3D.



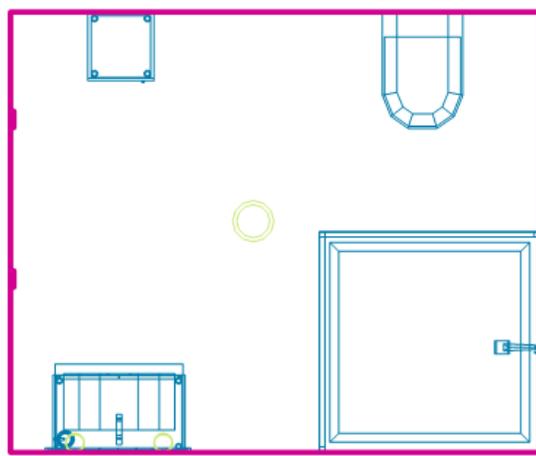
Figura 3.3: Segundo ejemplo de dormitorio en 3D.

Proyecto en baños:

Los baños tienen en promedio la superficie de 4.5 m².

Se va a utilizar 1 luminaria Philips DN125B 187 1xLED10S/830 y 2 luminarias Glamox Luxo D81-W70 para iluminar la zona lavamanos. Así se consigue obtener una gran distribución de luz por todo el baño, con una iluminancia media de 205 lux y sin sombras. Se optó por iluminar el área de regadera con una luminaria de 3000K, luz cálida. Por otra parte para iluminar la zona del espejo se ha utilizado luz de 4000K, luz neutra; para obtener una adecuada reproducción de los colores y poder ejercer las tareas de higiene personal sin fatiga visual.

Zona a iluminar en baño:



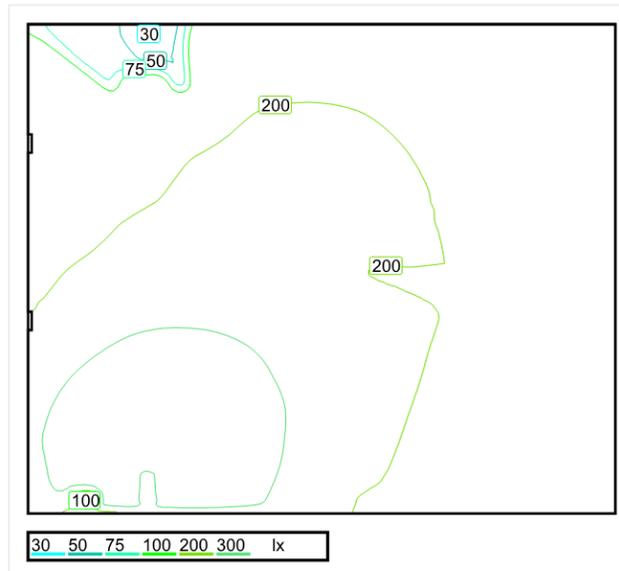
Altura del local: 2.500 m, Altura del plano útil: 0.830 m, Zona marginal: 0.000 m
Grado de reflexión: Techo 90.0%, Paredes 85.0%, Suelo 20.0%, Factor de degradación: 0.80

Plano útil

| Superficie | Resultado | Media (nominal) | Min | Max | Min./medio | Min./máx. |
|------------|--|-----------------|-----|-----|------------|-----------|
| 1 aseo | Intensidad lumínica perpendicular [lx] | 207 (200) | 25 | 364 | 0.121 | 0.069 |

Figura 3.4: zona a iluminar en baño.

Curvas isolux:



Escala: 1 : 25

Intensidad lumínica perpendicular (Superficie)
Media (real): 207 lx, Min: 25 lx, Max: 364 lx, Min./medio: 0.121, Min./máx.: 0.069,

Figura 3.5: curvas isolux.

Renderizado para baño en 3D:

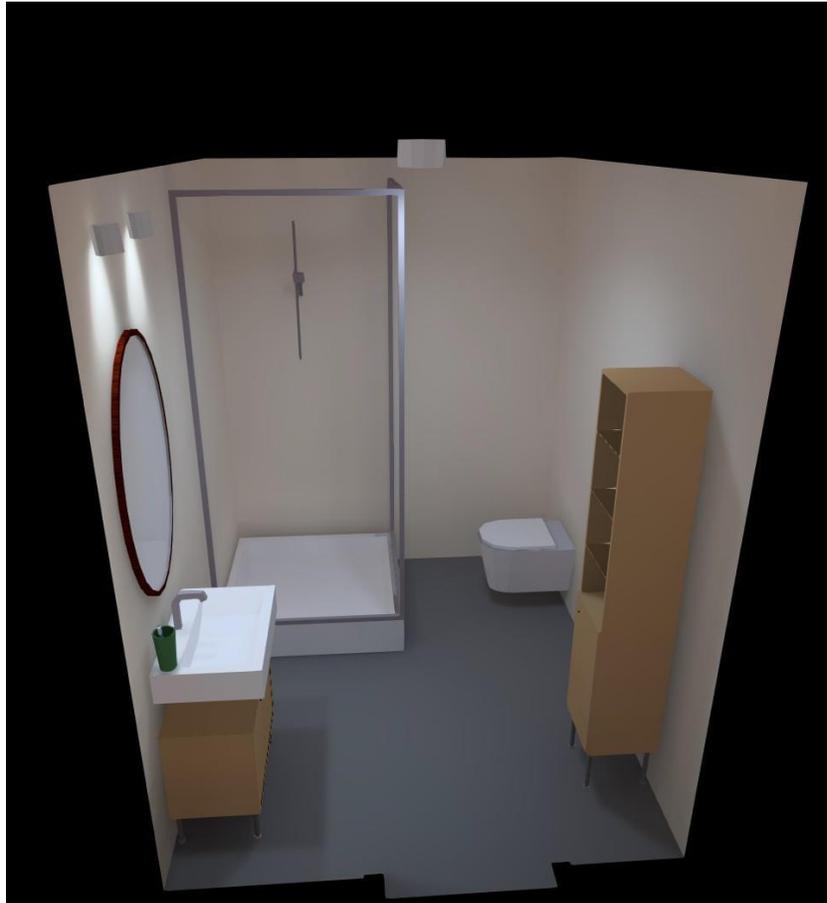
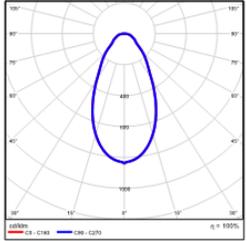


Figura 3.6: Ejemplo de baño en 3D.

Proyecto en pasillos:

En este estudio se han utilizado 9 luminarias Philips DN571B 1xLED12S/830 con protección contra inflamación, para cubrir una superficie de 53.88 m². Con estas luminarias se consigue una iluminancia media de 120 lux sin sombras, y un factor de uniformidad de 0.4. Se ha optado por iluminar el pasillo con luminarias de 3,000K para crear un ambiente agradable y sosegado a lo largo del pasillo del hotel.

Tipo de luminaria a usar en pasillos:

| Número de unidades | Luminaria (Emisión de luz) | | |
|--------------------|---|--|---|
| 9 | Philips Lighting DN571B 1xLED12S/830 PSED-E M SG-O Emisión de luz 1 Lámpara: 1xLED12S/830/- Grado de eficacia de funcionamiento: 100% Flujo luminoso de lámparas: 800 lm Flujo luminoso de las luminarias: 800 lm Potencia: 11.8 W Rendimiento lumínico: 67.8 lm/W |  |  |

Flujo luminoso total de lámparas: 7200 lm, Flujo luminoso total de luminarias: 7200 lm, Potencia total: 106.2 W, Rendimiento lumínico: 67.8 lm/W

Figura 3.7: luminaria a usar en pasillo.

Zona a iluminar en pasillos:



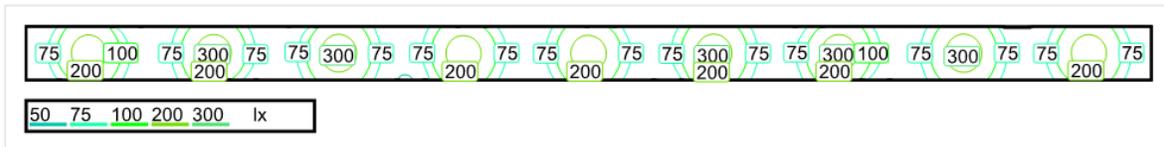
Altura del local: 2.500 m, Altura del plano útil: 0.830 m, Zona marginal: 0.000 m
 Grado de reflexión: Techo 77.0%, Paredes 85.0%, Suelo 30.6%, Factor de degradación: 0.80

Plano útil

| Superficie | Resultado | Media (nominal) | Min | Max | Mín./medio | Mín./máx. |
|----------------|--|-----------------|-----|-----|------------|-----------|
| 1 Plano útil 1 | Intensidad lumínica perpendicular [lx] | 120 (100) | 48 | 305 | 0.400 | 0.157 |

3.8: zona a iluminar en pasillos.

Curvas isolux:



Escala: 1 : 200

Intensidad lumínica perpendicular (Superficie)
 Media (real): 120 lx, Min: 48 lx, Max: 305 lx, Mín./medio: 0.400, Mín./máx.: 0.157,

Figura 3.9: ejemplo curvas isolux

Renderizado para pasillo en 3D:

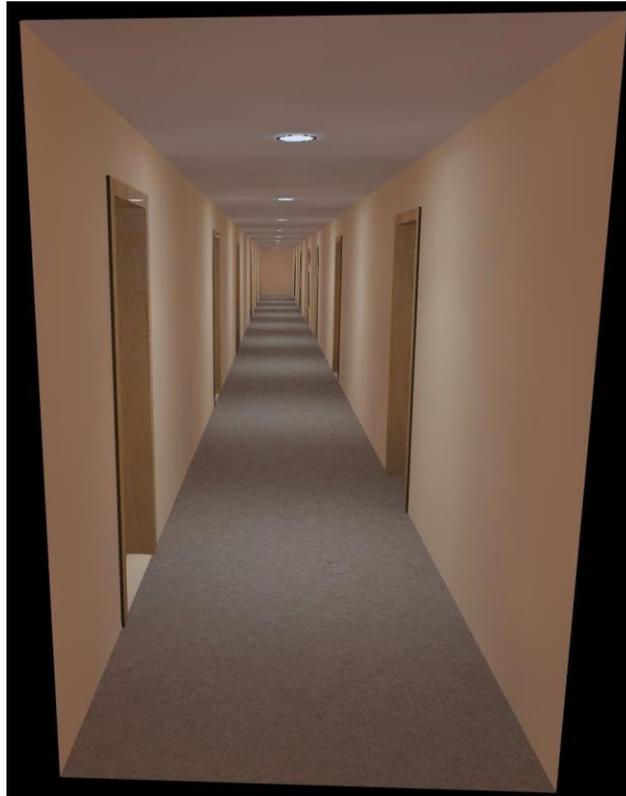


Figura 3.10: Ejemplo de pasillo en 3D.

En esta área se utilizarán 3 sensores de presencia Sphinx 104-360 (PIR) para detectar el movimiento y encender las luminarias solamente en el caso de paso de gente, dando como resultado aumentar el ahorro de energía

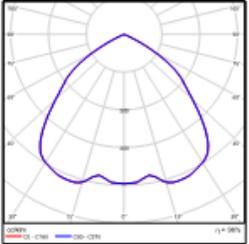
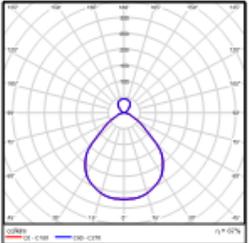
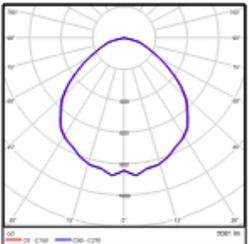
Proyecto en recepción:

La recepción tiene una superficie de 78 m² con dos zonas con iluminación específica: el mostrador de recepción y la mesa de descanso combinados con la iluminación genérica de la recepción. Para iluminar recepción se ha optado por colocar luminarias downlight iGuzzini MB55. Con estas luminarias se consigue una mayor distribución de luz por toda el área de la recepción. Estas luminarias son de 3,000K, dando como resultado un ambiente de hospitalidad y comodidad dentro de la recepción del hotel.

Pero para iluminar la zona del mostrador se ha optado por colocar 1 luminaria suspendida iGuzzini N251 justo encima de la zona de trabajo, para conseguir un nivel de iluminancia óptimo en esta área. Se ha optado por este tipo de luminaria para conseguir bajar el punto de luz e iluminar de forma eficiente. La luminaria suspendida escogida es de 4,000K, luz neutra; para crear un ambiente de trabajo adecuado, sin provocar un contraste de luz muy grande respecto a los downlight utilizados para iluminar el área de la recepción. Además, conseguimos destacar el mostrador de la recepción utilizando una tonalidad de luz distinta.

Por último se ha utilizado una luminaria suspendida Linea Light hat 96017W00 para iluminar la zona de descanso/espera. Se ha optado por este tipo de luminaria para bajar el punto de luz y focalizar la luz en la zona de la mesa para conseguir una iluminancia en esta. La luminaria escogida es de 3,000K dando como resultado un ambiente de hospitalidad y comodidad.

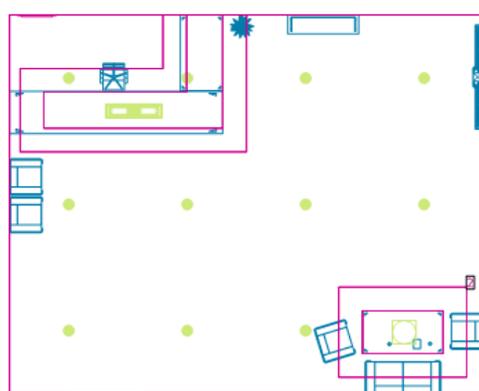
A continuación se muestran las luminarias utilizadas:

| Número de unidades | Luminaria (Emisión de luz) | | |
|--------------------|--|---|--|
| 11 | iGuzzini illuminazione MB55 Reflex L.L.E 31W Emisión de luz 1 Lámpara: 1xLED Grado de eficacia de funcionamiento: 95.98% Flujo luminoso de lámparas: 3000 lm Flujo luminoso de las luminarias: 2879 lm Potencia: 31.0 W Rendimiento lumínico: 92.9 lm/W |  |  |
| 1 | iGuzzini illuminazione N251_J005 iPlan LED 41W Emisión de luz 1 Lámpara: 1xLED Grado de eficacia de funcionamiento: 66.99% Flujo luminoso de lámparas: 5850 lm Flujo luminoso de las luminarias: 3919 lm Potencia: 41.0 W Rendimiento lumínico: 95.6 lm/W |  |  |
| 1 | Linea Light Group 96017W00 Hat Emisión de luz 1 Lámpara: 1x4W_powerLEDs_2700K Fotometría absoluta Flujo luminoso de las luminarias: 2118 lm Potencia: 20.0 W Rendimiento lumínico: 105.9 lm/W |  |  |

Flujo luminoso total de lámparas: 40931 lm, Flujo luminoso total de luminarias: 37706 lm, Potencia total: 402.0 W, Rendimiento lumínico: 93.8 lm/W

Figura 3.11: Luminarias a usar.

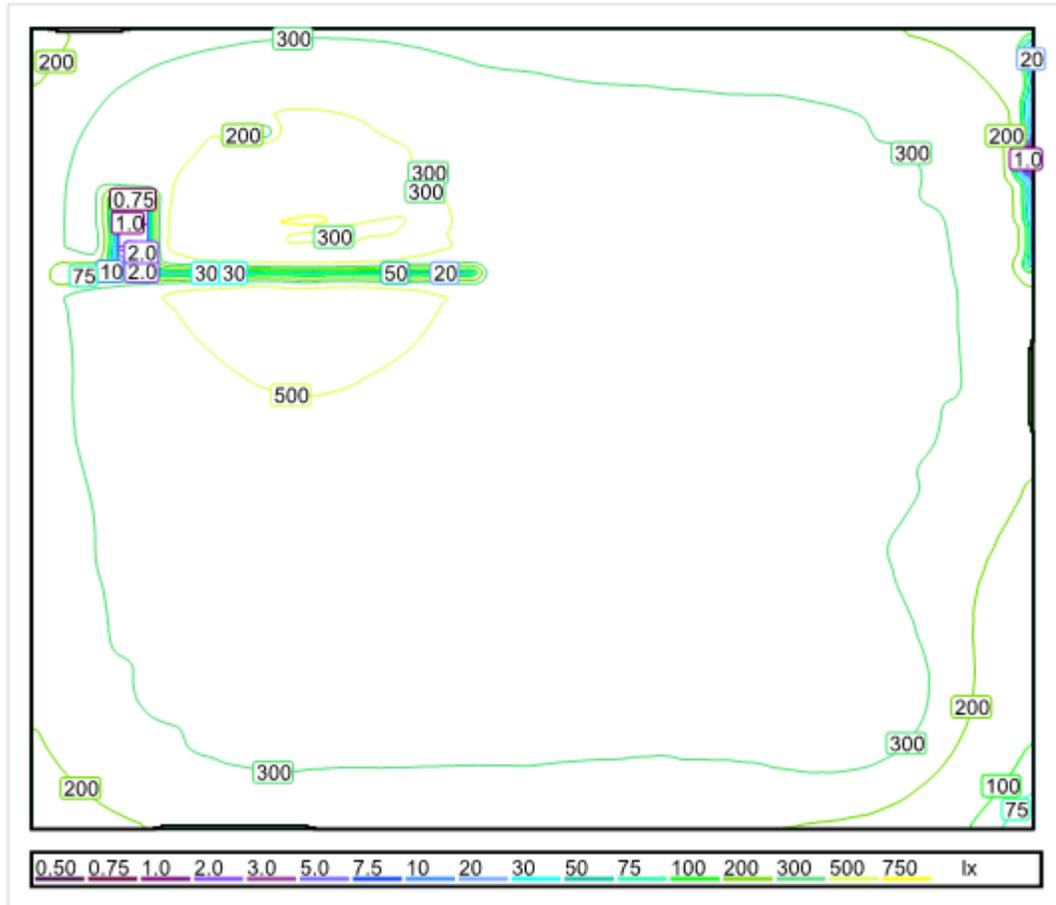
Zona de recepción:



Altura del local: 3.500 m, Altura del plano útil: 0.950 m, Zona marginal: 0.000 m
Grado de reflexión: Techo 70.0%, Paredes 34.2%, Suelo 15.0%, Factor de degradación: 0.80

Figura 3.12: Zona de recepción.

Curvas isolux:



Escala: 1 : 75

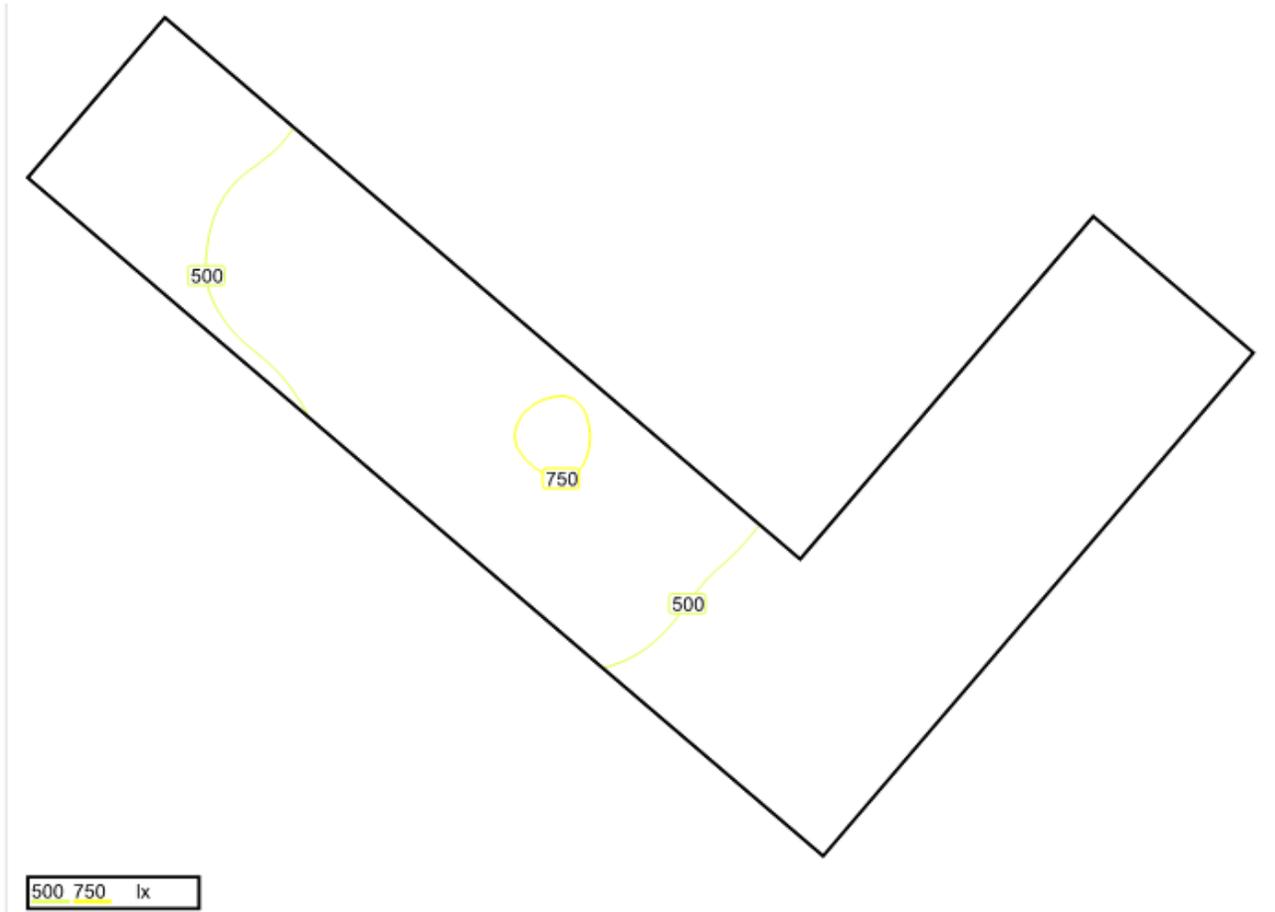
Intensidad luminica perpendicular (Superficie)

Media (real): 343 lx, Min: 0.43 lx, Max: 805 lx, Min./medio: 0.001, Min./máx.: 0.001,

Figura 3.13: curvas isolux.

Como se puede observar en este gráfico de curvas isolux, aparecen líneas con un nivel de iluminancia muy bajo y esto ocurre porque hay muchos objetos por encima del plano de trabajo como puede ser el saliente del mostrador o la zona del ascensor. Por ello los niveles obtenidos de índice de uniformidad en este caso no son fiables, ya que excluyendo estos caso puntuales, el nivel de iluminancia mínima es de 190.

Curvas isolux en área del mostrador:

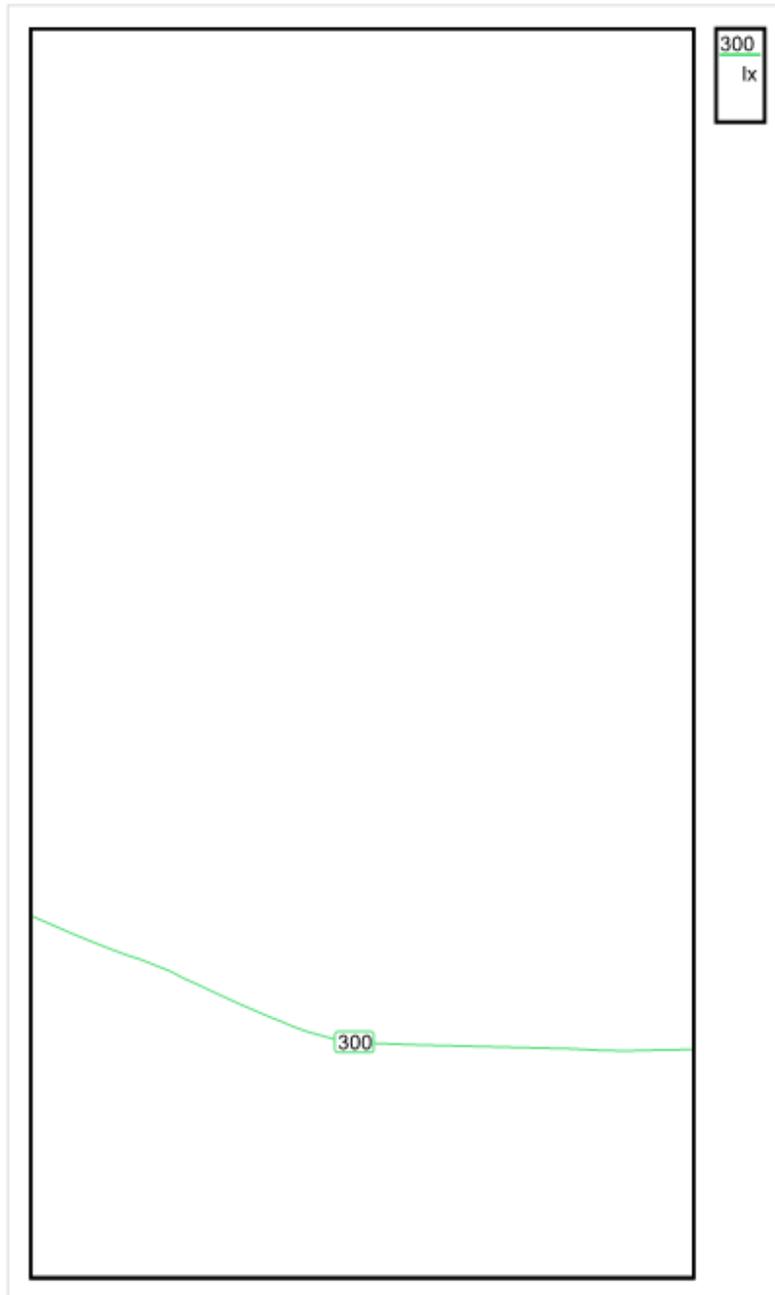


Escala: 1 : 25

Intensidad lumínica perpendicular (Superficie)
Media (real): 514 lx, Min: 309 lx, Max: 761 lx, Min./medio: 0.601, Mín./máx.: 0.406,

Figura 3.14: curvas isolux en área de mostrador

Curvas isolux en área de descanso/espera:



Escala: 1 : 10

Intensidad lumínica perpendicular (Superficie)

Media (real): 343 lx, Min: 249 lx, Max: 387 lx, Min./medio: 0.726, Min./máx.: 0.643,

3.15: curvas isolux en área de descanso/espera

Renderizado para recepción en 3D:



Figura 3.6: Primer ejemplo de recepción en 3D.



Figura 3.7: Segundo ejemplo de recepción en 3D.

Estudio económico.

El programa Dialux nos permite realizar un cálculo aproximado de consumo. Para ello se tiene en cuenta el tipo de lugar a estudiar, su actividad, disposición de las ventanas, etc.

Algunos de los parámetros utilizados son:

- Horas de día y horas de noche,
- Forma de accionamiento: manual, automático con regulación de potencia,
- Valor de mantenimiento,
- Latitud (ubicación del proyecto),
- Coste de mantenimiento al cambio de luminaria.

Habitaciones:

En una habitación de hotel es difícil hacer una estimación del gasto de luz a usarse, porque afectan muchos factores; las veces que ocupan las habitaciones, las ausencias, y el diferente modo de uso.

Se tomó un estimado para ejemplo:

1. 3,500 horas de día y 1,500 de noche.
2. Factor de ausencia 0.5
3. Factor de mantenimiento 0.7

Con este ejemplo se obtiene un consumo aproximado de 150 - 200 Kwh/año, lo que se supone es un coste de entre \$1,200.00 - \$2,000.00 al año por habitación.

Baños:

En los baños se tiene un factor de ausencia de 0.90 y obtenemos un consumo aproximado de 0 - 50kwh al año, se tiene un coste estimado de \$200.00/baño al año.

Pasillos:

- 2,000 horas al día y 1,000 horas de noche.
- Factor de ausencia 0.9
- Factor de mantenimiento 0.9

Se obtiene un consumo aproximado de 150 kwh al año, se estima un coste de \$1,400.00 por pasillo al año.

Recepción:

- 5,000 horas al día y 4,500 horas de noche
- Factor de ausencia 0
- Factor de mantenimiento 0.9

Se obtiene un consumo aproximado de 3,300 kwh al año, se estima un coste de \$23,000.00 al año.

La empresa requirió a última instancia que solo se estudiara y se disminuyera el consumo de energía eléctrica en la iluminación. Por lo tanto solo se cambiará los focos actuales por iluminación con la tecnología LED.

CAPÍTULO 4. RESULTADOS Y CONCLUSIONES

4.1 Resultados

En un principio se estimó el uso de un sistema fotovoltaico, pero por decisiones de la gerencia se negó la posible propuesta a presentar para beneficio a la empresa.

No obstante, el estudio realizado se centró únicamente en sustituir la iluminación antigua por nueva, obteniendo un ahorro del 32% de energía eléctrica y dando como resultado una mejor imagen a los nuevos clientes del hotel.

4.2 Trabajos Futuros

La gerencia dio instrucción en presentar posteriormente una propuesta de un sistema fotovoltaico, ya que por causa al alto flujo de huéspedes ellos decidieron en que solo se hiciera un mejoramiento únicamente en el ahorro de iluminación.

4.3 Recomendaciones

El objetivo de una buena iluminación es brindar seguridad, comodidad o resaltar los elementos que componen un ambiente determinado. En los hoteles la iluminación juega un papel esencial ya que puede ser un factor en la atracción y decisión del cliente en elegir un lugar agradable para descansar.

ANEXOS



Pasillo de hotel



Exterior de hotel



Pasillo de hotel



Recepción de hotel



Exterior de hotel



Exterior de hotel



Habitación de hotel



Interior de hote



Letrero de ahorro

BIBLIOGRAFÍA

- *Ahorro de energía y eficiencia energética en sistemas de aire acondicionado y refrigeración*, Scientia et Technica Año X, No 24, Mayo 2004. UTP.
- *An empirical approach for ranking environmental and energy saving measures in the hotel sector*, Beccali M, La Gennusa M, Lo Coco L, Rizzo G. Renewable Energy 2009.
- *Análisis de mercado para la aplicación de tecnologías de energías renovables y eficiencia energética en hoteles en México, y mercado potencial para el sector financiero*, Transénergie, Junio 2009.
- *Disminución de costes energéticos en la empresa*, Amaya Martínez García, Fundación Confemetal, 2006.
- *El ahorro energético*. Mario Aguer, Luis Jutglar.
- *Lámparas de descarga. Conceptos básicos*.
- *Conceptos básicos del led y características (2013)*. México: industria LED.
- *Tipos de LED en Iluminación*.
- *Tipos de LEDs en bombillas: SMD, COB, 5050, 5630... | Nergiza*. (n.d.).