



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO

FACULTAD DE ADMINISTRACIÓN, FINANZAS E INFORMÁTICA

PROCESO DE TITULACIÓN

JUNIO 2021 – NOVIEMBRE 2021

EXAMEN COMPLEXIVO DE GRADO O DE FIN DE CARRERA

PRUEBA PRÁCTICA

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO EN SISTEMAS

TEMA:

Análisis de cobertura de la señal wifi para la fafi mediante un programa gráfico

EGRESADO:

José Andrés Chacón Peralta

TUTOR:

Ing. Alfredo Cevallos

AÑO 2021

INTRODUCCION

El presente estudio de caso denominado “*Análisis de cobertura de la señal wifi para la fafi mediante un programa gráfico*” es una investigación basada en la observación y pruebas técnicas usando programas que miden ciertos parámetros de las redes wifi los cuales permiten determinar la calidad de la misma.

Desde que aparecieron las conexiones Wifi estas han proporcionado una gran flexibilidad y facilidad de uso tanto en el hogar como en la empresa, sin embargo, la calidad de la señal impacta directamente en cómo se transportan los datos de un dispositivo a otro.

Los procesos educativos se han apoyado en las últimas décadas en el internet, ya que estos permiten a los docentes prestar mayor atención a las necesidades individuales de cada estudiante y al aprendizaje interactivo, más aún en estos tiempos de pandemia. Además, dentro de las instituciones de educación las redes wifi han aportado a mejorar la calidad de información que los estudiantes tienen a su disposición en cualquier momento.

El uso masivo de los dispositivos móviles en las instalaciones educativas requiere una buena infraestructura Wifi, soporte técnico, además de preveer los cambios necesarios de dispositivos por el incremento de usuarios. (Artigas, 1998)

Se procedió a realizar un inventario de todos los dispositivos utilizados dentro de la infraestructura de red Wifi en la FAFI, además de un monitoreo de la intensidad de señal mediante el uso de la aplicación gratuita llamada Wifiman disponible en la AppStore.

El presente caso de estudio identifica los niveles de cobertura de la red wifi disponible en las instalaciones de la Facultad de Administración, Finanzas e Informática (FAFI) y muestra los posibles problemas de conectividad, no se aplica a toda la universidad sólo a la facultad en mención.

DESARROLLO

Según (Castro, 2017), las redes informáticas son una herramienta a través de la cual las personas pueden compartir información y acercarse a la construcción del conocimiento. Aún más en la actual situación en que la pandemia obligó a las instituciones de educación a implementar estrategias para impartir contenidos académicos a los estudiantes en forma virtual.

De acuerdo con (Lederkremer, (2019).) existen varios tipos de redes informáticas:

1. Redes de área personal (PAN), es el tipo de red más básico consiste en un modem inalámbrico y varios computadores, teléfonos, impresoras inalámbricas, otros dispositivos conectados a la red en un rango menor a los 10 metros. Estas redes generalmente se encuentran en residencias y se gestionan desde un solo dispositivo.
2. Redes de área local (LAN), son las conocidas redes de área local muy usada en espacios de trabajo para compartir información, estas pueden usar diferentes protocolos de comunicación, sin embargo, abarcan un área geográfica limitada. A diferencia de las redes PAN, estas involucran más infraestructura de red y mayores alcances.
3. Red de área amplia (WAN), es la red usada para conectar amplias distancias sin importar que tan lejos se encuentren, su ejemplo más popular es el Internet él cual se ha convertido en el servicio más popular debido a su amplio alcance, la gestión de este tipo de redes es pública y se realiza a través de varios administradores.
4. Red de área de almacenamiento (SAN), este tipo de red no es tan conocida por los usuarios finales, pero es la preferida por los administradores por su alta velocidad y rendimiento. Las redes de tipo SAN están compuestas de hosts, conmutadores conectados mediante varios protocolos, se basa en bloques conecta los servidores con sus unidades de disco lógicas (LUN). El servidor divide y da formato a los bloques para un mejor aprovechamiento del almacenamiento compartido. Las implementaciones SAN constituyen dos tercios de todo el mercado del almacenamiento en red, diseñado para

eliminar los puntos únicos de error, una SAN bien diseñada es capaz de resistir fácilmente errores de componentes o dispositivos.

5. Red virtual privada (VPN), usada más a nivel empresarial ya que ofrece una conexión segura con cualquier otra red pública como por ejemplo internet. Se usan frecuentemente para acceder de manera remota a la red de la compañía desde cualquier lugar del mundo y accediendo como si lo hiciera de manera local. Además las VPN sirven para evitar que los datos de la compañía sean rastreados por terceros. Aumentan el desempeño de la empresa al permitir información online en forma segura.

En el gráfico #1 se puede observar una comparación de las características que brindan los distintos tipos de redes.

	PAN	LAN	MAN	WAN
ESTÁNDARES	Bluetooth	802.11a, 11b, 11g HiperLAN2	802.11 MMDS, LMDS	GSM, GPRS, CDMA, 2.5-3G
VELOCIDAD	<1 Mbps	2-54+Mbps	22+Mbps	10-384 Kbps
ALCANCE	Corto	Medio	Medio-largo	Largo
APLICACIONES	Peer-to-Peer Disp-a-Disp	Redes empresariales	Acceso fijo, última milla	PDA's, teléfonos móviles, acceso celular

En este diagrama vemos las características más importantes de los distintos tipos de redes analizados.

Gráfico #1. Comparativa de los tipos de redes.

Fuente. (Lederkremer, (2019).)

Las redes WLAN son muy usadas tanto en el ámbito empresarial como familiar, normalmente se requiere de puntos de acceso (Access Point) para compartir el servicio, pero dependiendo de la densidad de usuarios estas requieren una planificación más detallada. (Cisco, 2017)

Por otro lado, (Vallina, 2013) afirma que desde el punto de vista de implementación de redes WLAN, el estándar técnico mundial más usado es el 802.11 del IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers) este estándar tiene variaciones como el 802.11a, 802.11b, 802.11g, 802.11n, a continuación la familia de protocolos:

Estándar	Característica
IEEE 802.11	Estándar original con tasas de 1 y 2 Mbps trabajando a 2.4 GHz
IEEE 802.11a	Tasas de hasta 54 Mbps en 5 GHz, utiliza 52 subportadoras de OFDM
IEEE 802.11b	Tasas de hasta 11 Mbps en 2.4 GHz
IEEE 802.11c	Permite la comunicación de dos redes distintas
IEEE 802.11d	Permite que distintos dispositivos intercambien información
IEEE 802.11e	Mejoras para el soporte de calidad de servicio
IEEE 802.11f	Protocolo para la comunicación entre puntos de acceso
IEEE 802.11g	Tasas de hasta 54 Mbps en 2.4 GHz (compatible con 802.11b)
IEEE 802.11h	Trabaja en 5 GHz y propone extensiones para la compatibilidad con Europa
IEEE 802.11i	Mejoras en seguridad
IEEE 802.11j	Extensiones para Japón
IEEE 802.11k	Permite calcular y valorar los recursos de radiofrecuencia de los clientes
IEEE 802.11n	Mejoras mayores en la tasa de transmisión, trabaja en 2.4GHz y 5 GHz
IEEE 802.11p	Uso de 802.11 en vehículos, opera en 5.9 GHz y 6.2 GHz
IEEE 802.11r	Permite una rápida transición entre nodos
IEEE 802.11s	Redes en malla inalámbricas
IEEE 802.11t	Predicción de rendimiento inalámbrico para probar estándares y métricas
IEEE 802.11u	Uso conjunto con otras redes no-802
IEEE 802.11v	Gestión de la configuración de dispositivos cliente
IEEE 802.11w	Permite proteger la red ante ataques en las tramas de gestión inalámbrica
IEEE 802.11ac	Mejora las tasas de transferencia hasta 433 Mbit/s, opera en 5GHz
IEEE 802.11ax	Mayor rendimiento y eficiencia espectral global, opera en 2.4 GHz y 5 GHz

Fuente: (Escalona, 2008). Tecnologías de acceso para las ICTs : el instalador, los servicios y las redes de telecomunicaciones. Barcelona: Experiencia.

Además, (Marín, 2012) sostiene que las ondas de radio de la señal Wifi usan frecuencias entre 2.4Ghz y 5Ghz con la finalidad de tener una buena intensidad de señal que les permita enviar y recibir datos en una forma ágil. El método más usado para medir la intensidad de señal es mediante los dBm (decibelios relativos a un milivatio) los cuales se expresan en valores que van desde 0 a-100, en donde una señal -40 es más potente que una entre -80 y -40. La señal de Wifi también se ve afectada por el ruido (Benchimol, 2010), en donde un valor cercano a cero indica altos niveles de ruido, un ruido de -10 es mayor a uno de -40.

En la tabla #2 se indican las intensidades de señal de Wifi con el calificador sugerido y los usos adecuados:

<i>Intensidad de señal</i>	<i>Calificador sugerido</i>	<i>Usos sugeridos</i>
-30dbm	Excelente	Apropiada para cualquier uso
-50dbm	Excelente	Apropiado para cualquier uso
-65dbm	Muy bueno	Recomendado para los teléfonos inteligentes y tablets
-67dbm	Muy bueno	Suficiente para voz sobre IP y streaming de video
-70dbm	Aceptable	Se asegura la entrega fiable de paquetes, navegar por la web y envío de correos electrónicos
-80dbm	Malo	Conectividad básica, pero se pierden los paquetes
-90 dbm	Muy malo	Mucho ruido casi imposible realizar alguna actividad
-100 dbm	Peor	Ruido total en la línea

Tabla #2. Usos de Wifi recomendados según intensidad de señal

Fuente. (Falcón, 2010) Wi-fi: lo que se necesita conocer. San Fernando de Henares

ANTECEDENTES DE LA FACULTAD DE ADMINISTRACIÓN FINANZAS E INFORMÁTICA

A los 20 años de creada la Universidad Técnica de Babahoyo, con sus dos facultades de Ciencias de la Educación e Ingeniería Agronómica, la institución se sintió presionada por la comunidad, ya que el desarrollo de la provincia exigía nuevos horizontes profesionales para su desarrollo.

Atendiendo la demanda ciudadana, el Consejo Universitario de la Universidad Técnica de Babahoyo en sesiones del 4 y 14 de febrero de 1992 aprobó la creación del Centro de Carreras

Profesionales y Tecnológicas (C. E. P. I. T.) con las escuelas de Enfermería, Ingeniería Comercial, Informática y Computación, y Contabilidad y Auditoría. La acogida de la comunidad se tradujo en una alta matrícula.

La organización de los aspectos docentes y administrativos estuvo a cargo del vicerrector de entonces; el Pénsum se elaboró tomando como base los de las universidades de Guayaquil y Central de Quito.

La Facultad de Administración Finanzas e Informática es una Unidad Académica de la Universidad Técnica de Babahoyo, cuyo gobierno se estructura conforme lo determina el vigente Estatuto Universitario, su campo de acción se enmarca en una concepción moderna del quehacer educativo nacional propendiendo la formación de profesionales altamente calificados, a fin de que puedan afrontar con total probidad y eficiencia los retos que imponen el avance y desarrollo de la sociedad moderna.

Dentro de esta concepción, esta unidad académica provee la fórmula de sistema educativo que profesionalice a entes capaces de planear, dirigir, ejecutar y controlar sistemas administrativos, económicos productivos de salubridad en su radio de acción local, regional y nacional haciendo hincapié fundamentalmente en actividades que constituyen fuentes de riquezas para mejorar las actuales condiciones de vida de nuestra población.

En 15 de junio y el 22 de septiembre de 1996 el Consejo Universitario creó la Facultad de Administración, Finanzas e Informática con las Escuelas de Administración de Empresas y Gestión Empresarial, Ingeniería de Sistemas e Informática, Contaduría y Auditoría.

En la actualidad se realizó un rediseño de las carreras quedando con las siguientes denominaciones: Sistemas de Información, Comercio, Contabilidad y Auditorio.

El proveedor actual de servicios de internet (ISP Internet Service Provider) de la UTB es la empresa In.Planet S.A. y a la Facultad de Administración Finanzas e Informática llegan aproximadamente de 300 a 400mbps, estos proveedores son los encargados de implementar internet a través de diferentes tecnologías como ADSL (Bertolín, 2008), cablemodem, GSM, dial-up, fibra óptica, etc. La U.T.B. contrato el servicio de internet mediante la fibra óptica.

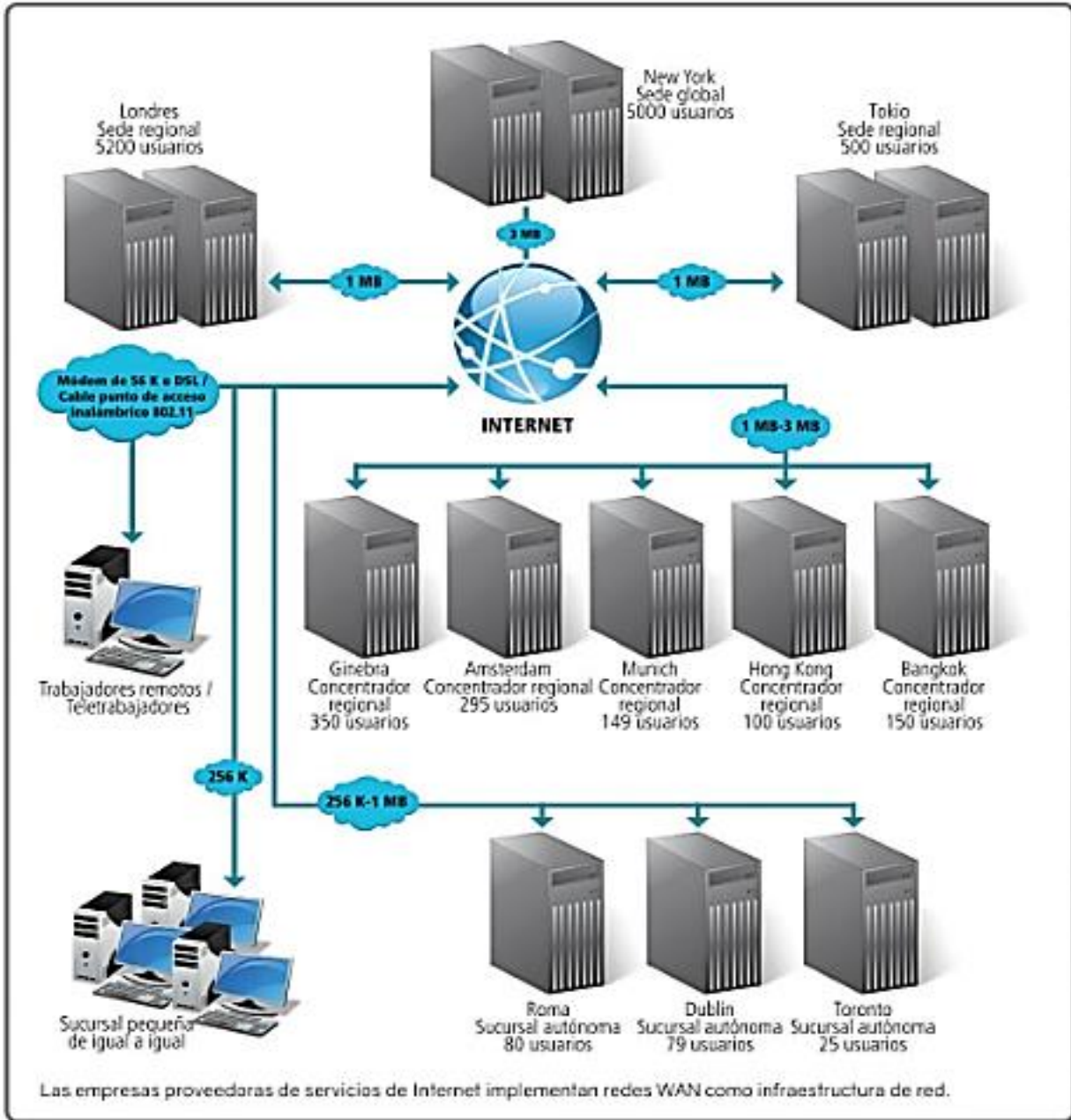


Gráfico 2. Implementación de redes Wan en empresas proveedoras de internet

Fuente. (Lederkremer, (2019).) Redes informáticas (1a ed.)

A continuación, en el gráfico #1 se muestra el diagrama físico de la red de datos para el acceso a internet de la UTB.

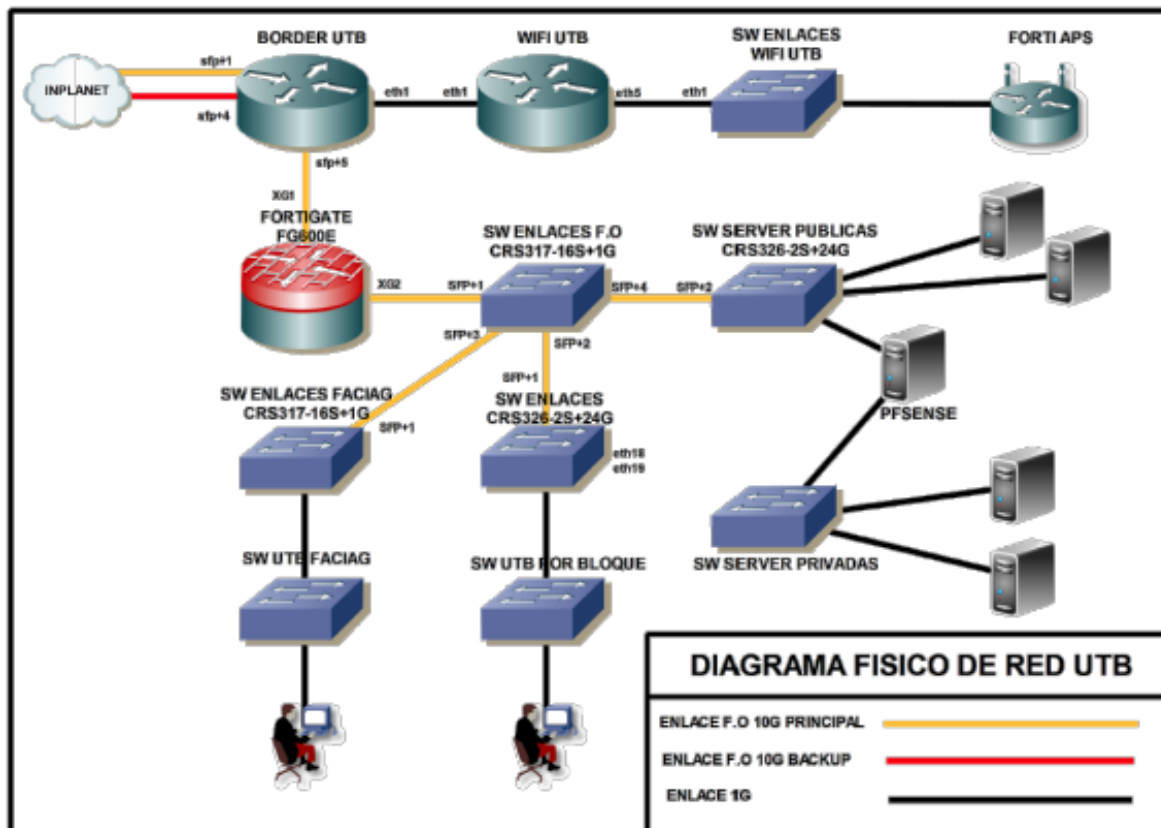


Gráfico #3. Diagrama físico de red UTB.

Fuente. Departamento de Sistemas UTB.

En el gráfico #3 es posible observar que utilizan el Fortigate FG600E como Firewall para la seguridad en general antes de los enlaces a los servidores que tienen información con el objetivo de mantener seguro los datos (Chiasserini, 2020).

Según la página del fabricante (FortiAp, 2021) entre las principales características del Firewall Fortigate tenemos:

- Fortinet FortiGate-600E - Dispositivo de seguridad de red con protección FortiCare y FortiGuard Enterprise de 3 años (24 x 7) (FG-600E-BDL-811-36)
- El FortiGate 600E ofrece capacidades de cortafuegos de próxima generación (NGFW) para empresas de tamaño mediano a grande desplegadas a nivel del campus o de rama empresarial. Protege contra amenazas cibernéticas con procesadores de seguridad de alta potencia para optimizar el rendimiento de la red, eficacia de seguridad y visibilidad profunda. El enfoque de

red impulsada por seguridad de Fortinet proporciona una integración ajustada de la red a la nueva generación de seguridad.

- La tela de seguridad ofrece una amplia visibilidad, prevención de rotura impulsada por AI, y operaciones automatizadas, orquestación y respuesta en todos los implementos de Fortinet y sus ecosistemas. Permite que la seguridad se expanda y se adapte dinámicamente a medida que se añaden más y más cargas de trabajo y datos. La seguridad sigue y protege los datos, los usuarios y las aplicaciones a medida que se mueven entre IoT (Dordoigne, 2006), dispositivos y entornos de nube en toda la red.
- Hardware Plus 24 x 7 FortiCare y FortiGuard Enterprise Protection incluye: soporte integral 24 x 7, reemplazo de hardware avanzado (NBD), firmware y actualizaciones generales, paquete de servicios empresariales (control de aplicación, IPS, AV, Botnet IP/Domain, servicio de malware móvil, filtración web, antispam, FortiSandbox Cloud incluyendo virus Outbreak y servicio de desactivación y reconstrucción, seguridad Calificación de servicio, industrial. Servicio de seguridad y servicio FortiConverter
- Firewall: 36 Gbps | IPS: 10 Gbps | NGFW: 9,5 Gbps | Protección de amenaza: 7 Gbps; | Interfaz: 2 x 10 GE SFP + ranuras, 10 x GE RJ45 puertos (incluyendo 1 x MGMT, 1 x puerto HA, 8 x ranuras GE SFP, SPU NP6 y CP99 Acelerado por hardware

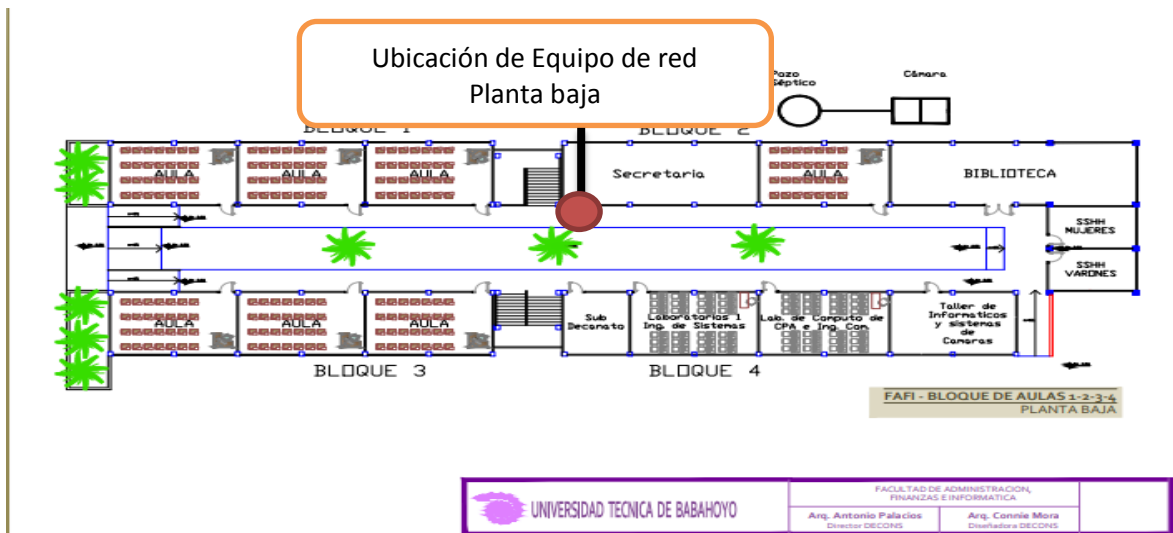


Gráfico #4. Ubicación de Equipo de red Wifi UTB en Planta Baja

Fuente: Ing. Gabriel Beltrán Analista de Construcciones DECONS

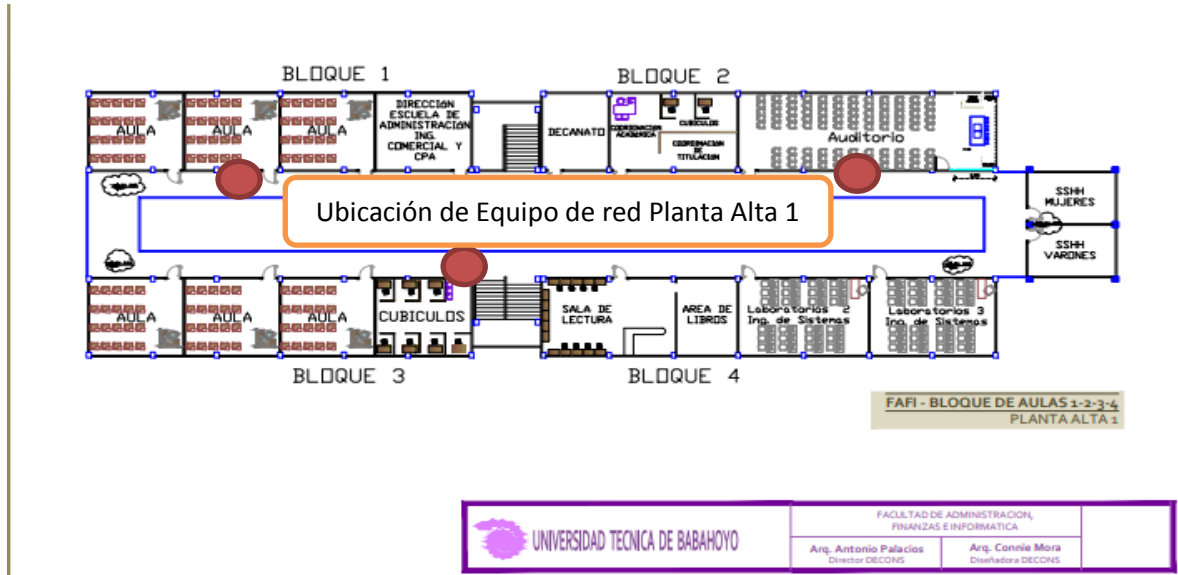


Gráfico #5. Ubicación de Equipo de red Wifi UTB en Planta Baja

Fuente: Ing. Gabriel Beltrán Analista de Construcciones DECONS

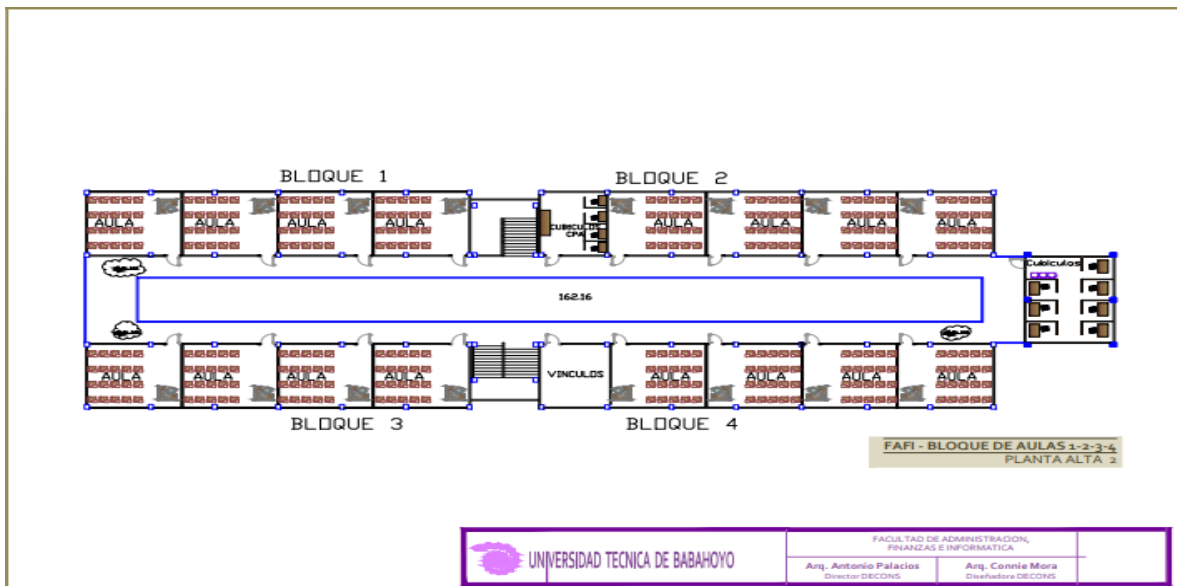


Gráfico #6. Ubicación de Equipo de red Wifi UTB en Planta Baja

Fuente: Ing. Gabriel Beltrán Analista de Construcciones DECONS

A continuación, se describe la distribución de los equipos de red encontrados en las instalaciones:

Tabla 1. Número de AP's instalados

<i>Edificio</i>	<i>Planta</i>	<i>Nro de Aps</i>
Facultad de Administración Finanzas e Informática	Baja	1
	Alta 1	3
	Alta 2	0
Total		4

Fuente. Andres Chacón

Después de recorrer las instalaciones de la FAFI se observó 4 puntos de acceso inalámbrico del modelo FAP-224E-A como se puede observar en el gráfico #3, esta información se corrobora con la entregada por el departamento de sistemas como podemos observar en Gráfico #4.

Descripción de los equipos instalados



Gráfico #7. Punto de Acceso Inalambrico Fortinet FAP-224E-A

Fuente. Andres Chacón

Los puntos de acceso FortiAP (TM) son administrados centralmente por el controlador WLAN integrado de cualquier seguridad FortiGate® dispositivo o mediante el aprovisionamiento de FortiLAN Cloud y portal de gestión. Con la integración de la inalámbrica la funcionalidad del controlador en el FortiGate líder del mercado dispositivo, estos AP son perfectos para campus y sucursales despliegues. Security Fabric de Fortinet le permite fácilmente administre la seguridad

inalámbrica (Griera, 2008) y por cable desde una consola de administración de panel único y proteja su red de las últimas amenazas de seguridad.



Gráfico #8. Planta baja

Fuente. Andres Chacón

Procedimiento de toma de medidas y análisis del tráfico de red

Se realizó un recorrido por todas las instalaciones de la Facultad de Administración Finanzas e Informática, para constatar la calidad de la señal Wifi (Mouteira, 2011) mediante el uso de la App gratuita Wifiman y el celular marca Huawei P30 Lite.

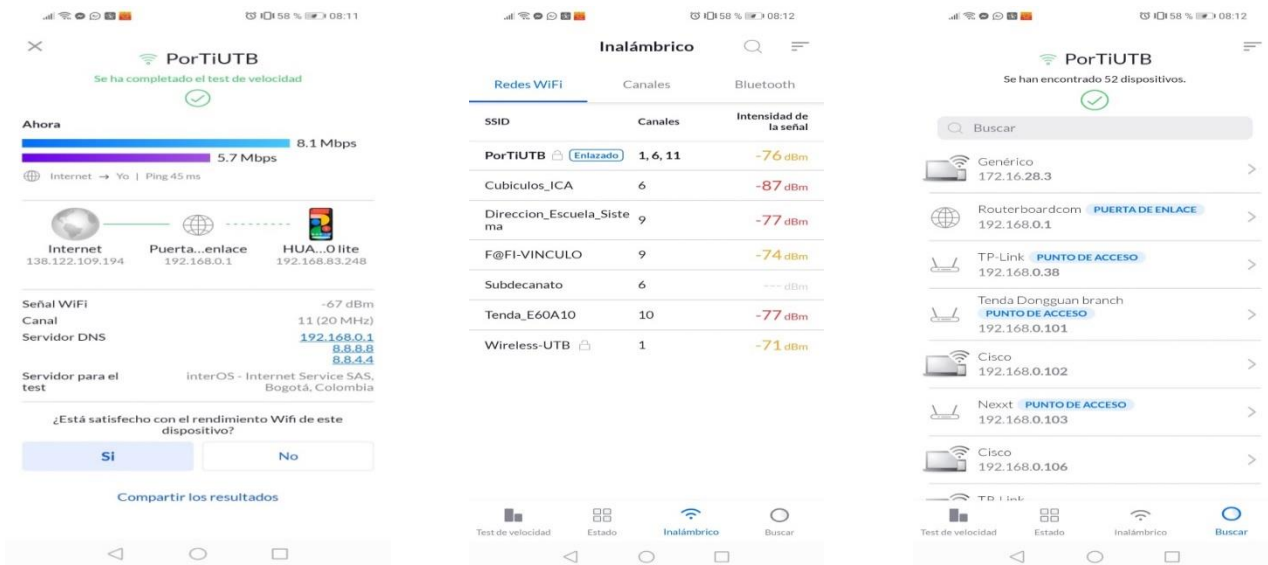


Gráfico #8. Resultados obtenidos en Planta Baja

Fuente. Andres Chacón

Los recorridos se realizaron por plantas separadas para poder evaluar la cobertura disponible de la señal wifi en todo el edificio.

En la planta baja se detectan varios puntos de acceso, algunos de libre acceso y otros protegidos con contraseña. Y un total de 52 dispositivos conectados a la red PortiUTB. A pesar de que la FAFI dispone de aproximadamente 300 megas, el estudio revela que sólo se disponen de 8.10 Mb en la planta baja. La intensidad o potencia de la señal apenas alcanza los -67 dBm lo cual denota que se encuentra en un punto intermedio de calidad, no es buena pero tampoco es mala si consideramos que esta intensidad de señal (Soto, 2016) será suficiente para voz sobre IP y streaming de vídeo.

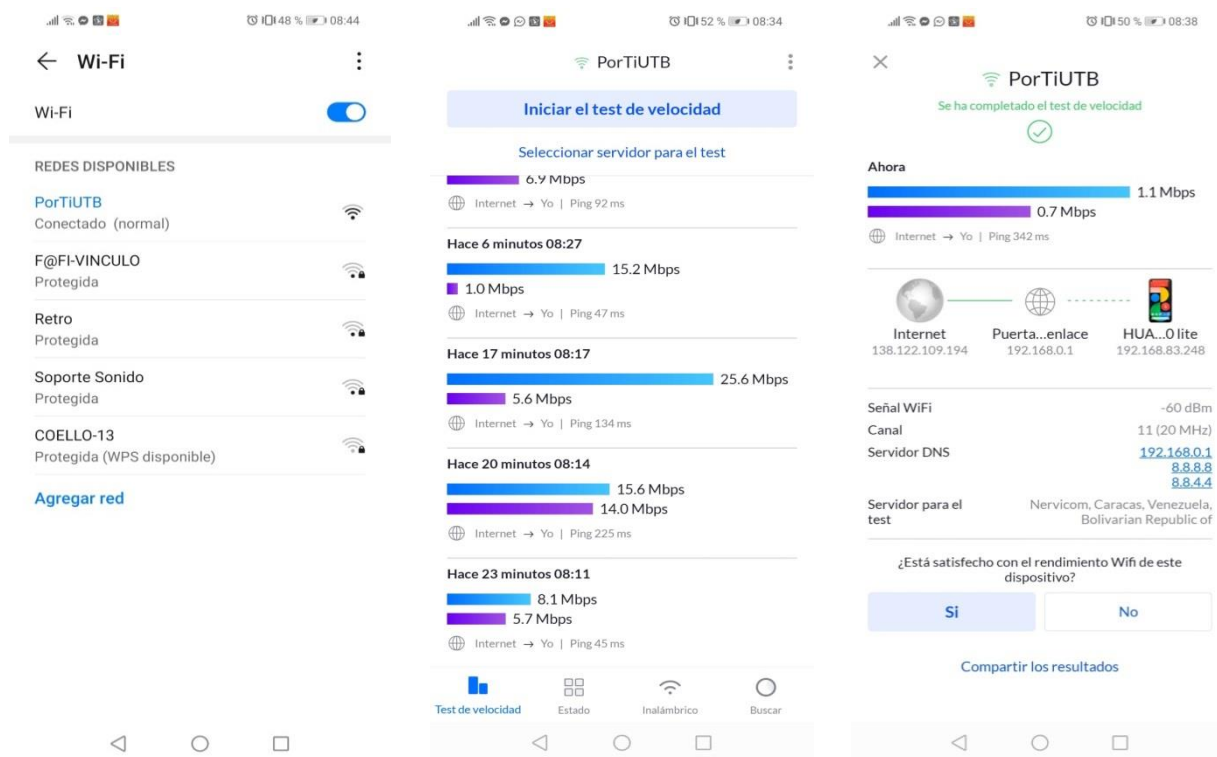


Gráfico #9. Resultados obtenidos en Planta Alta 1

Fuente. Andres Chacón

En la planta alta 1 se detectan varios puntos de acceso, algunos de libre acceso y otros protegidos con contraseña. Y un total de 52 dispositivos conectados a la red PortiUTB. A pesar de que la FAFI dispone de aproximadamente 300 megas, el estudio revela que sólo se disponen de

1.10 Mb en la planta baja. La intensidad o potencia de la señal apenas alcanza los -60 dBm siendo este valor de calidad aceptable para los trabajos estudiantiles, mejor que el de planta baja

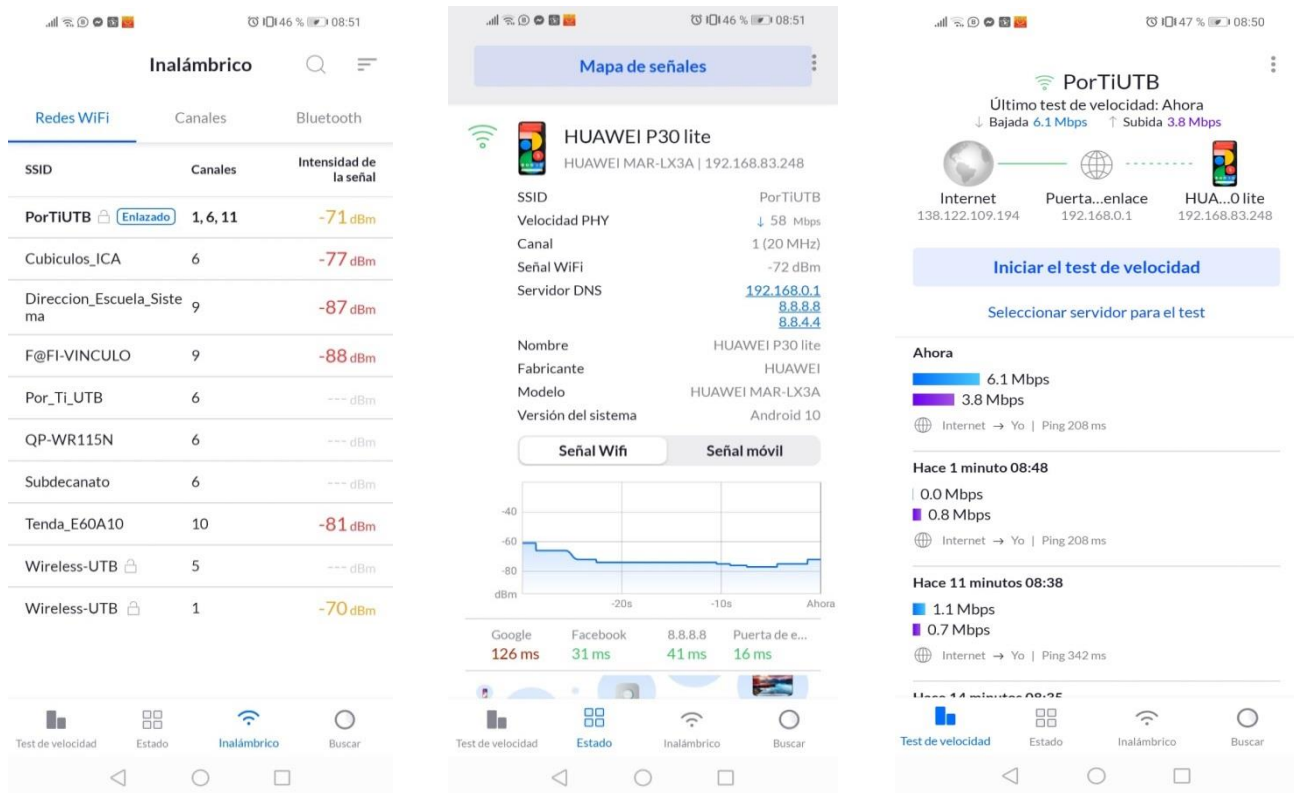


Gráfico #10. Resultados obtenidos en Planta Alta 2

Fuente. Andres Chacón

En planta alta 2 se detectan varios puntos de acceso, algunos de libre acceso y otros protegidos con contraseña. Y un total de 52 dispositivos conectados a la red PortiUTB. A pesar de que la FAFI dispone de aproximadamente de 300 megas, el estudio revela que sólo se disponen de 6.10 Mb en la planta baja. La intensidad o potencia de la señal apenas alcanza los -72 dBm siendo este valor de calidad bajo con intensidad mínima donde la entrega de paquetes no es fiable, la navegación por la web es casi nula y tampoco es posible enviar/recibir correos electrónicos.

Se debe de ingresar insertar de los mismo Access point por lo mínimo 5 mas para tener una mayor cobertura en la cual están valorado en 400 dólares en equipo por unidad en calculo en general seria 2000 dólares una suma no tan alta y poder dar una mejor calidad de wifi para la facultad ya que también tenemos que tener en cuenta que tenemos unos 3000 estudiante en la facultad en la cual debemos de contar de 5000 megas para repartir a 1.5 megas por estudiante teniendo en cuenta el laboratorio, decanato, librería, secretaria, cubículos de vinculación y titulación que se lleva unos 3000 megas y que los 3000 estudiante lo repartimos en diferente secciones matutina, vespertina, nocturna en la cual nos quedan en promedio de 2000 megas para 1000 estudiante repartiéndolo a 2 megas por estudiante.

CONCLUSIONES

- En concordancia con lo analizado para mejorar la calidad de la señal se debe instalarse al menos 3 puntos de acceso de repetidores wifi en cada piso de la facultad de administración finanza e informática en la cual se necesita más en la planta baja y en su último piso ya que en la planta intermedia si cuenta con tres puntos de acceso wifi.
- Se debe realizar actualizaciones periódicas cada seis meses para identificar la densidad de usuarios de la red y asegurar un excelente servicio de internet.
- Después de realizar el análisis de intensidad de señal se puede evidenciar que existe una insuficiente cantidad de puntos de acceso en la facultad, lo cual provoca falta de intensidad de señal wifi o deficiencia del mismo sobre todo en el último piso ya que realizando un test de velocidad llega a 0.8 a 1.1Mbps que es una velocidad muy insuficiente para navegar correctamente.

Resumen

La conectividad del wifi se basa en ondas de radio entre los puntos de acceso y el dispositivo inalámbrico que ha solicitado la descarga de archivos, correos, navegación por internet, entre otras.

Debido a la pandemia del COVID 19 el uso del internet se ha convertido en un servicio de vital importancia para el desenvolvimiento de las actividades académicas en las instituciones de educación, sin embargo, la calidad del servicio impacta directamente en el éxito o fracaso del mismo.

En la Universidad Técnica de Babahoyo siempre se han realizado grandes inversiones con respecto al servicio de internet, en la actualidad tienen firmado contrato con la empresa In. Planet S.A., a la Facultad de Administración Finanzas e Informática le llegan aproximadamente 300megas a la red gratuita PortiUTB.

Para el presente estudio de caso se realizó un inventario de los dispositivos de red conectados y el análisis de las intensidades de señal en cada piso del edificio, se usó la app móvil Wifiman y se pudo encontrar diferentes niveles de cobertura de red wifi.

Después de realizar el estudio, se sugiere instalar más puntos de acceso de internet, sobre todo en la planta alta para garantizar el servicio de internet para los estudiantes y docentes.

Palabras clave: Wifi, intensidad de señal, red, conectividad, internet

Summary

Wi-Fi connectivity is based on radio waves between the access points and the wireless device that has requested the downloading of files, emails, Internet browsing, among others.

Due to the COVID 19 pandemic, the use of the internet has become a vitally important service for the development of academic activities in educational institutions, however, the quality of the service directly impacts its success or failure.

At the Technical University of Babahoyo, large investments have always been made with respect to internet service, currently they have signed a contract with the company In.Planet SA, the Faculty of Administration, Finance and Information Technology receives approximately 300megas to the free PortiUTB network .

For the present case study, an inventory of the connected network devices was carried out and the analysis of the signal strengths on each floor of the building, the Wifiman mobile app was used and it was possible to find different levels of Wi-Fi network coverage.

After conducting the study, it is suggested to install more internet access points, especially on the upper floor to guarantee internet service for students and teachers.

Keywords: Wifi, signal strength, network, connectivity, internet

Bibliografía

- Artigas, J. &. (1998). *Redes de banda ancha*. Barcelona: Marcombo.
- Benchimol, D. (2010). *Hardware paso a paso : armando, actualización y solución de problemas para la computadora*. . Banfiel-Lomas de Zamora: Andina Gradi.
- Bertolín, J. (2008). *Seguridad de la información : redes, informática y sistemas de información*. Madrid: Paraninfo Cengage Learning.
- Castro, G. (13 de Marzo de 2017). *bitstream*. Obtenido de bitstream:
<http://192.188.52.94/bitstream/3317/7692/1/T-UCSG-PRE-TEC-ITEL-190.pdf>
- Chiasserini, C. G. (2020). *Modelado analítico de sistemas de comunicación inalámbrica*. Iste International.
- Cisco. (2017). *Wireless LAN Design Guide For high-density client environments in higher education*.
- Dordoigne, J. (2006). *Redes informáticas : nociones fundamentales*. Barcelona: ENI.
- Escalona, A. (2008). *Tecnologías de acceso para las ICTs : el instalador, los servicios y las redes de telecomunicaciones*. Barcelona: Experiencia.
- Falcón, J. &. (2010). *Wi-fi : lo que se necesita conocer*. San Fernando de Henares . Madrid: RC libros.
- FortiAp. (8 de 09 de 2021). *FortiAP Series Data Sheet*. Obtenido de
<https://www.fortinet.com/content/dam/fortinet/assets/data-sheets/fortiap-series.pdf>
- Griera, J. O. (2008). *Estructura de redes de computadores*. . Barcelona: Editorial UOC.
- Lederkremer, M. ((2019).). *Redes informáticas (1a ed.)*. Six Ediciones.
- Marín, F. (2012). *Mantenimiento de infraestructuras de redes locales de datos*. . Málaga: IC Editorial.
- Mouteira, R. (2011). *Instalación de redes informáticas de ordenadores guía de técnicas y procedimientos para la verificación y puesta a punto*. . Vigo: IdeasPropias.
- Soto, M. (2016). *Interconexión de redes privadas y redes públicas*. . Paracuellos de Jarama: Ra-Ma.
- Vallina, M. (2013). *Infraestructuras de redes de datos y sistemas de telefonía : [Electricidad-electrónica*. . Madrid: Paraninfo.