

El impacto lumínico del uso de luminarias LED en una vivienda típica en el municipio de Huichapan estado de Hidalgo, México

SERRANO-ARELLANO, Juan^{1†*}, RODRÍGUEZ-URIBE, Juan Carlos¹. AGUILAR-CASTRO, Karla María², SANTOS-LÁZARO, Elías David²

¹Instituto Tecnológico Superior de Huichapan-ITESHU-TecNM-División de Arquitectura, Dom. Conocido S/N, El Saucillo, Huichapan, Hgo, México. C.P. 42411

²Universidad Juárez Autónoma de Tabasco-División de Ingeniería y Arquitectura, Av. Universidad s/n, Zona de la Cultura, Col. Magisterial, Vhsa, Centro, Tabasco, C.P. 86040, México

Recibido 28 Agosto, 2017; Aceptado 25 Noviembre, 2017

Resumen

En este trabajo se realiza un análisis lumínico de una vivienda típica ubicada en el municipio de Huichapan, Hidalgo. Se describen dos escenarios lumínicos en la vivienda, en el primero se hace uso de luminarias fluorescentes mientras que en el segundo caso se emplean luminarias LED. Se realizó un levantamiento arquitectónico de la vivienda para analizar el impacto lumínico a través de una simulación por medio del programa DiaLux, considerando los dos escenarios establecidos. Las intensidades de iluminación se obtuvieron para todas las áreas que integran a la vivienda. En los resultados se encontró que se puede obtener mayor eficiencia energética con el uso de luminarias LED así como reducir el consumo energético un tanto por ciento en su salud o en problemas de origen psicológico.

Confort, energía. Sustentabilidad, diseño

Abstract

In this work a light analysis of a typical dwelling of average interest is carried out. Two light scenarios are described in the house, the first uses fluorescent luminaires while in the second case LED luminaires are used. An architectural survey of the house was carried out to analyze the light impact through a simulation through the DiaLux program, considering the two established scenarios. The lighting intensities were obtained for all the areas that integrate the house. In the results it was found that it is possible to obtain greater energy efficiency with the use of LED luminaires as well as to reduce the energetic consumption by a percentage. A good choice of luminaires can reduce

Comfort, energy. sustainability, design

Citación: SERRANO-ARELLANO, Juan, RODRÍGUEZ-URIBE, Juan Carlos. AGUILAR-CASTRO, Karla María, SANTOS-LÁZARO, Elías David. El impacto lumínico del uso de luminarias LED en una vivienda típica en el municipio de Huichapan estado de Hidalgo, México. Revista de Arquitectura y Diseño. 2017, 1-2: 33-40.

*Correspondencia al Autor (Correo Electrónico: jserrano@iteshu.edu.mx)

†Investigador contribuyendo como primer autor

1. Introducción

La iluminación es una de las formas más común en que se utiliza la energía debido a que ocupa el 19% del consumo de la electricidad mundial [1], tiempo atrás el diseño de iluminación involucraba únicamente el abastecimiento de luz en cantidades adecuadas para el desempeño de actividades con un rendimiento visual adecuado, pero el hallazgo de que la luz no afectaba únicamente las capacidades visuales, de la misma forma puede provocar daños en la salud y el bienestar produjo un nuevo enfoque, por ello se busca una iluminación eficiente, ésta busca cumplir con necesidades visuales, crear ambientes saludables, seguros y de confort [2].

Para hablar de iluminación se debe quitar la idea de que una mayor emisión de luz resulta mejor. Si se desea conseguir un mejor confort en las diferentes áreas de una casa, cada una debe estar correctamente iluminada. Cada zona debe contar con la iluminación recomendada, ni menos ni más de la necesaria. La iluminación correcta admite una medida de luz aceptable, sin carencias ni exuberancia que provoquen fatiga visual y perturben el medio ambiente y la economía [3].

Con la ayuda del programa DiaLux para el diseño de iluminación se analizará una casa típica del municipio de Huichapan en el estado de Hidalgo centrándose en dos objetivos, lograr una correcta iluminación, alcanzando los luxes mínimos recomendados para cada área de la casa, conseguir el menor consumo de potencia con la mejor distribución de luminarias. Por eso consideramos la cantidad de lúmenes antes de los watts, pues éstos únicamente establecen el consumo de energía más no la cantidad de iluminación [4]. Al encender un foco parte de la energía eléctrica que pagamos se vuelve luz emitida y otra parte se transforma en calor, un foco eficaz convierte más de la energía eléctrica en emisión de luz [5].

Los lúmenes se definen como la medida del total de la luz emitida por un origen dado, ésta unidad de medida es utilizada para comparar el brillo de las fuentes de luz, sin ser afectada por la tecnología que emplea ya sea incandescente, fluorescente o LED [4]. Los focos actualmente instalados en la vivienda son fluorescentes realizaremos el análisis de la distribución actual buscando cumpla con la iluminación mínima recomendada, en caso de no alcanzarla se hará un rediseño, con los mismos focos cambiando posiciones y cantidad de focos por área, por último, se hará otro rediseño de iluminación empleando focos tipo LED y comparando las dos nuevas distribuciones de luminarias. Sustituir la iluminación actual por la LED, consentiría un mejor aprovechamiento de la energía en las viviendas y un ahorro en la factura de luz [1].

2 Levantamiento Arquitectónico/Luminico de la vivienda

Se elaboró el plano arquitectónico de la vivienda con la ayuda del programa AUTOCAD cuidando la distribución de los distintos componentes arquitectónicos: puertas, ventanas, y objetos que existen dentro de la vivienda. De la misma forma fue señalado el lugar donde las luminarias se encuentran físicamente lo cual podemos observar en la Fig. 1.

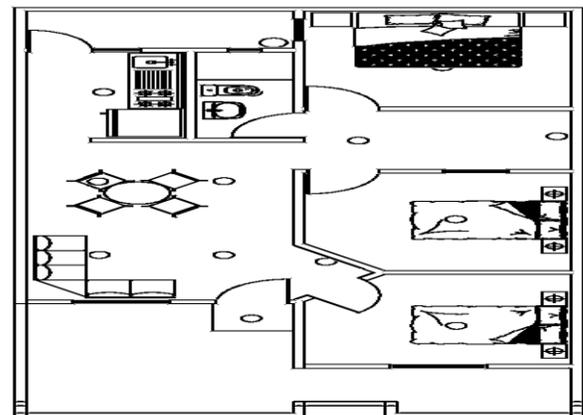


Figura 1 Plano arquitectónico de la vivienda que incluye la ubicación física de las luminarias

Con el plano elaborado, es necesario exportarlo al programa donde se realizará el análisis/simulación lumínico (DiaLux). En el programa DiaLux se realizó la modelación 3D de la geometría de la casa, discretizando cada uno de los componentes arquitectónicos que integran a la vivienda: puertas, ventanas y eligiendo los objetos más acordes a las dimensiones de los objetos reales de la vivienda, lo cual lo podemos visualizar en la Figura. 2.

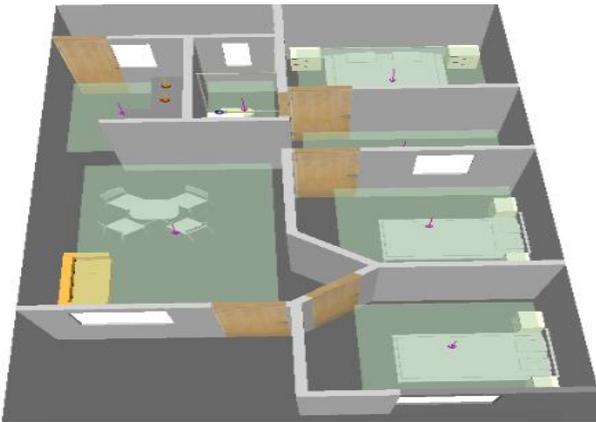


Figura 2 Modelo 3D de la vivienda desde el programa DiaLux

Se colocaron superficies de cálculo en cada una de las áreas de la casa, y tres puntos de cálculo, dos en la cocina en la zona donde se preparan los alimentos, y uno en el baño en la zona del lavabo, son lugares que deben tener una correcta iluminación debido a que son zonas donde se manejan navajas, cuchillos y otros objetos punzo cortantes.

3. Selección y colocación de luminaria

En esta parte del proceso hemos tomado los datos de los focos que se encuentran instalados actualmente en la vivienda, nos proporciona marca, potencia y rendimiento lumínico entre otras cosas, estas son OSRAM, 15 W y 57 lm/W respectivamente Figura. 3.



Figura 3 Especificaciones de luminaria empleada actualmente en la vivienda

La ecuación para determinar su eficiencia energética y rendimiento lumínico es:

$$\text{Eficiencia Energética} = \frac{\text{Lumen (lm)}}{\text{Vatios(W)}} \quad (1)$$

Gracias a esto podemos conocer el valor de lm que proporciona nuestro foco para crear una luminaria genérica con la misma cantidad en Watts y Lumen, escogemos una lámpara compacta fluorescente no integradas (PL-C) y despejamos de la ecuación y obtenemos 57 lm/W=lm/15W ∴ lm=57 lm/W*15W=855lm por tanto usaremos un foco fluorescente de 15 W y 855 lm o haremos que nuestro foco tome esos valores antes de introducirlo al análisis Figura 4.

14 Pieza PHILIPS FBS271 1xPL-C/4P18W/HFP
MPG_840 (Tipo 1)
N° de artículo:
Flujo luminoso (Luminaria): 445 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 855 lm
Potencia de las luminarias: 15.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 65 95 100 100 52
Lámpara: 1 x Definido por el usuario
(Factor de corrección 1.000).

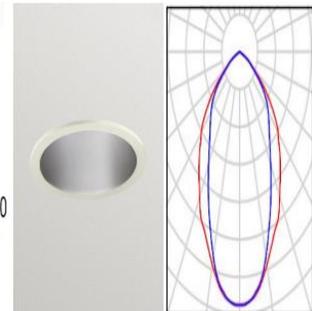


Figura 4 Focos PL-C empleados en el análisis con 15W y 855lm

Proseguimos a colocar las luminarias correspondientes a la Figura 4, en la posición como nos indica el plano de la casa Figura 5.

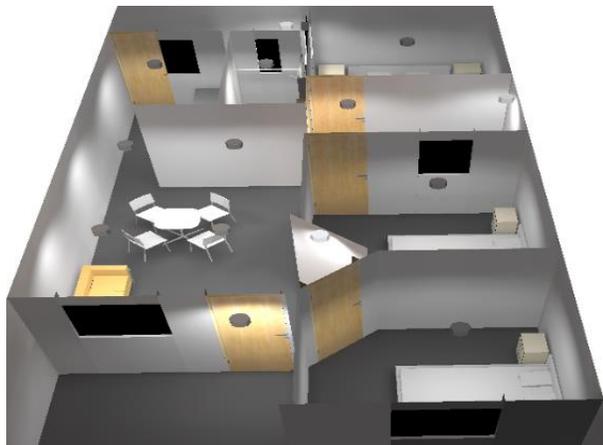


Figura 5 Modelo 3D de la vivienda con las luminarias integradas

4. Niveles de iluminación recomendados en una vivienda

Una iluminación adecuada debe proporcionar una sensación confortable que se busca en la casa, de la misma manera debemos cuidar que sea parte del aspecto estético general de la casa y no simplemente instalar focos para cuando escasee la luz natural, con el afán de tener la iluminación que más conveniente para las distintas zonas de la casa debemos contemplar las actividades que se efectuaran, que uso tiene cada espacio y cuál es su nivel de iluminación mínimo requerido, éste último lo podemos observar en la siguiente Tabla 1 [5].

Espacio de la casa	Niveles de luxes mínimos
Habitación	150 lx
Baño	100 lx
Pasillo, patio o zonas de poco uso	100 lx
Estudio	500 lx
Cocina	200 lx
Sala-comedor	300 lx

Tabla 1 Emin propuestos en las áreas de una vivienda

4 Resultados y Discusión

Con los focos que actualmente se encuentran en la casa tenemos el consumo de energía de 210 W y un valor de eficiencia energética 2.14 W/m² Figura 6.

Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	14	PHILIPS FBS271 1xPL-C/4P18W HFP M PG_840 (Tipo 1)* (1.000)	445	855	15.0

*Especificaciones técnicas modificadas

Total: 6224

Total: 11970

210.0

Valor de eficiencia energética: 2.14 W/m² = 5.44 W/m²/100 lx (Base: 98.20 m²)

Figura 6 Resultados del consumo energético actual en la vivienda

Las superficies de cálculo nos muestran que ninguna de los espacios de la casa cumple con los niveles de luxes mínimos para su correcta iluminación Figura 7. En la Tabla 1 apreciamos que el área con menor iluminación necesita de 100 lx y ninguna de nuestras superficies de cálculo alcanza a tener más de 40 lux en su Emin.



Lista de superficies de cálculo

N°	Designación	Tipo	Trama	E _{av} [lx]	E _{min} [lx]	E _{max} [lx]	E _{av} /E _{min}	E _{av} /E _{max}
1	PATIO TRASERO	perpendicular	32 x 16	26	6.49	66	0.282	0.098
2	COCINA	perpendicular	128 x 128	40	18	84	0.450	0.284
3	BAÑO	perpendicular	16 x 32	45	7.35	69	0.165	0.105
4	RECAMARA PRINCIPAL	perpendicular	32 x 32	30	10	61	0.343	0.167
5	PASILLO	perpendicular	32 x 32	60	40	82	0.667	0.484
6	SALA-COMEDOR	perpendicular	128 x 128	73	39	111	0.532	0.348
7	RECAMARA 2	perpendicular	32 x 32	32	12	61	0.386	0.205
8	RECAMARA 3	perpendicular	32 x 32	32	13	62	0.414	0.213

Figura 7 Superficie de cálculo por áreas de la vivienda

En las zonas de riesgo donde colocamos los puntos de cálculo observamos que no llegan ni a los 50lx Figura 8.

Listado de puntos de cálculo

N°	Designación	Tipo	Posición [m]			Rotación [°]			Valor [lx]
			X	Y	Z	X	Y	Z	
1	COCINA	libre, plan	4.200	13.600	1.000	0.0	0.0	0.0	49
2	COCINA	libre, plan	4.200	14.200	1.000	0.0	0.0	0.0	28
3	BAÑO	vertical, plan	5.092	12.513	1.800	0.0	0.0	0.0	34

Figura 8 Puntos de cálculo en zonas de riesgo

Ahora observaremos el cambio que habrá en cuanto al consumo de energía, ya que buscando tener una correcta iluminación tendremos que aumentar el número de luminarias Figura 9 conservando su misma potencia y misma cantidad en lúmenes.

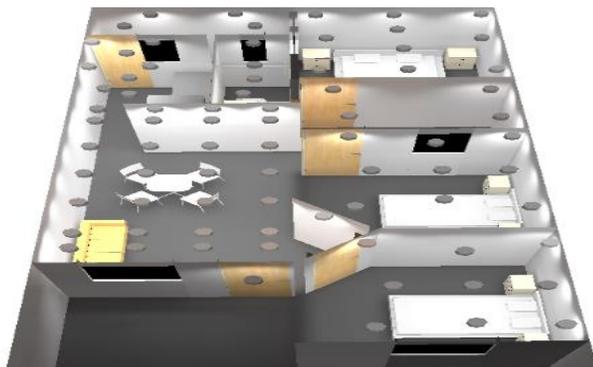


Figura 9 Modelado de la vivienda con la nueva distribución de luminarias

A pesar de cumplir con la cantidad de luxes mínimos para una correcta iluminación el número de luminarias se torna excesivo y basta con ver que el consumo de energía aumenta en un 557.14% dejando así un consumo de 1170W, lograr una apropiada iluminación con las luminarias que actualmente se tienen resultaría perjudicial para el ahorro económico y energético.

Tanto la Figura 10 y Figura 11 muestran los resultados del consumo energético para alcanzar las Emin en la vivienda y la superficie de cálculo por áreas de la vivienda con la nueva distribución de luminarias,

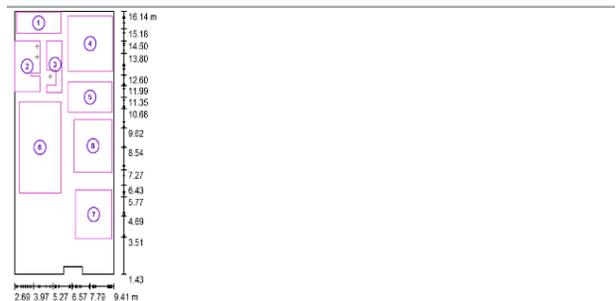
Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	78	PHILIPS FBS271 1xPL-C/4P18W HFP M PG_840 (Tipo 1)* (1.000)	445	855	15.0

*Especificaciones técnicas modificadas Total: 34679 Total: 66690 1170.0

Valor de eficiencia energética: 11.91 W/m² = 6.11 W/m²/100 lx (Base: 98.20 m²)

Figura 10 Resultados del consumo energético para alcanzar las Emin en la vivienda



Escala 1 : 100

Lista de superficies de cálculo

N°	Designación	Tipo	Trama	E _{in} [lx]	E _{min} [lx]	E _{max} [lx]	E _{in} / E _{min}	E _{in} / E _{max}
1	PATIO TRASERO	perpendicular	32 x 16	174	121	205	0.894	0.590
2	COCINA	perpendicular	128 x 128	279	213	319	0.761	0.667
3	BAÑO	perpendicular	8 x 16	154	111	185	0.723	0.601
4	RECAMARA PRINCIPAL	perpendicular	32 x 32	203	158	247	0.778	0.639
5	PASILLO	perpendicular	16 x 16	151	114	247	0.759	0.483
6	SALA-COMEDOR	perpendicular	128 x 128	371	303	421	0.816	0.719
7	RECAMARA 2	perpendicular	32 x 32	207	159	242	0.769	0.657
8	RECAMARA 3	perpendicular	32 x 32	203	160	240	0.786	0.686

Figura 11 Superficie de cálculo por áreas de la vivienda con la nueva distribución de focos

De la misma forma se logra iluminar correctamente las zonas de riesgo Figura 12, ya que con la actual distribución lumínica cuenta con una uniformidad (Emin/Em) mayor a 0.5.

Listado de puntos de cálculo

Nº	Designación	Tipo	Posición [m]			Rotación [°]			Valor [lx]
			X	Y	Z	X	Y	Z	
1	COCINA	libre, plan	4.200	13.600	1.000	0.0	0.0	0.0	242
2	COCINA	libre, plan	4.200	14.200	1.000	0.0	0.0	0.0	230
3	BAÑO	vertical, plan	5.092	12.513	1.800	0.0	0.0	0.0	129

Figura 12 Puntos de cálculo de las zonas de riesgo con la nueva distribución de focos

Los actuales focos fluorescentes compactos han ido sustituyendo a los incandescentes con el paso de los años, estos lograron reducir los costos gracias a su capacidad de proporcionar mayor cantidad lúmenes con una potencia menor, sin embargo, actualmente el mundo comienza a darle mayor importancia a todos los aspectos que tenga que ver con la salud, la iluminación no se exenta de esto, una correcta iluminación trae beneficios a la salud, estabilidad emocional y por supuesto hace que la vista no se forcé al momento de realizar tareas. El 30% de la energía eléctrica usada en iluminación es consumida por iluminación incandescente sin embargo solo el 7% de su producción es luz efectiva.

En la actualidad la opción de iluminación de interiores está a cargo de los focos fluorescentes. Esto representa 64% de la iluminación generada eléctricamente y el 45% de la energía eléctrica usada en iluminación. Diferenciando la iluminación LED con respecto a los focos incandescentes por su consumo eléctrico entre 80 y 90% menor a éstos y un 65% menos de los focos de bajo consumo fluorescentes [1]. Conociendo algunos de los beneficios en cuanto ahorro energético que nos proporciona el foco LED hemos escogido los siguientes modelos Figura 13 aunque usamos dos tipos de focos son el mismo modelo, lo único que cambia es la potencia y el flujo luminoso uno es de 11.2W con 1200lm y el otro 8W con 820lm fueron distribuidos de forma que en zonas de poco tránsito no se ilumine en exceso.

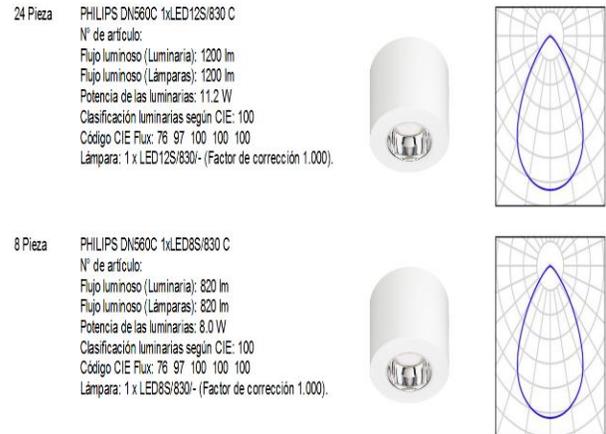


Figura 13 Focos tipo LED seleccionados para la nueva distribución lumínica

Realizamos la distribución de estos dos tipos de luminarias lo cual observamos en la Figura 14, en busca de conseguir los Emin sugeridos en la Tabla 1.

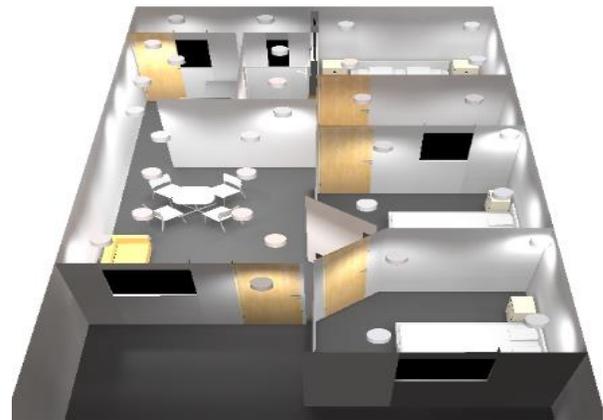


Figura 14 Modelo de la vivienda con nueva distribución de luminarias tipo LED

Gracias a la nueva distribución con focos LED se logró reducir hasta 332.8W el consumo energético Figura 15 es decir un 71.55% menos que usando focos fluorescentes para cumplir con una iluminación apropiada y a diferencia de los focos fluorescentes solo se eleva un 158.47% del consumo energético que existe actualmente en la vivienda.

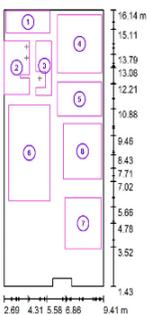
Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	24	PHILIPS DN560C 1xLED12S/830 C (1.000)	1200	1200	11.2
2	8	PHILIPS DN560C 1xLED8S/830 C (1.000)	820	820	8.0
			Total: 35360	Total: 35360	332.8

Valor de eficiencia energética: 3.39 W/m² = 1.54 W/m²/100 lx (Base: 98.20 m²)

Figura 15 Resultados del consumo energético para alcanzar las Emin en la vivienda con luminarias LED

Podemos observar que la Emin se cumplen sin mayor problema, la uniformidad que existe es mayor a 0.5 Figura . 16, así que con la nueva distribución de focos LED logramos una iluminación óptima con un total de 32 focos representando solo un 28.45% del consumo que necesitarían los focos actualmente instalados en la casa para proporcionar una iluminación correcta.



Escala 1 : 168

Lista de superficies de cálculo

Nº	Designación	Tipo	Tamaño	E _{min} [lx]	E _{max} [lx]	E _{med} [lx]	E _{min} / E _{max}	E _{min} / E _{med}
1	PATIO TRASERO	perpendicular	32 x 16	182	117	265	0.541	0.440
2	COCINA	perpendicular	128 x 128	352	216	398	0.618	0.544
3	BAÑO	perpendicular	16 x 32	225	137	279	0.608	0.490
4	RECAMARA PRINCIPAL	perpendicular	32 x 32	233	169	285	0.725	0.638
5	PASILLO	perpendicular	32 x 32	195	114	285	0.585	0.398
6	SALA-COMEDOR	perpendicular	128 x 128	405	305	479	0.753	0.637
7	RECAMARA 2	perpendicular	32 x 32	209	169	235	0.808	0.718
8	RECAMARA 3	perpendicular	32 x 32	210	168	241	0.797	0.686

Figura 16 Superficies de cálculo por áreas de la vivienda con la nueva distribución de luminarias LED

De la misma forma las zonas de riesgo cumplen con una iluminación adecuada estando por encima de la Emin que requiere su espacio en la casa Figura 17.

Listado de puntos de cálculo

Nº	Designación	Tipo	Posición [m]			Rotación [°]			Valor [lx]
			X	Y	Z	X	Y	Z	
1	COCINA	libre, plan	4.200	13.600	1.000	0.0	0.0	0.0	312
2	COCINA	libre, plan	4.200	14.200	1.000	0.0	0.0	0.0	279
3	BAÑO	vertical, plan	5.092	12.513	1.800	0.0	0.0	0.0	213

Figura 17 Puntos de cálculo de las zonas de riesgo con la nueva distribución de luminarias LED

Comparando la eficiencia energética que tienen los focos actuales de 57lm/W los focos nuevos tipo LED tienen una eficiencia energética igual $eficiencia\ energética = \frac{1200lm}{11.2W} = 107.14 \frac{lm}{W}$, para los focos de 11.2W mientras que para los de 8W la eficiencia energética es de $eficiencia\ energética = \frac{820lm}{8W} = 102.5 \frac{lm}{W}$ las luminarias LED tienen aproximadamente el doble de la eficiencia energética de los focos actuales.

Conclusión

Los focos LED resultan más eficientes que los fluorescentes, 14 focos fluorescentes no logran cumplir con los Emin, con 32 focos LED y aumentando el consumo energético un 58.47% más, logramos alcanzar los Emin para tener una iluminación adecuada, sin embargo, si queremos lograr la iluminación adecuada con los focos fluorescentes se aumenta el consumo un 557.14% y son necesarios 78 focos.

Aunque gran parte de las casas tienen este tipo de focos fluorescentes y este tipo de distribución, no logra cumplir con la iluminación recomendada, es cuestión del usuario si decide hacer los cambios en focos, debido a que ya la mayoría de las personas se han acostumbrado a tener uno o dos focos por habitación resultaría para algunos perjudicial un cambio, sin embargo, los focos LED cuentan con mayor vida útil y eficiencia lumínica.

Con el paso del tiempo las luminarias LED irán sustituyendo a los actuales como en su tiempo los fluorescentes a los incandescentes, hasta que no se creen normas para la iluminación en hogares poca gente aceptará un cambio para buscar una distribución lumínica fuera de la típica de un foco por habitación con la cual la mayoría de la gente se siente conforme, aunque se sugiera que exista más iluminación para un óptimo desempeño de actividades.

A pesar de que no hubo un mejoramiento en la temperatura promedio, es decir, no se pudo llevar más cerca de la temperatura de confort, se obtuvo un gran impacto al reducirse la magnitud de las oscilaciones provocadas por los cambios drásticos de temperatura medidos en lapsos de 14h, dicho decremento podemos modelarlo en porcentajes, teniendo una reducción de estos cambios drásticos de 38.88%, lo cual es relevante porque, tener cambios drásticos de temperatura en lapsos tan cortos de tiempo, no es favorable para el usuario en términos de confort, ni de salud. También se demuestra que éste tipo de elementos que trabajan de manera sensible son una alternativa para el control de consumo de energía dentro de las edificaciones, beneficiando no sólo a una población específica, sino que pueden aplicarse a otros tipos de climas, siendo también una alternativa para el mejoramiento del confort térmico dentro de las edificaciones.

References

- [1] Gutiérrez-María, C. (2014). Iluminación LED. Ahorro, eficiencia e innovación. "Proyecto de mejora de la iluminación de un hotel". (Trabajo de fin de grado). Escuela Universitaria de Ciencias Empresariales, San Cristóbal de La Laguna.
- [2] Raitelli, M. Diseño de la Iluminación de interiores. Capítulo 8.
- [3] Eroski consumer. Cómo calcular la cantidad de luz apropiada para una habitación. Retrieved from <http://www.consumer.es/web/es/bricolaje/electricidad/2005/09/15/145304.php>
- [4] NOTIMEX, (2013) Para un consumo de luz eficiente, considere lúmenes y no watts. Retrieved from <http://eleconomista.com.mx/finanzas-personales/2013/04/22/consumo-luz-eficiente-considerere-lumenes-no-watts>
- [5] Universidad nacional de Colombia. (2007). Alumbrado interior de edificaciones residenciales. (Guía didáctica para el buen uso de la energía). Unidad de Planeación Minero Energética UPME.
- [6] Rosner, R. (2015) Tabla equivalencia LED & Lumen. Retrieve from <http://www.lumora.es/info-led/tabla-equivalencia-led-a-lumen>