

## ILUMINACIÓN DOMÉSTICA EFICIENTE

GRUPO 6

COMPONENTES: VÍCTOR LISART TÍSCAR, 26830974-W  
 CRISTINA VASSEROT PALOMO, 76754509-J  
 JONATAN VELASCO PÉREZ, 74942601-E

## **0. Índice**

1. Introducción **3**
2. Fibra óptica para captación y transmisión de luz solar **5**
  - 2.1 ¿Qué es? **5**
    - 2.1.1 Himawari **6**
    - 2.1.2 Parans **6**
  - 2.2 Normativa **7**
  - 2.3 Características técnicas **7**
  - 2.4 Vida útil **8**
  - 2.5 Eficiencia energética **9**
  - 2.6 Fibra óptica VS. otras tecnologías de iluminación **9**
3. Solatube **10**
  - 2.1 ¿Qué es? **10**
  - 2.2 Normativa **12**
  - 2.3 Características técnicas **14**
  - 2.4 Ciclo de vida **15**
  - 2.5 Eficiencia energética **15**
4. Tecnología LED **17**
  - 2.1 ¿Qué es? **17**
  - 2.2 Normativa **18**
  - 2.3 Características técnicas **20**
  - 2.4 Vida útil **21**
  - 2.5 Eficiencia energética. LED Vs. otras tecnologías **21**
  - 2.6 Ejemplos **23**
5. Conclusiones, comparativas y datos **25**
6. Bibliografía **29**

## **1. Introducción**

El consumo de energía existe desde que el hombre tiene uso de razón; eso es innegable. A lo largo de nuestro desarrollo evolutivo hemos ido perfeccionando distintas técnicas, fuentes, canalizaciones de energía, modos de empleo de la misma...

Quizá los últimos doscientos años hayan sido los más decisivos, debido a la enorme y rápida explotación de fuentes y recursos, en comparación a la velocidad de avance de otras épocas históricas.

Concretamente, la invención de la máquina de vapor de Watt, así como el descubrimiento de la canalización de la electricidad, visto y recordado, principalmente, en la bombilla del señor Alva Edison son las pruebas más latentes de ello, pues partiendo de esos dos momentos clave, hemos sido testigos de un desarrollo exponencial, que aún a día de hoy asombra a muchos.

Bien es cierto que actualmente conviven distintos modos de energía, así como distintos fines para la misma. No obstante, no podemos negar que aquel del que más somos conscientes nosotros como utilitarios es de la electricidad, y todo lo que ella consigue mantener.

Desde ordenadores, electrodomésticos, teléfonos móviles, hornillas, lavavajillas, lavadoras, carteles luminosos, indicaciones, telecomunicaciones, internet... Todo de lo que dependemos hoy día puede derivarse en una red doméstica de 230V.

Aunque, claramente, no podemos dejar de lado uno de los usos más importantes de la electricidad, que no es sino intentar, de algún modo, sustituir una de las labores de nuestra estrella alumbrante, nuestro astro candente, el sol. Y no, no nos estamos refiriendo a permitir la vida, a la fuerza gravitacional que ejerce y que nos mantiene a su alrededor, o a las altas temperaturas que genera por su condición. No.

Nos referimos a la luz. Esa luz causa de una serie de reacciones que tienen lugar en el gigante amarillo. Esa luz sin la cual no sabríamos vivir, esa luz que nos rige los horarios e incluso los ánimos. Esa luz que nos priva, fundamentalmente, de la oscuridad. Y de eso es de lo que venimos a hablar, de la electricidad, cierto, pero principalmente de la luz.

En la actualidad no concebimos hacer vida sin luz. Es más, de hecho, creamos nuestros horarios en torno a ella (más o menos); habilitamos nuestros sentidos cuando la luz aparece, y los aparcamos cuando ésta se va. No somos capaces de leer a oscuras, ni de cocinar, ni de mantener una conversación cara a cara, ni de trabajar adecuadamente, ni de evitar la mirada si quiera cuando nos sentimos avergonzados o arrepentidos. Por todas estas razones existe un sistema de alumbrado en nuestra vida para prácticamente todo.

Pensemos bien las cosas por un momento, y seamos sinceros. En nuestras casas, o en cualquier casa que conozcamos, existen luces artificiales en todos los rincones: salón, cuarto, cocina, comedor, lavadero, terraza... Es más, no bastando con ello, en muchas salas hacemos redundante sus existencia, como, por ejemplo, en las habitaciones propias, donde, además de la luz central del techo, solemos tener una lámpara en la mesita, para cuando queramos un ambiente más distendido, pero, eso sí, iluminado.

De igual modo pasa en los comedores: luz o luces centrales, rindiendo a máxima potencia. Y por la noche, viendo la tele, algunos se decantan por estar a oscuras (básicamente por el tema de la factura), pero muchos disponen de una lámpara vertical halógena regulable, para encontrar un nivel de luz en el que encontremos confort.

Y es que eso es así. Por alguna razón u otra, nos sentimos bien con la luz. Pero, ¿la aprovechamos lo que realmente podríamos? ¿Somos conscientes del gasto que realmente supone, energética y medioambientalmente hablando? Sabemos que cada vez más personas se involucran en este tema, y, tarde o temprano, entre normativas e iniciativas propias, lo conseguiremos. No obstante, nosotros pretendemos mostrar aquí algunas soluciones para convencer de la necesidad de utilización de alternativas lumínicas a las convencionales, y para ello disponemos de este pequeño dossier, junto con su debida explicación en el momento oportuno. Esperamos, al menos, conseguir que quede todo claro.

Así pues, son tres productos, o tecnologías mejor dicho, los que venimos a presentar, como métodos alternativos a la iluminación convencional: en primer lugar, está de la tecnología LED, conocida por todos, en la que mostraremos algunas cifras significativas (energéticas y económicas), así como su funcionamiento y algunas características, por si quedara alguna duda sobre ello.

No obstante, el primero en ser presentado tanto en esta memoria como en la presentación será la tecnología de captación lumínica solar mediante fibra óptica, con su consecuente distribución.

A continuación hablaremos de un producto harto interesante, que tiene un gasto energético prácticamente nulo durante su etapa de uso, la cual, además, es bastante larga. El producto en cuestión son los tubos solares, unos elementos que mediante un sistema de lentes similar a los telescopios dirige la luz natural desde el exterior al interior.

La disposición de esta memoria consistirá en explicar las características de cada una de las tecnologías: disposiciones, normativas, especificaciones, vida útil, ciclo de vida...

Lo que pretendemos es hacer hincapié en la utilidad del empleo de dichos sistemas de iluminación, mostrando al final, antes de la debida bibliografía, una serie de gráficas y tablas que muestren la comparativa con la iluminación incandescente con la que contamos, actualmente, en la mayoría de los hogares.

## ***2. Fibra óptica para captación y transmisión de luz solar***

### ***2.1 ¿Qué es?***

Aunque en esta memoria aparezca el nombre de dos productos distintos, el funcionamiento es prácticamente el mismo para ambos, por lo que explicaremos, grosso modo, el *modus operandi* de la tecnología de captación y transmisión de luz solar mediante fibra óptica, entendiendo que una vez asimilado tal hecho, la comprensión acerca del trabajo de estos elementos será sencilla.

Para poder llevar a cabo dicha transmisión solar, los sistemas mencionados emplean, además, unos captadores lumínicos, encargados de recibir la luz solar que incide sobre ellos, al igual que lo hace sobre cualquier otro cuerpo.

Al recibir dicha radiación lumínica, esos captadores no hacen sino dirigir el haz luminoso al interior de las fibras que llegan hasta ellos, empleando las leyes físicas de la óptica geométrica, reflejando en su interior, en un compendio de infinitud de cristales de cuarzo, en los cuales la luz va rebotando hasta alcanzar el fin del hilo de fibra óptica, el cual estará debidamente conectado a un foco emisor de luz, que amplificará la señal luminosa de nuevo para ofrecer luz a la estancia que deseemos.

Respecto a la parte final, la emisión de luz, podremos adherir las conexiones de fibra óptica a fuentes de emisión láser o LED. En nuestro caso, puesto que pretendemos mejorar sistemas de iluminación doméstica, estando entre nuestras mejoras el uso de LEDs, daremos por entendido que es éste el sistema utilizado mayormente para tal fin, no por ello sin dejar conocimiento de la posible aplicación, insistimos, a focos de emisión luz mediante láser.

No obstante, mostramos una breve definición de cada uno de los sistemas:

LED: utilizan una corriente de 50 a 100 mA. Su velocidad es lenta, por lo que únicamente puede utilizarse con fibras multimodo. Por otra parte, su utilización es fácil y tiene una vida prolongada, amén de ser altamente económicos.

Láser: emplean corriente de 5 a 40 mA. Son muy rápidos, pueden usarse con ambas fibras (monomodo y multimodo) y, al contrario que el LED, son de uso utilización compleja, tienen una vida menos longeva y son más costosos que la anterior tecnología.

Pero, con estas dos definiciones, salen otras dos: fibra monomodo y multimodo. Bien. Intentemos aclarar este último punto.

La fibra multimodo es aquella en que los haces de luz pueden circular por más de un modo, o camino. Esto implica que una fibra puede tener más de 2000 caminos de propagación. Son para aplicaciones de distancias cortas (hasta 2 km), y su diseño es sencillo y económico.

Por otra parte, están las fibras monomodo. Éstas sólo permiten el paso de la luz mediante un único camino, siendo su transmisión paralela al eje de la fibra. Con esta disposición se alcanzan grandes distancias (400 km), pero obliga a mandar los impulsos mediante emisores láser.

Además, por las características internas, que permiten la alta y prolongada reflexión de la luz, este sistema (al menos actualmente es lo que están vendiendo) es capaz de transportar luz solar en tiempo real a cualquier habitáculo que esté a una distancia (en

cableado) de hasta 120 metros, lo que nos permite alumbrar los lugares más recónditos de un edificio de varias alturas, como ejemplo pasajero.

A continuación mostramos los dos productos utilitarios de dicho sistema mediante fibra óptica, con sus principales dimensiones y opciones de disposición.

### 2.1.1 Himawari

Sistema desarrollado por la empresa nipona del mismo nombre, estos elementos consisten en un armazón de vidrio, como si de una bombilla gigante se tratase, en el interior de la cual se hallan los captadores solares, que dirigirán la luz solar al interior de la vivienda. Su alcance es de 150 metros, por lo que el juego que da es bastante interesante. No obstante, hemos de mencionar que a mayor distancia de cable, mayor serán las pérdidas de la luz por la reflexión en el interior del cable.

Encontramos dos modelos, cuyas medidas, en milímetros, mostramos en la imagen siguiente:



Figura 1. Medidas de los colectores Himawari

Mostramos también una tabla extraída del catálogo oficial de Himawari donde podremos observar, entre otros datos técnicos, el peso de ambos elementos:

**■ Sunlight collector specification list** \*Direct illuminance from the sun of 98,000 lux at time of measurement

Type	Number of lenses	Lens size (mm)	Light receiving area (m²)	Dome diameter (mm)	Height (mm)	Weight (kg)	Number of cables	Total luminous flux (lm)	Electric power supply	Power consumption	
AS series	XD-100S/36AS	36	95	2,552	1,000	1,475	88	6	11,520	AC85V~264V	5W
	XD-50S/12AS	12		851	520	810	14	2	3,840		2W

Tabla 1. Características técnicas de los colectores Himawari

Sobre la disposición, debido a sus dimensiones y peso, la única opción viable (por el momento) es instalarlo en los tejados o cubiertas de las viviendas a las que vaya destinado.

Por último, el sistema, para poder seguir la trayectoria solar óptima, requiere de alimentación eléctrica, que consigue, como bien hemos dicho anteriormente, con la implementación de un pequeño panel fotovoltaico para el autoabastecimiento.

### 2.1.2 Parans

Este sistema, ideado por una empresa sueca, se basa prácticamente en el mismo fundamento que el del Himawari, con la diferencia de la más estética definición del producto, obtenido con la mejor aglomeración de las células captadoras, siendo las finalidades y condiciones prácticamente las mismas.

A continuación se muestra una imagen con medidas, peso y algunos datos de interés para la compresión física del sistema:

#### SP3 - receiver

Dimensions	1140 x 570 x 270 mm
Weight	32 kg
Power supply	AC 100 – 240 V, 50-60 Hz
Power consumption	0 – 10 W, average 7 W
Operating temperature	-20°C – 40°C
Light output	5500 +/- 300 lm*
Materials	Aluminium, Tempered glass Zinc/nickel steel, Acrylic

\* All values based on solar illuminance of 100 000 Lux

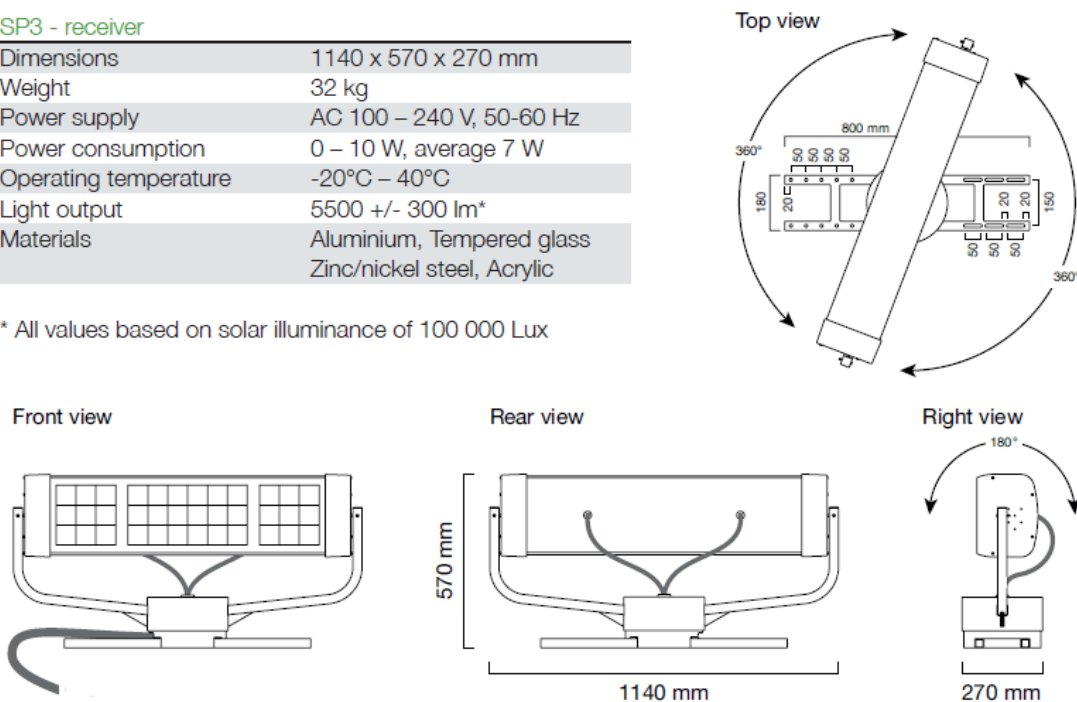


Figura 2. Medidas y características de los colectores Parans

Por último, mencionar que cuenta, al igual que el anterior producto, con alimentación fotovoltaica opcional, para ahorrar la electricidad que consume para llevar a cabo su tarea de seguimiento solar.

## 2.2 Normativa

En referencia a la normativa a la que debieren acogerse estos elementos, no encontramos ningún tipo de especificación en cuanto a la instalación de fibra óptica en el domicilio, a no ser que nos introduzcamos en terrenos tales como empalmes de líneas en telecomunicaciones, o frecuencias a las que deben funcionar dependiendo del par que se emplee en su instalación.

Por otra parte, otro elemento que podríamos tener en consideración serían los propios captadores en sí, colocados sobre los techados o salientes. No obstante, la normativa a aplicar sería relativa a las estructuras que sustentan el edificio (o los edificios), así como las cargas que pueden soportar, por lo que no nos introduciremos en esos lares, por no ser de nuestra entera competencia.

Sin embargo, este apartado nos muestra la facilidad que supondría implantar este sistema en el hogar, ya que observamos la carencia de normativa específica, lo que permite una amplia y fácil implantación, siempre y cuando las conexiones sean correctas y adecuadas.

## 2.3 Características técnicas

- **Cobertura más resistente:** actualmente, la fibra óptica está recubierta de tal modo que su resistencia, en comparación a las creadas hace unos años, es un 25% mayor.

- **Perfecta utilización en interiores y exteriores:** garantizado gracias a su resistencia al agua, a emisiones ultravioleta, su cubierta cada vez más resistente y su cada vez mayor empleo como elemento ambiental, lo que potencia dichas características año tras año.
- **Empaquetado de alta densidad:** ya que cuenta con el máximo número de fibras en el menor diámetro posible, obteniendo cables con 72 fibras cuyo diámetro es un 50% menor a un cable de uso convencional.
- **Creciente uso como material de iluminación:** debido al creciente uso que está experimentando desde 2008, cada vez son más intensas y extensas las investigaciones sobre iluminación aplicando tecnología de fibra óptica, lo que permitirá, con el tiempo, dar a conocer este método, así como hacerlo llegar más fácilmente a hogares y empresas.
- **Ausencia de electricidad y calor:** gracias a la característica de la fibra óptica de únicamente transmitir pulsos de luz, este material dispone de la idoneidad debido a que no transmite electricidad (hecho que lo hace más seguro que otros elementos), ni calor, lo que se verá convertido en una menor pérdida del elemento en cuestión a transportar (luz).
- **Variabilidad de colores:** quizá su característica más estética y menos científica, pero que nos permite la personalización de la iluminación en cuestión. Por su naturaleza, dependiendo del transformador del que disponga la fibra, la luz transportada podrá ser de uno u otro color. No obstante hemos de advertir que modificar el color natural de la luz obtenida del sol se verá traducido como una importante pérdida de iluminación a la estancia.
- **Diversidad de tamaño e intensidad luminosos del haz de luz:** puesto que a un foco final emisor (ya sea LED o láser) puede disponer de la conexión a una o varias fibras, esto permitirá variar el cono luminoso que iluminará la estancia. Es decir, podremos adherir distintas fibras a nuestro foco, obteniendo una mayor o menor potencia lumínica, adecuándolo al ambiente de cada estancia.

## **2.4 Vida útil**

En relación a la vida útil de la fibra óptica, en un principio se habla de ciclos del orden de 35 a 40 años.

No obstante, un estudio llevado a cabo por los estudiantes de Ingeniería Eléctrica Ariel Leiva López y Hugo Zamora Farías, revela que realmente ese tiempo es un ideal, y que siendo realistas, teniendo en cuenta los agentes de humedad, esfuerzos mecánicos y elementos internos que derivan en un menor rendimiento de características, se estima una vida de 25 años.

Durante dicho período sí que se aseguraría la validez del uso de la fibra óptica en plenas facultades sin temor a equivocación. Ello no implica que justo el día en que la instalación cumpla 25 años, ésta deje de funcionar, sino que durante ese tiempo su usabilidad está asegurada.

Obviamente, la duración podrá ser mayor, pero debidamente controlada por técnicos especialistas que consideren que la instalación de fibra óptica está en perfectas condiciones.

## ***2.5 Eficiencia energética***

La eficiencia energética en un edificio, independientemente de sus características y dimensiones, que sigue ciertos criterios de arquitectura bioclimática se consigue, principalmente, aprovechando correctamente la luz natural, llegando a ahorrar hasta más de un 50% de energía, más concretamente la eléctrica consumida en la iluminación.

De este modo, un edificio con un buen diseño, es decir, orientado a captar la máxima luz natural, no sólo beneficia al confort de los usuarios, sino también a nuestro bolsillo. Bien hemos dicho que la arquitectura bioclimática es un punto fuerte para lograr tal fin, pero no siempre tenemos las condiciones idóneas para edificar donde queramos y como queramos, sino que deben cumplirse ciertas exigencias.

Es en esos casos es en los que entran en juego los sistemas de iluminación seminatural, como es el caso de este primer sistema que presentamos.

La eficiencia máxima se obtiene de la dependencia lumínica durante el día de nuestra tecnología de fibra óptica, lo que supone un ahorro total de factura eléctrica lumínica mientras dispongamos de horas de sol en el exterior.

La traducción económica y ambiental es alta, dado que estamos evitando el uso de bombillas, tanto incandescentes como de cualquier otro modelo, lo que, a la larga, implica que se tardarán más años en llegar a los límites de uso que cada tipo de bombilla conlleva, lo que es un claro ahorro energético.

Por otra parte, el captador, el único elemento que precisa de una pequeña corriente eléctrica para su funcionamiento, dispone de un pequeño panel que funciona mediante energía solar fotovoltaica, por lo que el ahorro es mayor todavía al no necesitar requerimiento alguno de corriente eléctrica.

¿Por qué? Porque el sistema arroja luz al interior mientras haya sol, del mismo modo que únicamente en las horas solares funciona el sistema fotovoltaico que alimenta el seguimiento del captador. Y si no hay luz, no podemos seguirla, por lo que no importa que el captador no funcione. Todo idóneo, pensado y debidamente bien atado.

## ***2.6 Fibra óptica VS otras tecnologías de iluminación***

En referencia a la comparativa entre la tecnología de fibra óptica con la actual de iluminación (lámparas incandescentes), no hay manera alguna de cuantificar los resultados de uno frente al otro, debido a que la fibra óptica directamente ahorra el consumo eléctrico para iluminación.

Es por ello que no podemos mostrar gráfica alguna sobre el mayor o menor consumo de uno u otro, dado que el consumo de la instalación de fibra óptica será nulo durante su vida útil (25 años como mínimo), mientras que el de las bombillas tradicionales será, igualmente, las 1000 horas que tienen estimadas (consumo medio aproximado).

### 3. Solatube

#### 3.1 ¿Qué es?

*Solatube* es un sistema diseñado para captar del exterior gran cantidad de luz natural en poco diámetro y transportarla mediante un tubo altamente reflectante hasta pequeños y grandes espacios. Este sistema ahorra energía gracias a la utilización de luz exterior, por lo que no se producen ningún gasto energético para iluminar cualquier estancia de una casa.

Este tubo solar puede combinarse con la última tecnología LED para así combinar luz natural con un anillo de LED, ofreciendo el mayor ahorro energético posible, llegando incluso a un 90% en la factura de la luz.

La claraboya exterior está diseñada con una tecnología capaz de captar los rayos solares de forma más eficiente y no permitiendo la entrada de calor o problemas de humedad.

La Tecnología usada es la conocida como *Spectralight Infinity*, basada en el material más reflexivo en el mundo. Al 99,7 % de reflectividad, ningún otro sistema ofrece mayor cantidad de luz. Todo esto puede sonar complicado, pero en realidad es bastante simple: cada vez que la luz rebota en una superficie, pierde energía. Por ejemplo, si la luz tiene que rebotar 20 veces para llegar de un extremo del tubo al otro, entonces perderá energía en cada rebote. Con *Spectralight Infinity*, sólo el 0,3% de la energía se pierde en cada rebote. Por lo tanto, después de los 20 rebotes, se obtendrá el 94 % de la luz captada.

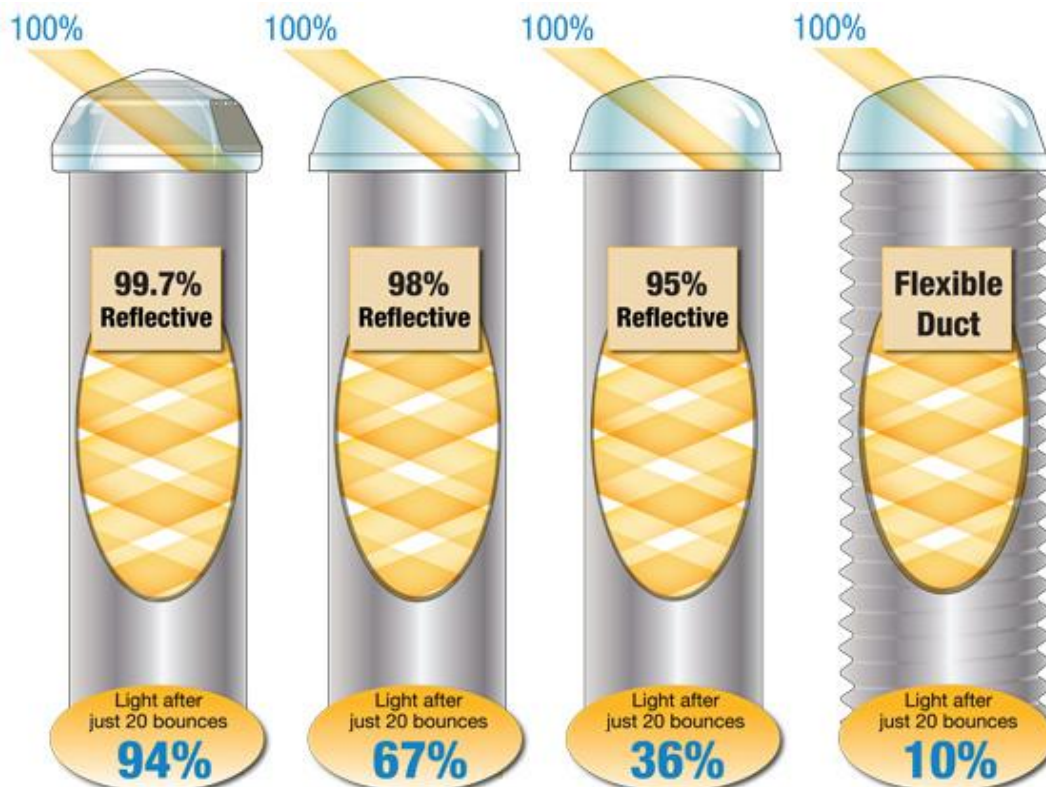


Figura 3. Ejemplificación del sistema de reflexión *Solatube*

% Reflectividad	0 rebotes	5 rebotes	10 rebotes	15 rebotes	20 rebotes
<b>99.7% Spectralight Infinity</b>	<b>100%</b>	<b>98.51%</b>	<b>97.04%</b>	<b>95.50%</b>	<b>94.17%</b>
<b>98%</b>	100%	90.39%	81.71%	73.86%	66.76%
<b>96%</b>	100%	81.54%	66.48%	54.21%	44.20%
<b>95%</b>	100%	77.38%	59.87%	46.33%	35.85%

Tabla 2. Niveles de reflexión/luminosidad de *Solatube*

Para la cúpula se utiliza el sistema *Raybender 3000*, que emplea una tecnología de recolección de luz para asegurar que la mayor cantidad de luz disponible entre en el tubo. Esto es particularmente importante en los techos que no están dirigidos al sur. Con este sistema se asegura la captación de luz en 360°, independientemente de la ubicación de la unidad en el techo.

Todas las cúpulas se moldean a partir de policarbonato resistente a impactos y al fuego, e incorpora filtros UV. La geometría única maximiza la recogida de luz al tiempo que proporciona una superficie libre de mantenimiento que se limpia por sus propios elementos, lo que garantiza un rendimiento óptimo durante todo el año.

Utiliza lentes *Fresnel* para reflejar la luz en la parte superior del tubo, y con el sistema de reflexión *LightTracker™* redirige la luz, que llega a la cúpula desde ángulos inferiores, pudiendo producir hasta el doble de luz, que entra por la parte superior del tubo, que en cualquier otro sistema.

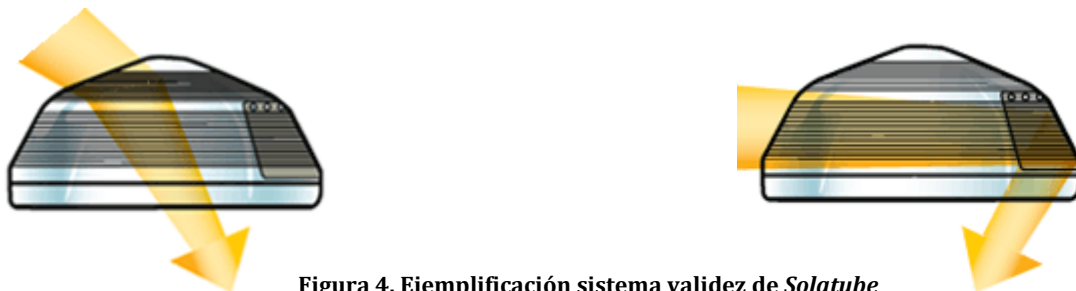


Figura 4. Ejemplificación sistema validez de *Solatube*

En muchas ocasiones, en nuestra vida diaria, no queremos que haya luz en nuestra vivienda, ya sea por querer echarse una siesta, por ver una película... Para ello se instalan sistemas de regulación de luz o *Dimmer*. Consiste en un deflector de mariposa que pliega sus alas para producir el nivel de luz requerido en cualquier momento. Este sistema está acompañado de un interruptor de pared con el que facilita su movimiento.



Figura 5. Elemento de regulación de luz

### 3.2 Normativa

#### – IDAE (Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía)

El ser humano, como indica el IDAE, prefiere la luz natural a la hora de realizar cualquier tarea visual.

La Luz Natural tiene un perfecto rendimiento de colores IR=100. Aporta elementos muy proactivos al cuerpo humano.

En la página 45 de la "Guía Técnica del Aprovechamiento de la Luz Natural en la Iluminación de Edificios", epígrafe "Criterios de Diseño de la luz Natural" dice lo siguiente:

*"Existen otras maneras (aparte de la tradicional ventana) de llevar luz natural a las estancias mediante conductos de luz que pueden conducir la luz natural a zonas interiores de un edificio que no están unidas de otro modo al exterior, sus superficies están acabadas con materiales reflectantes de luz natural a fin de dirigir la luz natural difusa hacia abajo".*

#### – CTE (Código Técnico de la Edificación)

El CTE, en su sección HE-3, indica la necesidad de compaginar la luz natural mediante el alumbrado artificial y armonizar ambos mediante:

*"-Utilización de sistemas de control del alumbrado artificial en respuesta a la aportación de luz natural.*

*-Utilización de sistemas de encendido – apagado por sensor de presencia.*

*-Utilización de sensores de luz que indiquen la necesidad y la aportación necesaria de energía eléctrica".*

#### – Otras Normas Municipales. PGOU.

En diseño medioambiental, y normas urbanísticas de muchos municipios y comunidades, indican para el apartado de iluminación natural puntos como:

*"En el diseño de todo edificio o construcción, la iluminación diurna será preferiblemente y básicamente natural (solar), en: Dependencias destinadas a la estancia o al trabajo prolongado de personas."*

*"La iluminación artificial debe de considerarse como una solución excepcional o de emergencia para las horas diurnas. Excepcionalmente se podrá prescindir del anterior punto sólo en actividades que requieren especiales condiciones de aislamiento lumínico o acústico".*

En materia de calidad, higiene, dotaciones y seguridad de edificaciones, se indica:

*"Los dormitorios dispondrán de los medios necesarios que permitan su oscurecimiento temporal frente a la luz exterior, bien mediante sistemas fijos o previendo la instalación de dichos sistemas por el usuario.*

*Piezas habitables dedicadas a dormitorios en plantas sótano: se permitirá su uso siempre que queden garantizados las condiciones de ventilación e iluminación exigibles en el punto anterior.*

*En el diseño de todo edificio o construcción, la iluminación diurna será preferente y básicamente natural (solar) en todas sus dependencias, de manera que la iluminación artificial sólo sea considerada como solución excepcional o de emergencia para las horas diurnas".*

Después de la lectura de estas normas podemos estar seguros del cumplimiento de las mismas por los sistemas de luz natural *Solatube* junto con sus accesorios:

- **Anillos de LEDs:** dentro de nuestros tubos de luz, con la posibilidad de regulación de flujo lumínico dependiendo de la aportación de luz natural y su regulación mediante radiofrecuencia, bien por pulsador, sensor de luz o detector de presencia.



**Figura 6. Anillo de LED de *Solatube***

- **Regulador de Entrada de Luz o *Dimmer*.** Regula la entrada de la luz natural por nuestros sistemas de luz natural. Nos permite ver una película o poder echarnos una siesta.



**Figura 7. *Dimmer* aplicado sobre *Solatube***

Como decíamos arriba, nuestro sistema de luz natural puede estar presente en cualquier proyecto de rehabilitación o nueva obra, por:

- Ahorro energético al ser un producto con clasificación A++ y Energy Star.
- Evita el efecto invernadero por la NO emisión de CO2 y otros gases a la atmósfera, para poder cumplir la nueva Normativa Europea que tendrá que estar vigente en el año 2020.
- El confort de sus usuarios, al ser la luz del día (luz difusa) la mejor opción, sin deslumbramientos, con la belleza de la luz natural, su excelente IR, que nos permiten ver con los colores más claros y verdaderos y por supuesto con el brillo del Sol.
- Y también por el bienestar de las personas que están bajo un *Solatube*, pues la Luz del Sol hace que nuestro cerebro produzca serotonina, una hormona que es capaz de aliviar el dolor, proporcionar energía y hacernos sentir más felices.

### 3.3 Características técnicas

Solatube						
Condiciones del cielo	Altitud Solar (°)	Lumen Entrada*	Doble Domo DPP		Un solo Domo DP	
			DPP Lumen Salida	DPP Eficiencia	DP Lumen Salida	DP Eficiencia
Despejado	10	5579	1793	32.1%	2551	45.7%
Despejado	20	13362	4213	31.5%	5144	38.5%
Despejado	30	21365	9163	42.9%	10492	49.1%
Despejado	40	28774	16520	57.4%	18422	64.0%
Despejado	50	35224	23623	67.1%	26260	74.6%
Despejado	60	40472	28887	71.4%	31890	78.8%
Despejado	70	44344	32404	73.1%	35783	80.7%
Despejado	80	46717	33358	71.4%	36798	78.8%
Despejado	90	47516	35330	74.4%	39041	82.2%
Nuboso cubierto	50	6700	3974	59.3%	4460	66.6%

Tabla 3. Condiciones de luminosidad de Solatube

- No consume energía para producir luz.
- Permite la transmisión de luz hasta 15 metros.
- Mejor que una claraboya, puesto que no hace falta que la estancia esté justo debajo de la instalación.
- Ahorro en calefacción y refrigeración respecto a una claraboya.
- Produce más luz que una bombilla de 150W.
- No necesita reposición.
- No necesita mantenimiento.
- Posibilidad de reducir los niveles de luz que llegan a nuestra estancia gracias al sistema que regula la entrada de luz.
- Produce luz natural, lo que supone una mayor amplitud a la estancia y cansa menos la vista, además de la alegría que produce la propia luz natural.
- *Tecnología Raybender*. Es una cualidad de la cúpula, que nos permite captar la luz difusa y concentrarla en el interior del tubo, aumentando así su rendimiento en días nublados e incluso en invierno, cuando hay poca iluminación solar.
- El sistema domo y el reflector exclusivo patentado incrementan, dentro del tubo, el nivel de luz solar natural captada y la transfieren directamente, así también como la luz ambiental en días nublados. De material acrílico, es resistente a impactos y rayos UV. Clasificado como material CC2, tiene 0'32 cm de grosor, una transmisión de luz visible del 92%, y sólo 0'3% de U.V.

- Tubo *Spectralight infinity*. La disponibilidad de este sistema, cuyo material es de lo más avanzado en reflexión, nos provee del máximo rendimiento en la transmisión de luz; efecto potenciado por un reflector que aumenta la recogida de luz cuando el sol está muy bajo.
- Asentamientos perfectos en tejados. Fabricados de una sola pieza y diseñados especialmente para que no existan goteras.
- Instalación rápida y fácil. Los nuevos componentes pre-ajustables hacen que la instalación sea más fácil y rápida que nunca, y sin ninguna reforma estructural en sus tejados.
- Tubo compacto. Se ajusta entre canales de tejados y falsos techos aunque sean inaccesibles. Cada paquete de instalación de *Solatube* incluye un par de adaptadores estándar que permiten ser colocados virtualmente en cualquier parte.
- Energía eficiente. Hace que los objetos, salas y cuartos se vean mucho más próximos a sus colores originales, ya que *Solatube* proporciona una temperatura de color muy semejante a la luz solar natural. Ello asegura la mínima transferencia calorífica entre ambientes interiores y exteriores.
- Ideal para cuartos de baño, aseos, vestidores, huecos de escaleras, despachos, vestíbulos, pasillos, cocinas, comedores y salas de estar, entre otros.

### **3.4 Ciclo de vida**

El principal material con el que se fabrican los tubos *Solatube* es de aluminio altamente reciclable:

- Al producir aluminio, a partir de la chatarra existe un ahorro del 95% de la energía si se compara con la producción a partir del mineral.
- En el proceso de reciclado no cambian las características del material ya que se obtiene un producto con las mismas propiedades. Además, el aluminio puede reciclarse indefinidamente y sin disminuir la calidad del mismo.
- La totalidad del material puede ser reciclado. El reciclado es un proceso rentable porque el aluminio es un metal valioso: por ejemplo, las latas de bebidas usadas recogidas alcanzan un alto valor en el mercado.

Otro de los aspectos interesante de los tubos *Solatube* es que todos sus elementos son fáciles de desmontar, por lo que se pueden separar con facilidad para su reciclado propio.

### **3.5 Eficiencia energética**

Los aspectos críticos de la eficiencia son:

- Una reducción en la intensidad material de bienes y servicios;
- Una reducción en la intensidad energética de bienes y servicios;
- Dispersión reducida de materiales tóxicos;
- Reciclaje mejorado;

- Máximo uso de recursos renovables;
- Mayor durabilidad de productos;

La reducción en impactos ecológicos se traduce en un incremento en la productividad de los recursos, que además puede crear una ventaja competitiva.

Contribuye ofreciendo productos de alta eficiencia energética en iluminación. Creemos en la combinación de tubo solar y tecnología LED para un mayor ahorro energético, y así poder tener luz natural por el día y un consumo mínimo por la noche.

Otra clave sería la durabilidad de los productos. Un tragaluz tubular dura toda la vida (el tiempo mínimo de vida útil de 40 años); y, puesto que conlleva un mantenimiento mínimo, puede ahorrarse gran cantidad de dinero y aprovechar la luz natural para iluminar, ayudando así al planeta.

## 4. Tecnología LED

### 4.1 ¿Qué es?

Los LEDs son dispositivos en estado sólido que generan luz de forma muy distinta a otras tecnologías del sector lumínico. Las lámparas incandescentes calientan un filamento de tungsteno a miles de grados centígrados, de forma que éste emita luz; las lámparas fluorescentes generan luz al pasar corriente eléctrica a través de vapor de mercurio, lo que hace que se genere una gran excitación de forma que este vapor emita luz; etc.

Los LEDs, en cambio, son diodos que están compuestos por la superposición de varias capas de material semiconductor dopado con impurezas, las cuales crean conjunciones del tipo P-N. Los LEDs, a diferencia de los emisores de luz tradicionales, poseen polaridad (siendo el ánodo el terminal positivo y el cátodo el terminal negativo) por lo que funcionan únicamente al ser polarizados en directo.

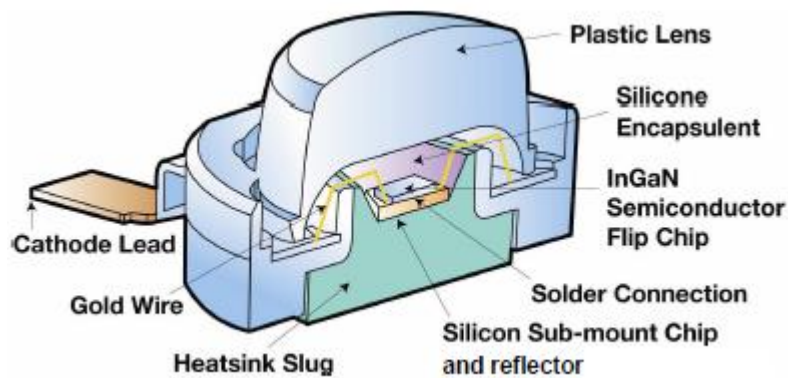


Figura 8. Esquema funcionamiento interno LED

La electroluminiscencia se da cuando, estimulados por un diferencial de voltaje en directo sobre sus terminales, las cargas eléctricas negativas y las cargas positivas son atraídas a la zona de conjunción donde se combinan entre sí, de forma que al combinarse se libere energía en forma de fotones.

Esto da como resultado una generación de luz más eficiente, ya que la conversión energética ocurre con mucho menos pérdidas en forma de calor como ocurre con las bombillas tradicionales.

Dependiendo de los materiales que componen los LEDs, podemos producir un amplio rango de longitudes de onda dentro del espectro cromático, dando como resultado diferentes colores, desde infrarrojo, pasando por todo el abanico del espectro visible, hasta ultravioleta, por lo que son muy versátiles en cuanto a su uso en aplicaciones.

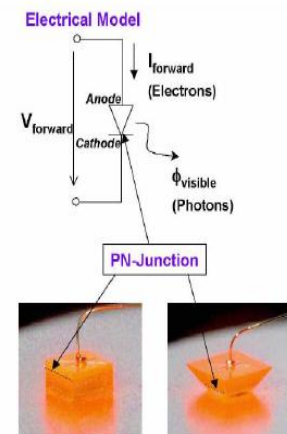


Figura 9. Esquema funcionamiento interno LED (II)

## 4.2 Normativa

Debido a las reticencias que existen en cuando a mostrar gratuitamente y públicamente las normas UNE, ISO, CEE, etc. no se ha podido encontrar toda la información de todas las normas que se aplican a este tipo de tecnología. Pese a ello, se muestran a continuación el listado de las mismas, con toda la información que se ha podido recabar de ellas:

- Directiva de Baja Tensión- 2006/95/CEE. Relativa a la aproximación de las Legislaciones de los estados miembros sobre el material eléctrico destinado a utilizarse con determinados límites de tensión.
- Directiva de Compatibilidad Electromagnética- 2004/108/CEE. Relativa a la aproximación de las Legislaciones de los estados miembros en materia de compatibilidad electromagnética y por la que se deroga la directiva 89/336/CE.
- Directiva de Ecodiseño 2009/125/CE. Por la que se insta un marco para el establecimiento de requisitos de diseño ecológico aplicables a los productos relacionados con la energía.

Según el BOE N° 342/1, el reglamento (UE) N° 1194/2010 de la Comisión de 12 de Diciembre de 2012 por el que se aplica la Directiva 2009/125/CE del Parlamento Europeo y del Consejo en lo que atañe a los requisitos de diseño ecológico aplicables a las lámparas direccionales, a las lámparas LED y a sus equipos, dictamina lo siguiente:

*“Los productos a los que se aplica el presente Reglamento son aquellos que, sustituyendo o completando la luz natural con luz artificial, están diseñados esencialmente para iluminar total o parcialmente un espacio y aumentar en él así la visibilidad.*

.....

*Las nuevas tecnologías que irrumpen en el mercado, como, por ejemplo, las lámparas de diodos emisores de luz (lámparas LED), deben quedar sujetas al presente Reglamento.*

*Los aspectos medioambientales de los productos cubiertos por el presente Reglamento que se han considerado significativos a los efectos de este son el consumo de energía en la fase de utilización, el contenido de mercurio y las emisiones de mercurio.*

.....

*Los requisitos de diseño ecológico no deben afectar a la funcionalidad desde la perspectiva del usuario ni perjudicar la salud, la seguridad o el medio ambiente. En concreto, es preciso que los beneficios que resulten de reducir el consumo de electricidad durante la fase de utilización compensen cualquier impacto medioambiental adicional que pueda tener lugar durante la fase de fabricación de los productos sujetos al presente Reglamento. Para garantizar la satisfacción del consumidor con las lámparas de bajo consumo energético, en particular las LED, los requisitos de funcionalidad deben establecerse no solo para las lámparas direccionales, sino también para las LED no direccionales, que no estaban cubiertas por los requisitos de funcionalidad previstos en el Reglamento (CE) n o 244/2009 de la Comisión. Es necesario que los requisitos de información sobre los productos permitan a los consumidores elegir con conocimiento de causa.*

*Las luminarias LED de las que no puede extraerse ninguna lámpara o módulo LED para someterlo a una prueba separada no deben servir de pretexto a sus fabricantes para eludir los requisitos del presente Reglamento.*

.....

*Es preciso que, al revisarse este Reglamento, se preste especial atención a la tendencia que sigan las ventas de las lámparas para usos especiales, para cerciorarse de que no se usen para*

*finés distintos de las aplicaciones especiales, y al desarrollo que registren las nuevas tecnologías, como las LED y las LED orgánicas. La revisión que se haga deberá evaluar si es viable establecer para las lámparas halógenas direccionales de tensión de red requisitos de eficiencia energética al nivel de la clase A, tal y como se define en el Reglamento Delegado (UE) n o 874/2012 de la Comisión, o, por lo menos, al nivel de la clase B (teniendo en cuenta los criterios que figuran en el anexo III, punto 1.1, cuadro 2). La revisión tendrá que evaluar también las posibilidades de endurecer de forma significativa los requisitos de eficiencia energética aplicables a las otras lámparas de filamento, así como los requisitos de funcionalidad relativos al índice de rendimiento de color para las lámparas LED.”*

- Real Decreto 154/1995, por el que se modifica el Real Decreto 7/1988, de 8 de enero, sobre exigencias de seguridad del material eléctrico destinado a ser utilizado en determinados límites de tensión y su Guía de Interpretación.
- Real Decreto 842/2002 por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y sus instrucciones Técnicas Complementarias ITC-BT-01 a ITC-BT-51.
- Reglamento 874/2012 DE LA COMISIÓN de 12 de julio de 2012 por el que se complementa la Directiva 2010/30/UE del Parlamento Europeo y del Consejo en lo relativo al etiquetado energético de las lámparas eléctricas y las luminarias.
- Reglamento 874/2012 DE LA COMISIÓN de 12 de julio de 2012 por el que se complementa la Directiva 2010/30/UE del Parlamento Europeo y del Consejo en lo relativo al etiquetado energético de las lámparas eléctricas y las luminarias.
- UNE EN 60598-1 Luminarias. Requisitos generales y ensayos.
- UNE EN 60598-2-5 Luminarias. Requisitos particulares. Proyectoros.
- UNE EN 62493 Evaluación de los equipos de alumbrado en relación a la exposición humana a los campos electromagnéticos.
- UNE EN 62471-2009 Seguridad fotobiológica de lámparas y aparatos que utilizan lámparas.

Normativa referente a los componentes de las luminarias:

- UNE EN 62031. Módulos LED para alumbrado general. Requisitos de seguridad.
- UNE EN 61347-2-13. Dispositivos de control de lámpara. Parte-2-13: Requisitos particulares para dispositivos de control electrónicos alimentados con corriente continua o corriente alterna para módulos LED.
- UNE EN 62384. Dispositivos de control electrónicos alimentados en corriente continua o corriente alterna para módulos LED. Requisitos de funcionamiento.

Además de todas estas normas, se encuentran en tramitación las normas IEC PAS 62717 sobre requerimientos de comportamiento de los módulos LED y la IEC PAS 62722 sobre requerimientos de comportamiento de las luminarias. Ambas son de gran importancia porque exigen la clasificación de las luminarias en función de IRC, la dispersión de color, el mantenimiento del flujo y su eficacia en lm/W.

Asimismo, cualquier empresa que se encuentre en España y que fabriquen tecnología LED deben tener el certificado ISO 9001:2008 de gestión y calidad, y el certificado ISO 14001 de gestión ambiental, EMAS (Reglamento Comunitario de Ecogestión y Ecoauditoría), u otro que acredite que la empresa se encuentra adherido a un sistema de gestión integral de residuos.

### **4.3 Características técnicas**

- **Mayor eficiencia:** Reducen significativamente el consumo energético en comparación a las luminarias tradicionales tales como las bombillas incandescentes, alógenos, etc.
- **Mayor longevidad:** Por lo que reduce los costes de mantenimiento.
- **Baja tensión:** Los LEDs trabajan a muy baja corriente y tensión, por lo que son más seguros y confiables en su implementación.
- **Mayor control de distribución de la luz:** Los LEDs emiten luz en una dirección en una dirección que luego puede espaciarse (mejor que otras fuentes de las cuales la luz se emite hacia todas direcciones y debe ser reflejada hacia la dirección deseada).
- **Mayor control cromático:** Gran variedad de colores.
- **Respuesta y control más rápidos:** Los LEDs no necesitan calentarse y se pueden atenuar completamente.
- **Durabilidad superior:** Al ser dispositivos en estado sólido, los LEDs son rígidos por lo que pueden ser adaptados a aplicaciones con ciertos grado de vibraciones o impactos.
- **Gran variedad de temperaturas de operación:** Los LEDs funcionan de manera muy eficiente a bajas temperaturas, a diferencia de las lámparas fluorescentes.
- **Baja generación de calor.**
- **Sin Mercurio:** Aún no se ha identificado un riesgo toxicológico equivalente con respecto a las unidades fluorescentes de iluminación. El mercurio es un elemento ya de por sí tóxico, y que perjudica gravemente al medioambiente, además de el impacto ambiental que supone su extracción, por lo que no utilizar este material para la creación de luz es un punto más a favor de ésta tecnología.
- **Imitación de la luz de día:** Se especula que la iluminación LED eventualmente imitará la luz natural del día permitiéndole a la luz artificial acercarse más a los ritmos circadianos. Esto además podría ayudar a prevenir trastornos afectivos estacionales (TAE) y fomentar la productividad en las oficinas durante el día.

#### **4.4 Vida útil**

Una de las principales ventajas de las lámparas LED es su vida útil (alrededor de 50.000 horas, pudiendo variar entre 30.000 y 100.000 horas), sensiblemente superior a la que poseen otras luminarias, ya sean halógenas, de vapor de sodio o fluorescentes. Sin embargo, existe cierta confusión con el término vida útil. A menudo se piensa que hace referencia al tiempo que durará la bombilla sin fundirse o al que tardará en dejar de funcionar, lo que en realidad es la vida media.

La vida útil de una fuente de luz es el tiempo durante el cual la bombilla funciona sin perder rendimiento luminoso, es decir sin disminuir su capacidad de iluminación. Para indicar este dato se utiliza la nomenclatura L70B10 o L70B50, las más comunes en tecnología LED.

La nomenclatura L70B50 quiere decir que el 50% de las lámparas va a mantener un flujo luminoso de al menos un 70% a las 50 mil horas. En el caso de la nomenclatura L70B10, el 90% de las lámparas mantendrán un flujo lumínico de 70% a las 50 mil horas.

Aunque los LEDs ya son diseñados con ciertas especificaciones técnicas, hay otros factores que pueden influir en su tiempo de vida útil como la temperatura de funcionamiento, la humedad, la corriente de operación, el clima (un clima costero perjudica la vida útil del LED debido al contenido de sal en el ambiente, etc.

#### **4.5 Eficiencia energética. LED vs otras tecnologías**

Hay suficientes pruebas para sugerir que el clima y otros procesos sistémicos de la Tierra están siendo alterados por la actividad humana. Los cambios más fáciles de reconocer son un aumento en la temperatura global y en los niveles del mar, todos ellos asociados con el aumento de las emisiones de gases invernadero.

Una iluminación energéticamente eficaz es una de las formas más rápidas y asequibles de reducir estas emisiones, además de estar en nuestras manos.

Aproximadamente, la iluminación es responsable del 19 % del uso mundial de electricidad. Y alrededor del 75 % de toda la iluminación está basada en soluciones antiguas poco eficaces energéticamente. Mediante el cambio a soluciones eficaces energéticamente es posible obtener importantes ahorros: un 40% de media. En el ámbito global, esto nos permitiría ahorrar 128.000 millones de euros en electricidad y 670 millones de toneladas de CO<sub>2</sub> cada año, una cantidad equivalente a la producción de 642 plantas eléctricas de tamaño mediano.

La tecnología LED puede ayudarnos a reducir este consumo de electricidad y hacer menos contaminante nuestro día a día.

Por otra parte, muchos usuarios dicen que los LED son eficientes a la hora del uso pero se preguntan si a la hora de fabricarlos son más eficientes que otras luminarias, ya que si en el cómputo global “contaminan” lo mismo, ¿qué diferencia hay entre comprar una bombilla de un tipo u otra para con el Medio ambiente?

La empresa alemana Osram ha investigado a fondo ese argumento y las cifras que ha obtenido son muy tranquilizadoras.

Encontraron que sólo el 2% de la energía utilizada durante el ciclo de vida por una bombilla LED ha sido utilizada en su fabricación. Comparado con las bombillas de incandescencia (1/5 parte de la energía consumida en el ciclo de vida) el ahorro resulta muy significativo:

*“25 bombillas de 40 w cada una tienen una vida (en total) de 25.000 horas. A lo largo de su vida útil consumirán 1.000 kWh de electricidad. Con los precios actuales, podemos comprar las 25 bombillas por unos 25€ y pagar 210 € en concepto de electricidad. Además tenemos una emisión de 500 kg de CO2 a la atmósfera.*

*Se necesita una única bombilla LED (OSRAM Parathom) para conseguir la misma duración (25.000 horas). Pero como sólo consume 8 W, significa que a lo largo de su vida útil sólo gastará 200 kWh de electricidad. Las emisiones a la atmósfera serán de 100 kg de CO2, todo por un precio de 40 €.”*

Dicho estudio se siguió con a la metodología utilizada en el estudio es conforme al ISO 14040/44 y los resultados han sido validados de manera independiente por tres profesores universitarios de Dinamarca y Alemania.

A continuación para una mejor visualización se muestran unas gráficas donde se compara la tecnología LED con otras tecnologías del sector lumínico en cuanto a consumo:

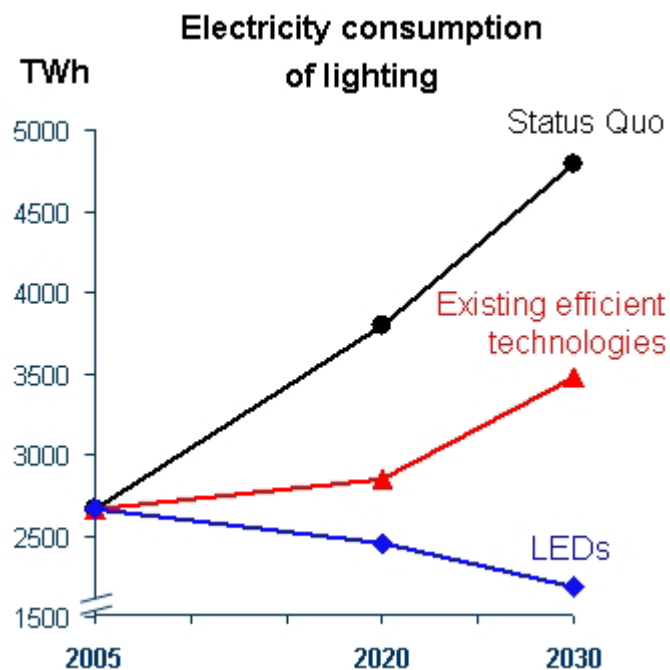


Figura 10. Comparativa consumo LED Vs. otras tecnologías

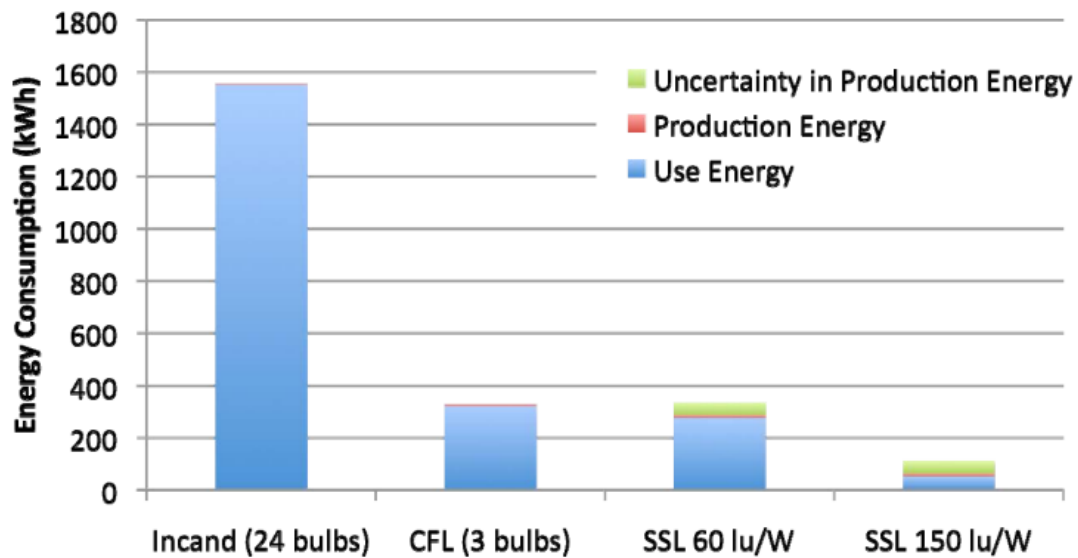


Figura 11. Consumo total energía LED Vs. otras tecnologías

*\*Nota:* Las luminarias SSL son las denominadas Solid-state lighting, las cuales se refieren a las tecnologías LED, OLED y PLED.

#### 4.6 Ejemplos

Todo esto está muy bien, pero a la hora de la verdad, por muy bonita que sea la teoría, sino se puede llevar a la práctica de poco nos sirve. Todo el mundo habla de la tecnología LED y de las ventajas que tienen sobre el uso de otras tecnologías de iluminación.

A continuación se citan varios ejemplos de empresas que han usado esta tecnología y tras un extenso estudio han mejorado su huella de carbono con respecto al medio ambiente, son más eficientes energéticamente y han ahorrado mucho más con el uso de esta tecnología:

- **Empresa Coop, Italia:** La cadena de supermercados Coop, con 211 puntos de ventas registrados en el programa «Luz verde», consiguió en 2009 ahorrar 3 millones de kW/h y un millón y medio de toneladas de Co<sub>2</sub>, gracias en parte a la tecnología LED. Ya que ese año 35 tiendas y dos áreas de aparcamiento empezaron a utilizar señalización luminosa con esta tecnología y otros 6 comercios utilizaron tecnología LED para las luces de relieve.

Cabe destacar que además de usar la tecnología LED para el ahorro energético también conectó 17 de sus comercios a la calefacción urbana; 29 tiendas instalaron paneles solares para la producción de agua caliente, entre otras muchas más medidas.

Por otra parte, esta empresa concluyó en 2009 el proyecto «Coop a favor de Kioto», que contempla el cumplimiento voluntario por parte de los proveedores de la marca Coop de los objetivos de Kioto relativos a la reducción de las emisiones de

CO<sub>2</sub> y de las restantes actividades dirigidas a la reducción del consumo de energía. Desde el inicio del programa en 2006 y hasta el año 2008, la tasa de emisiones descendió de 0,194 a 0,182 CO<sub>2</sub>/kg, con un 63 % de mejora en los equipos técnicos en términos de eficiencia.

## 5. Conclusiones, comparativas y datos

No queríamos terminar este pequeño proyecto sin antes demostrar que no sólo los informes y la práctica avalan los sistemas y tecnologías que presentamos, sino que quisiéramos acabar esclareciendo todas las posibles dudas respecto a la viabilidad, y para ello emplearemos esta última sección (previa a la bibliografía).

De acuerdo con el informe de tendencias energéticas llevado a cabo durante 2007, la media europea estima el consumo eléctrico del modo que plantea la siguiente imagen:

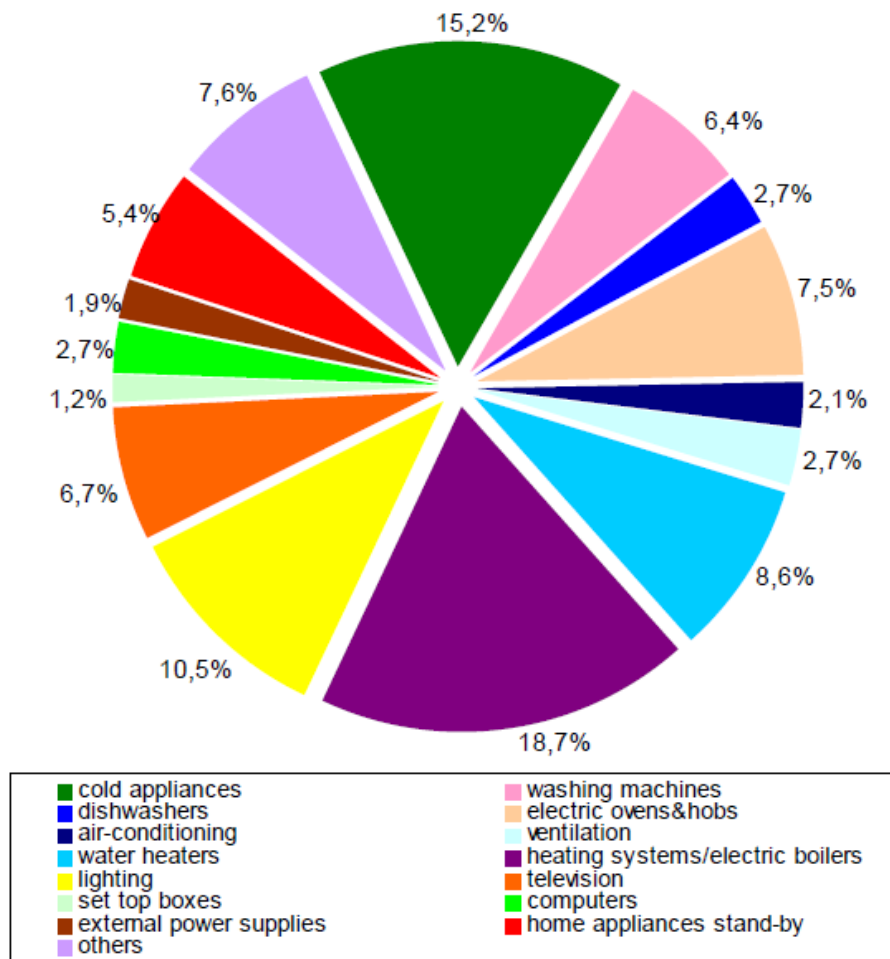


Figura 12. Consumos de electricidad por sectores en la Unión Europea

Si siguiendo esta línea, serían bastante certeros los datos del último estudio energético llevado a cabo en España, relativo al ejercicio de 2012, el consumo total de electricidad supone el 35% del consumo energético de nuestro país, del cual, el 11'7% es el que empleamos para la iluminación.

### Estructura del Consumo Total (%) según Fuentes Energéticas

Electricidad:	35,1%
Gas Natural:	24,9%
Derivados del Petróleo:	22,1%
Energías Renovables:	17,7%
Carbón:	0,1 %
TOTAL:	100,0%

Figura 13. Datos consumos energéticos en España

### % Consumo Eléctrico según Servicios

<b>Calefacción:</b>	<b>7,4%</b>
<b>ACS:</b>	<b>7,5%</b>
<b>Cocina:</b>	<b>9,3%</b>
<b>Refrigeración:</b>	<b>2,3%</b>
<b>Iluminación:</b>	<b>11,7%</b>
<b>Electrodomésticos:</b>	<b>55,2%</b>
<b>Standby:</b>	<b>6,6%</b>

Figura 14. Datos consumo eléctrico según servicios en España

Con respecto al resto de la factura eléctrica, algo más del 50% es consumido por los electrodomésticos y aparatos electrónicos, así como cargas de los mismos, y el resto se reparten entre calefacción y refrigeración, situaciones de standby, etc.

Partimos, pues de que somos responsables directos de mostrar cómo obtener el máximo rendimiento a ese 12% de la factura eléctrica que tantos dolores de cabeza (y más de bolsillo) nos provoca.

Actualmente, el gasto medio estimado por vivienda está en 990€ anuales, o lo que es lo mismo, 82'5€ al mes como término medio.

### - Otros datos de Interés

#### 1. Encuestas realizadas (telefónicas y presenciales): 9.425

#### 2. Gasto medio anual por hogar: 990€

Figura 15. Datos consumo medio anual por factura eléctrica

Insistimos en que el 12% de dicha factura repercute únicamente en la iluminación, lo que se traduciría en, aproximadamente, unos 118'8€ anuales, traduciendo esto, sería el equivalente a 10€ al mes.

Por otra parte, las estimaciones del mencionado estudio llevan a que cada hogar dispone de una media de 23 bombillas por vivienda, de entre las cuales únicamente disponen de LED en el 0'01% de los casos, dato que, por lo tanto, puede despreciarse para nuestro ejemplo práctico.

	<b>España</b>	<b>Pisos</b>	<b>Unifamiliares</b>
<b>Estándar</b>	8,31	7,8	9,5
<b>Halógenas</b>	6,11	6,2	5,9
<b>Bombillas de Bajo Consumo</b>	7,04	6,3	8,8
<b>Fluorescentes</b>	1,36	1,2	1,8
<b>LED</b>	0,01	0,0	0,0
<b>Total Bombillas</b>	<b>22,83</b>	<b>21,52</b>	<b>25,95</b>

Figura 16. Bombillas de uso medio en España

La vida estimada de una bombilla incandescente se estima en unas 1000 horas, mientras que los sistemas LED disponen de, al menos, un rango de 30000 a 50000 horas de vida como mínimo, existiendo algunos cuya duración es cercana a las 100000 horas.

Con todas esas premisas, comenzamos nuestra conclusión: justificar el uso de un sistema mixto de fibra óptica y tecnología LED.

Diversas estimaciones coinciden en que, aproximadamente, el 33% de la luz de nuestro hogar se da en la condición de horas solares, quedando el restante 67% para uso en momentos de oscuridad o nulidad lumínica.

Si aplicáramos la combinación mencionada, el 33% de la iluminación nos la ahorraríamos, directamente, debido a la condición de obtener directamente luz solar en el interior de nuestras viviendas sin necesidad de malgastar corriente eléctrica, puesto que incluso el seguimiento por parte de los sistemas de fibra óptica sería autónomo mediante una pequeña placa fotovoltaica.

Ello ya supondría un ahorro de 40€ al año en la factura eléctrica.

Ahora bien, hablemos de datos y amortizaciones: el sistema de fibra óptica podemos obtenerlo (cualquiera de los dos) por unos 4000€. Quizá no sea la mejor opción, dado que la amortización se produciría en caso de que dichos elementos pudieran tener una vida útil de unos 100 años. Es por ello que este producto sería para aquellas personas altamente comprometidas con el medio ambiente, y dispuestas a dar ese paso.

No obstante, hemos de mencionar que el precio se ha reducido considerablemente desde la aparición de estos sistemas, por lo que es posible que en unos años sean mucho más rentables y accesibles, y quizá entonces podamos desempolvar este trabajo y sentir satisfacción de haberlo conocido antes de su expansión.

Por otro lado, el sistema *Solatube* sí que nos proporcionaría una rentabilidad segura, puesto que se estima su vida en, como mínimo, 40 años. Podríamos disponer de este elemento por el precio de unos 500€, y éstos pueden tener, a su vez, varias salidas. En caso de poner dos por vivienda, el gasto sería de unos 1000€, y teniendo en cuenta el ahorro anual que produciría, a la mitad de su vida útil estimada ya estaría totalmente amortizado, siendo el resto de vida ahorro para nuestros bolsillos.

La explicación es bien sencilla: si mantenemos el sistema cotidiano, el consumo es de 40€ al año por luz durante el día. Si dividimos el gasto de los *Solatube*, 100€, entre su vida mínima, 40 años, obtenemos un gasto anual de 25€. Grosso modo, nos estamos ahorrando 15€ al año, como mínimo, en la factura de la luz.

Por otra parte, en cuanto a la iluminación en horas no solares, optamos por la tecnología LED, que supone entre un 35 y un 80% de ahorro energético con respecto a las bombillas tradicionales. Para hacer números redondos, establezcamos algo intermedio, un 50% de ahorro.

Bien. Un 35% de ahorro supone que el gasto se reduce directamente un 50%. Teníamos un 67% de luz no solar, lo que suponía un gasto de unos 80€ anuales, o lo que es lo mismo, casi 7€ mensuales del consumo eléctrico. Implementando tecnología LED el consumo queda reducido a la mitad (sabiendo que el ahorro podría ser mucho mayor, pero nos estamos ciñendo a datos más bien pesimistas).

Por otra parte, la vida de un LED está estimada en, como mínimo, 30000 horas, tiempo que aplicaremos, frente a las 1000 horas de las bombillas normales. Es decir, que un LED

aguanta 29 adquisiciones de una nueva bombilla, gasto que supondría unos 25€, como mínimo.

Sin embargo, la bombilla LED es algo más cara, teniendo un precio cercano a los 5€ (las hay más económicas), por lo que el ahorro real es de unos 20€.

Por último, teniendo en cuenta los usos anuales lumínicos, obtenemos que la vida de una bombilla LED es de, al menos, 20 años. Ello nos proporciona el dato que su manutención sale por unos 0,25€ al año, que añadiremos al total anual.

De este modo, si sumamos todo lo comentado, obtenemos que el 33% de la factura no lo pagaríamos, amén de tener un 50% de ahorro, al menos, en el 67% de la parte restante. Esa parte nos supone un ahorro total de 6'7€ mensuales, de los 10€ que suponen la factura de la luz, lo que anualmente supone un ahorro neto de 81€, como mínimo. Si descontamos los 0,25€ anuales de la reposición LED, así como los 25€ de la utilización del sistema *Solatube*, seguimos obteniendo un ahorro importante, de unos 56€ anuales.

Como podemos observar, es posible, amén de viable, ayudar a la sostenibilidad del planeta, en este caso optimizando los recursos y aplicando estrategias energéticas muy válidas y capaces.

Hemos demostrado que la concienciación supondría, además de una mejor preservación de lo que tenemos, una manutención de algo más de liquidez en nuestros bolsillos, quizá el único idioma que muchos entienden.

Nosotros únicamente hemos enseñado una pequeña muestra de todo el abanico de posibilidades dentro del mundo de la iluminación doméstica, pero compañeros nuestros presentarán trabajos muy interesantes sobre refrigeración, electrodomésticos, mejora de standby, e incluso iluminación exterior. Y todo ello no muestra sino la capacidad de seguir hacia delante, pues en nuestras manos está el cambio.

Con este último trabajo habremos mostrado que es posible mejorar nuestra vida, y la de los demás, aplicando únicamente una serie de preceptos, que seguramente no se aplican actualmente porque no interesa hacerlo a los trajeados que ocupan muy altos rangos sociales. Pero la prueba está aquí, en esta asignatura, en los pocos conocimientos que unos alumnos han podido mostrar lo más humildemente posible.

Y esperamos haber logrado hacer entender, un poco mejor, que, tal y como nos llevan diciendo en nuestra especialidad, "*todo es susceptible de ser mejorado*".

## 6. Bibliografía

- (Build It Solar), B. , *Solar (and efficient) Lighting*. Disponible:  
<http://www.builditsolar.com/Projects/Lighting/lighting.htm> [2014, 05/08].
- ABC - Bitacoras.com 2013, , *La bombilla más eficiente del mundo*. Disponible:  
<http://www.abc.es/20110810/medios-redes/abci-bombilla-eficiente-mundo-201108101736.html> [2014, 05/07].
- ACP - Soluciones energéticas 2014, , *Tecnología LED - Características técnicas*. Disponible:  
<http://www.acpsolucionesenergeticas.com/tecnologia-led/caracteristicas-tecnicas> [2014, 05/13].
- Benquin 2012, , *Instalación Solatube*. Disponible: <http://www.benquin.net/1instal.htm> [2014, 05/19].
- Brighten Your Home , *Hybrid Solar Fiber Optic Lighting System* . Disponible:  
<http://www.brightenyourhome.net/Hybrid-Solar-Lighting.html> [2014, 05/08].
- Comisión Europea 2014, , *Iluminación de bajo consumo*. Disponible:  
[http://ec.europa.eu/energy/lumen/index\\_es.htm](http://ec.europa.eu/energy/lumen/index_es.htm) [2014, 05/06].
- ecogeek.org 2006, , *Fiber Optic Solar Lighting Roundup*. Disponible:  
<http://www.ecogeek.org/solar-power/246> [2014, 05/08].
- Ediciones Especiales Online 2013, , *Iluminación natural para todo tipo de edificios*.  
Disponible:  
<http://www.edicionesespeciales.elmercurio.com/destacadas/detalle/index.asp?idnoticia=20101027538053> [2014, 05/07].
- Espacio Solar 2012, , *DEPLOSUN - Tubo de luz multisalidas*. Disponible:  
<http://www.espaciosolar.com/tragaluces-multisalida.htm> [2014, 05/07].
- Fenosa, G.N. 2012, , *Consejos sobre iluminación del hogar*. Disponible:  
<http://www.hogareficiente.com/es/ilumina-tu-hogar/consejos-sobre-iluminacion> [2014, 05/06].
- HIMAWARI 2014, , *APPLICATIONS (HIMAWARI GALLERY)*. Disponible:  
[http://www.himawari-net.co.jp/e\\_page16.htm](http://www.himawari-net.co.jp/e_page16.htm) [2014, 05/07].
- HIMAWARI 2014, , *Benefits*. Disponible: [http://www.himawari-net.co.jp/e\\_page11.htm](http://www.himawari-net.co.jp/e_page11.htm) [2014, 05/07].
- HIMAWARI 2014, , *The features and mechanism of the Himawari system*. Disponible:  
[http://www.himawari-net.co.jp/e\\_page13.htm](http://www.himawari-net.co.jp/e_page13.htm) [2014, 05/07].
- HIMAWARI 2014, , *HIMAWARI Solar Lighting System*. Disponible: [http://www.himawari-net.co.jp/e\\_page-index01.html](http://www.himawari-net.co.jp/e_page-index01.html) [2014, 05/07].
- HIMAWARI 2014, , *HISTORY OF THE HIMAWARI SYSTEM*. Disponible:  
[http://www.himawari-net.co.jp/e\\_page22.htm](http://www.himawari-net.co.jp/e_page22.htm) [2014, 05/07].

- HIMAWARI 2014, , *LIGHT DISTRIBUTION*. Disponible: [http://www.himawari-net.co.jp/e\\_page07.htm](http://www.himawari-net.co.jp/e_page07.htm) [2014, 05/07].
- HIMAWARI 2014, , *OPTICAL FIBER CABLE*. Disponible: [http://www.himawari-net.co.jp/e\\_page06.htm](http://www.himawari-net.co.jp/e_page06.htm) [2014, 05/07].
- HIMAWARI 2014, , *Solar lighting system 'HIMAWARI'* . Disponible: <http://www.himawari-net.co.jp/e-pdf/Himawari-Proposal-New-140207.pdf> [2014, 07/05].
- HIMAWARI 2014, , *SPECIFICATIONS OF THE HIMAWARI/SOLAR LIGHTING SYSTEM*. Disponible: [http://www.himawari-net.co.jp/e\\_page04.htm](http://www.himawari-net.co.jp/e_page04.htm) [2014, 05/07].
- HIMAWARI 2014, , *Standard light fittings*. Disponible: [http://www.himawari-net.co.jp/e\\_page09.htm](http://www.himawari-net.co.jp/e_page09.htm) [2014, 05/07].
- HIMAWARI 2007, *Sunlight Collecting System Himawari*, Youtube, Youtube.
- HIMAWARI , *Solar Lighting System 'HIMAWARI' Procedures for Installation of Sunlight Collector & Laying of Ducts for Fiber Optic Cables* . Disponible: <http://www.himawari-net.co.jp/e-pdf/Procedures-Installation-140227.pdf> [2014, 05/07].
- HIMAWARI & Soltecnic , *The HIMAWARI solar lighting system comfortably brightens your daily life*. Disponible: <http://soltecnic.com/Downloads/New-Himawari-Catalogue-2.pdf> [2014, 05/08/2014].
- IDAE 2014, , *Iluminación de edificios*. Disponible: <http://www.idae.es/index.php/id.36/reلمenu.354/mod.pags/mem.detalle> [2014, 05/06].
- International, L. 2014, , *¿Qué son los LEDs?*. Disponible: <http://www.ledsinternational.com/es/que-son-los-leds/> [2014, 05/13].
- ISO 14001 2014, , *Medio Ambiente - ISO 14001*. Disponible: <http://www.bsigroup.es/certificacion-y-auditoria/Sistemas-de-gestion/estandares-esquemas/Medio-Ambiente-ISO14001/> [2014, 05/13].
- ISON21 2009, , *LEDs Vs. CFL*. Disponible: <http://www.ison21.es/2009/08/18/led-vs-cfl-estudios-con-el-ciclo-de-vida-completo-demuestran-que-los-led-ganan/> [2014, 05/13].
- ISON21 2009, , *LEDs Vs. Incandescencia*. Disponible: <http://www.ison21.es/2009/12/04/led-vs-incandescencia-comparando-el-ciclo-de-vida-completo-los-led-ganan/> [2014, 05/13].
- Jiménez Domínguez, R.V. 2013, , *GUÍA PARA UNA EFICIENTE ILUMINACIÓN DOMÉSTICA*. Disponible: <http://www.repositoriodigital.ipn.mx/handle/123456789/18021> [2014, 05/07].
- LedBox 2013, , *Proyectos de Iluminación*. Disponible: <http://www.ledbox.es/proyectos-realizados> [2014, 05/09].

- Ledia Group 2013, , *Las empresas recurren a la iluminación LED para reducir su huella de carbono*. Disponible: <http://lediagroup.com/compromiso-responsable/reducir-la-huella-de-carbono-con-iluminacion-led/> [2014, 05/07].
- Ledia Group 2013, , *La etiqueta de una lámpara LED, ¿qué nos indica?*. Disponible: <http://lediagroup.com/compromiso-responsable/la-etiqueta-de-una-lampara-led/> [2014, 05/13].
- Lingfords, D. 2012, , *Illumination properties and energy savings of a solar fiber optic lighting system balanced by artificial lights*. Disponible: <http://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:639649/FULLTEXT03> [2014, 05/09].
- LuxImport 2013, , *Lámparas Domésticas*. Disponible: <http://www.luximport.net/index.php/Iluminacion-Domestica/lamparas-domesticas.html> [2014, 05/06].
- Matthews, D.H., Paulina Jaramillo, M.A., H. Scott Matthews, C. McMichael, F. & L. Weber, C. 2012, , *DOE Solid-State Lighting Life Cycle Assessment*. Disponible: [http://apps1.eere.energy.gov/buildings/publications/pdfs/ssl/matthews\\_chicago09.pdf](http://apps1.eere.energy.gov/buildings/publications/pdfs/ssl/matthews_chicago09.pdf) [2014, 05/13].
- OSRAM 2014, , *Vida útil LED: calidad duradera*. Disponible: [http://www.osram.es/osram\\_es/noticias-y-conocimiento/led-home/conocimiento-profesional/basicos-led/vida-util/index.jsp](http://www.osram.es/osram_es/noticias-y-conocimiento/led-home/conocimiento-profesional/basicos-led/vida-util/index.jsp) [2014, 05/13].
- OSRAM 2010, , *Requerimientos de eficiencia para la iluminación doméstica*. Disponible: [http://www.osram.es/osram\\_es/noticias-y-conocimiento/directiva-ue-de-diseno-ecologico-erp/requerimientos-de-eficiencia-para-la-iluminacion-domestica/index.jsp](http://www.osram.es/osram_es/noticias-y-conocimiento/directiva-ue-de-diseno-ecologico-erp/requerimientos-de-eficiencia-para-la-iluminacion-domestica/index.jsp) [2014, 05/07].
- Parans Solar Lighting 2013, *Launching L2 Hybrid Luminaire*, Youtube.
- Philips 2014, , *Innovación para un futuro más brillante y sostenible*. Disponible: <http://www.lighting.philips.es/lightcommunity/trends/green/> [2014, 05/13].
- Planeta Led 2014, , *Planeta Led - Pensando en el futuro*. Disponible: <http://planetaled.cl/> [2014, 05/07].
- RES - ecointeligencia 2013, , *11 maneras fáciles de reducir tu huella de carbono*. Disponible: <http://www.ecointeligencia.com/2013/09/11-maneras-faciles-reducir-huella-de-carbono/> [2014, 05/07].
- SolaTube 2014, , *Lámparas con tecnología LED de alto rendimiento*. Disponible: <http://www.teclusol.com/lamparas-con-tecnologia-led-de-alto-rendimiento/> [2014, 05/13].
- SolaTube 2014, , *Solatube Technology Models*. Disponible: <http://www.solatube.com/commercial/brighten-up/technology#models> [2014, 05/07].
- SolaTube 2014, , *SolaTube y la ecoeficiencia*. Disponible: <http://www.teclusol.com/solatube-y-la-eco-eficiencia/> [2014, 05/13].

- Solatube 2013, , *Consejos para combatir el cambio climático*. Disponible:  
<http://www.teclusol.com/consejos-para-combatir-el-cambio-climatico/> [2014, 05/07].
- SolaTube 2013, , *Raybender 3000 Dome*. Disponible:  
<http://www.solatubescotland.co.uk/commercial-lighting/components/raybender-3000-dome/101.htm> [2014, 05/08].
- SolaTube 2013, , *Spectralight Infinity 99.7% Reflective*. Disponible:  
<http://www.solatubescotland.co.uk/commercial-lighting/components/spectralight-infinity/18.htm> [2014, 05/08].
- SOLTECNIC 2012, , *SolaTube. Luz natural por un tubo*. Disponible:  
<http://www.soltecnic.com/solatube/es> [2014, 05/07].
- Sunlux 2011, , *Luz natural al gusto*. Disponible:  
<http://www.sunlux.es/index.php?page=accesorios> [2014, 05/07].
- Teclusol - SolaTube 2014, , *SkyVault™ M74 DS-0*. Disponible:  
<http://www.teclusol.com/ventajas-de-solatube/nueva-serie-skyvault/skyvault-m74-ds-0/> [2014, 05/13].
- U.S. Department of Energy 2012, , *Life-Cycle Assessment of Energy and Environmental Impacts of LED Lighting Products. Part 2: LED Manufacturing and Performance*. Disponible:  
[http://apps1.eere.energy.gov/buildings/publications/pdfs/ssl/2012\\_led\\_lca-pt2.pdf](http://apps1.eere.energy.gov/buildings/publications/pdfs/ssl/2012_led_lca-pt2.pdf) [2014, 05/13].
- Boletín Oficial del Estado 2013, *Orden FOM/1635/2013, de 10 de septiembre, por la que se actualiza el Documento Básico DB-HE «Ahorro de Energía», del Código Técnico de la Edificación, aprobado por Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo*, 1st edn, BOE.
- Canan Kandilli, Koray Ulgen & Arif Hepbasli 2008, "Exergetic assessment of transmission concentrated solar energy systems via optical fibres for building applications", , pp. 1505.
- Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía, CONUE. 2010, *Guía. Iluminación eficiente en el hogar*, 1st edn.
- Comunidad de Madrid & Madrid Ahorra con Energía 2006, *Guía Técnica de iluminación eficiente. Sector residencial y terciario*, 1st edn, Gráficas Arias Montano S.A., Madrid.
- Dawei Liang, L. Fraser Monteiro, M. Ribau Teixeira, M.L. Fraser Monteiro & M. Collares-Pereira 1998, "Fiber-optic solar energy transmission and concentration", *Solar Energy Materials and Solar Cells* 54, vol. 1, no. 1, pp. 323.
- Diario Oficial de la Unión Europea 2012, *REGLAMENTO (UE) N o 1194/2012 DE LA COMISIÓN, de 12 de diciembre de 2012, por el que se aplica la Directiva 2009/125/CE del Parlamento Europeo y del Consejo en lo que atañe a los requisitos de diseño ecológico aplicables a las lámparas direccionales, a las lámparas LED y a sus equipos*.

- European Commission, Joint Research Centre & Institute for Energy 2009, *Electricity Consumption and Efficiency Trends in European Union - Status Report 2009* -, 1st edn, Luxemburgo.
- Eurostat, European Commission, Ministerio de Industria, Turismo y Comercio & IDAE 2010, *Consumos del Sector Residencial en España. Resumen de Información Básica*, 1st edn, IDAE.
- GreenPeace 2011, *LED: Diodos Emisores de Luz - Información de la Tecnología*.
- IDAE & Ministerio de Industria, Turismo y Comercio 2011, *Guía práctica de la energía. Consumo eficiente y responsable*, Tercera edn, IDAE, Madrid.
- IDAE, Ministerio de Industria, Turismo y Comercio & Comité Español de Iluminación 2014, *Requerimientos técnicos exigibles para luminarias con tecnología LED de alumbrado exterior*, Documento Técnico edn.
- IDAE, Ministerio de Industria, Turismo y Comercio & Comité Español de Iluminación 2011, *Guía Técnica de Eficiencia Energética en Iluminación - Centros Docentes*, 1st edn, IDAE, Madrid.
- IDAE, Ministerio de Industria, Turismo y Comercio & Comité Español de Iluminación 2011, *Guía Técnica de Eficiencia Energética en Iluminación - Oficinas*, 1st edn, IDAE, Madrid.
- IDAE, Ministerio de Industria, Turismo y Comercio & Comité Español de Iluminación 2005, *Guía Técnica. Aprovechamiento de la luz natural en la iluminación de edificios*, 1st edn, IDAE, Madrid.
- IHOBE 2012, *Avance legislativo de la Directiva de Ecodiseño ErP y de la Directiva de Etiquetado Energético*, 5/10 edn, IHOBE, País Vasco.
- Instituto para la Diversificación y Ahorro de Energía 2010, *Plan de ahorro y eficiencia energética 2011-2020*.
- Instituto para la Diversificación y Ahorro de Energía 2010, *Plan de energías renovables 2011-2020*.
- ISO 9001 2008, *Sistemas de gestión de la calidad - Requisitos*, Cuarta edn, ISO.
- Laboratorio Profeco 2012, "Estudio de calidad: lámparas ahorradoras de energía", vol. 1, no. 1.
- Leiva López, A. & Zamora Farías, H. 2012, *Vida útil de fibra óptica en cables*, Escuela de Ingeniería Eléctrica, Valparaíso.
- Mayhoub, M. & Carter, D. 2010, "HYBRID LIGHTING SYSTEMS: COSTS AND BENEFITS", XIV National Conference with International - Participation "Bullight 2010" - 10 - 12 June 2010, Varna, Bulgaria, pp. 4.
- Official Journal of the European Union 2009, *COMMISSION REGULATION (EC) No 244/2009 of 18 March 2009 - implementing Directive 2005/32/EC of the European Parliament and of the Council with regard to ecodesign requirements for non-directional household lamps*.

Parans Solar Lighting 2013, *Parans Installation Manual SP3*, 6th edn, Parans Solar Lighting AB, Suecia.

Parans Solar Lighting 2012, *Parans 2012 Catalogue*, 1st edn, Parans Solar Lighting AB, Suecia.

Sánchez Bartolomé, J. 2013, *Estudio de Viabilidad de un sistema de iluminación de interiores mediante fibra óptica*, Universidad Politécnica de Cataluña.

Soydan, Y., Demirer, A., Ogun Kapti, A., Engin, T. & Kandilli, C. 2011, "Lighting of Commercial Buildings by Conveying Sunlight", vol. 1, no. 1, pp. 21.