

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR  
DE INGENIEROS DE TELECOMUNICACIÓN



---

SCON

---

PRÁCTICA RED DOMÉSTICA

---

JAVIER LÓPEZ INIESTA DÍAZ DEL CAMPO

14 de Junio de 2021

## Índice

<b>1. Introducción</b>	<b>3</b>
<b>2. Escenario actual del hogar</b>	<b>4</b>
<b>3. Análisis de potencia de señal</b>	<b>5</b>
3.1. Potencia de señal WiFi en cada estancia . . . . .	5
3.1.1. Usando solo el router WiFi del punto de acceso . . . . .	6
3.1.2. Con el router WiFi del punto de acceso y el extensor de red . . . . .	8
3.2. Intensidades de las señales de los canales de emisión de red . . . . .	9
3.2.1. Banda de 2,4 GHz . . . . .	9
3.2.2. Banda de 5 GHz . . . . .	10
<b>4. Mejoras</b>	<b>12</b>
4.1. Canales óptimos para el router WiFi . . . . .	12
4.2. Ubicación óptima del router . . . . .	12
4.3. Ubicación óptima del extensor de red WiFi . . . . .	13
4.4. Extensor de red WiFi de doble banda . . . . .	14
4.5. PLC . . . . .	15
<b>5. Conclusiones</b>	<b>16</b>
<b>Referencias</b>	<b>17</b>

## Índice de figuras

1.	Plano de la vivienda con la ubicación del punto de acceso y el extensor de red actual. . . . .	4
2.	Subzonas de la vivienda. . . . .	5
3.	Potencia de señal WiFi en cada subzona sin extensor de red. . . . .	6
4.	Puntos de baja intensidad. . . . .	7
5.	Potencia de señal WiFi en cada subzona con el extensor de red WiFi (2,4 GHz). . . . .	8
6.	Intensidades de las señales de los canales de emisión en 2,4 GHz. . . . .	9
7.	Intensidades de las señales de los canales de emisión en 5 GHz. . . . .	11
8.	Elección de los canales. . . . .	12
9.	Comparativa de la potencia de la señal WiFi variando la posición del extensor de red (2,4 GHz). . . . .	13
10.	Ubicación extensor de doble banda. . . . .	14
11.	Velocidades binarias en la red de la vivienda usando un PLC. . . . .	15

## 1. Introducción

En esta práctica de la asignatura de Sistemas para Conectividad del Itinerario de Sistemas Electrónicos del GITST se propone realizar un estudio del espectro radioeléctrico en las bandas de frecuencias de funcionamiento de las señales WiFi, es decir 2,4 GHz y 5 GHz. Debido a las circunstancias de la pandemia por la COVID-19 la práctica se ha realizado en la propia vivienda del alumno.

De esta forma, el principal objetivo de este documento es el análisis de la distribución de las señales emitidas por los dispositivos existentes en dicho escenario, con el fin de diseñar una mejor ubicación del punto de acceso-router WiFi y/o de un extensor de red. Además, se analizará la utilidad de utilizar un bridge con intercambio de frecuencias para mejorar la recepción en los puntos más desfavorables del domicilio.

Como se ha comentado, las señales WiFi de otros dispositivos de las bandas de 2,4 GHz y 5 GHz pueden causar interferencias con nuestra red doméstica. Normalmente, estas redes WiFi se encuentran poco optimizadas en términos de potencia de señal e interferencia entre los diversos canales. En este sentido, la principal causa es debido a que la instalación y la ubicación del punto de acceso en la mayoría de los casos es elegida por los técnicos de las instalaciones, quienes en muchos casos tienen un conocimiento nulo al respecto.

Por lo tanto, en primer lugar se describirá el escenario actual del hogar, mostrando las intensidades de las señales del canal de emisión actual sin usar y usando un extensor de red. Además, se mostrarán los puntos de baja intensidad del hogar. Posteriormente, se analizarán posibles mejoras a desarrollar, pasando por usar otro canal de emisión donde exista menos interferencia, encontrar una ubicación óptima del router y del extensor de red. Así, se analizará la utilidad de usar “No New Wires”, como por ejemplo un PLC. Finalmente, se estudiará el uso de un Extensor de red WiFi de doble banda.

## 2. Escenario actual del hogar

Con el fin del estudio y el análisis de la conectividad inalámbrica WiFi en el entorno doméstico del alumno, es necesario conocer la zona a cubrir. Cabe destacar, que en el domicilio se dispone de WiFi a través de JAZZTEL con un paquete de fibra óptica de 600/600 Mbps. En la Figura 1 se muestra el plano de la vivienda, indicando la ubicación actual del punto de acceso y del extensor de red, para poder dar cobertura a todo el hogar.

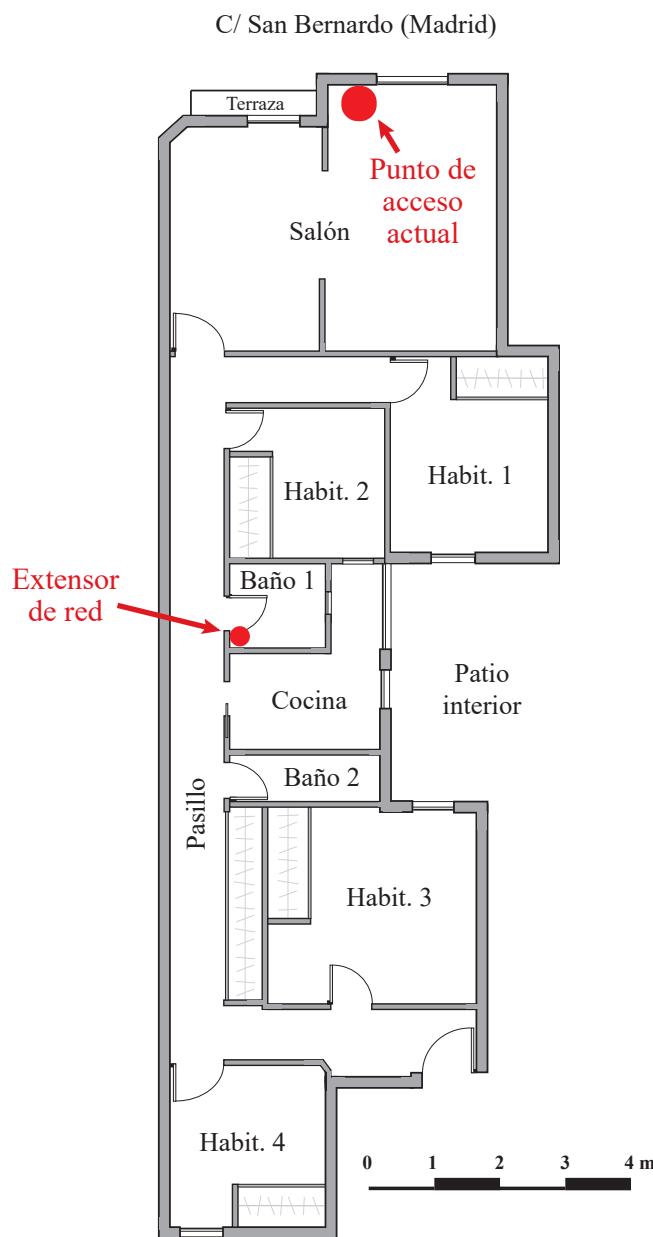


Figura 1: Plano de la vivienda con la ubicación del punto de acceso y el extensor de red actual.

El punto de acceso actual está compuesto por una ONT externa [1] que convierte la señal de la fibra óptica en una señal de banda ancha Gigabit Ethernet. Mediante un cable RJ-45 se conecta la ONT al router WiFi “Livebox+” [2]. Además, para poder proporcionar de acceso WiFi a las habitaciones 3 y 4 se dispone de un extensor de red WiFi, de la marca *tp-link* [3].

### 3. Análisis de potencia de señal

Para realizar este análisis de la potencia de la señal, se ha definido un modelo del hogar dividido en cuadrados pequeños. Posteriormente, se han escaneado las redes del entorno en cada uno de ellos, con el fin de observar la potencia recibida de mi router WiFi y extensor de red en cada punto. Además, también se ha observado la distribución y la intensidad actual de las señales de los canales de emisión de la red. Las bandas utilizadas para medir la señal han sido la de  $2,4\text{ GHz}$  y la de  $5\text{ GHz}$ . Sin embargo, el extensor de red solo es apto para la banda de  $2,4\text{ GHz}$ . Por ultimo, comentar que el SSID de mi router WiFi es “MiFibra-9BF0” y el del extensor de red WiFi es “MiFibra-9BF0\_EXT”.

#### 3.1. Potencia de señal WiFi en cada estancia

Para empezar, se ha analizado la potencia de la señal WiFi en dBm que llega a cada parte del hogar. Para realizar la toma de datos, se ha dividido la vivienda en más de 100 subzonas distintas de aproximadamente  $1\text{ m}^2$  cada una. Para cada subzona, se ha medido la potencia recibida varias veces y se ha promediado. Para la obtención de la potencia de la señal se ha utilizado la ventana “Medidor de señal” de la aplicación de Android *Wifi Analyzer* [4]. La Figura 2 muestra la vivienda dividida en las diferentes subzonas.

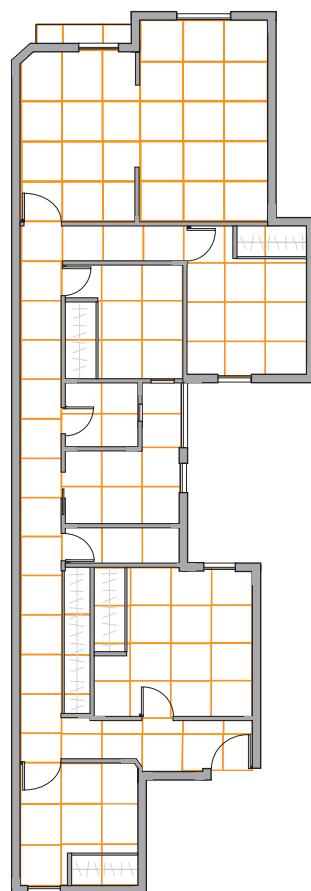


Figura 2: Subzonas de la vivienda.

Una vez obtenidos los datos, se ha representado en un mapa de calor la potencia de la señal recibida en cada subzona mediante Python.

### 3.1.1. Usando solo el router WiFi del punto de acceso

En primer lugar, se ha medido la potencia de señal WiFi en las bandas de 2,4 y 5 GHz usando solo el router WiFi del punto de acceso (sin el extensor de red). La Figura 3 muestra 2 mapas de calor con la potencia de señal recibida en cada subzona para cada banda de frecuencias.

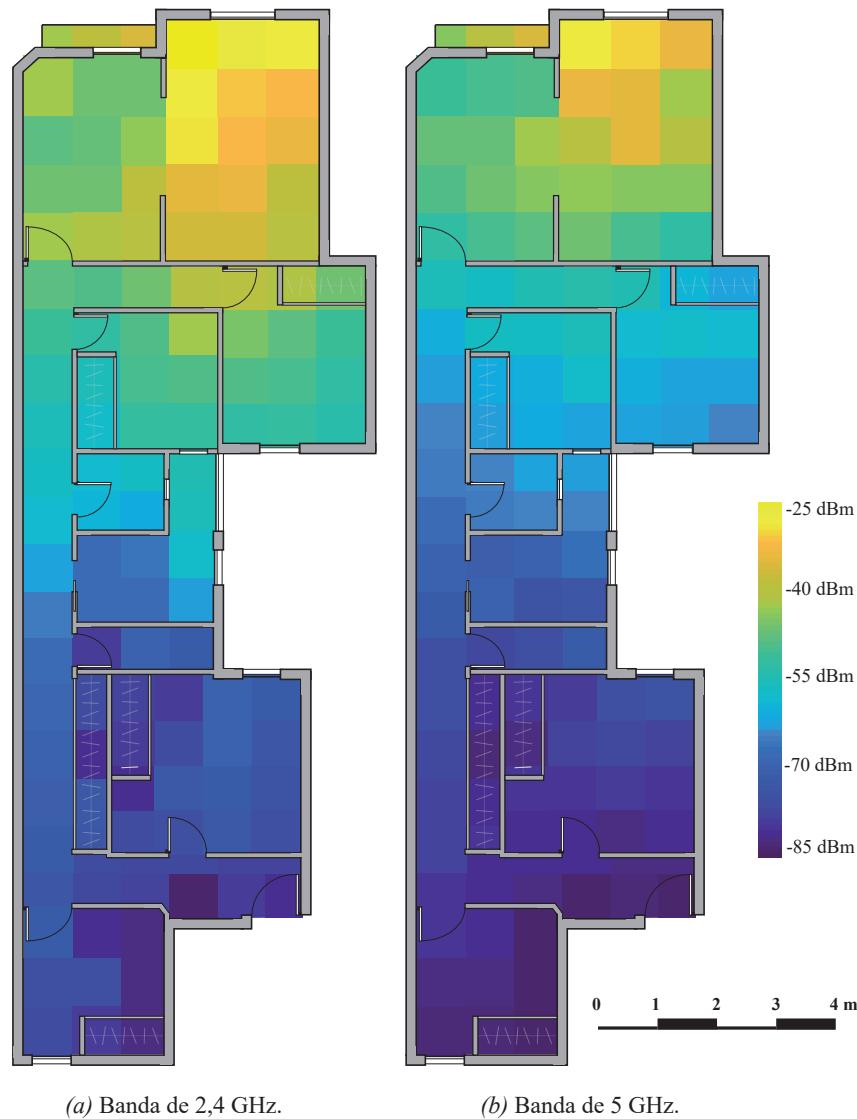


Figura 3: Potencia de señal WiFi en cada subzona sin extensor de red.

En este mapa, se ha representado la potencia de señal recibida en distintos colores. De esta forma, los tonos amarillos y verdes representan más potencia, y los tonos azules y morados menos potencia. En él, se puede observar como la potencia recibida en el salón, habitación 1, habitación 2 y parte del pasillo es buena. Sin embargo, al ser la casa muy alargada hay ciertas estancias donde no llega bien la conexión WiFi (baño 2, habitación 3 y habitación 4).

Además, observando las intensidades obtenidas para la banda de 5 GHz se consigue menos alcance en la vivienda. Debido a que al utilizar frecuencias mayores, se reduce el alcance.

En este sentido, se ha representado en la Figura 4 los puntos de baja intensidad del hogar para la banda de 2,4 GHz, es decir, donde la potencia recibida es inferior a  $-70 \text{ dBm}$ .

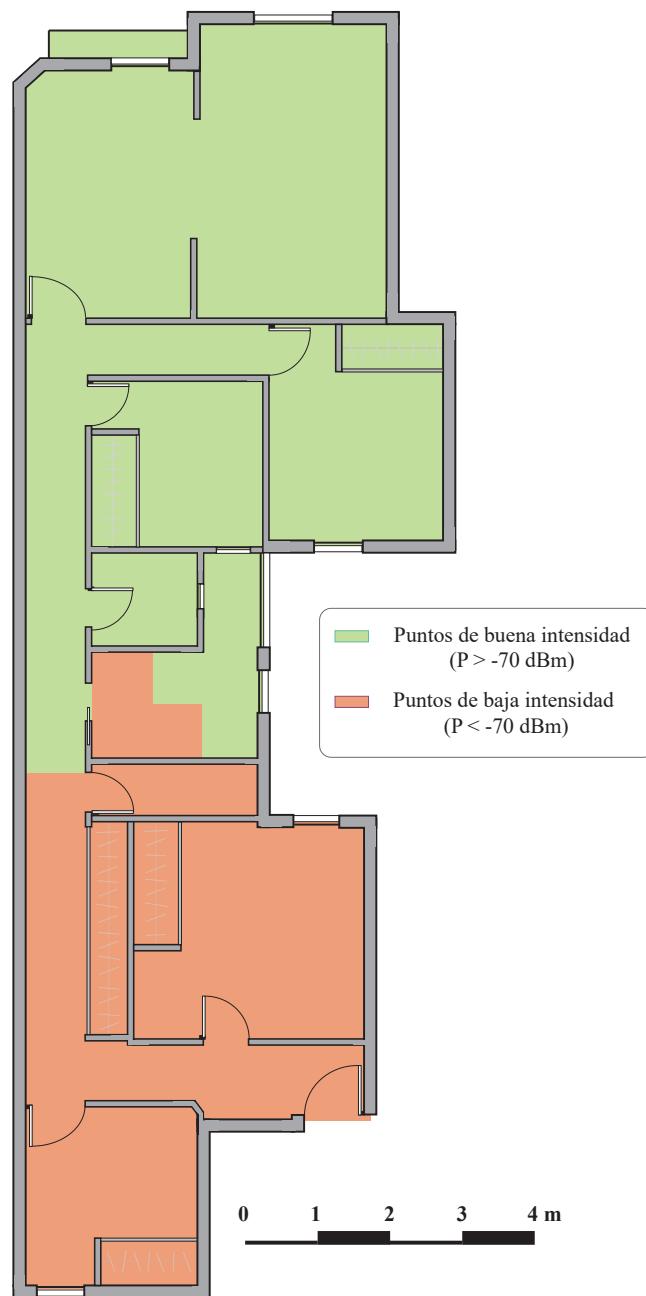


Figura 4: Puntos de baja intensidad.

### 3.1.2. Con el router WiFi del punto de acceso y el extensor de red

De la misma forma que en el caso anterior, se ha medido la potencia de la señal recibida en cada subzona de la casa, añadiendo el extensor de red WiFi en la ubicación que se encuentra actualmente. Los extensores de red WiFi reducen la mitad la velocidad que le llega, y la reenvía para tratar de aumentar el rango de cobertura. En cada subzona, se ha seleccionado la potencia máxima recibida entre la señal del router WiFi y del extensor de red. El extensor de red WiFi con el que se han realizado las medidas solamente es apto para la banda de  $2,4\text{ GHz}$ .

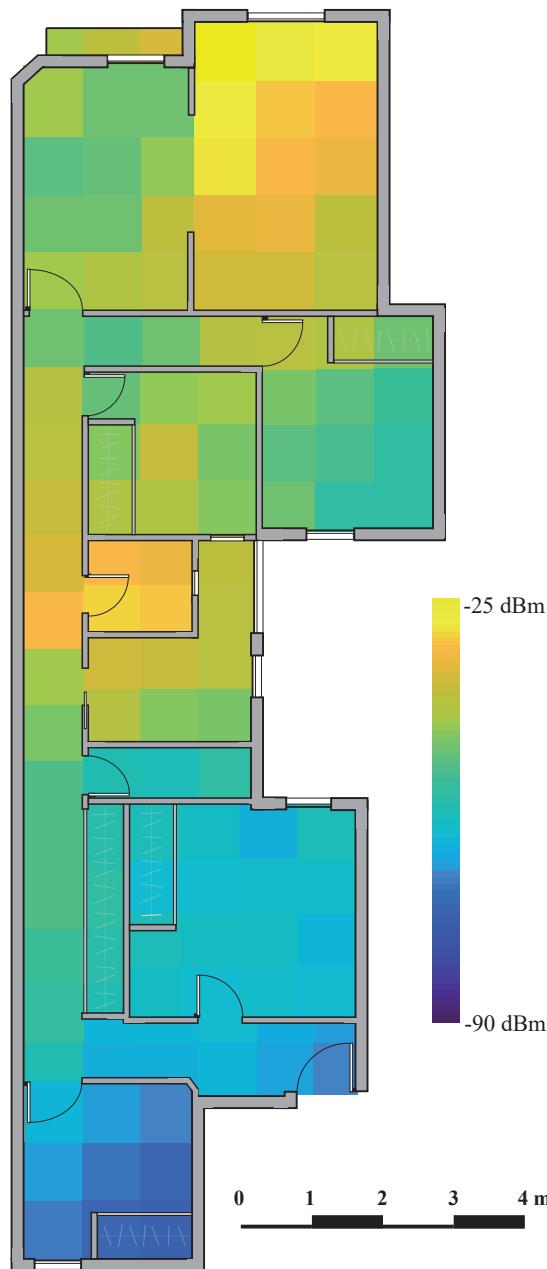


Figura 5: Potencia de señal WiFi en cada subzona con el extensor de red WiFi ( $2,4\text{ GHz}$ ).

Se puede observar, que la potencia recibida actualmente en cada estancia de la casa está por encima del umbral de baja intensidad. No obstante, en la habitación 4 está en el límite (cerca de  $-70\text{ dBm}$ ). En la Sección 4 se tratará de mejorar dicha conexión.

### 3.2. Intensidades de las señales de los canales de emisión de red

En este apartado, se va a analizar la ocupación de los canales de las distintas estancias. Para poder observar la interferencia producida por otros dispositivos en nuestra red. Se han analizado las señales de los canales, tanto para la banda de  $2,4\text{ GHz}$ , como para la de  $5\text{ GHz}$ .

#### 3.2.1. Banda de $2,4\text{ GHz}$

En primer lugar, se capturado la pantalla del analizador para cada estancia de la casa en la banda de  $2,4\text{ GHz}$ . En este análisis también se ha usado el extensor de red WiFi, para ver la interferencia que produce sobre el punto de acceso en el mismo canal.

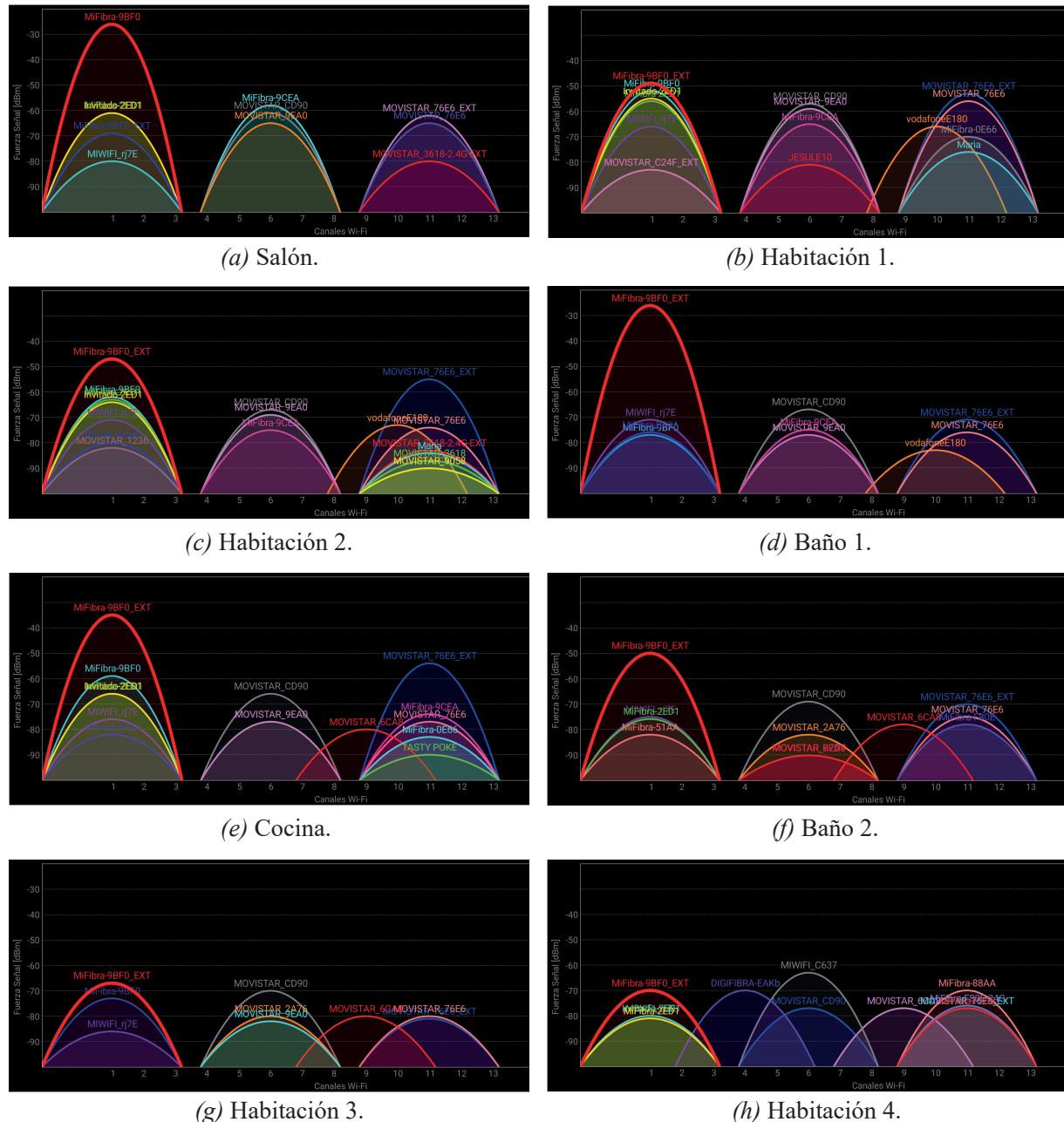


Figura 6: Intensidades de las señales de los canales de emisión en  $2,4\text{ GHz}$ .

En la Figura 6 se puede observar como tanto el punto de acceso (router), como el extensor de red se encuentran en el canal 1. La frecuencia central de dicho canal es 2412 MHz y tiene un ancho de banda de 20 MHz.

La mayoría de los otros dispositivos emiten en las bandas 1, 6 y 11. Debido a que en esas bandas no existen interferencias entre ellas. No obstante, existen algunas estancias de la casa donde otros dispositivos usan otros canales como el 4, el 9 o el 10. Además, se puede observar como el canal 1 está bastante ocupado, por lo que una posible mejora de la red doméstica podrá ser cambiar el canal.

### 3.2.2. Banda de 5 GHz

En segundo lugar, se ha capturado la pantalla del analizador para la banda de 5 *GHz*. El SSID de mi router WiFi para esta banda de frecuencias es “MiFibra-9BF0-5G”. Se puede observar que nuestro punto de acceso se encuentra en el canal número 112, es decir, la frecuencia central es 5530 MHz y el canal tiene un ancho de banda de 80 MHz.

Además, en algunas estancias de la casa, como por ejemplo la habitación 2 o la 4, otros dispositivos del mismo canal tienen más potencia que nuestro punto de acceso, por lo que se producen interferencias sobre nuestra red.

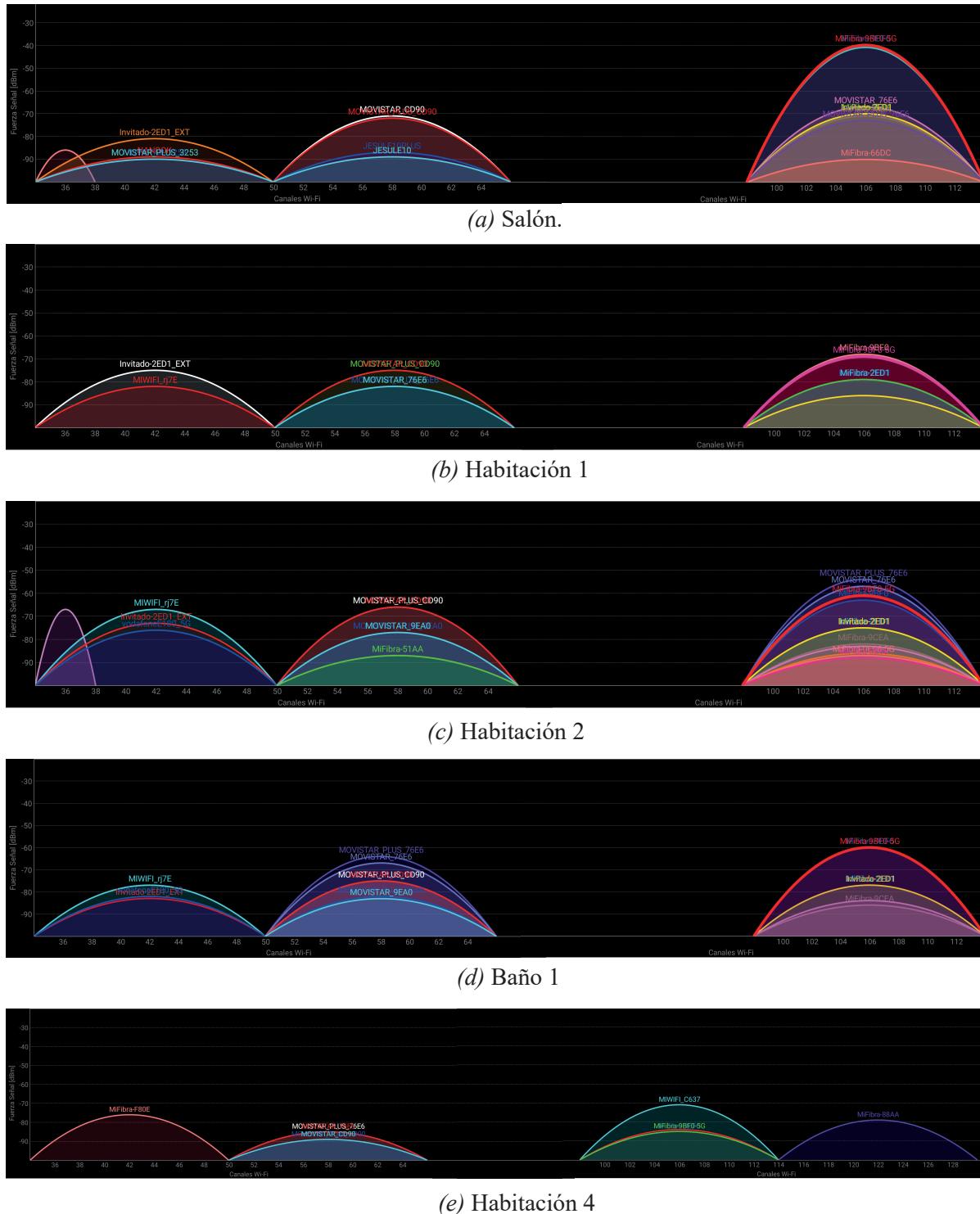


Figura 7: Intensidades de las señales de los canales de emisión en 5 GHz.

## 4. Mejoras

Con el fin de mejorar la red doméstica de mi domicilio se proponen una serie de mejoras:

- Cambiar de canal en la banda de 2,4 GHz.
- Cambiar la ubicación del router.
- Cambiar la ubicación del extensor de red WiFi.
- Instalar un extensor de red WiFi de doble banda.
- No New Wires: PLC.

### 4.1. Canales óptimos para el router WiFi

En primer lugar, se ha buscado cual es el canal óptimo para el punto de acceso WiFi y el extensor de red. Actualmente, se encuentra en el canal 1, pero lo ideal sería moverlo al canal 3 o al 9 debido a que el resto de canales se encuentran bastante ocupados por otros dispositivos cercanos. Sin embargo, la compañía suministradora con la que tengo contratado el paquete de datos únicamente me da la oportunidad de utilizar los canales 1, 6 o 11 tal como muestra la Figura 8.



Figura 8: Elección de los canales.

### 4.2. Ubicación óptima del router

Actualmente, el punto de acceso se encuentra en una punta de la casa (salón). Debido a la forma de la casa, no se logra dar cobertura a todos los puntos de ella. La mejor opción sería mover el router hacia un punto intermedio entre la habitación 4 y el salón.

Sin embargo, el latiguillo de fibra óptica va canalizado a través de la red interior de usuario desde la caja de segregación de fibra óptica (registro secundario) hasta el registro de terminación de red, que se encuentra en el salón. Por lo que no es posible mover el punto de acceso a una mejor ubicación.

### 4.3. Ubicación óptima del extensor de red WiFi

Actualmente, se dispone de un extensor de red WiFi para lograr dar cobertura a todas las habitaciones. No obstante, la conexión en la habitación 3 o 4 no es la deseada. Por ese motivo, se ha modificado la posición del extensor de red WiFi en tres puntos distintos analizando la potencia de la señal WiFi de la vivienda con dicho extensor de red.

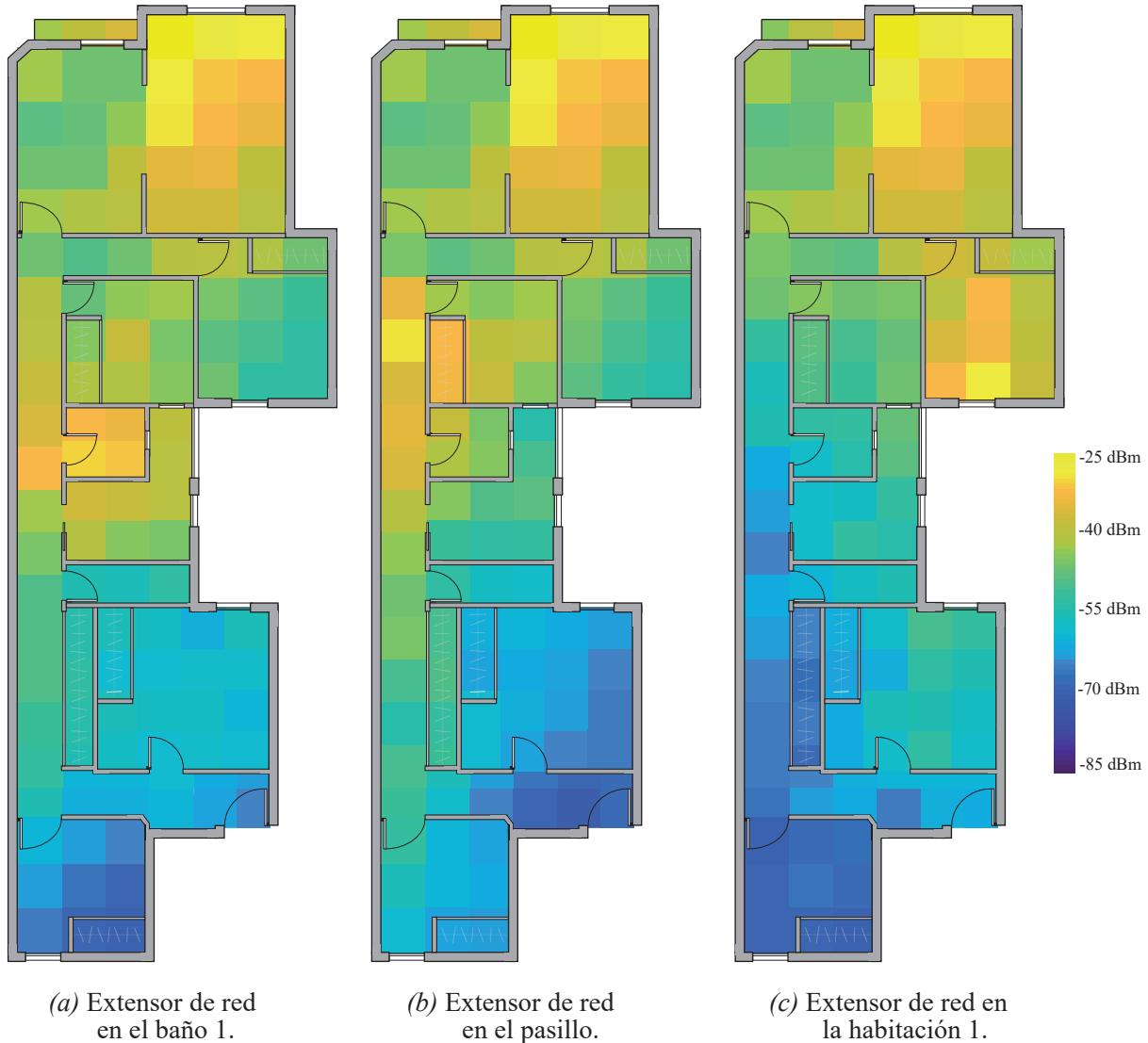


Figura 9: Comparativa de la potencia de la señal WiFi variando la posición del extensor de red (2,4 GHz).

Como se puede observar en la Figura 9, la disposición del extensor con la que conseguimos mayor potencia de señal en la habitación 4 es ubicándolo en el pasillo (*b*). Sin embargo, de esta forma en la habitación 3, se recibe menor potencia que con el extensor en el baño 1 (*a*) o en la habitación 1 (*c*).

#### 4.4. Extensor de red WiFi de doble banda

Otra opción, para mejorar la red WiFi es usar un extensor de red de doble banda, como puede ser el modelo AC1200 Linksys RE6500 de la marca *LINKSYS* [5].

Actualmente el extensor de red utilizado en el domicilio dispone de la tecnología “Sameband Repeating”, es decir, se limita a trabajar en única banda de frecuencia. Al repetir la señal WiFi en la misma banda, cuando el extensor de red recibe los paquetes de datos reduce la velocidad a la mitad con el objetivo de lograr un mayor alcance de la red.

En cambio, los extensor de red de tipo “Crossband Repeating” durante la transferencia los datos cambian de banda. De forma, reciben la información en una banda y transmitir en otra para reducir la pérdida de paquetes de datos. Además, este tipo de dispositivos permiten normalmente seleccionar directamente la banda más apropiada para comunicarse con cada dispositivo que tengamos integrado en nuestra red inalámbrica. De esta forma, es posible disfrutar de un mayor alcance y de un mayor rendimiento de la red, ya que no existen pérdidas de rendimiento por esa comunicación de doble banda [6].

Por lo tanto, usar este tipo de dispositivo puede ser muy útil para mejorar la red doméstica de mi vivienda. Su ubicación estaría hacia la mitad del pasillo, en el punto medio entre el salón y la habitación 4 (ver Figura 10).

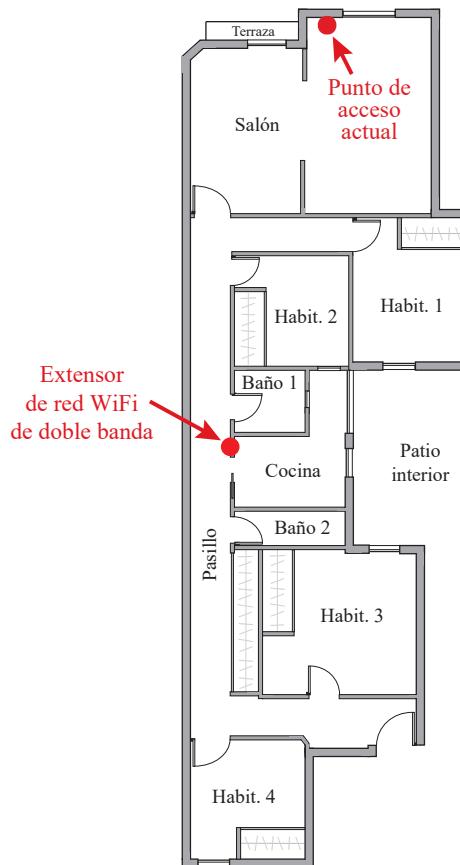


Figura 10: Ubicación extensor de doble banda.

#### 4.5. PLC

En adición, otra posible mejora planteada para mejorar la red doméstica es utilizar las “No New Wires”, concretamente, los PLC. Las *Power Line Communications* utilizan el tendido de cable, que llega a todas las habitaciones de la casa. Inyectan la señal de datos, a través de la red eléctrica. La corriente eléctrica tiene una frecuencia de 50 Hz y 220 voltios eficaces, mientras que la señal de datos usa un voltaje más bajo y una frecuencia mucho más alta (entre 2 y 30 MHz). Así se consigue distinguir una señal de otra. Aunque, tienes una serie de problemas:

- Puede que no exista un único circuito en la vivienda.
- Los circuitos están seccionados.
- Acceso a través de los elementos de protección que limitan la velocidad.
- No es útil en bloques de viviendas (red abierta).

En este sentido, se han analizado las velocidades binarias en distintas estancias de la casa usando un PLC de la marca *tp-link* [7].

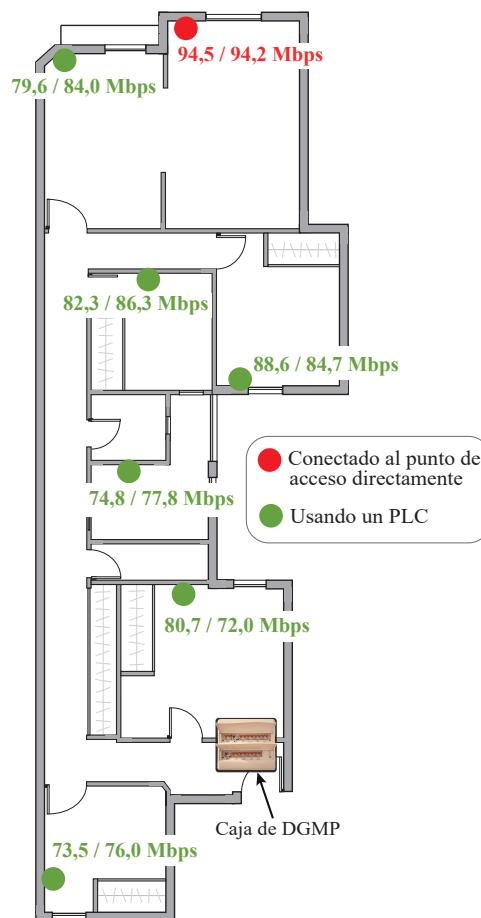


Figura 11: Velocidades binarias en la red de la vivienda usando un PLC.

Como se puede observar en la Figura 11, usando un PLC se consiguen velocidades binarias de unos 80 Mbps de subida y bajada. Cabe señalar, que la tarjeta de red de mi equipo no es compatible con Gigabit Ethernet, de forma que la máxima velocidad alcanzable es 100 Mbps.

## 5. Conclusiones

En esta práctica, sobre la mejora de la red doméstica de mi vivienda he podido analizar la distribución de las señales emitidas por los dispositivos existentes. Además, se ha medido la potencia de la señal WiFi recibida en cada estancia, con el fin de realizar distintos mapas de calor y poder observar las zonas más desfavorecidas, ya sea, por la interferencia de dispositivos vecinos o por falta de potencia. Finalmente, se ha propuesto la realización de ciertos cambios en la red, con el fin de mejorar la red doméstica.

En este sentido, he llegado a las siguientes conclusiones:

- Al ser tan alargada la casa, no es adecuado tener el punto de acceso WiFi en una punta de la vivienda. Ya que, de esta forma no se logra dar cobertura a todo el domicilio.
- Los canales 1, 6 y 11 de la banda de 2,4 GHz están bastante ocupados por otros dispositivos, produciendo interferencias en la red.
- En la banda de 5 GHz podemos lograr mayor velocidad. Además, está menos ocupada por otros dispositivos, produciendo menos interferencias. Sin embargo, el alcance es mucho menor.
- Los extensores de red WiFi de una única banda, reducen a la mitad la velocidad binaria, a cambio de lograr un mayor alcance de la red.
- Usando un extensor de red WiFi de doble banda se logra mayor alcance, sin reducir la velocidad, consiguiendo un mayor rendimiento de la red.
- Cual es la mejor ubicación del punto de acceso y del extensor de red disponibles en el domicilio. Así como, la mejor ubicación en el caso de instalar un extensor de red WiFi de doble banda.
- Usar PLC no es recomendable, ya que al vivir en una comunidad de vecinos cualquier usuario puede hacer uso de dicha conexión, ya que comparte la red eléctrica. La velocidad binaria obtenida en las distintas estancias de la casa no es del todo mala, aunque los elementos de protección limiten la velocidad.

## Referencias

- [1] “G-010G-P,” 2020, [En línea]. Diponible en: <https://fccid.io/ANATEL/03080-16-08076/Manual-do-Produto/F30E7DF7-7334-4F5D-9FAF-FC6FB21184B1/PDF>. Accedido: 02-jun-2021.
- [2] “Router Livebox +,” 2021, [En línea]. Diponible en: note = [En línea]. Diponible en: <https://n9.cl/23yok>. Accedido: 02-jun-2021.
- [3] “Extensor de cobertura | TL-WA850RE,” 2021, [En línea]. Diponible en: <https://www.tp-link.com/es/home-networking/range-extender/tl-wa850re/>. Accedido: 02-jun-2021.
- [4] “Wifi Analyzer,” 2021, [En línea]. Diponible en: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.farproc.wifi.analyzer>. Accedido: 11-jun-2021.
- [5] “Extensor de red Wi-Fi de doble banda AC1200 Linksys RE6500,” 2021, [En línea]. Diponible en: <https://www.linksys.com/es/p/P-RE6500/>. Accedido: 11-jun-2021.
- [6] I. Ros, “Crossband Repeating: todo lo que debes saber,” 2018, [En línea]. Diponible en: <https://www.muycomputer.com/2018/12/29/crossband-repeating-informacion/>. Accedido: 11-jun-2021.
- [7] “Adaptadores Powerline | TL-PA4010P KIT V5,” 2021, [En línea]. Diponible en: <https://www.tp-link.com/es/home-networking/powerline/tl-pa4010p-kit/>. Accedido: 11-jun-2021.