



Universidad de Valladolid

Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales

Trabajo de Fin de Grado

Grado en MIM

Tecnología LiFi: Estudio sobre su aceptación en el ámbito doméstico

Presentado por:

Diego Velasco Pollino

Tutelado por:

Javier Rodríguez Pinto

Valladolid, 1 de julio de 2017

Resumen

El espectro de radiofrecuencias, empleado por las conexiones WiFi, radio, televisión y telefonía móvil, está al borde de la saturación. Para avanzar hacia el *Internet de las cosas*, urge encontrar otros medios de conexión inalámbrica. Ahí surge el *Light Fidelity*, o LiFi, que envía la información a través del parpadeo de un haz de luz en lugar de ondas. Esta nueva tecnología tiene grandes ventajas, como su gran velocidad y capacidad; sin embargo, no está exento de debilidades que dificultarían su aceptación entre los consumidores.

En este trabajo, se busca comprobar la reacción de los consumidores ante la llegada de esta tecnología al ámbito doméstico e identificar aquellos elementos que supongan una barrera para su éxito comercial. Para ello se ha realizado un test de concepto donde podemos comprobar que el gran interés que despierta el LiFi no se traduce en una elevada intención de compra. Sin embargo, cuando nos situamos en un escenario con los sensores LiFi integrados en los dispositivos, la intención de compra aumenta significativamente. Esto nos invita a pensar que, si se superan algunas de las limitaciones esta tecnología, puede realmente competir con el WiFi en las conexiones inalámbricas domésticas

Palabras clave

Test de concepto, Light Fidelity (LiFi), conexión inalámbrica, Internet de las Cosas, investigación de mercados.

Abstract

The radio frequency spectrum, used by WiFi, radio, TV and mobile phones, are on the edge of saturation. To advance towards the so-called Internet of things, it is urgent to find other ways of wireless connection. Therein comes the Light Fidelity, LiFi, which sends the information through the flicker of a light beam instead of waves. This new technology has great advantages such as speed or capacity; however, it is not free of weaknesses that may hinder its acceptance among consumers.

In this project, we seek to test the reaction of consumers to the arrival of this technology in the domestic sphere and identify those elements that constitute a barrier to commercial success. For this, we have performed a concept test, where we can see that the great interest aroused by the LiFi does not translate into a high purchase intention. However, when we ask for a future scenario with LiFi sensors integrated into the devices the purchase intention increases significantly. This makes us think that if LiFi technology overcomes some of its limitations, it can really compete with WiFi on the domestic wireless connections.

Key Words

Concept Test. Light Fidelity (LiFi), wireless connection, Internet of Things, market research.

Clasificación JEL: C42, C52, L96, M31, O31

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1. INTRODUCCIÓN	4
2. EL LIFI	5
2.1. Comunicación por espectro de luz visible	6
2.2. LiFi: de la teoría a la práctica	7
2.3. Funcionamiento	8
2.4. ¿Qué supone la llegada del LiFi?	9
2.4.1. Ventajas	9
2.4.2. Desventajas	11
2.5. Alternativas al LiFi LED	12
2.6. Potenciales usos	13
2.7. Agentes implicados	14
2.7.1. Fabricantes LED	15
2.7.2. Fabricantes dispositivos	15
2.7.3. Compañías proveedoras de Internet	16
2.7.4. Compañías eléctricas	17
3. ESTUDIO SOBRE LA ACEPTACIÓN DEL LIFI EN EL ÁMBITO DOMÉSTICO	17
3.1. Metodología	19
3.1.1. Tipo investigación y fuentes de información	19
3.1.2. Encuesta y cuestionario	19
3.1.3. Muestra	19
3.1.4. Procesamiento y análisis de los datos	21
3.2. Análisis descriptivos	21
3.2.1. Descripción de la muestra	21
3.2.2. Percepciones sobre el LiFi	23
3.3. Análisis de los determinantes de la aceptación del LiFi.....	28
3.3.1. Relación entre la empresa ofertante y probabilidad de contratación de servicios LiFi	28
3.3.2. Relación entre la edad y la probabilidad de contratación	29
3.3.3. Análisis factorial sobre las percepciones de interés y rechazo en los	

<i>hacia los atributos del LiFi</i>	30
3.3.4. <i>Regresión explicativa de la probabilidad de contratación</i>	31
3.3.5. <i>Regresión explicativa de la probabilidad de compra de un pack LiFi en grandes almacenes y realizar instalación por cuenta propia</i>	32
3.3.6. <i>Regresión explicativa de la probabilidad de contratación estado el LiFi integrado</i>	33
3.3.7. <i>Efectos del rechazo sobre la colocación de aparatos y su efecto en la futura intención de compra de LiFi integrado</i>	34
4. CONCLUSIONES DEL ESTUDIO	35
5. BIBLIOGRAFÍA	38
I. ANEXO Cuestionario	40
II. ANEXO de análisis	48
a. <i>Análisis descriptivos</i>	48
i. <i>Descripción de la muestra</i>	48
ii. <i>Percepciones sobre el LiFi</i>	49
b. <i>Análisis estadísticos</i>	50
i. <i>Efecto del conocimiento previo sobre el interés en la tecnología</i>	50
ii. <i>Efecto del tipo de empresa ofertante sobre la probabilidad de compra</i>	50
iii. <i>Relación entre la edad y la probabilidad de contratación</i>	51
iv. <i>Análisis factorial sobre las percepciones de interés y rechazo en los hacia los atributos del LiFi</i>	52
v. <i>Regresión explicativa de la probabilidad de contratación</i>	54
vi. <i>Regresión explicativa de la probabilidad de compra de un pack LiFi en grandes almacenes y realizar instalación por cuenta propia</i>	55
vii. <i>Regresión explicativa de la probabilidad de contratación estado el LiFi integrado</i>	55
viii. <i>Efectos del rechazo sobre la colocación de aparatos y su efecto en la futura intención de compra de LiFi integrado</i>	56
III. ANEXO comentarios voluntarios	58

1. INTRODUCCIÓN

Vivimos en un mundo conectado. Internet lo cambió todo. Empezamos a ser capaces de compartir fotos, videos y canciones con personas de cualquier rincón del mundo de manera instantánea y en cualquier momento, solo con tener acceso a un ordenador con Internet. La llegada de los móviles y más tarde los Smartphones elevó todo a la n-ésima potencia. Somos seres conectados unos con otros durante las 24 horas del día, vemos contenidos creados por otros y compartimos aquel que nosotros creamos. Miles de conexiones en cada uno de los cientos de millones de teléfonos, todos ellos conectados a la red de redes. Esto supone un enorme tráfico de datos, una ingente cantidad de ondas que nos acercan al máximo soportado.

La saturación de la radiofrecuencia, empleada por televisión, radio, telefonía y WiFi, impide agregar más dispositivos o aparatos susceptibles de tener conexión a Internet. El llamado *Internet de las Cosas*, situación teórica en la cual las conexiones entre objetos superan en número a las conexiones de componente humano; no será posible si no se encuentra una manera de aligerar la carga del espectro radiofrecuencia. Es ahí donde aparece la comunicación por luz visible o *Light Fidelity* (LiFi)

El LiFi parece el candidato mejor colocado para ser el sustituto, o al menos complemento del WiFi. Muchos lo consideran la llave para entrar en el *Internet de las Cosas*, y ahí reside el principal motivo de mi interés en esta novedosa tecnología, que muchos no conocen, pero que estoy seguro dará que hablar en los próximos años.

Esta tecnología está aún en una temprana etapa de desarrollo. Las primeras pruebas realizadas en entorno real con equipos primitivos son esperanzadoras, con una velocidad de 1 Gb por segundo (100 veces mayor que la velocidad media del WiFi). Y esto, como hemos dicho, no es más que el comienzo.

Parece claro que esta es una tecnología interesante en el ámbito empresarial. Su uso en edificios de oficinas es atractivo debido a su gran seguridad. Sin embargo, actualmente el LiFi tiene una serie de limitaciones que dificultan, a mi entender, el éxito en hogares y en el uso doméstico de la tecnología. Es por esto que decidí realizar un test de concepto para el LiFi de uso doméstico.

El objetivo principal del estudio es predecir la respuesta de los consumidores al LiFi. También se analizará la intención de compra del producto, tanto con las características actuales, como con las futuras (integración de sensores en dispositivos y lámparas); así como el precio que se consideraría aceptable para el producto. Con esto, se analizarán qué correcciones deben hacerse en el concepto para que tenga una mejor acogida.

Para predecir la intención de compra, se han considerado como variables predictoras el interés en LiFi y sus características. También el rechazo que generan algunas de estas características. Por último, debido a la importancia que tiene la red eléctrica en el funcionamiento de esta tecnología (la información se transmite desde el *router* hasta una lámpara mediante la red eléctrica), se ha considerado la posibilidad de que una empresa del sector eléctrico decida diversificar su actividad y entrar en el sector de las telecomunicaciones como proveedor de Internet LiFi. Por esto se ha considerado como variable predictora de la intención de compra el tipo de empresa que oferte el servicio LiFi (telecos y eléctricos; grandes empresas y nuevas o pequeñas empresas). Por lo tanto, este trabajo tiene también como objetivo observar si existen diferencias en la intención de contratación de un servicio LiFi en función de quien sea la empresa ofertante.

Tras realizar los análisis, podemos concluir que, pese al gran interés que suscita, no existe una gran intención de compra de servicios LiFi. Esto es debido a las limitaciones que actualmente posee esta tecnología. Una vez superadas alguna de estas limitaciones se abre un nuevo escenario donde los consumidores dirían sí al LiFi doméstico.

2. EL LIFI

La conexión a Internet no fue inalámbrica hasta 1999, cuando seis empresas crearon la llamada WECA (*Wireless Ethernet Compatibility Alliance*)¹. Un año más tarde pasaría a llamarse *Wi-Fi Alliance*. Según la propia Alianza Wi-Fi (2015), esta tiene el objetivo de impulsar la interoperabilidad, adopción y evolución de Wi-Fi a nivel mundial. El WiFi es un sistema que opera en la banda de los 2,4Ghz, dentro de las radiofrecuencias.

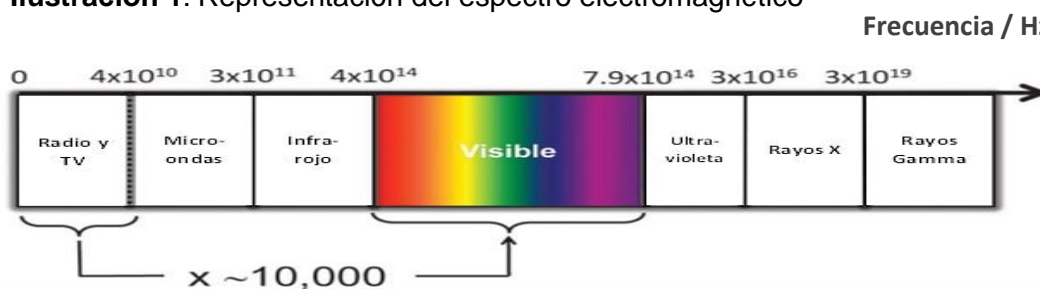
¹ Ver historia y miembros originales en: <http://bit.ly/1rb1f2n>

2.1. Comunicación por espectro de luz visible

La llamada comunicación por espectro de luz visible, VLC por sus siglas en inglés (Visible Light Communication); consiste en transmitir datos en frecuencias de entre 400 y 800 THz², es decir dentro del espectro visible. Este tipo de comunicación ha sido estudiada desde la década de los 80, siendo en los últimos seis años cuando ha ganado más importancia. Es ahora cuando apremia la necesidad de encontrar nueva capacidad para la comunicación inalámbrica. El WiFi y las redes móviles emplean casi toda la capacidad de la radiofrecuencia, que se encuentra cerca del colapso, sin embargo, si nos fijamos dentro del espacio electromagnético en aquel espectro visible, encontramos una capacidad casi ilimitada. El espectro de luz visible es 10.000 veces más largo que todo el espectro de radiofrecuencias completo (Haas, 2011). Pero no solo tiene más capacidad, también supone un gran aumento de la velocidad. Mientras que la conexión WiFi emplea microondas para transmitir los datos, el sistema *Light Fidelity* (LiFi) utiliza la luz lo que permite una velocidad de transmisión 100 veces mayor (El País, 2015).

Este sistema, también denominado LiFi, codifica la información en código binario mediante interrupciones en el haz de luz, de manera que sea imperceptible para el ojo humano. Es ese parpadeo el que contiene la información, por lo que, además de codificar el haz de luz, es necesario un fotoreceptor que lo descodifique. Es preciso, por tanto, transmitir los datos (Internet) a través de la red eléctrica, tecnología ya desarrollada desde hace años con los sistemas PLC (*Power Lines Communications*). El PLC, conecta el *router* a la red eléctrica mediante un enchufe creando una red local con la red eléctrica de la casa (Hevia, 2011).

Ilustración 1: Representación del espectro electromagnético



Fuente: "High-speed wireless networking using visible light", Harald Haas, publicado en el, SPIE Newsroom, a 19 abril 2013

² Más información acerca del espectro electromagnético en la web [quimicaorganica.net: http://bit.ly/2u9KTHM](http://bit.ly/2u9KTHM)

2.2. LiFi: de la teoría a la practica

Harald Haas, profesor en la Universidad de Edimburgo y llamado el padre del LiFi, acuñó el término en 2011, durante una Conferencia TED³. Ese mismo año, se creó el Consorcio LiFi, que agrupa a tres empresas innovadoras (*Fraunhofer*

Ilustración 2: Fotografías de equipos LiFi



IPMS de Alemania, *IBSENtelecom* de Noruega y *Supreme Architecture* con base en EEUU e Israel) con el objetivo de promocionar la comunicación inalámbrica óptica. Un año después, Haas creó *PureLiFi* (originalmente *PureVLC*), una empresa nacida con el objetivo de convertir el LiFi en un producto comerciable. Desde entonces ha sacado al mercado tres productos, *Li-1st*, *Li-Flame* y *LiFi-X*, siendo cada uno mejoras del producto anterior (más pequeños y mayores velocidades, hasta los 40 Mbps)⁴.

A finales del año 2015, *Velmenni*, una empresa dedicada a crear dispositivos LiFi con sede en Estonia realizó la primera prueba en entorno real en oficinas e instalaciones industriales de Tallin (Estonia). Se obtuvieron velocidades de transmisión 100 veces mayores que con WiFi a su velocidad promedio, unos 10 Mbps, es decir, hasta 1 Gbps⁵ de velocidad. Sin embargo, estas cifras estaban aún lejos de los 224 gigas alcanzados en pruebas de laboratorio realizadas ese mismo año por la Universidad de Oxford y

que suponen la mayor velocidad de transmisión utilizando un LED (BBC, 2015).

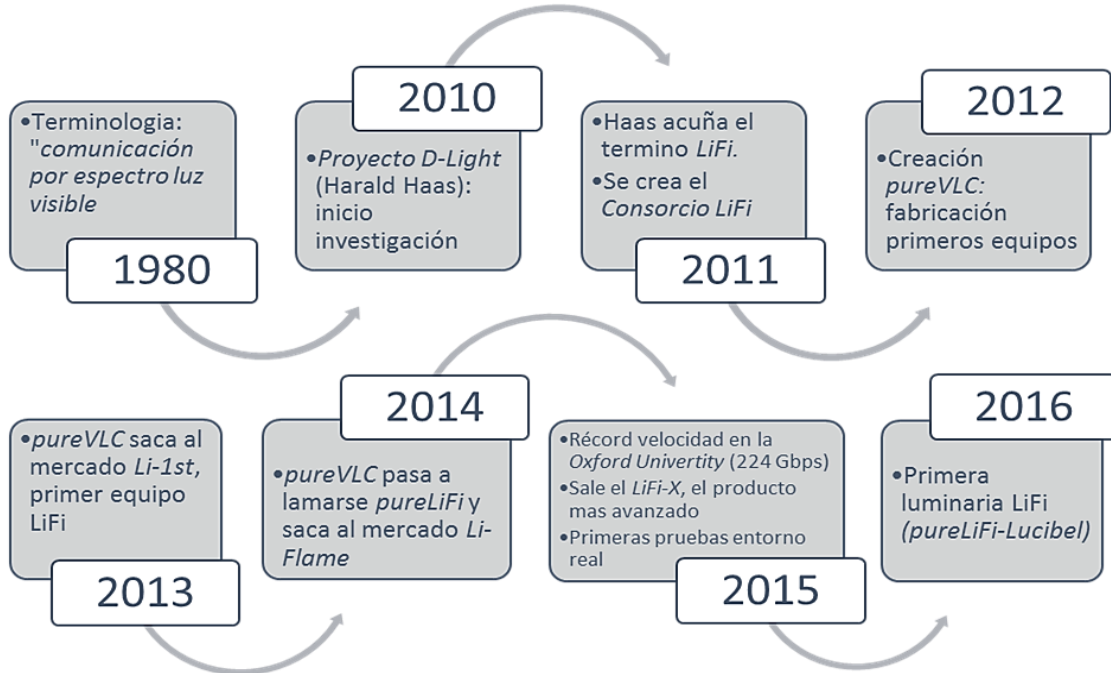
³ Conferencia de Harald Haas en TED, disponible en: <http://bit.ly/2uhia3U>

⁴ Características del LiFi-X disponibles en: <http://bit.ly/1PSlc4F>

⁵ La velocidad de transmisión de datos se mide en Megabit por segundo o Gigabit por segundo, siendo su relación: 1 Gbps = 1000 Mbps.

Actualmente, existen muchas empresas trabajando para sacar al mercado equipos LiFi, o que ya lo han logrado. Además de las ya mencionadas (*PureLiFi* y *Velmenni*) cabe destacar a: la francesa *Oledcomm*, la noruega *IBSENtelecom* y la alemana *Fraunhofer IPMS* (estas dos últimas son miembros del *LiFi Consortium*).

Ilustración 3: Algunos de los hitos de la tecnología LiFi y PureLiFi



Fuente: Elaboración propia con datos de Purelifi y Xataka

2.3. Funcionamiento

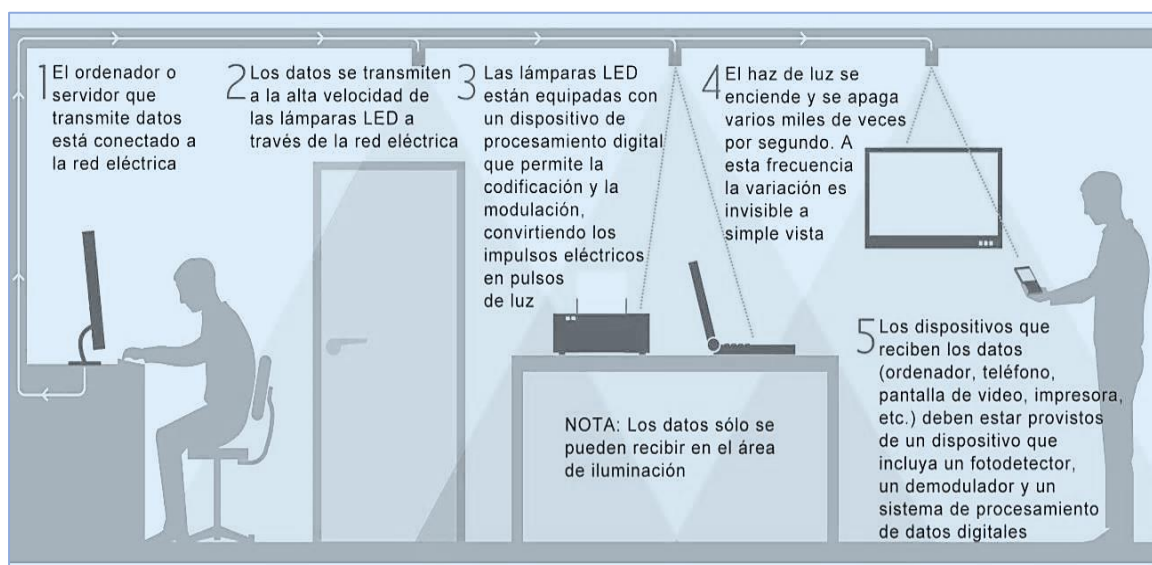
En primer lugar, el servidor o el ordenador transmiten los datos al punto de acceso, el *router* (de igual manera que el WiFi). Los datos se transfieren a la red eléctrica mediante un sistema PLC o PoE (*Power over Ethernet*)⁶. Estos sistemas conectan la entrada de Internet, ya sea LAN o WLAN (*router*) con la red eléctrica haciendo que la información viaje por ella. Los datos recorren la red eléctrica hasta llegar a las lámparas LED, estas procesan y codifican la información, convirtiendo los impulsos eléctricos en pulsos de luz que transmiten la información en código binario mediante parpadeos imperceptibles. Según Haas (2013), esto se consigue instalando un chip en el LED, de manera que cualquier LED puede soportar LiFi. Después, los distintos dispositivos (PC, tablets,

⁶ El PoE o *Power over Ethernet*, incorpora alimentación eléctrica a una red LAN estándar.

smartphones...) reciben los datos, descodificando el parpadeo gracias a un fotodetector.

Por lo tanto, para poder utilizar LiFi con este sistema en la actualidad, necesitaríamos tres aparatos. Un conector PLC o enrutador Ethernet que permita que la información recorra la red eléctrica, uno para codificar los datos y modular el haz de luz de una lámpara LED y un receptor para recibir los parpadeos y descodificar la información.

Ilustración 4: Esquema del funcionamiento de un sistema LiFi



Fuente: "LiFi, la luz como método de transmisión de datos", hardmaniacos.com

Además, también se están desarrollando otros aparatos para completar la red LiFi. La empresa miembro del consorcio LiFi, IBSENtelecom (2015) afirma que está trabajando en un conector de habitaciones LiFi. Este consiste en dos aparatos unidos por fibra óptica y situados juntos, uno a cada lado de la pared para que los datos puedan enviarse de una habitación a otra colindante.

2.4. ¿Qué supone la llegada del LiFi?

2.4.1. Ventajas

Los dispositivos disponibles actualmente están lejos del potencial que promete la tecnología. Si bien está en fase inicial, el LiFi puede revolucionar nuestra manera de conectarnos en un futuro cercano, acercándonos a la tercera revolución industrial, al llamado *Internet de las Cosas*. Según el *Chief Futurist* y *Senior Director & Chief Technologist* de la empresa Cisco, Evans (2011), este

concepto se refiere a la interconexión de los objetos de uso cotidiano mediante Internet. Cuando se alcance, pasaremos de un Internet de personas como el actual, a uno de objetos y cosas, pues este tipo de conexiones a Internet serán mayoría. Objetos cotidianos conectados unos con otros, como: neveras que nos avisen cuando un producto sobrepase la fecha de caducidad y que compre otro producto automáticamente⁷; macetas con sensor de humedad que alerten de necesidad de riego o con riego automatizado⁸; cerraduras inteligentes⁹, con desbloqueo desde el móvil, avisos cuando se abra la puerta, etc. A todo esto, hay que añadir el manejo de muchos de los objetos de nuestra casa con nuestro Smartphone (horno, TV, luces, persianas, temperatura de la casa...)

Una de las características que hacen interesante al LiFi es que puede funcionar en cualquier bombilla LED, por lo que “ya contamos con una gran infraestructura de emisores potenciales de LiFi que podemos utilizar” (Haas, 2016).

El LiFi supone un aumento enorme de capacidad y la liberación de radiofrecuencia debido a la longitud del espectro de luz visible, 10.000 veces mayor que el de radiofrecuencia. Esto es algo vital para alcanzar el *Internet de las Cosas*, pues permite conectar objetos que no lo están actualmente por la saturación del espectro de radiofrecuencias.

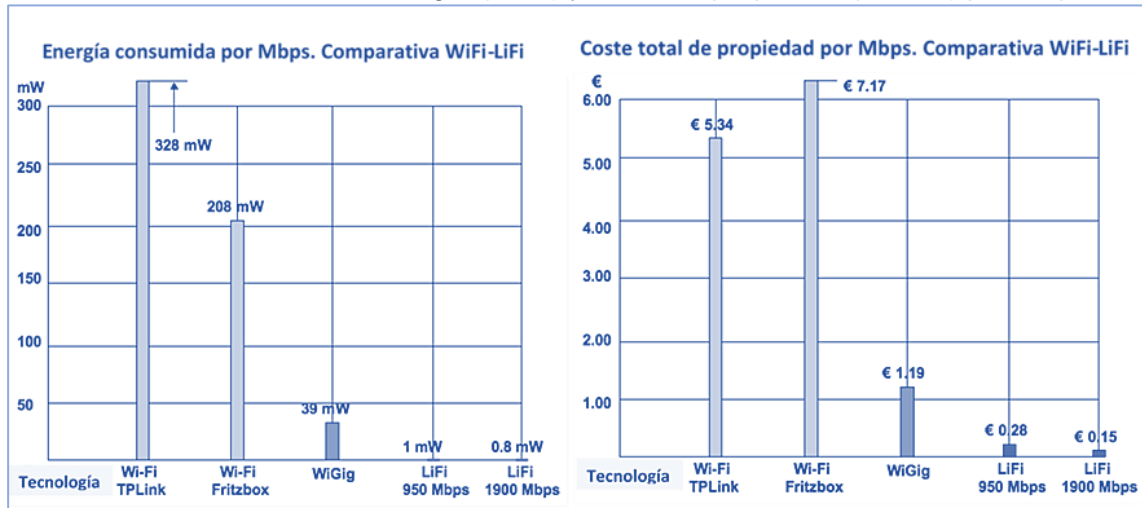
Además, según afirma Xataka (2015), su mayor velocidad, hasta 100 veces mayor que el WiFi (224Gbps), sería vital con la llegada de los formatos 4k y similares. Estos son archivos muy pesados, lo que imposibilita el *streaming* o visionado online con las actuales velocidades. Con la llegada del LiFi, se daría un impulso definitivo al contenido online de máxima resolución.

Pero no solo su rendimiento es mayor. El LiFi posee otras características que lo hacen aún más interesante, como su alta seguridad. Debido a que, al contrario que las ondas de radio, la luz (información) no puede traspasar paredes, cualquiera que intente acceder ilegítimamente a los datos transmitidos desde un equipo (ya sea pc o móvil) deberá estar bajo el mismo haz de luz, reduciendo las posibilidades de sufrir un hackeo. Está es además un sistema más barato y eficiente energéticamente, así lo afirma Haas (2016). Véase *Ilustración 5*.

⁷ Samsung Family Hub 2.0, presentada en el CES 2017 de Las Vegas.

⁸ Por ejemplo, la Kivi, creada por Kibu Green, una “startup” española. <http://bit.ly/2sQHMGn>

⁹ Como por ejemplo la llamada *Teodoor*: <http://bit.ly/2s1ysgz>

Ilustración 5: Consumo de energía (izda.) y coste de propiedad (drcha..) por Mbps.

Fuente: *Ibsentelecom.com*

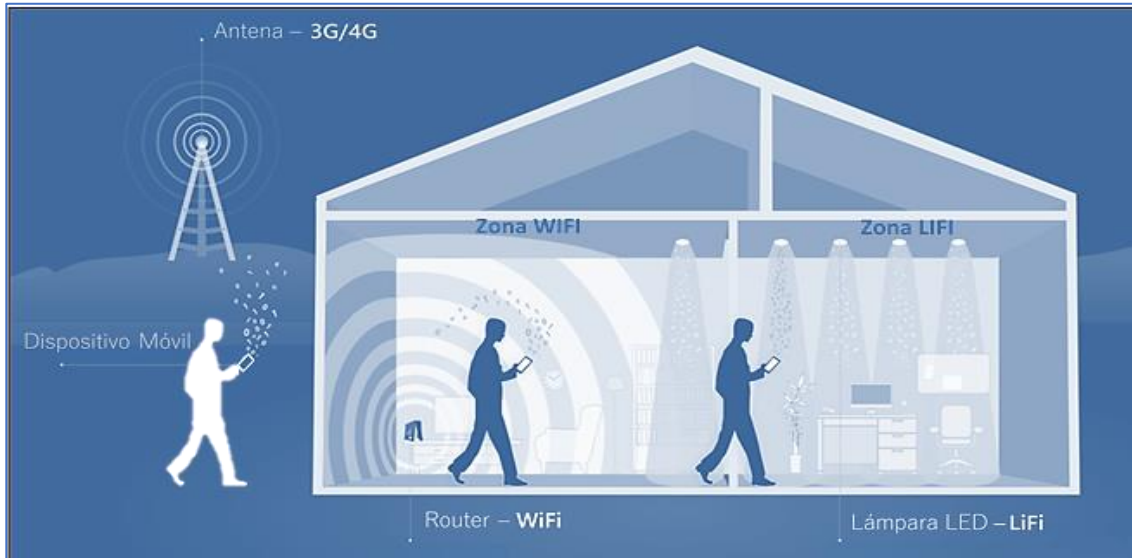
El LiFi es también una opción interesante para llevar Internet en lugares en los que no es posible actualmente. Al no emitir ondas y transmitirse por luz, no crea interferencias electromagnéticas, por lo que no obstruye los sistemas de hospitales, aviones o centrales nucleares permitiendo su perfecto funcionamiento (Haas, 2011).

2.4.2. Desventajas

Si bien el LiFi es muy superior al WiFi en muchos aspectos como los mencionados, también tiene limitaciones como, por ejemplo, el no funcionar directamente bajo la luz solar, o su bajo alcance, ya que el aparato receptor debe situarse en la misma habitación que la lámpara emisora. Esto ocurre porque la luz no puede atravesar paredes. No obstante, en mayo de 2017 (finalizada ya la fase de recogida de encuestas de este estudio), *PureLiFi (2017)* anunció que su producto es capaz de funcionar en condiciones de luz solar y que la transmisión de datos puede realizarse sin problema con una lámpara emisora con muy poca intensidad lumínica, con entornos prácticamente a oscuras.

Según afirma Haas (2016), el LiFi no rivaliza con el WiFi, al contrario, se complementan. De esta manera, podrían convivir en un edificio, teniendo zonas cubiertas por WiFi y zonas de alta velocidad cubiertas por LiFi. PureLiFi también imagina una complementariedad de ambos sistemas (tres si sumamos la conexión por datos) en los hogares. Podemos ver en la *Ilustración 6* cómo podrían combinarse WiFi y LiFi.

Ilustración 6: Sistema LTE (datos móviles)-WiFi-LiFi

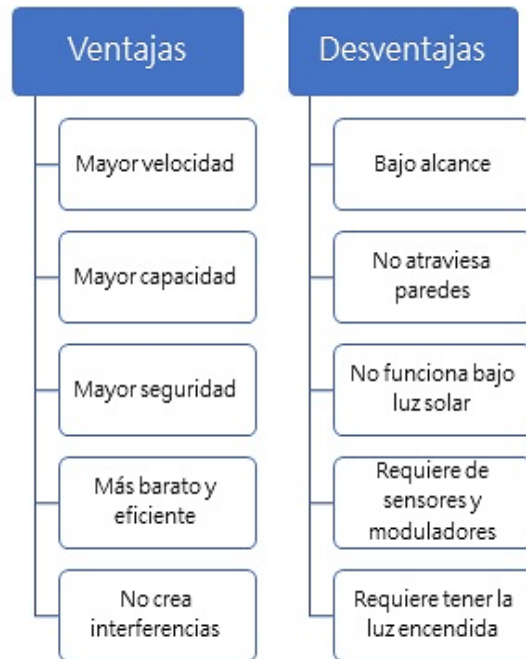


Fuente: PureLiFi

2.5. Alternativas al LiFi LED

En marzo de 2017 (durante la realización de este estudio), la *Eindhoven University of Technology* (2017) anunció que había conseguido transmitir datos a gran velocidad mediante luz infrarroja. Se lograron 40 Gbps en su primera prueba de laboratorio, es decir, velocidades similares a las logradas con luz visible emitida por bombillas LED en sus primeras pruebas de laboratorio. Esto supone un hito y abre una nueva vía para la tecnología LiFi. La luz infrarroja es totalmente inofensiva para los humanos y supera una de las mayores barreras del LiFi LED, la necesidad de tener la luz encendida. Este nuevo método permitirá la transmisión de datos por luz no visible, es decir, podremos conectarnos sin una bombilla encendida sobre nosotros. El funcionamiento es similar al del LiFi que conocemos, simplemente hay que sustituir las lámparas LED con modulador por antenas de infrarrojos. Basta con colocar pequeñas

Ilustración 7: Ventajas y desventajas del LiFi vs WiFi



Fuente: Elaboración propia

antenas en techos o paredes de las habitaciones y conectarlas a la fibra óptica. Las antenas generan el mensaje modulando el haz de luz infrarroja (como en el caso de los LED) y éste es recibido y decodificado por los sensores del dispositivo. La posibilidad de configurar las antenas para que emitan con diferentes longitudes de onda elimina la posibilidad de interferencias entre las distintas antenas.

Éste es un gran descubrimiento para el LiFi, pero se encuentra en una etapa muy inicial de desarrollo. Para hacernos una idea del tiempo necesario, las primeras pruebas de laboratorio del LiFi LED se realizaron en 2011, y no fue hasta 2015 cuando se efectuaron los primeros pruebas en entorno real. Desde el equipo de la Universidad de Eindhoven encargado de efectuar la prueba se informa que los primeros prototipos de LiFi infrarrojo no estarían disponibles hasta al menos dentro de cinco años.

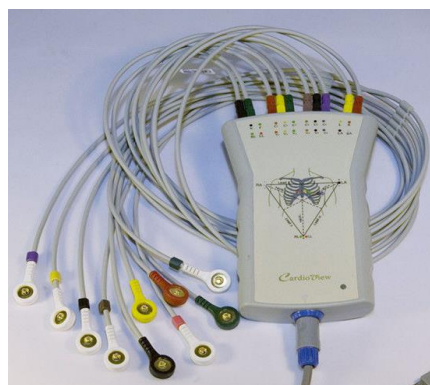
2.6. Potenciales usos

Como ya hemos dicho, el LiFi sería también perfecto para dotar de conexión lugares como aviones, hospitales o centrales nucleares. En el caso de su uso en hospitales, también permitiría reducir las conexiones con cables. Ciertos equipos médicos necesitan estar conectados por cables y no de manera inalámbrica pues crearían interferencias con otros equipos médicos. Como comenta el

colaborador de Xataka, Penalva (2015), un hospital de Corea del Sur ha conseguido eliminar el cableado de un electrocardiograma utilizando LiFi. Los sensores del electrocardiograma envían sus lecturas mediante luz directamente al aparato de lectura, sin cables. También podría ser utilizado para guiar a los pacientes por los pasillos del hospital hasta su destino. Los dispositivos de éstos se conectarían a las lámparas LED, geolocalizándolos y transmitiendo las indicación a tomar en cada momento.

Otro posible uso, sería en el campo de la seguridad vial. Si los vehículos dispusiesen de faros con LiFi, podrían intercambiar información mientras

Ilustración 8: Cableado para electrocardiogramas



circulan. Por ejemplo, un coche que realiza una frenada fuerte podría indicar al coche que lo sigue que debe reducir su velocidad (Haas, 2016).

En el ámbito del marketing y ventas, sería una herramienta interesante ya que permitiría conocer la ubicación del visitante en un gran almacén o tienda. Esto es debido a que el cliente debe conectarse desde un cierto LED, bajo el cual se encuentra. Además, podría enviarse ofertas y otro contenido personalizado al cliente en función de que áreas del local visita¹⁰.

En museos y exposiciones, usando la geolocalización por LiFi, puede enviarse información sobre el cuadro, escultura o similar que el visitante este observando en ese mismo momento, simplemente por estar bajo el foco que ilumine ese cuadro o escultura¹¹. De igual manera puede utilizarse por la ciudad, mediante alumbrado público que nos informe del lugar donde estamos, monumento que estamos viendo, etc.

En materia de educación, el LiFi permite conectar los dispositivos de estudiantes y profesor, de manera que el profesor pueda enviar vídeos, apuntes o explicaciones directamente a los dispositivos de los alumnos. El profesor emite el contenido a las bombillas LED, y estas conectan con los dispositivos y envían la información¹².

Empleado en un parking subterráneo, puede recoger información acerca de que plazas del aparcamiento están libres y enviarlas directamente a nuestro coche o móvil¹³. Estas son solo algunas de las muchas aplicaciones de esta tecnología.

2.7. Agentes implicados

No se completará el desarrollo de esta tecnología sin la participación de diversos agentes que tienen capacidad o interes en el LiFi.

2.7.1. Fabricantes LED

La tecnología LED es fundamental para la implementación del LiFi. Es por ellos que se logra transmitir la información con velocidades tan altas, gracias a su veloz parpadeo, totalmente imperceptible para el ojo humano. Una sola bombilla

¹⁰ Productos “Geolifi y Lifioneway” para tiendas de AméricaLiFi by Oledcomm. <http://bit.ly/2rWTiha>

¹¹ Uso en “Centro de exposiciones cultura y museos” de AméricaLiFi by Oledcomm. <http://bit.ly/2tRiaYP>

¹² “Lifioneway para la educación” de AméricaLiFi by Oledcomm. <http://bit.ly/2sM91IP>

¹³ “Lifioneway para la educación” de AméricaLiFi by Oledcomm. <http://bit.ly/2shyVKG>

LED, es capaz de transmitir mucha mas información que toda una torre de transmisión (las grandes antenas que hacen posible el WiFi).

Como afirma Haas (2011), cualquier lámpara LED puede convertirse en lampara LiFi mediante la colocación de un chip, encargado de codificar y modular la información en parpadeos, es decir, en código binario. Aunque para que el uso del LiFi se extienda, es necesario que la empresas fabricantes de bombillas y lamparas LED implanten la tecnología LiFi en sus productos.

Otro requisito importante relacionado con la tecnología LED, es su presencia en el mercado. Es una tecnología con mucha durabilidad y muy económica energéticamente, por lo que durante los últimos años su consumo ha crecido mucho, y seguirá creciendo en los años venideros.

Según Iluminacióndeled.com (2016), los distintos modelos LED han bajado en torno a un 70% su precio desde 2010, ha tenido un gran efecto en la cuota de mercado que tienen los LED en el sector. Si en 2010 la ventas LED suponían un 10% del total del sector iluminación, en 2015 esta cifra alcanzo el 51% y se espera que siga creciendo con fuerza en los próximos años.

A finales de 2016, el fabricante francés de LED Lucibel (2016), anunció que añadía a su cartera de productos la primera luminaria LiFi de producción industrial. Esto fue posible gracias a la estrecha colaboración de Lucibel y PureLiFi. La luminaria LiFi es una lampara de techo iluminada con bombillas LED y con un sistema LiFi integrado (ya vimos el modelo en la *Ilustración 6*).

Con todo esto, queda bastante claro que en lo referente al LED, se van a dar las condiciones necesarias para el éxito en la implantación del LiFi.

2.7.2. Fabricantes de dispositivos

Otro factor importante a tener en cuenta son los fabricantes de los distintos equipos susceptibles de conectarse al LiFi. Ya hemos dicho que gracias al LiFi podrían conectarse a la red aparatos que ahora no lo están, pero en un primer momento esta tecnología se centraría en Smartphones, tablets y PC. Para poder utilizar la comunicación por luz visible desde estos equipos, deben de estar

previamente preparados e integrar un fotoreceptor que reciba el haz de luz y descodifique el parpadeo en datos utilizables.

Actualmente existen aparatos y medios necesarios para convertir un equipo normal en un equipo conectado a LiFi, pero para su expansión en el mercado es necesario que la tecnología LiFi se integre en los dispositivos sin necesidad de equipos auxiliares. La tecnología para integrar el fotoreceptor en, por ejemplo un Smartphone, existe actualmente, pero es necesario que las grandes compañías se decidan a apostar por ello. Si un gran fabricante se decide a sacar al mercado un producto preparado para LiFi, se produciría un efecto llamada entre los demás fabricantes, como ha ocurrido con otros atributos introducidos en telefonía móvil en los últimos años. Tanto Samsung como Apple han estado trabajando en la posibilidad de integrar un sensor LiFi en sus modelos. En el caso de Apple, existió el rumor de que el Iphone 7 soportaría LiFi, pero finalmente no fue así. Este rumor, recogido en medios como El Mundo (2016), tomó cuerpo a raíz de encontrarse la palabra “*LiFiCapability*” en el Firmware¹⁴ del iOS de Apple en enero de 2016.

2.7.3. Compañías proveedoras de Internet

Importante será también el papel que jueguen los actuales proveedores de Internet WiFi. Para ellos no habrá grandes cambios, ya que seguirán teniendo que suministrar WiFi, pues el LiFi no lo sustituirá completamente. El LiFi requerirá las mismas infraestructuras que hoy hacen llegar el Internet WiFi a los hogares, oficinas o edificios públicos. El sistema LiFi sustituye el punto de acceso, que pasa de ser el *router*, encargado de conectar a la red, a cualquier bombilla LED preparada. Por lo tanto, las compañías de internet seguirán siendo vitales en el mercado, además de tener el poder de decidir si apostar o no por esta tecnología.

Para que se inicie la revolución del LiFi, sería muy importante que las grandes compañías proveedoras de Internet apuesten por esta tecnologías. Según El Economista (2015), algunas operadoras de telecomunicaciones ya están trabajando en el LiFi.

¹⁴ Firmware: programa informático que establece la lógica de más bajo nivel que controla los circuitos electrónicos de un dispositivo de cualquier tipo

2.7.4. Compañías eléctricas

Con la llegada del LiFi ganaría importancia la red eléctrica en las conexiones a Internet, lo que quizá podría provocar que alguna compañía eléctrica se aventure a introducirse en el mercado de Internet. No sería la primera vez que empresas energéticas muestran interés por el Internet. En 2003, Endesa e Iberdrola comenzaron a comercializar Internet por la red eléctrica gracias a sistemas PLC, que permitían utilizar la red eléctrica como autopista de transmisión de datos, algo similar al ADSL de la época, que envía la información por la línea telefónica. (El Periódico de Aragón, 2003). En el caso de Endesa, se realizó una prueba en 600 viviendas de Zaragoza con velocidades similares a las del ADSL. Finalmente la idea no fructificó (El País, 2006).

Por lo tanto, es posible que con la llegada del LiFi, las eléctricas vuelvan a interesarse por este mercado.

3. ESTUDIO SOBRE LA ACEPTACIÓN DEL LIFI EN EL ÁMBITO DOMÉSTICO

En este estudio trataremos de averiguar que respuesta tendría entre los consumidores la llegada al mercado de un producto LiFi doméstico, para poder disfrutar de esta tecnología en nuestras casas. Para ello se efectúa un test de concepto del LiFi.

De acuerdo con Ulrich y Eppinger (1995), un *test de concepto* consiste en realizar una descripción detallada de un concepto, o idea de producto y presentarla a un grupo de consumidores para ver su reacción al producto, interés, valoración de las características que más y menos gustan, precios que pagarían e intención de compra. Estos son en general, los objetivos que nos marcamos en este estudio.

Analizaremos la intención de compra en tres vertientes. Primero, la probabilidad de comprar un pack LiFi (con todos los aparatos necesarios para habilitar LiFi en una habitación y dispositivo) en grandes almacenes, Internet o tiendas especializadas. En este caso, el consumidor asume la instalación de dichos aparatos. En el segundo caso, se pregunta por la probabilidad de contratar servicios LiFi con un tipo específico de empresa ofertante. En este caso, los aparatos necesarios, así como su instalación corren a cuenta de la empresa

contratada. Por último, se considera la probabilidad de contratación de este servicio LiFi en un escenario futuro en el que los sensores estén integrados en dispositivos y lámparas de manera que no sean necesarios los aparatos para conectarse por LiFi.

También buscaremos averiguar cómo afecta sobre la intención de compra el tipo de empresa que ofrece el servicio LiFi. Consideramos cuatro tipos de empresas: grandes empresas de telecomunicaciones (Movistar, Orange/Jazztel y Vodafone/Ono), nuevas o pequeñas empresas de telecomunicaciones (Amena, MásMovil/Yoigo, R Cable, regionales...), grandes eléctricas (Endesa, Iberdrola, Gas Natural-Fenosa) y nuevas o pequeñas eléctricas (Holaluz, Gana Energía, Lucera, Audax Energía...).

A parte de las tres variables que recogen la probabilidad de compra/contratación, contamos con una serie de variables predictoras de la intención de compra como la variable *tipo de empresa ofertante* (que dividimos en dos: *tamaño de la empresa* y *sector de la empresa*), un conjunto de variables que recogen el interés en la tecnología LiFi de manera global (*interés en el LiFi*) y en ciertos de sus atributos (*interés en la velocidad*, *interés en la seguridad*, *interés en el avance tecnológico que supone* como llave al Internet de las cosas, e *interés en la eficiencia energética*). También tenemos un conjunto de variables que recogen el rechazo provocado por algunas barreras del LiFi (rechazo a la *necesidad de lámparas LED*, *necesidad de colocar aparatos* para su funcionamiento, *necesidad de mantener la luz encendida* durante la conexión, *no atravesar paredes* por lo que se necesita una lámpara modulada en cada habitación y el rechazo por ser una *tecnología demasiado novedosa*). Además, para recoger el precio que se estaría dispuesto a pagar por este producto o servicio tenemos por un lado la variable *precio máximo a pagar*, que como su nombre sugiere recoge el precio máximo que pagarían por un pack LiFi; y la variable *tarifa que pagaría*, que refleja la tarifa que se estaría dispuesto a pagar por contratar LiFi con la compañía propuesta en relación a la que pagan actualmente por contratar Internet con su compañía (si lo contratarían sólo si fuese más barato, o si, por lo contrario estarían dispuestos a pagar más)

Por último, tenemos también variables que nos permiten caracterizar a los encuestados, tales como: edad, velocidad actualmente contratada, compañía de Internet actual, conocimiento previo de la tecnología LiFi y actitud frente a nuevas tecnologías e innovaciones.

3.1. Metodología

3.1.1. Tipo investigación y fuentes de información

Antes de comenzar con el estudio, se realizó una exhaustiva búsqueda de información sobre la tecnología LiFi, su funcionamiento, características, empresas que están trabajando en ella, futuros usos y aplicaciones, etc. No se comenzó investigación de mercados hasta tener una base de conocimiento lo suficientemente sólida.

Una vez terminada la recogida de información previa, se optó por realizar una investigación exploratoria con el objetivo de conocer la respuesta que los consumidores tendrían ante la llegada del LiFi en el ámbito doméstico.

La fuente de información es primaria, ya que ha tenido que generarse específicamente para este estudio, en forma de encuesta. Es por lo tanto una fuente de información de tipo cuantitativo.

3.1.2. Encuesta y cuestionario

La creación de la encuesta y la recogida de las respuestas se ha realizado mediante la web *onlineencuestas.com*. La encuesta se envía a través de Internet mediante WhatsApp, email y Redes Sociales.

El cuestionario se creó para que fuera corto y fácil de contestar. Antes de comenzar con las preguntas, se situó un pequeño *dossier* en el se explica de la manera más breve y clara posible, en qué consiste la tecnología, su funcionamiento, y sus ventajas y desventajas frente al WiFi. Tanto el cuestionario como el dossier informativo puede verse en el *Anexo Cuestionario*.

3.1.3. Muestra

Se buscó una muestra representativa de la estructura de edades presente en España, y que siguiera las proporciones mostradas en el último análisis demográfico del INE. Sin embargo, dado que es una tecnología muy novedosa

se realizó una corrección para reducir las muestras de más edad en beneficio del resto. Esto se ha realizado porque ésta es una tecnología que no tiene a los mayores de 65 años como público objetivo, sino que va dirigida a un público joven y adulto.

En cuanto al muestreo, en primera instancia, se realizó un muestreo no probabilístico por conveniencia debido a la falta de recursos para realizar otro tipo de estudio. Se enviaron las cuatro encuestas buscando mantener dentro de lo posible las cuotas establecidas para la variable “edad” y conseguir un número similar de participaciones en cada una de las encuestas. Una vez terminada la primera fase, se realizó un muestreo de bola de nieve con el objetivo de conseguir alcanzar las cuotas de edad para cada tipo de encuesta. En esta fase, se pidió a una serie de personas que enviaran una encuesta concreta a un número de personas con la edad requerida. Una vez obtenidas 145 participaciones válidas, se da por finalizada la recogida de datos.

Para estudiar si existen diferencias en la intención de compra en función de la empresa que lo ofrece, se decidió crear cuatro encuestas alternativas en las cuales todas las preguntas se mantienen igual, a excepción de una pregunta sobre la probabilidad de contratación a una cierta empresa. En ésta, el tipo de empresa que ofrece el servicio cambia en cada encuesta (Grandes Telecom, Otras Telecom, Grandes Eléctricas, Otras Eléctricas). Se ha optado por esta opción al no tener herramientas para crear las cuatro preguntas alternativas dentro de la misma encuesta y que se pregunte por una de ellas aleatoriamente.

Cuadro 1: Reparto de la muestra en edad y tipo de empresa

Tipo Encuesta	nº	<25	<35	<45	<55	<65	>65
Grandes Telecom	37	7	8	10	7	4	2
Otras Telecom	36	7	8	8	7	5	1
Grandes Eléctricas	36	9	7	8	7	4	1
Otras Eléctricas	35	9	7	8	6	4	1
TOTAL	144	32	30	34	27	17	5
muestra representativa (INE)		4	5	7	7	5	7
muestra objetivo corregida*		7	7	8	7	4	2

Vemos en el Cuadro 1, como han quedado las submuestras recogidas. En la parte superior vemos el número de individuos entrevistados para cada edad y

tipo de encuesta. Se ha buscado cifras cercanas a la muestra objetivo corregida para cada edad. Ésta está basada en reparto de edades observado con datos del INE, pero aplicando la corrección antes mencionada.

3.1.4. Procesamiento y análisis de los datos

Una vez terminada la recogida de encuestas, los datos son codificados e introducidos en el programa IBM SPSS Statistics 20, creando así la base de datos para el estudio. Cabe destacar que la depuración de datos se realizó durante la recogida de encuestas. Se miraban las participaciones registradas en la web (onlineencuestas.com) y cuando se veía una participación claramente incoherente o inacabada (con datos ausentes) ésta se eliminaba manualmente. El resultado fueron 145 individuos, pero posteriormente se eliminó una participación incoherente que no había sido observada con anterioridad. Por lo tanto, 144 son las encuestas totalmente válidas.

Tres participantes declararon que no tenían Internet en su domicilio, por lo que se decidió no considerarla para los análisis. También se tomó la decisión de no introducir los sujetos de más de 65 años en algunos análisis de edad ya que generaban datos incoherentes (debido posiblemente a su escasa representación en la muestra).

3.2. Análisis descriptivos

3.2.1. Descripción de la muestra

En la primera pregunta del cuestionario: *¿Tiene Internet en su domicilio? (Tabla 1 del Anexo de análisis)*, tres encuestados afirman que no disponen de internet en su domicilio. Dada la naturaleza de este estudio y de esta tecnología, no se considerarán estos tres individuos en los próximos análisis ya que no forman parte del público objetivo del producto. Tendremos, por lo tanto, una muestra válida de 141 individuos.

En cuanto a la velocidad contratada, como podemos ver en el *Cuadro 2*, cerca del 30% afirman tener una velocidad contratada de hasta 50 Mb. Si consideramos esta como la velocidad límite entre la “alta velocidad de conexión” y la “velocidad de conexión media”, vemos que está repartido casi al 50%, siendo ligeramente superior el grupo de “alta velocidad de conexión”. Este grupo parece

valorar más la velocidad de conexión y podría mostrar un interés mayor en la tecnología. Sin embargo, una menor velocidad contratada puede no explicarse por un menor interés en la velocidad de conexión, sino que puede producirse por limitaciones de infraestructura que hagan que no sea posible la conexión a velocidades mayores en una localidad o municipio.

Cuadro 2: Frecuencia y porcentajes de la velocidad actualmente contratada por los encuestados

	Frecuencia	Porcentaje	Acumulado
hasta 10 Mb	8	5,7	5,7
hasta 20 Mb	15	10,6	16,3
hasta 50 Mb	42	29,8	46,1
Válidos hasta 100 Mb	26	18,4	64,5
hasta 200 Mb	16	11,3	75,9
hasta 300 Mb	29	20,6	96,5
más de 300 Mb	5	3,5	100,0
Total	141	100,0	

Pasamos a continuación a las compañías de Internet con quien tienen los encuestados contratada su conexión actualmente (*Tabla 2 del Anexo de análisis*). El 90,8% son clientes de grandes empresas de telecomunicaciones, entre las cuales podemos incluir a Movistar, Vodafone/Ono y Orange/Jazztel. El 9,2% restante están con nuevas empresas de telecomunicaciones, o empresas de carácter regional como son MásMovil/Yoigo, Euskaltel, R Cable o Eroski, por ejemplo. Estos datos son similares a los observados en la población donde se refleja una cuota de mercado de un 84,49% al grupo formado por Movistar, Vodafone/Ono y Orange/Jazztel, un 9,58% a MásMovil/Yoigo y un 5,94% al resto. (*Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia, 2017*).

Como ya hemos comentado, se ha tratado de tener una distribución de edades similar a la distribución real española siguiendo los más recientes datos demográficos (*datos INE*) pero también se ha aplicado una corrección para que se reduzcan las muestras de más edad y aumentar en muestras más jóvenes. Podemos ver la distribución completa en el *Cuadro 3*.

Cuadro 3: Estructura de edades de los encuestados

	Frecuencia	Porcentaje	Acumulado
entre 16 y 25 años	31	22,0	22,0
entre 26 y 35 años	27	19,1	41,1
entre 36 y 45 años	35	24,8	66,0
Válidos entre 46 y 55 años	26	18,4	84,4
entre 56 y 65 años	17	12,1	96,5
más de 65 años	5	3,5	100,0
Total	141	100,0	

Si nos fijamos en la asimilación de nuevas tecnologías (*Tabla 3 A.a*), vemos que el 86,7% se sitúa en una de las dos opciones centrales. Casi el 50% se define de la siguiente manera: *compro novedades tecnológicas una vez son probadas en medios especializados y/o puedo ver algunas opiniones en Internet*. En ambos extremos encontramos porcentajes similares.

3.2.2. Percepciones sobre el LiFi

El 78,7% de los encuestados no conocían la tecnología LiFi antes de este estudio. Esto no afecta sobre el interés mostrado a esta tecnología. Podría pensarse que aquellos que ya conocen el LiFi tienen un interés en la tecnología, en general, y por ésta en concreto. Sin embargo, esto no es así como puede verse tras la realización de un análisis ANOVA con estas dos variables (*ver Tabla 7 del Anexo de análisis, página 48*), obteniendo una significación de 0,558, por lo tanto, la relación no es significativa.

Como vemos en el siguiente cuadro, los encuestados se muestran interesados en la tecnología y se obtiene una media de 4,84 en una escala de 1 a 6. Un 23,4% puntúa con 6, la puntuación máxima, su interés en el LiFi.

Cuadro 4: Interés en la tecnología

	Frecuencia	Porcentaje	Acumulado
1	3	2,1	2,1
2	1	,7	2,8
3	8	5,7	8,5
Válidos 4	25	17,7	26,2
5	71	50,4	76,6
6	33	23,4	100,0
Total	141	100,0	

Si desgranamos el interés en cuatro componentes, como podemos ver en el *Cuadro 5*, vemos que el atributo que crea más interés es la velocidad con una media de 4,71 sobre 6. Le siguen la seguridad y el avance tecnológico que supone, casi empatados. La que menos interés genera es la eficiencia energética, pero se mantiene con una puntuación bastante por encima de 3,5, por lo tanto, crea interés. Con esto podemos concluir que siendo la velocidad la característica más valorada, aquellos que actualmente busquen altas velocidades de conexión (como hemos visto en las velocidades contratadas) se verán más atraídos por el LiFi.

Cuadro 5: *Interés en distintas características del LiFi*

	N	Media	Desv. típ.
- Velocidad	141	4,71	1,538
- Seguridad	141	4,28	1,509
- Avance tecnológico que supone (<i>Internet de las Cosas</i>)	141	4,30	1,633
- Eficiencia energética	141	4,11	1,484
N válido (según lista)	141		

También preguntamos a los encuestados por aquellas características que pueden generar rechazo por diferir en la forma o uso del WiFi, un sistema totalmente asumido. Como puede verse en el *Cuadro 6*, los principales generadores de rechazo ante el LiFi son la necesidad de mantener la luz encendida y de tener un modulador por habitación (debido a que la luz no atraviesa paredes). Obtienen 4,45 y 4,27 respectivamente. Los sigue el rechazo por tener que colocar aparatos con un 3,73.

Cuadro 6: *Principales causas de rechazo al LiFi*

	N	Media	Desv. típ.
- Necesidad de lámparas LED	141	2,60	1,439
- Necesidad de colocar aparatos	141	3,73	1,419
- Necesidad de mantener luz encendida	141	4,45	1,514
- No atravesar paredes (<i>necesidad de un modulador por habitación</i>)	141	4,27	1,330
- Tecnología demasiado novedosa para mí	141	2,44	1,333
N válido (según lista)	141		

En relación con esto, un encuestado comentó: *“Lo que menos me gusta de esta idea es la necesidad de tener uno o más por cada estancia de la casa y adecuarlo a ello usando bombillas LED, con el coste que ello supone”* (ANEXO

Comentarios). Este encuestado vincula su rechazo a los aparatos con un componente económico (vinculado también al uso de LED) y no funcional o estético por tener que colocar moduladores en el techo.

En el caso de la obligación de mantener la luz encendida, como ya hemos comentado, PureLiFi (2017) anunció (con posterioridad a la recogida de encuestas) que su sistema LiFi es capaz de recoger el parpadeo aunque la intensidad lumínica sea leve. El LiFi puede funcionar por tanto en situaciones de poca iluminación. Si bien, para esto sería necesario una luz equipada con modulador de intensidad de manera que se pueda ajustar la luminosidad a un nivel bajo. Otro hecho importante que ya hemos mencionado es la investigación en el LiFi mediante infrarrojos. Este sistema no ha salido todavía de los laboratorios, pero sería capaz de realizar la misma función que el LiFi LED mediante antenas de rayos infrarrojos lo que evitaría tener una lámpara encendida para que funcione la conexión. Por lo tanto, esta es una barrera que puede superarse.

Centrémonos ahora en las variables relacionadas con la intención de compra o contratación. Ante una opción de comprar un pack LiFi completo en grandes almacenes, tiendas especializadas o Internet, la predisposición a comprar el producto no es demasiado elevada, un 3,81 sobre 6 (*ver Tabla 6 del Anexo de análisis*). En cuanto al precio máximo aceptable para este pack LiFi, vemos en el *Cuadro 7* que la mediana se sitúa en 100 euros, por lo que el 50% de los encuestados pagarían 100 euros o menos por un pack LiFi completo.

Cuadro 7: Precios máximos aceptables de un pack LiFi completo

	Frecuencia	Porcentaje	Acumulado
50 euros	27	19,3	19,3
100 euros	43	30,7	50,0
200 euros	41	29,3	79,3
Válidos 300 euros	21	15,0	94,3
400 euros	7	5,0	99,3
500 euros	1	0,7	100,0
Total	140	100,0	
Perdidos Sistema	1		
Total	141	100,0	

En referencia al precio del pack LiFi, se ha obtenido el siguiente comentario de un encuestado: *“El set ha de ser muy barato para que sea doméstico”* (ANEXO Cuestionario)

En cuanto a la probabilidad de contratar la instalación de un sistema LiFi en el domicilio, debemos de tener en cuenta las cuatro alternativas planteadas, que esté ofertado por: Grandes Telecomos, Otras Telecomos, Grandes Eléctricas u Otras Eléctrica (de reciente aparición). Como vemos existen diferencias en la valoración de la probabilidad de contratación según como sea la empresa que lo ofrece. Para una gran teleco, obtenemos 4,29, por lo que existe predisposición de contratar LiFi, aunque aún lejos del 5, que marcamos como valor de éxito del concepto. En el caso de otras compañías de telecomunicaciones la intención de compra es bastante menor, obteniendo un 3,25 por lo que una ligera mayoría no lo contrataría. Nos fijamos ahora en las eléctricas. Como ya sucedió en las telecos, las grandes empresas obtienen aquí también una mayor intención de compra. Las grandes eléctricas tienen un 3,66 de media, mientras que en el grupo de nuevas eléctricas un 3,17, por lo que no la contrataría la mayoría de los encuestados.

Cuadro 8: Probabilidad de contratación en función de la empresa ofertante

Tipo empresa	N	Media	Desv. típ.
Grandes Telecomos	35	4,29	1,341
Otras Telecomos	36	3,25	1,273
Grandes Eléctricas	35	3,66	1,162
Otras Eléctricas	35	3,17	1,200
Total	141	3,59	1,310

Se observa, que los encuestados prefieren contratar con una gran empresa, aunque no sea de telecomunicaciones antes que con una de telecomunicaciones de menor tamaño. Esto puede explicarse por la confianza que transmiten las grandes empresas, que generalmente son empresas tradicionales, de toda la vida. Por lo tanto, empresas como Endesa, Gas Natural o Iberdrola, de decidir diversificar su actividad y entrar en el mercado de los proveedores de Internet, estarían mejor posicionados ante los consumidores que algunas empresas de telecomunicaciones. Viéndolo de manera global, la probabilidad de contratación se sitúa en 3,59 sobre 6.

Cuadro 9: Tarifas que se pagarían para cada tipo de empresa

Tipo empresa	Media	N	Desv. típ.
Grandes Telecomos	2,76	37	1,234
Otras Telecomos	3,22	36	1,476
Grandes Eléctricas	3,44	36	1,319
Otras Eléctricas	3,94	35	1,136
Total	3,33	144	1,354

Veamos ahora las tarifas que se pagarían por tener conexión LiFi (*Cuadro 9*). Destaca que el valor más bajo lo encontramos en las grandes telecomos, mientras que en nuevas o pequeñas eléctricas tenemos los valores más altos. Que las tarifas que están dispuestos a pagar en el sector de las telecomunicaciones sean más bajas que en eléctricas, puede explicarse porque en estas últimas el LiFi se ve como algo realmente innovador al estar ofrecido por otra empresa. En el caso de las telecomos, puede verse como un paso más en la intención de las compañías de Internet por ofrecer cada vez mayores velocidades, no como una verdadera innovación

Cuadro 10: Probabilidad de éxito del LiFi

	N	Media	Desv. típ.
Probabilidad de éxito del LiFi	141	4,16	1,097

En relación con el éxito de esta tecnología, con un valor obtenido es 4,16, los encuestados se posicionan de manera moderada a favor de que la tecnología llegará a estar extendida en un futuro próximo.

Unos encuestados comentan que *“para ello (éxito de la tecnología) deben apostar las compañías grandes de telecomunicaciones por ello”* (*Anexo Comentarios*). Otros no creen que tenga éxito en domicilios, pero si en el ámbito empresarial. *“No creo que se generalice en hogares. Sin embargo, lo veo muy interesante en oficinas”* opina alguien que afirma ser empresario. Otro comenta: *“le veo más futuro en contrato para empresas que para particulares”*.

Cuando son preguntados sobre la intención de compra (*Cuadro 11*) en un futuro en el que los sensores se encuentran integrados en los dispositivos (sin necesidad de dongle USB LiFi), y con lámparas con modulador integrado, se obtiene un valor de 4,55, mayor que el 3,59 obtenido con el LiFi sin integrar sensores. Por lo tanto, parece que queda demostrado que la necesidad de

colocar aparatos en dispositivos y lámparas era efectivamente un motivo importante de rechazo entre los encuestados pues, eliminada esa barrera la intención de compra ha subido.

Cuadro 11: Probabilidad de contratación estando LiFi integrado

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.
Probabilidad de contratación con LiFi integrado	144	1	6	4,53	1,223

3.3. Análisis de los determinantes de la aceptación del LiFi

3.3.1. Relación entre la empresa ofertante y probabilidad de contratación de servicios LiFi

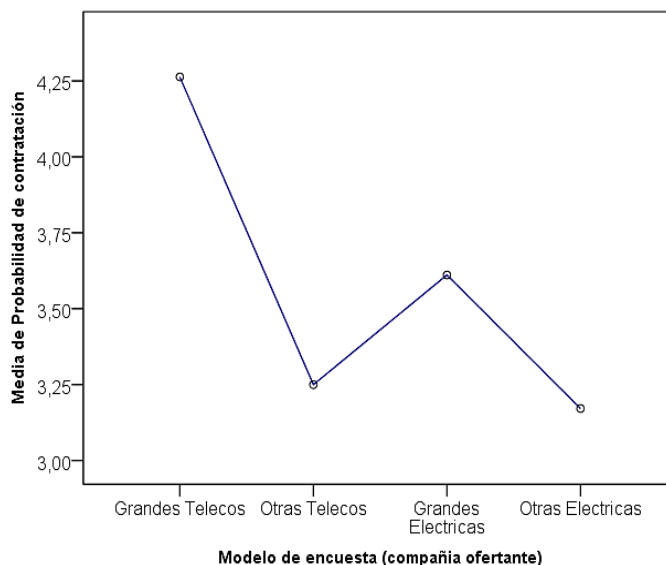
(Ver punto ii., página 50)

Como ya hemos comentado con anterioridad, uno de los objetivos de este estudio es comprobar si hay diferencias en la intención de compra en función del tipo de empresa que ofrece el servicio LiFi.

Podemos ver en la *Ilustración 9* que las medias de probabilidad de contratación son, efectivamente, distintas. El análisis ANOVA (ver Tablas 8 y 9 del A.a), que muestra una significación del 0,001, rechaza la hipótesis de igualdad de medias y confirma, por lo tanto, que el tipo de empresa proveedora es una variable que afecta a la probabilidad de contratación.

La mayor probabilidad de contratación la encontramos en las grandes empresas de telecomunicaciones. Obtiene una puntuación media de 4,26 (puntuaciones de 1 a 6 siendo 6: “seguro que lo compraría”), por encima del 3,5 y por lo tanto existe una predisposición para contratar servicios LiFi si una compañía de este tipo lo ofertase.

Ilustración 9: Gráfico de las probabilidades de contratación medias para cada tipo de empresa



Esto puede explicarse por dos motivos. Por un lado, la mayor reputación de estas grandes telecos proporciona una mayor seguridad al consumidor. Si lo ofrece una gran compañía, ya no se verá esta tecnología como demasiado novedosa. Por otro lado, esta puntuación puede explicarse porque la compañía del encuestado se encuentre en ese grupo y, por lo tanto, valore más la posibilidad de adquirirlo si es a su actual compañía (sin tener que cambiar). La probabilidad de adquisición en otras telecos (nuevas telecos) es más baja, con un 3,25. Con esta puntuación podemos decir que el individuo medio se mostraría indeciso ante la opción de contratar servicios LiFi.

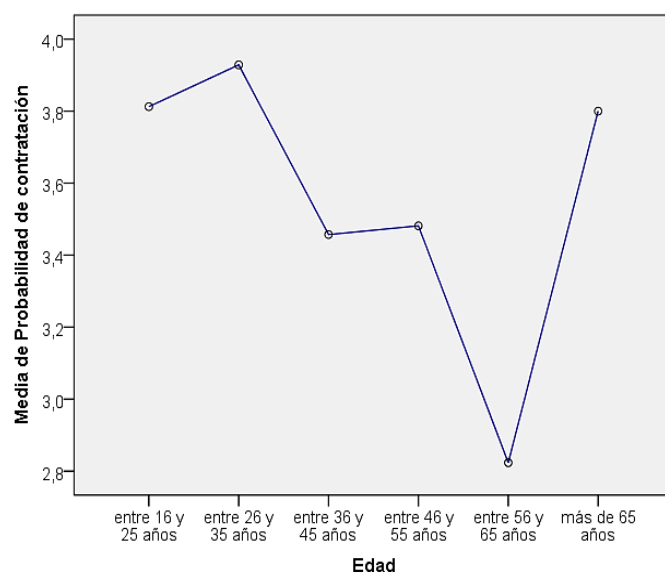
Si nos fijamos en las eléctricas, volvemos a ver que las grandes compañías obtienen mayores predisposiciones de contratación que las pequeñas. Sin embargo, en ninguno de los dos casos se obtiene una respuesta clara. En grandes eléctricas, con una puntuación de 3,61 no queda claro si se contrataría o no y en el caso de otras eléctricas esta algo más alejado del centro con un 3,17 pero no lo suficiente para asegurar nada. En general, obtienen puntuaciones muy bajas por lo que no habría un gran interés en la contratación de LiFi a estas empresas.

3.3.2. Relación entre la edad y la probabilidad de contratación

(Ver punto iii., página 51)

Mediante un análisis ANOVA, contrastamos si existe relación entre la edad y la probabilidad. Esta es una tecnología muy novedosa por lo que el sentido común nos indica que, a mayor edad, menos interés habrá por la tecnología y por lo tanto menos opciones habrá de contratación. Sin embargo, el resultado del análisis muestra una significación de 0,77

Ilustración 10: Probabilidad media de contratación en función de la edad



(Tabla 11 del Anexo de análisis). Un simple vistazo a las probabilidades medias de contratación (Tabla 10 A.a) y al gráfico de medias nos alerta de un valor extraño, como vemos en el siguiente gráfico.

Volvemos a realizar el análisis eliminando al grupo de edad *más de 65 años*. En este segundo intento, (Tabla 12 A.a) se obtiene una significación de 0,037, menor que 0,05 y por lo tanto se rechaza la hipótesis de igualdad de medias. Esto es: la edad afecta (negativamente) a la probabilidad de contratación.

3.3.3. Análisis factorial sobre las percepciones de interés y rechazo en los hacia los atributos del LiFi

(Ver punto iv., página 52)

Con motivo de resumir las variables de interés-rechazo, realizamos el análisis de reducción de dimensiones o factorial para todas las variables que recogen tanto el interés en las características positivas, como el rechazo a las negativas. El resultado que se obtiene es el siguiente¹⁵:

- F₁: "Atributos Secundarios".

Explica el 60,9% de la variable seguridad, el 68% de la variable *Internet de las Cosas* y el 88,1% de la eficiencia energética.

- F₂: "Rechazo Tecnológico".

Este factor junta la necesidad de tener lámparas LED (74,8%) y el rechazo por ser demasiado novedosa (84,3%).

- F₃: "Rechazo por inconvenientes de su funcionamiento"

Resume el 69,4% del rechazo por los aparatos necesarios, y el 85,3% del rechazo por tener que mantener la luz encendida.

- F₄: "Velocidad"

Este factor contiene un único componente la velocidad, y lo explica al 93,5%

¹⁵ Se ha eliminado la variable rechazo por no atravesar paredes del análisis al comprobarse que su índice de extracción era pequeño y que, no aportaba lo suficiente a los factores creados. Se rotan los factores mediante el método Equamax con Kaiser

3.3.4. Regresión explicativa de la probabilidad de contratación

(Ver punto v., página 54)

A continuación, trataremos de crear un modelo regresivo que explique la probabilidad de contratación a través de las demás variables (regresores). Para comprobar el efecto que ejerce el tamaño y el sector de la empresa ofertante, separamos la variable Tipo de encuesta / empresa en dos variables: Tamaño de empresa (Grandes y Otro) y Sector de empresa (Telecos y Eléctricas).

Sector	}	0	Telecomunicaciones	Tamaño	}	0	Gran empresa
		1	Eléctricas			1	Otra empresa

También formarán parte de la regresión las variables edad, actitud ante la tecnología, velocidad contratada, compañía actual, conocimiento previo del LiFi y los cuatro factores de interés/rechazo que creamos anteriormente. Las correlaciones de los regresores pueden verse al final de este Anexo, en la *Tabla 26*. Los resultados del análisis pueden verse en el siguiente cuadro:

Cuadro 12: Coeficientes y significación de los regresores del modelo

Modelo	Coef. no estandarizados		Coef. tipificados	t	Sig.	Estadísticos colinealidad	
	B	Error típ.	Beta			Tolerancia	FIV
(Constante)	4,205	,637		6,599	,000		
Sector de la empresa	-,368	,199	-,141	-1,844	,067	,868	1,153
Tamaño de la empresa	-,677	,198	-,259	-3,420	,001	,880	1,136
Edad	-,058	,073	-,063	-,792	,430	,791	1,263
Actitud frente a las nuevas tecnologías	,290	,166	,157	1,748	,083	,628	1,593
Velocidad contratada	-,126	,066	-,152	-1,918	,057	,807	1,239
Compañía de Internet actual	-,153	,343	-,034	-,446	,656	,878	1,139
Conocimiento previo del LiFi	-,062	,254	-,020	-,246	,806	,799	1,251
Factor Velocidad	-,084	,102	-,063	-,820	,413	,868	1,152
Factor Otros atributos	,277	,100	,211	2,782	,006	,883	1,132
Factor Rechazo tecnológico	-,373	,101	-,283	-3,694	,000	,861	1,161
Factor Rechazo funcionamiento	-,194	,096	-,148	-2,031	,044	,948	1,054

a. Variable dependiente: Probabilidad de contratación

Primero vemos que no existe multicolinealidad entre los regresores pues tenemos unos niveles altos en el índice de Tolerancia (cerca de uno) y bajos en Factor de Incremento de la Varianza (FIV).

Fijémonos ahora en los niveles de significación. Los factores *Otros atributos*, *Rechazo tecnológico* y *Rechazo por inconvenientes de su funcionamiento*, y el *Tamaño de la empresa* ofertante son regresores significativos, es decir, son explicativos de la probabilidad de contratación. Nos encontramos también con tres variables que, pese a no ser significativas, muestran índices de significación bajos, cercanos al 0,05. Estas variables son el *Sector de la empresa*, *Velocidad contratada* y *Actitud frente a las nuevas tecnologías*. Por otro lado, la *Edad*, la *Compañía de Internet actual* y el *Conocimiento previo del LiFi* son muy poco significativas, por lo que no aportan, o aportan poco para explicar la probabilidad de contratación.

En cuanto a los coeficientes del modelo, vemos que la probabilidad de contratación es menor en el caso de que el sector sea el eléctrico (-0,368) y que no sea una gran empresa (-0,677). Cabe destacar que el tamaño de la empresa es más importante que el sector, por lo que una gran empresa eléctrica tendría más opciones que una pequeña empresa de telecomunicaciones.

3.3.5. Regresión explicativa de la probabilidad de compra de un pack LiFi en grandes almacenes y realizar instalación por cuenta propia

(Ver punto vi., página 55)

Al igual que hemos hecho con la probabilidad de contratación del LiFi a los diferentes tipos de ofertantes, intentaremos explicar la probabilidad de comprar un pack LiFi en grandes almacenes, internet o cualquier establecimiento especializado, realizando la instalación de los aparatos por cuenta propia.

El modelo obtenido es el siguiente:

Cuadro 13: Coeficientes y significación de los regresores

Modelo	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes tipificados	t	Sig.
	B	Error típ.	Beta		
(Constante)	2,464	,617		3,996	,000
Sector empresa	-,065	,195	-,026	-,333	,740
Tamaño empresa	-,362	,194	-,144	-1,868	,064
Edad	-,032	,071	-,036	-,450	,653
Actitud frente a nuevas tecnologías	,425	,161	,241	2,644	,009
Velocidad contratada	,028	,063	,036	,450	,654
Compañía de Internet actual	,413	,323	,097	1,278	,204
Conocimiento previo del LiFi	-,055	,247	-,018	-,222	,825
Factor Velocidad	,279	,098	,221	2,859	,005
Factor Otros atributos	,398	,097	,315	4,118	,000
Factor Rechazo tecnológico	-,219	,098	-,173	-2,236	,027
Factor Rechazo funcionamiento	-,137	,093	-,109	-1,476	,142

a. Variable dependiente: Probabilidad de comprarlo en grandes almacenes,

En este caso el sector y el tamaño de la empresa pierden su significación en el modelo debido a que, al ser preguntados por la probabilidad de comprar un pack LiFi e instalarlo por su cuenta, la empresa ofertante pierde valor y sentido en la toma de decisiones (comprar o no).

Como variables significativas tenemos el *Factor rechazo tecnológico*, *Factor Otros atributos*, *Factor velocidad* (para la probabilidad de contratación no lo era) y la *Actitud frente a las nuevas tecnologías*. La variable más importante para determinar la probabilidad de comprar un pack LiFi es la actitud frente a las nuevas tecnologías. Esto tiene sentido, pues en este caso no existe el respaldo de una compañía que ofrece el servicio, por lo que es más propicio para aquellos con que son innovadores o adaptadores tempranos en la adquisición de nuevas tecnologías, con menos aversión al riesgo.

3.3.6. Regresión explicativa de la probabilidad de contratación estado el LiFi integrado

(Ver punto vii., página 55)

Vamos ahora con la probabilidad de contratar LiFi en un futuro escenario con los sensores integrados y sin necesidad de aparatos en lámparas y dispositivos.

Cuadro 14: Coeficientes y significación de los regresores

Modelo	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes tipificados	t	Sig.
	B	Error típ.	Beta		
(Constante)	3,287	,600		5,478	,000
Sector empresa	,014	,188	,006	,075	,940
Tamaño empresa	-,112	,186	-,046	-,599	,550
Edad	-,121	,069	-,141	-1,759	,081
Actitud frente a nuevas tecnologías	,503	,156	,290	3,216	,002
1 Velocidad contratada	,066	,062	,085	1,072	,286
Compañía de Internet actual	,141	,323	,033	,437	,663
Conocimiento previo del LiFi	-,263	,239	-,088	-1,102	,273
Factor Velocidad	,162	,096	,129	1,682	,095
Factor Otros atributos	,242	,094	,196	2,577	,011
Factor Rechazo tecnológico	-,286	,095	-,231	-3,003	,003
Factor Rechazo funcionamiento	,019	,090	,015	,207	,836

a. Variable dependiente: Probabilidad de contratar LiFi estando integrado

A diferencia del resto de probabilidades de compra/contratación que hemos visto antes, aquí, el *Factor rechazo por inconvenientes de su funcionamiento* pierde toda su significación, y no es significativa de la propiedad de contratación con LiFi integrado. Esto se produce porque este factor incluye el rechazo por la necesidad de colocar aparatos (moduladores y sensores) para su funcionamiento. Con el LiFi integrado ya no sería necesario colocar estos aparatos, por lo que el factor pierde su importancia.

3.3.7. Efectos del rechazo sobre la colocación de aparatos y su efecto en la futura intención de compra de LiFi integrado

(Ver punto viii., página 56)

Teniendo en cuenta que la necesidad de colocar aparatos es uno de los motivos de rechazo, ¿cómo se modificaría la intención de contratación en el caso de que los sensores queden integrados en dispositivos y lámparas en un futuro?

Primero, veremos las puntuaciones que obtuvo el rechazo a colocar aparatos entre aquellos que calificaron su probabilidad de contratación con 1 ó 2. Vemos

en la *Cuadro 15* que, en este, el rechazo a aparatos tiene una puntuación de 4,77, mucho mayor que la puntuación global en este tipo de rechazo, que estaba cifrada en 3,73. Por lo tanto, para ver cómo cambia la intención de compra una vez integrado el LiFi, nos fijaremos en estos 30 individuos con probabilidad de contratación de 1 ó 2 (su media está en 1,7).

Cuadro 15: Valoración del rechazo por aparatos en aquellos con una probabilidad de contratación igual a 1 ó 2

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.
Necesidad de colocar aparatos	30	1	6	4,77	1,251

La probabilidad de contratación de LiFi integrado para este grupo es de 4,07, más de 3 puntos por encima de la probabilidad sin integrar sensores y cerca de la puntuación media de esta variable, 4,55.

En definitiva, podemos decir que la integración de los sensores LiFi tiene un claro efecto en la intención de compra y, por lo tanto, la acogida de esta tecnología será mucho mejor cuando la integración.

4. CONCLUSIONES DEL ESTUDIO

La tecnología LiFi no está aún preparada para llegar a los hogares españoles. Puede que sus desventajas sean más fácilmente soportables en el ámbito empresarial, pero no así en el doméstico, ya que su uso requeriría nuevos hábitos de comportamiento a la hora de conectarnos. Limitaciones como la necesidad de mantener la luz encendida durante las conexiones o la colocación de aparatos en dispositivos y cada una de las habitaciones donde queramos habilitar la tecnología hace que ésta no sea vista como atractiva por los encuestados.

Sin embargo, hemos podido observar que existe predisposición a utilizar LiFi una vez esté integrado en dispositivos y lámparas, por lo que las posibilidades de éxito de esta tecnología aumentarán considerablemente en los próximos años si, como es previsible, se efectúa dicha integración. Si el LiFi sigue evolucionando, alcanzando las velocidades que se le presuponen y superando algunas de las barreras para su éxito, puede convertirse en una realidad no dentro de mucho. Y parece que los pasos se están dando en la buena dirección.

El hallazgo del LiFi infrarrojo, capaz de funcionar sin luz visible, parece acercarnos a un escenario propicio para el éxito de la tecnología.

En cuanto a las empresas ofertantes, los consumidores prefieren contratar servicios LiFi a grandes empresas, teniendo menor importancia el sector de la misma o su experiencia en el sector de las telecomunicaciones. Esto puede ser debido a un factor confianza, que provoca la mayor predisposición a contratar con empresas grandes o tradicionales, como en las que están actualmente (más del 90% afirman recibir sus servicios de Internet de una gran teleco). Los consumidores se fían más del producto si es su actual compañía, o una gran empresa (y generalmente tradicional) la que lo ofrece. El sector de empresa también afecta, aunque en menor medida, existiendo una preferencia por las empresas de telecomunicaciones a eléctricas.

En el caso del LiFi ofrecido por empresas eléctricas, los consumidores están dispuestos a pagar una tarifa mayor que la que pagan actualmente, al estar visto como un producto más novedoso. Cuando el producto lo ofrece una teleco, se ve al LiFi como un paso más de las telecos por aumentar velocidad de conexión ofrecida. Si lo ofrece una eléctrica, no se ve un producto más, sino como algo realmente novedoso, algo por lo que pagar más.

Por lo tanto, podemos concluir que la tecnología LiFi debe realizar mejoras y reducir sus limitaciones antes de poder competir por sustituir al WiFi como medio de conexión inalámbrico en los hogares.

5. BIBLIOGRAFÍA

Alianza Wi-Fi (2015): “Who We Are: History” [en línea]. Disponible en: <http://bit.ly/2u9DzvJ>

BBC (2015): “Li-fi 100 times faster than wi-fi” [en línea]. Disponible en: <http://bbc.in/1MVdN0L>

Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia (2017): “Líneas de banda ancha fija por operador” [en línea]. Disponible en: <http://bit.ly/1v8h75M>

Eindhoven University of Technology (2017): “Wi-fi on rays of light: 100 times faster, and never overloaded” [en línea]. Disponible en: <http://bit.ly/2nOOCaq>

El Mundo (2016): “El iPhone 7 además será LiFi” [en línea]. Disponible en: <http://bit.ly/2teVhRf>

El País (2006): “Endesa cierra en Zaragoza el servicio piloto de acceso a Internet a través del enchufe” [en línea]. Disponible en: <http://bit.ly/2scp8ud>

El País (2015): “Una conexión a Internet 100 veces más rápida que el WiFi” [en línea]. Disponible en: <http://bit.ly/1R0Mqcp>

El Periódico de Aragón (2003): “Endesa e Iberdrola lanzan el acceso a internet por el tendido eléctrico” [en línea]. Disponible en: <http://bit.ly/2tg7eqp>

Evans, D. (2011): “Internet de las cosas: [Cómo la próxima evolución](#) de Internet lo cambia todo” [en línea]. Disponible en: <http://bit.ly/1U4bmLZ>

Haas, H. (2011): “Wireless data from every light bulb”, TED Talks [en línea]. Disponible en: <http://bit.ly/2rXINuU> (min 3:22)

Haas, H. (2013): “High-speed wireless networking using visible light” [en línea]. Disponible en: <http://bit.ly/2uhrTqP>

Haas, H. (2016): “Li-Fi: Internet más rápido, barato y seguro a través de las bombillas” [en línea]. Disponible en: <http://bit.ly/2t6zlbq>

Hevia, A. (2011): “PLC o cómo navegar por Internet a través de los enchufes: Qué es y en qué consiste”, Xataka móvil [en línea]. Disponible en: <http://bit.ly/2tXoVsr>

IBSENtelecom (2015): “Li-Fi room connector” [en línea]. Disponible en: <http://bit.ly/2uduYrU>

Iluminacióndeled.com (2016): “La evolución del precio de la iluminación led con el paso del tiempo” [en línea]. Disponible en: <http://bit.ly/2tp2wqQ>

Lucibel (2016): “LUCIBEL introduces the world's first industrialized LiFi luminaire that enables Internet access through light” <http://bit.ly/2tQEXE5>

Penalva, J. (2015): “Sustituir cables por transmisiones Li-Fi de luz, una excelente idea para hospitales”, Xataka [en línea]. Disponible en: <http://bit.ly/2u0bjvt>

PureLiFi (2017): “Three LiFi Misconceptions” [en línea]. Disponible en: <http://bit.ly/2s2Jkih>

Ulrich, K. y Eppinger, S. (1995): “Concept test”, Product Design and Development, 8, pp. 145-161. Editorial Mcgraw-Hill.

Xataka (2015): “El LiFi da sus primeros pasos en un entorno real, y supera 100 veces la velocidad del WiFi” [en línea]. Disponible en: <http://bit.ly/2t2VTt3>

I. ANEXO Cuestionario

Tecnología LiFi

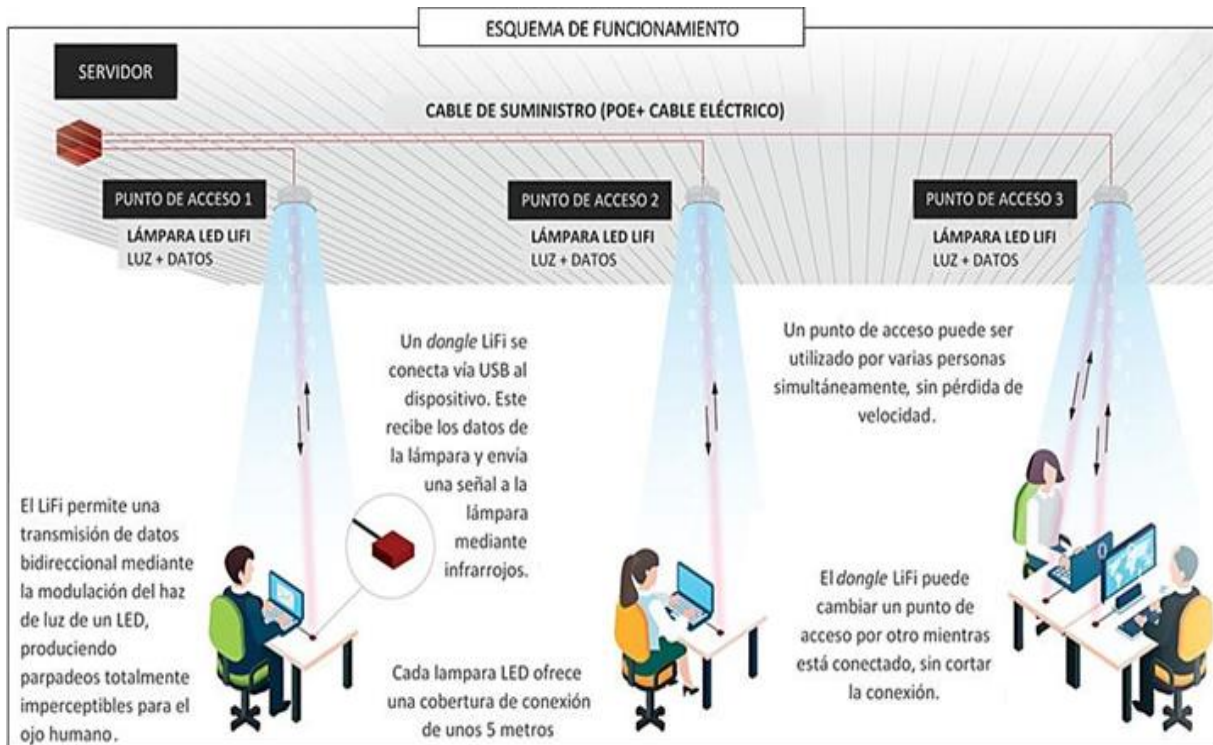
Ésta es una encuesta enmarcada en un trabajo de fin de grado de los estudios de Marketing e Investigación de Mercados de la Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales de la Universidad de Valladolid. Este trabajo tiene como objetivo evaluar la aceptación de la tecnología LiFi en el ámbito doméstico.

En primer lugar, deberá leer detenidamente una resumida presentación de la tecnología para, a continuación, responder a unas breves preguntas. Todo esto le llevará poco más de 5 minutos.

Muchas gracias por participar.

PRESENTACIÓN DE LA TECNOLOGÍA LIFI

La tecnología LiFi es un nuevo sistema de conexión a Internet que está llamado a sustituir al WiFi en los próximos años. Mientras el WiFi transmite la información mediante ondas electromagnéticas (radiofrecuencias) que viajan desde el router hasta el dispositivo, el LiFi emplea el haz de luz de una bombilla LED. El funcionamiento es el siguiente:



Este sistema únicamente requiere:

- Un modulador situado junto a la lámpara LED encargado de codificar la información y crear el parpadeo.
- Un sensor fotodetector, en forma de dongle USB que, conectado al dispositivo se encarga de recibir y descodificar el parpadeo.

Existen lámparas LED con LiFi integrado que no necesitan el modulador. En los próximos años los fabricantes de Smartphones y Tablets comenzarán a integrar los sensores dentro de los dispositivos, eliminando la necesidad del dongle LiFi.



Una lámpara LED con LiFi integrado (1) y un dongle LiFi conectado al dispositivo (2) crean un sistema LiFi completo (3)

Ventajas del LiFi sobre el WiFi

- **Mucho más rápido.** Actualmente pueden alcanzarse velocidades de descarga de hasta 1 Gbps, es decir, casi 100 veces mayor que la velocidad media de conexión en España (unos 13,3 Mbps). Pero su potencial es mucho mayor, las pruebas de laboratorio cifran la velocidad tope de esta tecnología en 224 Gbps. Esta tecnología ofrece la velocidad máxima contratada a todos aquellos que estén conectados, sin perder velocidad por conexiones múltiples. Además, no sufre pérdidas de velocidad por interferencias u obstáculos físicos como paredes, algo habitual con el WiFi.

- **No emplea la saturada red de radiofrecuencias.** Esto abre la puerta al Internet de las cosas, es decir, la interconexión de los objetos de uso cotidiano (neveras inteligentes que nos avisan cuando falta un producto, macetas que nos mandan avisos de riego al móvil, cerraduras inteligentes, etc.)

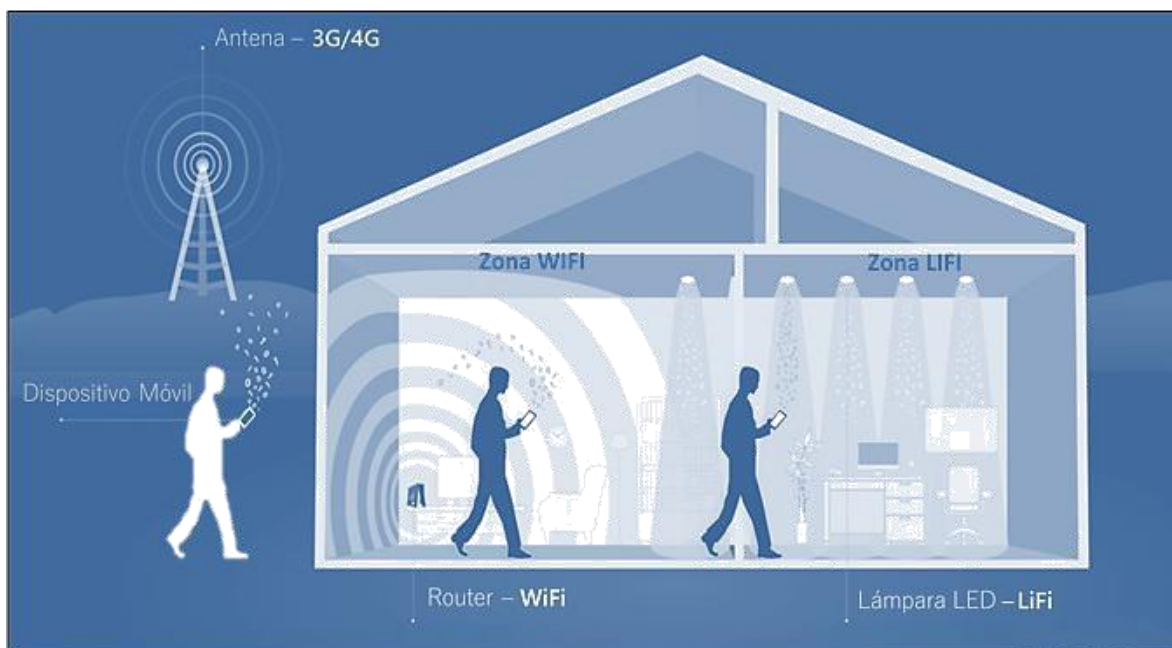
- **Mayor seguridad.** La luz no atraviesa paredes, por lo que alguien que esté fuera de la habitación no podrá conectarse fraudulentamente a nuestra red.

- **Más eficiente energéticamente.** Esto se debe al doble uso de los LED (iluminar y transmitir datos), y al bajo consumo de éstos.

- **Más barato.** El uso de elementos menos costosos en los aparatos LiFi que los necesarios para los aparatos WiFi permite que esta tecnología pueda ser hasta 10 veces más barata según algunos expertos.

El LiFi es además un sistema que puede convivir con el WiFi, permitiendo crear zonas a velocidad estándar con WiFi, y zonas de alta velocidad con LiFi. Esta tecnología ya ha sido probada en edificios de oficinas y hospitales, logrando grandes resultados.

La siguiente narración sirve para ilustrar cómo podría ser la experiencia de uso del sistema LiFi en el ámbito doméstico.



Daniel está viendo un concierto de su grupo favorito en YouTube mientras vuelve a casa del trabajo. Su móvil 3G apenas puede descargarlo y lo hace con continuas interrupciones y baja calidad de imagen. Al entrar en casa, el móvil se conecta al WiFi y el vídeo empieza a emitirse de manera fluida. Sin embargo, cuando intenta subir la calidad comienzan de nuevo las interrupciones. Daniel decide ir al estudio, donde acaba de instalar lámparas LiFi. El cambio es inmediato, el vídeo se carga completo al instante; incluso con calidad 4K, el concierto se ve perfectamente fluido. Daniel decide probar hasta donde es capaz de llegar la velocidad de su sistema LiFi, e intenta ver un vídeo en streaming (en directo) con calidad 4K. También en esta situación, la tecnología LiFi consigue emitir el vídeo perfectamente. Daniel sorprendido, observa las lámparas para ver si es capaz de percibir el parpadeo emitido. Imposible, el parpadeo es totalmente imperceptible.

A continuación, le haremos unas breves preguntas sobre su opinión acerca de las ventajas y desventajas de la tecnología LiFi en el ámbito doméstico

En las siguientes cuestiones, será preguntado acerca la información que acaba de leer:

¿Tiene Internet en su domicilio? *

- sí
 no

Velocidad actualmente contratada en su domicilio *

Ejemplo: "hasta 10 Mb", indicará una velocidad IGUAL O MENOR que 10 Mb

- | | |
|------------------------------------|-------------------------------------|
| <input type="radio"/> hasta 10 Mb | <input type="radio"/> hasta 200 Mb |
| <input type="radio"/> hasta 20 Mb | <input type="radio"/> hasta 300 Mb |
| <input type="radio"/> hasta 50 Mb | <input type="radio"/> más de 300 Mb |
| <input type="radio"/> hasta 100 Mb | |

Compañía con la que tiene actualmente contratado el acceso a Internet en su domicilio *

Seleccione el grupo en el que se encuentra su actual compañía de Internet

- Grandes compañías de Internet (Movistar, Vodafone/Ono, Orange/Jazztel)
 Otros operadores o proveedores de Internet (MásMóvil, Yoigo, R Cable, Eroski, Euskatel...)

¿Conocía la tecnología LiFi antes de este estudio? *

- sí
 no

Después de haber leído el documento anterior, ¿Cómo de interesante le ha parecido esta tecnología? *

- | | | | | | | | |
|------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | |
| Nada interesante | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | Muy interesante |

¿Qué atributos hacen que el LiFi le resulte interesante? *

Valore de 1 a 6, siendo 1 nada interesante, y 6 muy interesante.

	1	2	3	4	5	6
Velocidad	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Seguridad	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Avance tecnológico (Internet de las Cosas)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Eficiencia energética	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

¿Qué características del LiFi le producen más rechazo? *

Valore de 1 a 6, siendo 1 "no me genera rechazo"; y 6 "me genera mucho rechazo"

	1	2	3	4	5	6
Necesidad de lámparas LED	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Necesidad de utilizar y colocar aparatos para su funcionamiento	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Necesidad de tener la lámpara encendida	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
No atravesar paredes	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Tecnología demasiado novedosa para mí	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Si existiera la posibilidad de comprar en grandes almacenes, Internet o tiendas especializadas un set LiFi completo (sistema PLC o POE, modulador + dongle LiFi) y realizar la instalación por su cuenta, ¿con qué probabilidad lo compraría? *

	1	2	3	4	5	6	
Seguro que no lo compraría	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Seguro que lo compraría

¿Cuál es el precio máximo que pagaría usted por adquirir un set LiFi completo (sistema PLC o POE, modulador + dongle LiFi)?

No contestar en caso de haber marcado "1" en la pregunta anterior

- 600 euros
- 500 euros
- 400 euros
- 300 euros
- 200 euros
- 100 euros
- 50 euros

a) Grandes Telecomos¹⁶

Con independencia de la compañía de la que usted es actualmente cliente, imagine que el LiFi llega al mercado de manos de una gran compañía de telecomunicaciones (Movistar, Vodafone/Ono, Orange/Jazztel) que le hace una oferta para contratar e instalar un sistema LiFi en su domicilio.

Suponiendo que el precio le pareciese adecuado/aceptable, ¿con qué probabilidad contrataría usted un servicio LiFi una vez llegase al mercado? *

- | | | | | | | | |
|------------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|---------------------------|
| Seguro que no lo contrataría | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | Seguro que lo contrataría |
| | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | |

b) Otras Telecomos (nuevas o de tamaño medio)

Con independencia de la compañía de la que usted es actualmente cliente, imagine que el LiFi llega al mercado de manos de alguna compañía de telecomunicaciones de reciente creación o con menor implantación en España (Amena, MásMóvil, R Cable, Yoigo...) que le hace una oferta para contratar e instalar un sistema LiFi en su domicilio.

Suponiendo que el precio le pareciese adecuado/aceptable, ¿con qué probabilidad contrataría usted un servicio LiFi una vez llegase al mercado? *

- | | | | | | | | |
|------------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|---------------------------|
| Seguro que no lo contrataría | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | Seguro que lo contrataría |
| | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | |

¹⁶Esta pregunta tiene 4 alternativas en función de la empresa que ofrezca el producto. Cada encuestado ha contestado una de ellas, de manera que no conozca la existencia de las otras 3 alternativas.

a) Grandes Eléctricas

Con independencia de la compañía de la que usted es actualmente cliente, imagine que el LiFi llega al mercado de manos de una gran compañía de electricidad (Endesa, Gas Natural-Fenosa, Iberdrola) que le hace una oferta para contratar e instalar un sistema LiFi en su domicilio.

Suponiendo que el precio le pareciese adecuado/aceptable, ¿con qué probabilidad contrataría usted un servicio LiFi una vez llegase al mercado? *

	1	2	3	4	5	6	
Seguro que no lo contrataría	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Seguro que lo contrataría

b) Otras Eléctricas (nuevas o de tamaño medio)

Con independencia de la compañía de la que usted es actualmente cliente, imagine que el LiFi llega al mercado de manos de una compañía de electricidad de reciente creación o con menor implantación en España (Holaluz, Gana Energía, Lucera, Audax Energía...) que le hace una oferta para contratar e instalar un sistema LiFi en su domicilio.

Suponiendo que el precio le pareciese adecuado/aceptable, ¿con qué probabilidad contrataría usted un servicio LiFi una vez llegase al mercado? *

	1	2	3	4	5	6	
Seguro que no lo contrataría	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Seguro que lo contrataría

En este caso, ¿qué tarifa mensual estaría usted dispuesto a pagar por un servicio LiFi? *

	1	2	3	4	5	6	
Solo lo contrataría si la tarifa es mucho más barata que la que pago actualmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Estaría dispuesto a pagar más de los que pago actualmente

Muchos expertos consideran que el uso de LiFi es el futuro de las conexiones inalámbrica y estará muy extendido en 5 años. ¿Coincide con ellos? ¿Cree usted que esta tecnología puede ser un éxito en el futuro? *

	1	2	3	4	5	6	
No, no creo que vaya a tener éxito	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Si, seguro que tendrá éxito

Si el uso de esta tecnología se extendiese, y estando integrados los sensores en lámparas y dispositivos, ¿compraría usted servicios de LiFi? *

	1	2	3	4	5	6	
Seguro que no lo compraría	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Seguro que lo compraría

ÚLTIMAS CUESTIONES

A continuación, por favor, indique su edad y su opinión acerca de las nuevas tecnologías o ideas innovadoras

Edad

Seleccione el intervalo de edad en el que se encuentra

- entre 16 v 25 años
- entre 26 v 35 años
- entre 36 v 45 años
- entre 46 v 55 años
- entre 56 v 65 años
- más de 65 años

En general, ¿cómo se considera usted en cuanto a la asimilación de nuevas tecnologías o ideas innovadoras?

Seleccione la respuesta en la que mejor se sienta más reflejado

- Siempre adquiero las últimas tecnologías antes que nadie
- Me gusta tener novedades tecnológicas una vez son probadas en medios especializados y/o puedo ver algunas opiniones de desconocidos en Internet
- Compro nuevos productos tecnológicos cuando conozco a alguien con ese producto y me puede dar información y su opinión sobre el mismo
- No me arriesgo a adquirir o probar nuevas tecnologías hasta que su uso es generalizado

A continuación, podrá realizar, si lo desea, cualquier comentario acerca de la tecnología LiFi

¡¡muchas gracias por participar!!

II. ANEXO de análisis

a. Análisis descriptivos

i. Descripción de la muestra

Tabla 1: ¿Tiene Internet en su domicilio?

	Frecuencia	Porcentaje	Acumulado
No	3	2,1	2,1
Válidos Sí	141	97,9	100,0
Total	144	100,0	

*A partir de este momento, se considerarán solo los 141 sujetos que sí tienen Internet

Tabla 2: Compañía con la que tiene actualmente contratado el acceso a Internet en su domicilio

	Frecuencia	Porcentaje	Acumulado
Grandes compañías Internet (<i>Movistar, Vodafone/Ono, Orange/Jazztel</i>)	128	90,8	90,8
Válidos Otros operadores o proveedores Internet (<i>MásMóvil, Yoigo, R Cable, Eroski, Euskatel</i>)	13	9,2	100,0
Total	141	100,0	

Tabla 3: En general, ¿cómo se considera usted en cuanto a la asimilación de nuevas tecnologías o ideas innovadoras?

	Frecuencia	Porcentaje	Acumulado
No me arriesgo a adquirir o probar nuevas tecnologías hasta que su uso es generalizado	8	5,7	6,2
Compro nuevos productos tecnológicos cuando conozco a alguien con ese producto y me puede dar información y su opinión	53	37,6	43,3
Compro novedades tecnológicas una vez son probadas en medios especializados y/o puedo ver algunas opiniones en Internet	70	49,6	92,9
Siempre adquiero las últimas tecnologías antes que nadie	10	7,1	100,0
Total	141	100,0	

ii. Percepciones sobre el LiFi

Tabla 4: ¿Conocía el LiFi antes de este estudio?

	Frecuencia	Porcentaje	Acumulado
No	111	78,7	78,7
Válidos Sí	30	21,3	100,0
Total	141	100,0	

Tabla 5: Después de haber leído el documento anterior, ¿Cómo de interesante le ha parecido esta tecnología? (siendo 1 “nada interesante” y 6 “muy interesante”)

	Frecuencia	Porcentaje	Acumulado
1	3	2,1	2,1
2	1	,7	2,8
3	8	5,7	8,5
Válidos 4	25	17,7	26,2
5	71	50,4	76,6
6	33	23,4	100,0
Total	141	100,0	

N	141
Media	4,84

Tabla 6: Si existiera la posibilidad de comprar en grandes almacenes, Internet o tiendas especializadas un set LiFi completo (sistema PLC o POE, modulador + dongle LiFi) y realizar la instalación por su cuenta, ¿con qué probabilidad lo compraría? (siendo 1 “seguro que no lo compraría” y 6 “seguro que lo compraría”)

	N	Media	Desv. típ.
Probabilidad de compra del pack LiFi en grandes almacenes	141	3,81	1,264
N válido (según lista)	141		

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje acumulado
1	6	4,2	4,2
2	18	12,5	16,7
3	30	20,8	37,5
Válidos 4	45	31,3	68,8
5	34	23,6	92,4
6	11	7,6	100,0
Total	144	100,0	

b. Análisis estadísticos

i. Efecto del conocimiento previo sobre el interés en la tecnología

Tabla 7: ANOVA de un factor para ver si el conocimiento previo de la tecnología afecta sobre el interés en la tecnología

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	,355	1	,355	,345	,558
Intra-grupos	142,894	139	1,028		
Total	143,248	140			

Se obtiene una significación de 0,558, por lo que no es significativa, es decir, no hay relación entre el conocimiento del LiFi previo al estudio y el interés en dicha tecnología.

ii. Efecto del tipo de empresa ofertante sobre la probabilidad de compra

Tabla 8: Probabilidad de contratación para cada tipo de empresa ofertante (de 1 a 6)

	N	Media	Desviación típica	Error típico	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
Grandes Telecom	35	4,29	1,341	,227	3,83	4,75
Otras Telecom	36	3,25	1,273	,212	2,82	3,68
Grandes Eléctricas	35	3,66	1,162	,196	3,26	4,06
Otras Eléctricas	35	3,17	1,200	,203	2,76	3,58
Total	141	3,59	1,310	,110	3,37	3,81

Tabla 9: ANOVA de un factor del tipo de empresa sobre la probabilidad de contratación

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	27,527	3	9,176	5,785	,001
Intra-grupos	223,645	141	1,586		
Total	251,172	144			

iii. Relación entre la edad y la probabilidad de contratación

Tabla 10: Probabilidad de contratación en función de la edad

	N	Media	Desviación típica	Error típico	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
entre 16 y 25 años	31	3,81	1,078	,194	3,41	4,20
entre 26 y 35 años	27	4,00	1,109	,214	3,56	4,44
entre 36 y 45 años	35	3,46	1,400	,237	2,98	3,94
entre 46 y 55 años	26	3,54	1,174	,230	3,06	4,01
entre 56 y 65 años	17	2,82	1,551	,376	2,03	3,62
más de 65 años	5	3,80	2,049	,917	1,26	6,34
Total	141	3,59	1,310	,110	3,37	3,81

Tabla 11: ANOVA de un factor de la edad sobre la probabilidad de contratación

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	16,885	5	3,377	2,042	,077
Intra-grupos	223,257	135	1,654		
Total	240,142	140			

No es significativo ($sig.=0,077>0,05$). Sin embargo, si nos fijamos en la media para más de 65 años vemos que es demasiado alta. La tendencia es decreciente a medida que aumentamos la edad, pero sube mucho en esta franja de edad. Pese a estos valores raros, la significación es cercana a 0,05. Procedemos a realizar el mismo análisis considerando solo a aquellos con edades menores o iguales a 65 años.

Tabla 12: ANOVA de un factor de la edad sobre la probabilidad de contratación, sin considerar >65 años

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	16,654	4	4,163	2,642	,037
Intra-grupos	206,457	131	1,576		
Total	223,110	135			

iv. Análisis factorial sobre las percepciones de interés y rechazo en los atributos del LiFi

Análisis factorial para las variables que desglosan el interés y el rechazo en distintas características del LiFi. En este análisis, se trata de reducir las variables son las que trabajar, de manera que se crean una serie de factores que recojan gran parte de la información de las variables seleccionadas.

Tabla 13: Comunalidades (extracciones de cada variable para crear los factores)

	Inicial	Extracción
- Velocidad	1,000	,516
- Seguridad	1,000	,596
- Internet de las Cosas	1,000	,678
- Eficiencia energética	1,000	,551
- Necesidad de lámparas LED	1,000	,576
- Necesidad de colocar aparatos	1,000	,692
- Necesidad de mantener luz encendida	1,000	,676
- No atraviesa paredes	1,000	,352
- Tecnología demasiado novedosa para mí	1,000	,684

Método de extracción: Análisis de Componentes principales.

Se observa que el rechazo por no atravesar pared (necesidad de un modulador por habitación) muestra un índice de extracción bajo, y por lo tanto se decide eliminarlo y volver a realizar la reducción de dimensiones. Los resultados son los siguientes:

Tabla 14: Pruebas de Kaiser-Meyer-Olkin y Bartlett

Medida de adecuación muestral de Kaiser-Meyer-Olkin.		,645
Prueba de esfericidad de Bartlett	Chi-cuadrado aproximado	201,817
	gl	28
	Sig.	,000

En la *Tabla 16*, podemos ver que la prueba de Bartlett es significativa y el KMO es superior al 0,6, por lo tanto, existe correlación y tiene sentido realizar el análisis factorial que planteamos.

Tabla 15: Comunalidades sin "no atraviesa paredes"

	Inicial	Extracción
- Velocidad	1,000	,906
- Seguridad	1,000	,641
- Internet de las Cosas	1,000	,739
- Eficiencia energética	1,000	,783
- Necesidad de lámparas LED	1,000	,615
- Necesidad de colocar aparatos	1,000	,767
- Necesidad de mantener luz encendida	1,000	,735
- Tecnología demasiado novedosa para mí	1,000	,725

Método de extracción: Análisis de Componentes principales.

Tabla 16: Autovalores y porcentaje de las variables explicado por los factores creados

Componente	Autovalores iniciales			Suma de las saturaciones al cuadrado de la rotación		
	Total	% de la varianza	% acumulado	Total	% de la varianza	% acumulado
1	2,280	28,500	28,500	1,626	20,323	20,323
2	1,751	21,893	50,393	1,611	20,134	40,458
3	1,132	14,149	64,542	1,507	18,837	59,294
4	,748	9,354	73,896	1,168	14,601	73,896
5	,657	8,215	82,111			
6	,581	7,258	89,369			
7	,481	6,013	95,382			
8	,369	4,618	100,000			

Los cuatro factores creados explican el 73,896 % de las variables. No es lo ideal, pero es un porcentaje aceptable.

Tabla 17: Componentes de cada factor

	Componente			
	1	2	3	4
- Velocidad	,935			
- Seguridad				
- Internet de las Cosas		,680		
- Eficiencia energética		,881		
- Necesidad de lámparas LED			,748	
- Necesidad de colocar aparatos				,694
- Necesidad de mantener luz encendida				,853
- Tecnología demasiado novedosa para mí			,843	

- F₁: “Velocidad” (velocidad)
- F₂: “Otros atributos” (seguridad + *Internet de las Cosas* + eficiencia energética)
- F₃: “Rechazo Tecnológico” (necesidad de LED + tecnología demasiado novedosa)
- F₄: “Rechazo por inconvenientes de su utilización” (colocar aparatos + Luz encendida)

v. Regresión explicativa de la probabilidad de contratación

Los resultados del análisis son los siguientes:

Tabla 18: Resumen del modelo. Capacidad explicativa (R^2)

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típ. de la estimación
1	,589 ^a	,347	,291	1,102

a. Variables predictoras: (Constante), Factor Rechazo funcionamiento, Factor Otros atributos, Conocimiento previo del LiFi, Factor Velocidad, Factor Rechazo tecnológico, Velocidad tiene contratada, Sector empresa, Compañía de Internet actual, Tamaño empresa, Edad, Actitud frente a las nuevas tecnologías

La regresión es explicativa del 34,7% de la probabilidad de contratación, lo cual es poco.

Tabla 19: ANOVA

Modelo	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1 Regresión	83,344	11	7,577	6,233	,000 ^b
Residual	156,798	129	1,215		
Total	240,142	140			

a. Variable dependiente: Probabilidad de contratación

b. Variables predictoras: (Constante), Factor Rechazo funcionamiento, Factor Otros atributos, Conocimiento previo del LiFi, Factor Velocidad, Factor Rechazo tecnológico, Velocidad contratada, Sector empresa, Compañía de Internet actual, Tamaño empresa, Edad, Actitud frente a las nuevas tecnologías

La regresión es significativa, es decir, tiene sentido.

vi. Regresión explicativa de la probabilidad de compra pack LiFi en grandes almacenes

Tabla 20: Resumen del modelo. Capacidad explicativa (R^2)

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típ. de la estimación
1	,563 ^a	,317	,259	1,089

a. Variables predictoras: (Constante), Factor Rechazo funcionamiento, Factor Otros atributos, Conocimiento previo del LiFi, Factor Velocidad, Factor Rechazo tecnológico, Velocidad contratada, Sector empresa, Compañía de Internet actual, Tamaño empresa, Edad, Actitud frente a nuevas tecnologías

La regresión, con estos regresores, explica el 31,7% de la variable dependiente, la posibilidad de comprar un pack LiFi en grandes almacenes, Internet, etc.

Tabla 21: ANOVA

Modelo	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1 Regresión	70,912	11	6,447	5,438	,000 ^b
1 Residual	152,918	129	1,185		
Total	223,830	140			

a. Variable dependiente: Si existe la posibilidad de comprarlo en grandes almacenes, ¿lo compraría?

b. Variables predictoras: (Constante), Factor Rechazo funcionamiento, Factor Otros atributos, Conocimiento previo del LiFi, Factor Velocidad, Factor Rechazo tecnológico, Velocidad contratada, Sector empresa, Compañía de Internet actual, Tamaño empresa, Edad, Actitud frente a nuevas tecnologías

La regresión es significativa, es decir sirve para explicar la dependiente.

vii. Regresión explicativa de la probabilidad de contratación estado el LiFi integrado

Tabla 22: Resumen del modelo. Capacidad explicativa (R^2)

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típ. de la estimación
1	,650 ^a	,423	,397	,953

a. Variables predictoras: (Constante), - Tecnología demasiado novedosa para mí, - Internet de las Cosas, - Necesidad de un modulador por habitación (no atraviesa paredes), Edad, Interés en el LiFi (1 nada interesado y 6 muy interesado), - Necesidad de colocar aparatos

Regresión explicativa del 42,3% de la probabilidad de contratación de LiFi una vez estén integrados los sensores y moduladores en dispositivos y lámparas

respectivamente. También vemos en la *Tabla 23* que esta regresión es significativa, y por lo tanto tiene sentido realizarla.

Tabla 23: ANOVA

Modelo	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1 Regresión	89,169	6	14,862	16,366	,000 ^b
Residual	121,682	134	,908		
Total	210,851	140			

a. Variable dependiente: Estando LiFi integrado, contrataría servicios LiFi

b. Variables predictoras: (Constante), - Tecnología demasiado novedosa para mí, - Internet de las Cosas, - Necesidad de un modulator por habitación (no atraviesa paredes), Edad, Interés en el LiFi (1 nada interesado y 6 muy interesado), - Necesidad de colocar aparatos

viii. Efectos del rechazo sobre la colocación de aparatos y su efecto en la futura intención de compra de LiFi integrado

Tabla 24: Valoración del rechazo por aparatos en aquellos con una probabilidad de contratación igual a 1 ó 2

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.
- Necesidad de colocar aparatos	30	1	6	4,77	1,251
N válido (según lista)	30				

Tabla 25: Media de la probabilidad de contratación de LiFi integrado

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.
Estando LiFi integrado, contrataría servicios LiFi	30	2	6	4,07	1,143
N válido (según lista)	30				

Tabla 26: Correlaciones de los regresores.

	Sector empresa	Tamaño empresa	Edad	Actitud frente a nuevas tecnologías	Velocidad contratada	Compañía de Internet actual	Conocimiento previo del LiFi	Factor Velocidad	Factor Otros atributos	Factor Rechazo tecnológico	Factor Rechazo funcionamiento
Correlación de Pearson	1										
Sig. (bilateral)											
N	141	141	141	141	141	141	141	141	141	141	141
Correlación de Pearson		1									
Sig. (bilateral)											
N	141	141	141	141	141	141	141	141	141	141	141
Correlación de Pearson			1								
Sig. (bilateral)											
N	141	141	141	141	141	141	141	141	141	141	141
Correlación de Pearson				1							
Sig. (bilateral)											
N	141	141	141	141	141	141	141	141	141	141	141
Correlación de Pearson					1						
Sig. (bilateral)											
N	141	141	141	141	141	141	141	141	141	141	141
Correlación de Pearson						1					
Sig. (bilateral)											
N	141	141	141	141	141	141	141	141	141	141	141
Correlación de Pearson							1				
Sig. (bilateral)											
N	141	141	141	141	141	141	141	141	141	141	141
Correlación de Pearson								1			
Sig. (bilateral)											
N	141	141	141	141	141	141	141	141	141	141	141
Correlación de Pearson									1		
Sig. (bilateral)											
N	141	141	141	141	141	141	141	141	141	141	141

** . La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

* . La correlación es significativa al nivel 0,05 (bilateral).

III. ANEXO *comentarios voluntarios*

En la última cuestión, en la que voluntariamente los encuestados podían hacer cualquier comentario sobre la tecnología, se obtuvieron las siguientes respuestas:

- 1- *“No creo que su uso se generalice en los hogares. Sin embargo, lo veo muy interesante en oficinas y en el ámbito empresarial. Un empresario”*
- 2- *“Buena idea, pero para ello deben de apostar las compañías grandes de telecomunicaciones por ello”*
- 3- *“Le veo más futuro en contrato para empresas que para particulares a no ser que seas una persona que necesite o le guste tener mucha potencia dado el uso que haga de internet. Pero solo es una percepción”*
- 4- *“Me ha parecido interesante, y no tenía esta información”*
- 5- *“Idea muy interesante”*
- 6- *“Lo que menos me gusta de esta idea es la necesidad de tener uno o más por cada estancia de la casa y adecuarlo a ello usando bombillas LED, con el coste que ello supone. Velocidad y seguridad me parece excepcional. Me parece muy interesante”*
- 7- *“No habla de bloqueo hacia el exterior ni otras cuestiones”*
- 8- *“El set ha de ser muy barato para que sea doméstico”*
- 9- *“No soy profano. Me dedico a la tecnología. Creo que LiFi se usará en entornos específicos, pero para el uso general no lo veo por las limitaciones físicas (sombras)”*
- 10- *“Muy interesante”*
- 11- *“Ojalá, salga realmente barata porque si al final nos obligan a instalar li-fi y quitar el wi-fi no sería progreso”*

