

Análisis de Solución a la Infraestructura Inalámbrica en la Universidad de Ibagué

Miguel Ángel Cano Pedraza

Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD)

Escuela de Ciencias Básicas, Tecnología e Ingeniería (ECBTI)

Ingeniería de Sistemas

Ibagué

2020

Análisis de Solución a la Infraestructura Inalámbrica en la Universidad de Ibagué

Miguel Ángel Cano Pedraza

Celso Javier Rodríguez Pizza

Director

Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD)

Escuela de Ciencias Básicas, Tecnología e Ingeniería (ECBTI)

Ingeniería de Sistemas

Ibagué

2020

Página de aceptación

Nota de aceptación

Firma del presidente del Jurado

Firma del Jurado

Agradecimientos

Dios es principalmente el ser más maravilloso que conozco y que hasta hoy me ha brindado un sin número de oportunidades en todo el transcurso de mi vida, esta es una de ellas, ahora me encuentro casi en la cima de una de las metas que me he propuesto en la vida. Él es la razón de ello, también me bendijo con una gran familia, no son perfectos pero para mí son excelentes personas, quiero agradecerles a ellos por todo el apoyo brindado en este proceso, en esta etapa que traerá muchos frutos con el pasar del tiempo, toda esa buena energía transmitida y los mejores deseos que me pueden brindar esa es la acción que más valoro de cada uno de ellos.

Tabla de contenido

Introducción.....	13
Objetivos.....	15
Objetivo General.....	15
Objetivos Específicos	15
Formulación del problema.....	16
Justificación	19
Marco de referencia	21
Marco teórico	21
Marco conceptual	25
Marco contextual.....	29
Metodología	31
Conceptualización.....	31
Diseño.....	31
Contextualización de la información.....	32
Análisis.....	32
Documentación.....	32
Identificación de la situación actual.....	33
Software para el diseño y diagnóstico de la Infraestructura Wifi	33
Realización de planos de cada uno de los edificios de la universidad.....	34
Realización de encuesta para toma de datos en tiempo real.	55
Encuesta para recolección de datos.....	55

Recolección de datos en plataforma.....	57
Mapa de calor de acuerdo con la ubicación de todos los Access Point.....	58
Datos recolectados en el Software Survey123.....	59
Análisis de configuración de la Infraestructura Inalámbrica	64
Validación de configuración de la Controladora.	66
Propuesta de mejoras para la solución de conectividad Wifi	73
Validación de potencias en cada uno de los AP	73
Ajuste en la configuración de los canales de los AP (Access Point)	74
Evaluación de puntos ciegos.	74
Reemplazo de los Access Point antiguos por Tecnología Nueva – Renovar	75
Migración de Controladora Física a Controladora en Nube	75
Desarrollo de aplicación de la Infraestructura Inalámbrica.	75
Aplicación funcional.....	77
¿Cómo funciona la aplicación?.....	77
Conclusiones.....	80
Recomendaciones.....	81
Bibliografía.....	82

Lista de tablas

Tabla 1 Herramientas de Software	33
Tabla 2 Datos recolectados en survey 123	59
Tabla 3 Access point registrados en la controladora y sus configuraciones	68

Lista de figuras

Figura 1 Plano de ubicación de AP en bloques 1 y 2	34
Figura 2 Plano de ubicación de AP en bloques 3 y 4	35
Figura 3 Plano de ubicación de AP en bloque 5 y 6.....	35
Figura 4 Plano de ubicación de AP en bloque 7.....	36
Figura 5 Plano de ubicación de AP de Rectoría piso 2.....	36
Figura 6 Plano de ubicación de AP en Rectoría	37
Figura 7 Plano de ubicación de AP en Casona.....	37
Figura 8 Plano de ubicación de AP en Avaco	38
Figura 9 Plano de ubicación de AP en Paz y Región	38
Figura 10 Plano de ubicación de AP en Bienestar Universitario	39
Figura 11 Plano de ubicación de AP en Bienestar piso 2	39
Figura 12 Plano de ubicación de AP en Biblioteca piso 1	40
Figura 13 Plano de ubicación de AP en Biblioteca piso 2.....	40
Figura 14 Plano de ubicación de AP en Proyectos especiales	41
Figura 15 Plano de ubicación de AP en Consultorio jurídico.....	41
Figura 16 Plano de ubicación de AP en Consultorio psicológico.....	42
Figura 17 Plano de ubicación de AP en Laboratorio de Psicología.....	42
Figura 18 Plano de ubicación de AP en ciencias económicas	43
Figura 19 Plano de ubicación de AP en Mercadeo piso 1	43
Figura 20 Plano de ubicación de AP en Mercadeo piso 2	44
Figura 21 Plano de ubicación de AP en Administrativa.....	44
Figura 22 Plano de ubicación de AP en Idiomas piso 1	45
Figura 23 Plano de ubicación de AP en idiomas piso 2	45
Figura 24 Plano de ubicación de AP en Idiomas piso 3	46
Figura 25 Plano de ubicación de AP en Humanidades piso 1	46

Figura 26	Plano de ubicación de AP en Humanidades piso 2	47
Figura 27	Plano de ubicación de AP en el CEP piso 1	47
Figura 28	Plano de ubicación de AP en el CEP piso 2	48
Figura 29	Plano de ubicación de AP en el CEP piso 3	48
Figura 30	Plano de ubicación de AP en Derecho piso 1	49
Figura 31	Plano de ubicación de AP en Derecho piso 2	49
Figura 32	Plano de ubicación de AP en Derecho piso 3	50
Figura 33	Plano de ubicación de AP en Derecho piso 4	50
Figura 34	Plano de ubicación de AP en Ingeniería piso 1	51
Figura 35	Plano de ubicación de AP en Ingeniería piso 2 - a	51
Figura 36	Plano de ubicación de AP en ingeniería piso 2 - b	52
Figura 37	Plano de ubicación de AP en Bloque 8 y 9	52
Figura 38	Plano de ubicación de AP en bloque 8 y 9 piso 2	53
Figura 39	Plano de ubicación de AP en bloque 8 y 9 piso 3	53
Figura 40	Plano de ubicación de AP en zona de descanso	54
Figura 41	Plano de ubicación de AP en nuevos laboratorios	54
Figura 42	Plano del nuevo bloque de Consultorio jurídico	55
Figura 43	Datos a consultar en survey123	56
Figura 44	Datos a consultar en survey123 – parte 2	56
Figura 45	Datos a consultar en survey123 – parte 3	57
Figura 46	AP ubicados en el mapa	58
Figura 47	Mapa de calor – cobertura global de AP	58
Figura 48	Controladora wifi - Ruckus	66
Figura 49	Configuración de bandas por AP	66
Figura 50	Configuración por grupos de Access Point	67
Figura 51	Insertando tabla de atributos al mapa	76

Figura 52 Configuración de simbología.....	76
Figura 53 Creación de aplicación con web Appbuilder.....	77
Figura 54 Aplicación web funcional	78

Resumen

Se realizó un análisis de toda la infraestructura inalámbrica cuyo propósito es documentar toda la información recolectada de la solución wifi, se tiene en cuenta todos los puntos de vista de docentes, estudiantes y administrativos de la Universidad de Ibagué. Para lograr los mejores resultados en este proyecto, se recolecta toda la información requerida para conocer las ubicaciones en tiempo real y las configuraciones actuales de cada uno de los AP, los datos se pueden visualizar en una aplicación interactiva, que facilita cualquier acción correctiva para el administrador al momento de identificar alguna posible falla. Por lo tanto, se concluye, que de acuerdo con la problemática encontrada, al desconocer cómo se encuentra gran parte de la infraestructura inalámbrica, se ha evidenciado intermitencia y problemas expuestos por los usuarios al momento de conectarse a la red. Las altas ventajas de las conexiones inalámbricas tienden a impactar notablemente en el futuro, por ende, la universidad a través de este proyecto logra un análisis en tiempo real, monitoreo y revisión de configuración que permite validar puntos sin cobertura, mejoras y documentación de la red wifi al interior del campus (Geolocalización de Access Point) con el objetivo de preparar la infraestructura y proyectarla para un servicio de calidad.

Palabras claves: Access Point, configuración, coordenadas, geolocalización, planos, potencias, cobertura.

Abstract

An analysis of the entire wireless infrastructure was carried out, the purpose of which is to document all the information collected from the Wi-Fi solution, taking into account all the points of view of teachers, students and administrators of the University of Ibagué. To achieve the best results in this project, all the information required to know the real-time locations and current configurations of each of the APs is collected, the data can be viewed in an interactive application, which facilitates any corrective action for the administrator when identifying any possible failure. Therefore, it is concluded that, according to the problems found, by not knowing how much of the wireless infrastructure is located, intermittence and problems exposed by users when connecting to the network have been evidenced. The high advantages of wireless connections require a noticeable impact in the future, therefore, the university through this project achieves a real-time analysis, monitoring and configuration review that allows validating points without coverage, improvements and documentation of the network Wi-Fi inside the campus (Geolocation of Access Point) in order to prepare the infrastructure and project it for a quality service.

Key words: Access Point, configuration, coordinates, geolocation, plans, powers, coverage.

Introducción

Las redes inalámbricas son de vital importancia para las organizaciones, en la Universidad de Ibagué se utiliza como una de las principales herramientas de enseñanza y aprendizaje tanto en las aulas de clase como en la ejecución de diversos procesos educativos que realizan todas las áreas dentro del campus universitario, por lo cual, se debe ofrecer un servicio wifi compuesto por una infraestructura robusta que permita la interconexión simultánea de un gran número de usuarios. De acuerdo con lo anterior, en el presente proyecto se llevó a cabo un estudio que comprueba el requerimiento y comportamiento del servicio de Internet en cada uno de los dispositivos de los usuarios finales. Es importante tener en cuenta que todos los dispositivos no son iguales, la tecnología avanza a pasos agigantados en donde algunos equipos quedan obsoletos en un par de años y dejan de ser compatibles con la mayoría de los servicios actuales.

El método para el desarrollo de este proyecto se basa en la recolección de información de una manera interactiva pero con unos resultados precisos, debido a que consiste en crear una aplicación, que en tiempo real muestre al usuario la ubicación exacta de cada AP y toda la información importante que consigo puede incluir para facilitar todo el conocimiento de la infraestructura inalámbrica.

En el panorama actual de la infraestructura brindada, el análisis de configuración y su funcionamiento deben ir paralelos en base a un objetivo de calidad, en donde a medida que se identifican las falencias, se proyectan planes de mejora que actúan en pro del avance y desarrollo tecnológico ya preparado, para un escenario visualizado a un par de años más adelante. Es claro que con el pasar del tiempo se debe ir actualizando la tecnología, esto como una buena práctica de corrección de fallas y renovación de equipos, todo esto, teniendo

en cuenta que esa transición genera un gran impacto económico pero la calidad debe convertirse en el objetivo central.

Cada uno de los objetivos de este proyecto busca facilitar la administración del área encargada, enlazando de la mejor manera toda la información que engloba la solución wifi y que busca entregar un completo informe donde se exponen ubicaciones, configuraciones, lugares sin conexión, opciones de mejoras y aplicación de geolocalización. Es muy interesante conocer el funcionamiento de esta tecnología, en lo que respecta a la comunicación entre equipos con una controladora que administra de manera centralizada toda la configuración.

Este informe es un importante avance para la universidad, debido a todo el contenido valioso adquirido en cada uno de los procesos realizados para conseguir la totalidad de la información, entre ellos: la interacción con el funcionamiento de la red, la construcción de planos para visualizar cada ubicación, el análisis de cobertura, análisis de conexiones por parte de los usuarios, radios de cobertura por mapa de calor y desarrollo de la aplicación que se enlaza con el mapa geográfico y todos los datos recolectados.

El actual proyecto generará un valor social significativo, el cual consiste en brindar un servicio de red inalámbrica de calidad a estudiantes, docentes y administrativos pertenecientes a la universidad, permitiéndoles desarrollar sus actividades de forma efectiva y eficiente, lo cual, conlleva al logro de la misión y visión de la Universidad de Ibagué.

Objetivos

Objetivo General

Evaluar la infraestructura de la red inalámbrica en la Universidad de Ibagué, con la finalidad de proporcionar al área encargada la información pertinente del estado actual de la misma y las diversas opciones de mejora para aumentar la eficiencia del servicio.

Objetivos Específicos

Identificar el estado actual de la infraestructura en que se encuentra la red Inalámbrica de la Universidad de Ibagué.

Localizar geográficamente todos los Access Point (AP), así como validar la referencia de los mismos.

Evaluar el desempeño y comportamiento de la red a través de las pruebas de conexión.

Elaborar un plan de mejora de la infraestructura y sus aspectos a tener en cuenta.

Formulación del problema

La infraestructura inalámbrica de la Universidad de Ibagué no cuenta con las ubicaciones en tiempo real de los Access Point que actualmente están instalados dentro del campus, ni a donde se encuentran conectados lógicamente, adicional pero no menos importante no tiene documento que permita conocer las configuraciones y referencias de los Access Point para que el personal encargado pueda realizar un análisis, configuraciones pertinentes o en caso de una falla física tomar medidas correctivas de algún dispositivo.

La raíz del problema se identificó en gran parte por los comentarios de los usuarios (estudiantes, docentes y administrativos) a través de las pruebas y reportes en la mesa de ayuda donde se han venido registrando estas fallas con el servicio de Internet Inalámbrico. Parte de estas causas, han sido el crecimiento progresivo de la universidad en cuanto a espacios físicos donde no se proyecta cobertura wifi, trayendo como consecuencia, costos adicionales para brindar servicio en estos sitios luego de cualquier adecuación, debido a la no planeación de la conectividad y por no ser incluida como herramienta importante para la organización en cada proyecto físico.

Lo que se busca con este proyecto es identificar en donde están las fallencias y así poder brindar un informe detallado donde muestre al área encargada las modificaciones, correcciones y adiciones de equipos que se deben hacer.

La compañía fabricante de equipo de red, Ruckus Wireless, explicó en ese sentido que unos de los problemas que enfrentan las instituciones educativas son la baja calidad de la señal inalámbrica.

Además, un bajo desempeño de la red, fallas de seguridad y la falta de control de la señal. Al respecto, el ingeniero de ventas de Ruckus Wireless, Jorge Avello, afirmó que cada

vez son más los estudiantes que llevan a las universidades dispositivos que consumen mayor ancho de banda, toda vez que suben, descargan y transmiten contenido. (Notimex, 2016)

Otra causa a este problema que es muy común en las redes inalámbricas, es la interferencia de la señal, ya sea por las edificaciones o electrodomésticos que se encuentren en el lugar.

Las señales Wireless pueden tener problemas para penetrar/atrasar objetos sólidos que pueden estar formados de muchas cosas, como pueden ser colinas, edificios, simples paredes y también personas. Cuanto mayor sea el número de obstáculos que existan entre el transmisor y el receptor, mayor posibilidad de que el nivel de señal se vea degradado debido a los obstáculos, por lo que se ha de intentar tener siempre visión directa entre emisor y receptor. Esto en el mundo real es imposible, pero es posible minimizar estos efectos si utilizamos las frecuencias adecuadas. (WifiSafe, 2016)

Las consecuencias de no solucionar las fallas identificadas pueden generar impactos fuertes dentro de la universidad puesto que las dos formas de conectividad dentro del campus son la red cableada y la red inalámbrica, como buena práctica la red inalámbrica se convierte en un respaldo en caso de que la red cableada falle y si esta solución no se encuentra estructurada adecuadamente podría en algún momento convertirse en una afectación crítica.

También existe como consecuencia, la pérdida de espacios de enseñanza en el aula de clase debido a que la mayoría de docentes utilizan herramientas que requieren acceso a Internet. El impacto negativo hoy día por no contar con conectividad en el sector educación es bastante alto, según Duart (2011, p.10):

La introducción y el uso de internet en la universidad han transformado sus modelos organizativos, tecnológicos, comunicativos y educativos. Si bien las transformaciones iniciales a partir de la introducción de internet en la universidad se centraban en el ámbito

organizativo y comunicativo (web institucional, acceso a las calificaciones, biblioteca online, acceso a la planificación docente, carpetas de documentos virtuales, etc.), hoy en día podemos decir que la gran transformación se centra en el ámbito educativo y es el resultado de un modelo de integración de la tecnología en los procesos de enseñanza y aprendizaje.

Justificación

De acuerdo con Mejía y Gómez (2017), el Internet se ha convertido en un instrumento imprescindible para el desarrollo de nuevos modelos de enseñanza y a su vez, es una potente herramienta didáctica que permite el acceso a una cantidad enorme de información y abre nuevos canales de comunicación, rompiendo barreras temporales y espaciales.

La Universidad de Ibagué en la actualidad tiene un amplio número de profesionales en formación, proyectados a aplicar todos los conocimientos adquiridos durante su proceso de aprendizaje. Dentro de la institución, el Internet se ha convertido en una herramienta clave que permite la comunicación, enseñanza, consulta y consolidación de información valiosa para el desarrollo social e ideas de innovación regional.

Según Carballar (2010), la tecnología inalámbrica está ocupando rápidamente las preferencias de todo tipo de usuarios, especialmente en las universidades que se componen de campus abiertos, debido a que la red Wifi permite movilidad, flexibilidad y que una gran variedad de equipos informáticos pueda interconectarse sin necesidad de utilizar cables. Por lo anterior, surge la necesidad de alcanzar una mayor cobertura de internet inalámbrico dentro del campus universitario, pero sin una documentación sólida es muy difícil identificar todos los puntos débiles de conexión; desde allí se propone realizar un proceso metodológico completo por medio de la conceptualización de las redes inalámbricas, el diseño de planos de ubicación de los Access Point (AP), contextualización de la información, análisis de los dispositivos y finalmente la documentación de cada proceso.

Por otra parte, de acuerdo con Rico, Sánchez y Portillo (2014) las señales emitidas por un dispositivo (AP) se ven afectadas por su entorno, disminuyendo la velocidad de los datos o presentándose interferencias, sin embargo, también depende del equipo receptor o modelo del mismo; la mala señal o poca cobertura en un lugar, es una de las fallas más

comunes encontradas para esta solución, adicionalmente en muchos casos no se tiene en cuenta la capacidad máxima de conexiones por usuarios, trayendo consigo problemas de saturación y bloqueo del equipo, causando la caída del servicio de Internet.

Teniendo en cuenta que conocer la situación actual de la red permite controlar y vigilar el funcionamiento y rendimiento de la misma, con el fin de evitar que la navegación sea lenta debido a la congestión dentro de las instituciones (Ballestas, 2019, p.3) ; se propone recolectar y organizar toda la información de los equipos AP en una aplicación funcional de geolocalización, lo cual, conlleva a que el área encargada cuente con un esquema completo de la red inalámbrica con los parámetros de despliegue para futuras correcciones o modificaciones, optimizando la eficiencia de respuesta de los dispositivos, proyectándose hacia nuevas tecnologías y obteniendo resultados positivos del servicio por parte del funcionamiento de navegación para los usuarios.

Marco de referencia

Marco teórico

A través de la historia, se ha podido observar la evolución del ser humano en base al desarrollo de sus conocimientos y la forma de querer facilitar la vida cotidiana en muchos de sus aspectos. La era de la tecnología encapsulada en el mundo del Internet ha impulsado a la humanidad a crear una solución que permite la comunicación de datos de forma inalámbrica.

Claramente el enfoque en el desarrollo de este proyecto es la conectividad Wifi (inalámbrica) y teniendo en cuenta los aspectos claves desde su creación.

Se conoce que la primera transmisión por medios inalámbricos de ondas electromagnéticas fue realizada por el físico alemán Rudolf Hertz en el año 1888. En este primer experimento usó un oscilador como emisor y un resonador como receptor. Medio año después este tipo de transmisión inalámbrica ya era usada como un medio de comunicación en ondas de radio. Un año después Guillermo Marconi estableció las primeras comunicaciones inalámbricas a través del canal de la Mancha. En 1907, se transmitieron los primeros mensajes completos que cruzaron el océano Atlántico. En 1971 la Universidad de Hawái, concibió el primer sistema de conmutación de paquetes mediante una red de comunicación por radio, (ALOHA). Fue la primera red local inalámbrica (WLAN), y estaba formada por 7 ordenadores situados en distintas islas que se podían comunicar con un ordenador central. Estos inicios fueron marcados por un gran desorden, a principios de los 90 los fabricantes de tecnologías inalámbricas creaban sus propios dispositivos bajo sus estándares personalizados, esto hacía que los equipos fueran incompatibles con los modelos de diferentes marcas. Sin embargo, las empresas Nokia o Symbol Technologies crearon la WECA (Wireless Ethernet Compatibility), que en 2003 pasó a llamarse Wi-Fi Alliance. Esto fue con la finalidad de establecer un estándar para que todos los dispositivos fueran compatibles entre sí y fomentar el uso masificado de esta tecnología. (Optical Networks,

2018)

A raíz de esta nueva evolución para la humanidad y como todo proceso, se fue desarrollando en diferentes lugares y cada organización creaba sus dispositivos compatibles solo con su marca. Para solución a esto llega el estándar mundial del Instituto de Ingeniería Eléctrica y Electrónica (IEEE) en donde se unifica todo lo referente a frecuencias y dispositivos que se interconectan en las redes inalámbricas.

Nokia, 3com, Airones, Intersil, Lucent Technologies y Symbol Technologies eran los principales vendedores de soluciones inalámbricas en los años 90. En 1999 se asociaron bajo el nombre de WECA, Wireless Ethernet Compability Alliance, Alianza de Compatibilidad Ethernet Inalámbrica. Desde el 2003 el nombre de esta asociación es Wí-Fi Alliance y ahora comprende más de 150 empresas. (Calderón, 2011)

En base a las modificaciones que se han venido haciendo desde entonces, todo se ha venido ajustando y analizando de acuerdo con el comportamiento de toda la solución en los distintos escenarios. Se debe resaltar que ésta, es una forma de conexión con muchas ventajas, pero también cuenta con algunas desventajas que no lo hacen tan confiable como la red cableada.

Cualquier red inalámbrica se basa en la transmisión de datos mediante ondas electromagnéticas, según la capacidad de la red y del tipo de onda utilizada hablamos de una u otra red inalámbrica.

Wifi es una de ellas, en este caso el alcance de la red es bastante limitado por lo que se utiliza a nivel doméstico y oficina. Por eso mismo es la más popular ya que muchos usuarios se han decidido por eliminar los cables que le permiten la conexión a Internet. De manera que es posible conectarse a la red desde cualquier lugar de la casa. (Rodríguez, 2008, sección La creación del estándar wifi, párrafos 6 y 7)

Infraestructura inalámbrica

Al ser una infraestructura sin conexiones físicas, se ha adoptado como una de las mejores soluciones para brindar conexión a Internet. Este tipo de tecnología requiere varios elementos para su correcto funcionamiento, todos integrados y comunicándose entre sí para dar respuesta a las peticiones de conectividad de los usuarios.

Tiene varias ventajas que dirigen el enfoque a este tipo de solución, en la actualidad se busca: rapidez, eficiencia y calidad, tres factores importantes al momento de interconectar un lugar con el resto del mundo a través de Internet, otro punto de vista a favor hace referencia a que,

La infraestructura inalámbrica puede ser construida a muy bajo costo en comparación con las alternativas tradicionales de cableado. Pero construir redes inalámbricas se refiere sólo en parte al ahorro de dinero. Proveyendo a su comunidad con un acceso a la información más sencillo y económico, la misma se va a beneficiar directamente con lo que Internet tiene para ofrecer. El tiempo y el esfuerzo ahorrado gracias a tener acceso a la red global de información, se traduce en bienestar a escala local, porque se puede hacer más trabajo en menos tiempo y con menos esfuerzo. (Flickenger, 2008, p.13).

Otros tipos de infraestructura inalámbrica pueden utilizar diferentes dispositivos más robustos que permiten esta finalidad de comunicación a grandes distancias y con buena calidad. Para ello existe la Infraestructura inalámbrica del backbone,

La infraestructura inalámbrica del backbone se construyó usando puntos de acceso multi-banda SmartBridges y unidades cliente de la serie Nexus PRO™ TOTAL. Las unidades fueron diseñadas para que las empresas y los ISP establezcan enlaces punto-a-punto inalámbricos para exteriores, de alto rendimiento. Las unidades vienen con una antena sectorial multi-banda integrada que puede funcionar a las frecuencias de 2,4 GHz y 5,1 – 5,8

GHz. La serie Nexus PRO™ TOTAL ofrece QoS para priorización de tráfico y manejo de ancho de banda por cliente usando las extensiones WMM WiFi Multimedia del IEEE802.11e. (Flickenger, 2008, p.314).

Soluciones de infraestructura inalámbrica

La evolución se ha podido referenciar en los distintos sectores de desarrollo humano, pero uno de los entornos más importantes que ha impulsado Internet es la Educación, impactando de una manera sorprendente en donde facilita múltiples escenarios, tales como: la comunicación entre personas (docentes y estudiantes), plataformas de consultas, investigaciones, adquisición de conocimientos, desarrollo de habilidades, entre muchos otros. La estrategia para un correcto funcionamiento de la red dentro del campus está enfocada al análisis, distribución de equipos y configuración de los mismos, todos alineados para una buena conexión al usuario final. El problema que despliega el no tener buena conectividad interrumpe el proceso de enseñanza y aprendizaje, por ende, lo que busca este proyecto es analizar el estado actual de la infraestructura inalámbrica con el fin de conocer las falencias y mejoras que se deben realizar para cumplir el objetivo de desarrollo profesional en su mayor porcentaje.

Siguiendo la experiencia del Servicio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones de la Universidad de La Laguna, en la cual, han apostado muy fuerte desde el año 2006 a la red wifi como ayuda adicional para la red cableada, pero ha sido en los últimos años, cuando a partir de diferentes proyectos de ampliación, se ha experimentado un aumento considerable en el número de puntos de acceso, lo que ha traído consigo el aumento de las conexiones y que a su vez ha acarreado un aumento importante en problemas relacionados sobre todo en la saturación en el espectro. (Universidad de La Laguna, 2016, sección La red WiFi en la ULL)

Como soluciones de la infraestructura inalámbricas, la documentación de toda la solución es clave para comprender las falencias y proceder a corregirlas, pero uno de los principales actores son los proveedores de la solución quienes ofrecen un amplio portafolio de servicios y mejores prácticas para una buena implementación. Cada uno de los siguientes aspectos son los evaluados al momento de un despliegue de solución inalámbrica.

Diseño, configuración, instalación, puesta en marcha y mantenimiento de todos los elementos físicos y virtuales necesarios para conectar entre si los dispositivos generadores y receptores. (SDT Ingenierías, s.f)

Se debe tener en cuenta que se evalúa la eficiencia de las implementaciones por parte del proveedor, donde el resultado se tiene en cuenta al momento de querer instalar una solución robusta y lo mejor funcional posible.

Un reconocimiento detallado del escenario de la infraestructura Inalámbrica en el campus permite un diagnóstico y proyección que va en pro del desarrollo humano para quienes aprovechan al máximo este recurso creado por el hombre y para el hombre. Este informe, permite comprender que está pasando en la red inalámbrica dentro de la universidad, con la diferencia de que muestra como un buen servicio impacta positivamente para toda la comunidad vinculada dentro del campus.

Marco conceptual

Tecnología Wifi

Las conexiones inalámbricas pueden otorgar la libertad a los usuarios de la red cuando van a resolver problemas que no serían posibles de solucionar con redes de cableado fijo, además de que permiten reducir los gastos de implementación de las redes.

Estas redes están basadas en la interconexión de datos mediante ondas electromagnéticas, básicamente en la banda de frecuencia de 2,4 GHz, aunque también pueden funcionar en la banda de los 5 GHz. La norma IEEE que regula esta comunicación es la 802.11x (Acuña y Aponte, 2013, p. 17).

Estándares 802.11.

En base al rápido desarrollo de la tecnología se han creado diferentes estándares IEEE para este tipo de medio de conexión. Según Anguís, (2008), estos son:

IEEE 802.11c. Define las características de los puntos de acceso para ser utilizados como puentes.

IEEE 802.11d. Establece definiciones y requisitos para permitir que el estándar 802.11 opere en países en los que actualmente no se puede implantar el estándar.

IEEE 802.11e. Se podría definir como la implementación de características de QoS (“Quality of Service”) y multimedia para las redes 802.11a/b.

IEEE 802.11f. Básicamente, es una especificación que funciona bajo el estándar 802.11g y que se aplica a la intercomunicación entre puntos de acceso de distintos fabricantes, permitiendo el roaming o itinerancia de clientes.

IEEE 802.11h. Una evolución del IEEE 802.11a que permite asignación dinámica de canales y control automático de potencia para minimizar los efectos de posibles interferencias.

IEEE 802.11i. Este estándar permite incorporar mecanismos de seguridad para redes inalámbricas y ofrece una solución interoperable y un patrón robusto para asegurar datos.

IEEE 802.11x. Pretende mejorar los mecanismos de seguridad de la 802.11, con los protocolos de seguridad extendida. (pág. 75).

Access Point (AP): Los AP o WAP (Access Point o Wireless Access Point) También conocidos como puntos de acceso. Son dispositivos para establecer una conexión inalámbrica entre equipos y pueden formar una red inalámbrica externa (local o internet) con la que interconectar dispositivos móviles o tarjetas de red inalámbricas. Esta red inalámbrica se llama WLAN (Wireless local área network) y se usan para reducir las conexiones cableadas. (YMANT, 2019)

Antena: Una antena Wifi es un elemento pasivo que no ofrece ninguna potencia adicional a la señal. Una antena simple dirige la energía que recibe de la emisora. La reorientación de esta energía tiene el efecto de proporcionar más energía en una dirección específica, y menos energía en el resto de direcciones. (WifiSafe, s.f.)

Autenticación: La autenticación se basa en un elemento de prueba como un secreto compartido o un secreto asimétrico. La autenticación permite asegurarse con un nivel de confianza razonable de la identidad del usuario. (Evidian, 2015, p. 9)

Banda RF: son “intervalos de frecuencias del espectro electromagnético asignados a diferentes usos dentro de las radiocomunicaciones. Su uso está regulado por la Unión Internacional de Telecomunicaciones y puede variar según el lugar” (EcuRed, s.f.).

CDMA: Acceso múltiple por división de código, pertenece a la familia de protocolos de particionamiento del canal. Es el protocolo prevalente en las tecnologías celulares y redes LAN inalámbricas. En un protocolo CDMA cada bit enviado se codifica multiplicándolo por una señal (el código) que varía a una velocidad mucho mayor que la secuencia original de bits de datos. (Kurose y Ross, 2017, p. 437).

Cobertura: “se denomina cobertura a la zona en la que el receptor puede recibir una señal con un nivel de potencia que le ofrezca al usuario final los servicios esperados (voz, datos) con una calidad aceptable” (Acuña y Aponte, 2013, p. 21).

Dirección IPv4 (Internet Protocol v4): “es un identificador de 32 bits, Único e irrepetible asignado a un host dentro de una red, dependiendo del diseño de la red pueden existir, clase A, B o C” (Acuña y Aponte, 2013, p. 11).

Identificador de servicios o SSID: Es el nombre que se le asigna a una red luego de instalar un punto de acceso con el objetivo de permitir conexión al mismo. (Kurose y Ross, 2017, p. 442).

Interferencias: Es la falla probable en una conexión inalámbrica. Existen varios factores que pueden generar interferencia, tales como los orígenes de radio que se transmiten en la misma banda de frecuencia, ocasionarán que interfieran entre sí, o el ruido electromagnético presente en el entorno como un motor o un microondas puede generar fallas entre la comunicación de emisor y receptor. (Kurose y Ross, 2017, p. 434).

IEEE: The Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc. creado en Nueva York en 1884, es una asociación internacional sin ánimo de lucro con sede principal en la ciudad de Piscataway en los Estados Unidos y subseces en más de 190 países del mundo, con alrededor de 370.000 miembros, entre profesionales y estudiantes de ingeniería, diseño, derecho, administración, medicina, biología, diseño y ciencias afines. (IEEE Colombia, s.f.)

Propagación multi-camino: Tiene lugar cuando partes de la onda electromagnética se reflejan en los objetos y en el suelo, tomando caminos de diferentes longitudes entre un emisor y un receptor. (Kurose y Ross, 2017, p. 434).

Redes Ad hoc: En esta red los host inalámbricos no tienen ninguna infraestructura a la cual conectarse, es decir una estación base u otro dispositivo previamente configurado. En ausencia de dicha infraestructura los propios host deben proporcionar servicios tales como el enrutamiento, la asignación de direcciones, la traducción de nombres de tipo DNS, etc. (Kurose y Ross, 2017, p. 432).

Wi-Fi: “es una tecnología de comunicación inalámbrica que permite conectar a internet equipos electrónicos, como computadoras, tablets, smartphones o celulares, etc., mediante el uso de radiofrecuencias o infrarrojos para la transmisión de la información” (Significados.com, 2019).

Wireless: Son redes sin cable que se suelen comunicar por medios no guiados a través de ondas electromagnéticas. La transmisión y recepción se efectúan a través de antenas. Normalmente el emisor tiene una o varias antenas. (Andreu J. 2011, p. 212)

Marco contextual

La Universidad de Ibagué es un campus educativo nuevo, en comparación con otras universidades, cuenta con un amplio grupo de profesionales que con esfuerzo y dedicación han logrado ser nombrados a nivel nacional como una institución de alta calidad. Una de las características principales es su amistad con la naturaleza, resaltando el color verde para un lugar donde fluye mucho conocimiento.

La universidad es una de las más reconocidas en Ibagué y sus alrededores, se ha dado a conocer con el pasar de los años y ha motivado a muchas personas de los diferentes municipios a iniciar sus estudios universitarios, esto debido a la popularidad recibida por sus certificados y formación de profesionales de calidad.

El objetivo de la Universidad de Ibagué se proyecta más allá de ser un centro de educación para estratos altos, debido a que el gran porcentaje de población estudiantil son de estratos 1,2 y 3.

Sin embargo la Universidad de Ibagué al ser una organización educativa está conformada por diferentes Dependencias que permiten el correcto funcionamiento de la misma, teniendo así su respectiva área administrativa, las facultades que lo integran, Bienestar Universitario,

Centro de Idiomas, Paz y Región, Unidad de Emprendimiento, Ceres y Responsabilidad
Social Integral.(Acosta, 2018, p.4)

Metodología

Las metodologías de acuerdo con el tipo de proyecto, requiere unas bases teóricas comprendiendo el funcionamiento de las redes inalámbricas, de cómo se comportan y cuál es la mejor práctica de configuración dependiendo su entorno de instalación.

En la parte práctica se va a utilizar recursos de software en la parte de acceso a la controladora para validar estadísticas, cantidad de dispositivos y configuración de los dispositivos, software para la encuesta y recolecta de la información de coordenadas y geolocalización de los AP, diseño superficial de planos del campus universitario.

La fuente de información

Internet

Biblioteca de la Universidad de Ibagué

Cómo plan de desarrollo del proyecto, a continuación, se presentan las fases de ejecución para completar su objetivo.

Conceptualización

Consultar a través de las diferentes fuentes posibles para recolectar información importante referente a la teoría de las redes inalámbricas e identificar las normas y parámetros que rigen a los dispositivos y redes inalámbricas por medio de la diferente documentación.

Diseño

En esta fase se procede con la parte práctica de diseño y realización de planos superficiales que me permitirán ubicar y referenciar los dispositivos sobre el reporte a entregar.

Contextualización de la información

Diseño y realización de encuesta en el software online (My Esri) con el fin de validar todos los datos sobre cada dispositivo, fotografiarlos y geo-ubicarlos con coordenadas en tiempo real.

Al tener diligenciada toda esta información, el software muestra todas las estadísticas que le configuremos para poder visualizar. Por ejemplo: cantidad de dispositivos, dispositivos por referencia o dispositivos por edificio. Toda esta información se comparte en el reporte junto con los planos de las ubicaciones de los AP.

Análisis

Con las bases e información sólida procedemos con el análisis de la misma, validando el estado actual y las configuraciones pertinentes de cada dispositivo, monitoreando su comportamiento y respuesta a las peticiones de los usuarios.

Documentación

Consolidación y organización de la información, entrega de reporte con los dispositivos localizados por coordenadas, con propuesta de mejora y adiciones que optimizarán la infraestructura inalámbrica, brindando una completa cobertura y soporte de concurrencia de usuarios que utilicen el servicio en pro del desarrollo personal y profesional.

Adicional al reporte del estado actual de la Infraestructura Inalámbrica, se realiza entrega de una aplicación interactiva a través del software ArcGIS online, que permite a la Universidad almacenar más información o mantener todo este proceso de control de la red Wifi actualizado a medida que se realicen cambios o modificaciones en la parte inalámbrica, todo esto permitiendo identificar puntos ciegos o lugares que no están siendo soportados por los equipos instalados.

Identificación de la situación actual

Software para el diseño y diagnóstico de la Infraestructura Wifi

Los softwares utilizados para el desarrollo del proyecto, mencionados en la Tabla 1, cumplen varias funciones, las cuales consisten en la realización de los planos .de la Universidad de Ibagué, toma de datos de cada uno de los Access Point, validación de las configuraciones de los AP y aplicación web que permita la visualización de cada uno de los AP en tiempo real sobre plano completo de la universidad.

Tabla 1

Herramientas de Software

Software	Función	Licencia
Footplanner	Creación de planos de cada edificio de la Universidad de Ibagué	Libre
Controladora Inalámbrica	Software que controla cada una de las configuraciones de los AP	Paga
Web App Builder for ArcGIS	Software para la realización de la App Web	Paga
Survey123	Plataforma de recolección de datos en tiempo real	Paga

Nota: En la tabla se puede visualizar cada una de las herramientas a utilizar, con información adicional de la función que cumple en el proyecto.

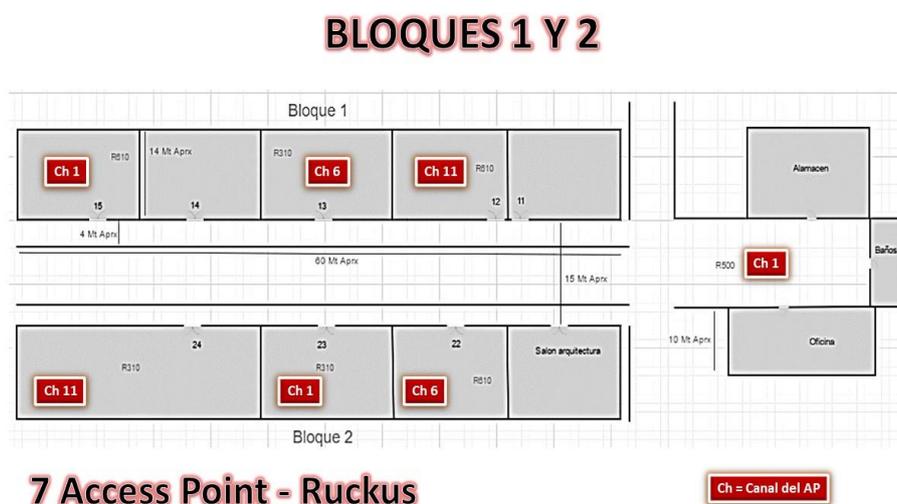
Fuente: Elaboración propia

Realización de planos de cada uno de los edificios de la universidad.

Se inicia cubriendo la primera problemática encontrada en este proceso de análisis puesto que la universidad no contaba con planos en tiempo real ni en formato que permita su visualización. A través de un recorrido por cada uno de los edificios se procede a realizar unos planos superficiales para lograr ubicar y conocer el radio de cobertura que debe brindar la solución Wifi actual.

Figura 1

Plano de ubicación de AP en bloques 1 y 2

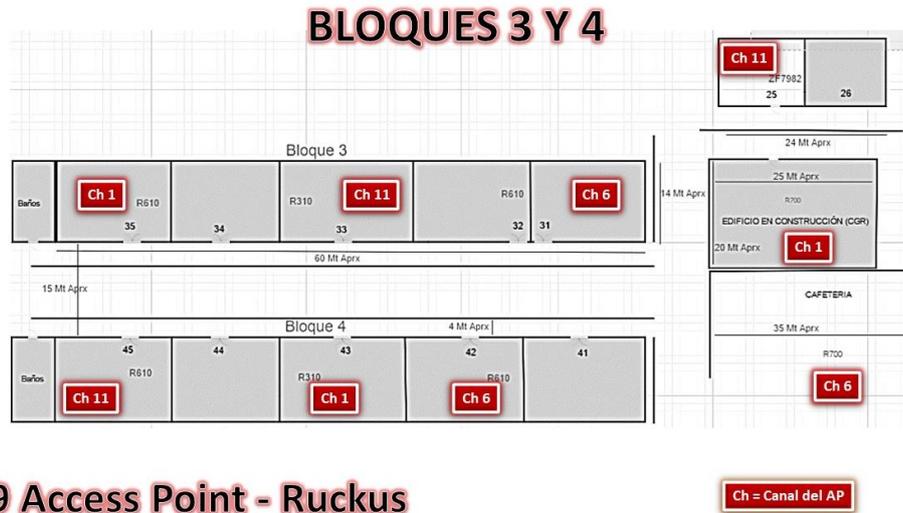


Nota: En el bloque 1 y 2 se pueden referenciar los seis AP instalados y configurados con sus canales para cubrir el mayor rango de cobertura inalámbrica de los mismos.

Fuente: Elaboración propia

Figura 2

Plano de ubicación de AP en bloques 3 y 4

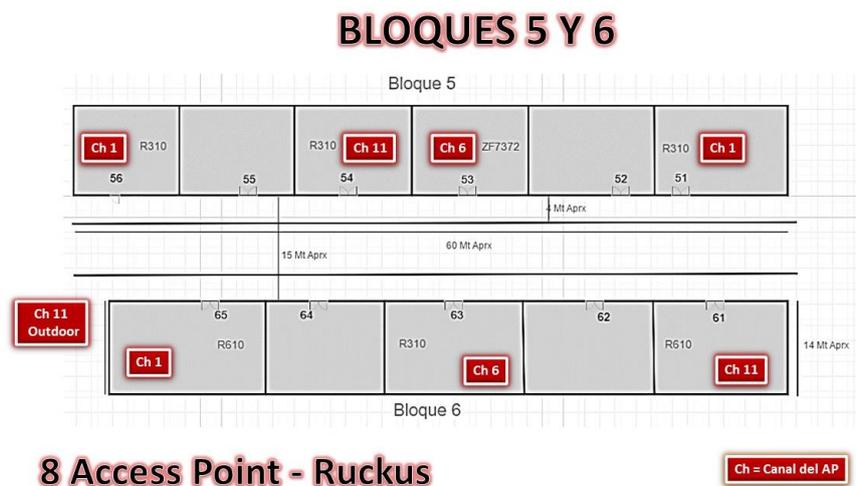


Nota: En el bloque 3 y 4 se pueden referenciar los nueve AP instalados y configurados con sus canales para cubrir el mayor rango de cobertura inalámbrica de los mismos.

Fuente: Elaboración propia.

Figura 3

Plano de ubicación de AP en bloque 5 y 6

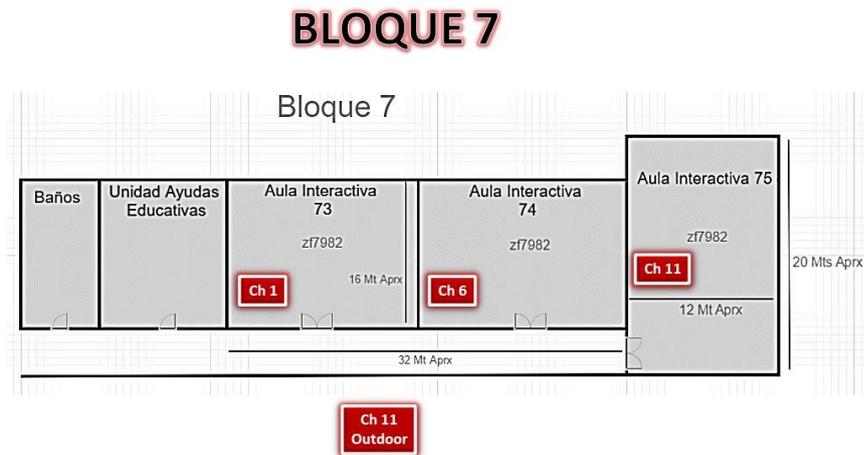


Nota: En el bloque 5 y 6 se pueden referenciar los ocho AP instalados y configurados con sus canales para cubrir el mayor rango de cobertura inalámbrica de los mismos.

Fuente: Elaboración propia.

Figura 4

Plano de ubicación de AP en bloque 7



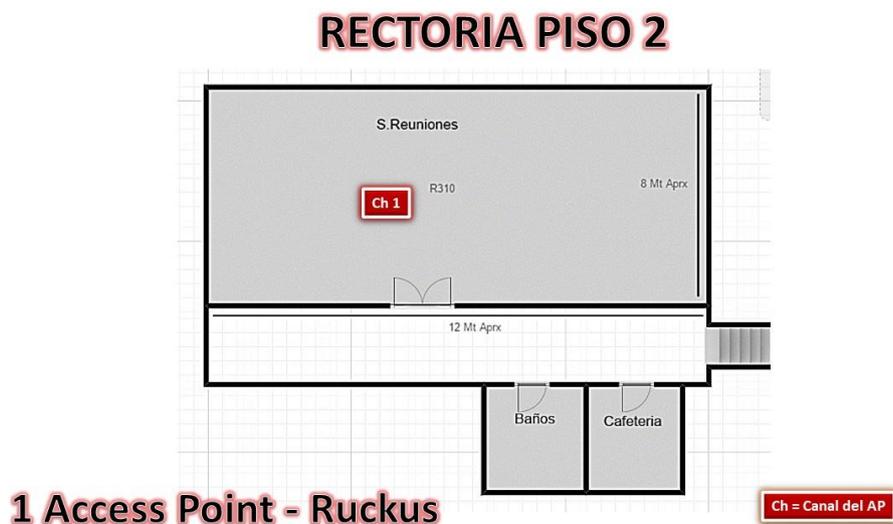
4 Access Point - Ruckus

Nota: En el bloque 7 se puede referenciar los cuatro AP instalados y configurados con sus canales para cubrir el mayor rango de cobertura inalámbrica del mismo.

Fuente: Elaboración propia

Figura 5

Plano de ubicación de AP de Rectoría piso 2



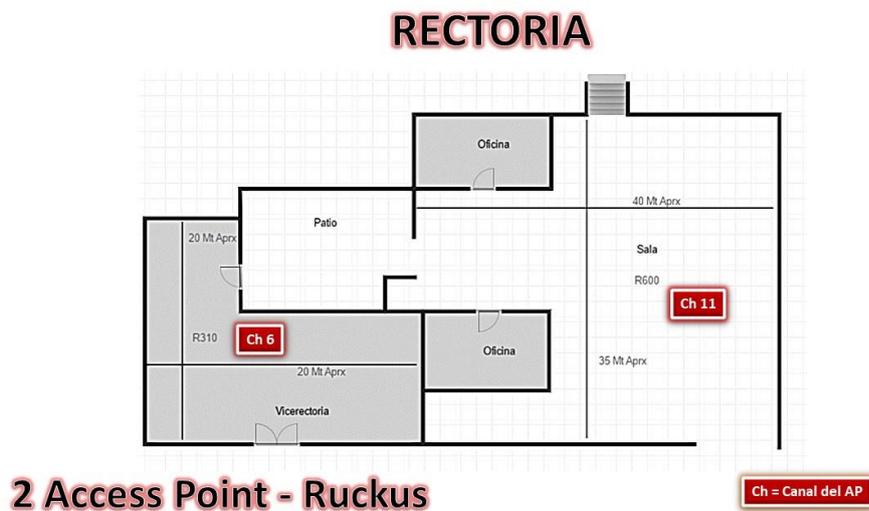
1 Access Point - Ruckus

Nota: Se puede apreciar en el plano la ubicación del AP que cubre el segundo piso del Edificio de Rectoría.

Fuente: Elaboración propia

Figura 6

Plano de ubicación de AP en Rectoría

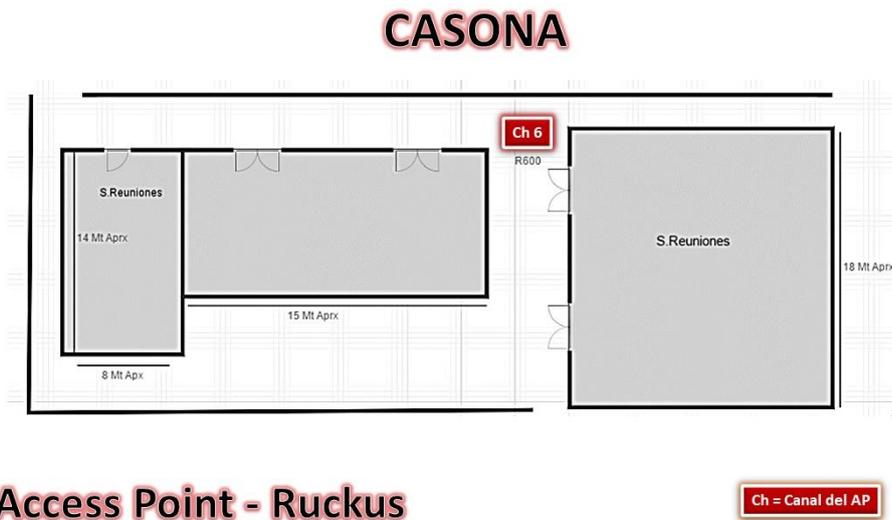


Nota: Se puede apreciar en el plano la ubicación de los dos AP que cubren el primer piso del Edificio de Rectoría.

Fuente: Elaboración propia

Figura 7

Plano de ubicación de AP en Casona

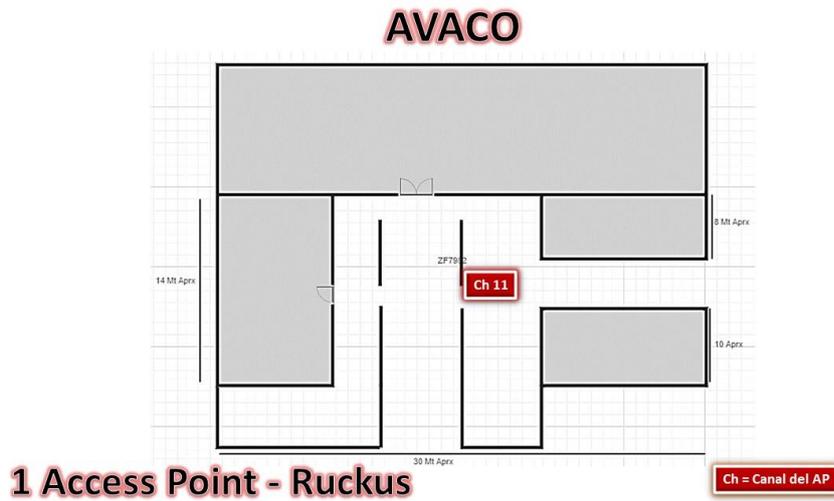


Nota: Se puede apreciar en el plano la ubicación del AP que cubre el bloque de la Casona (lugar de eventos de la universidad).

Fuente: Elaboración propia

Figura 8

Plano de ubicación de AP en Avaco

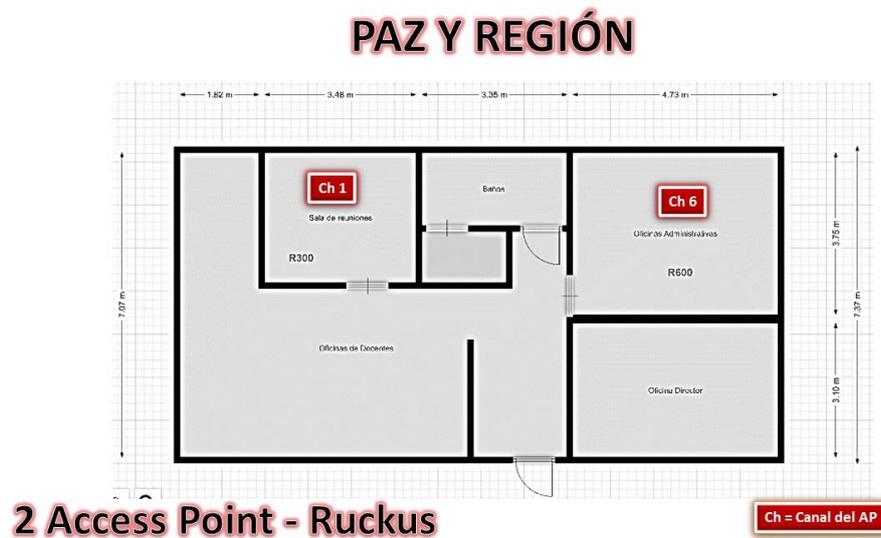


Nota: Se puede apreciar en el plano la ubicación del AP encargado de irradiar señal a todo el bloque de Avaco.

Fuente: Elaboración propia

Figura 9

Plano de ubicación de AP en Paz y Región

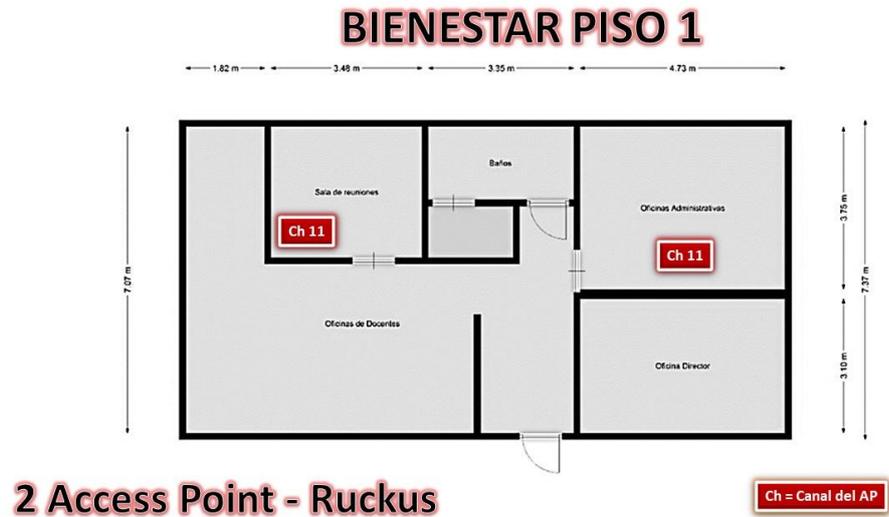


Nota: Se puede apreciar en el plano la ubicación de los AP que cubren el segundo piso del bloque de Paz y Región.

Fuente: Elaboración propia

Figura 10

Plano de ubicación de AP en Bienestar Universitario

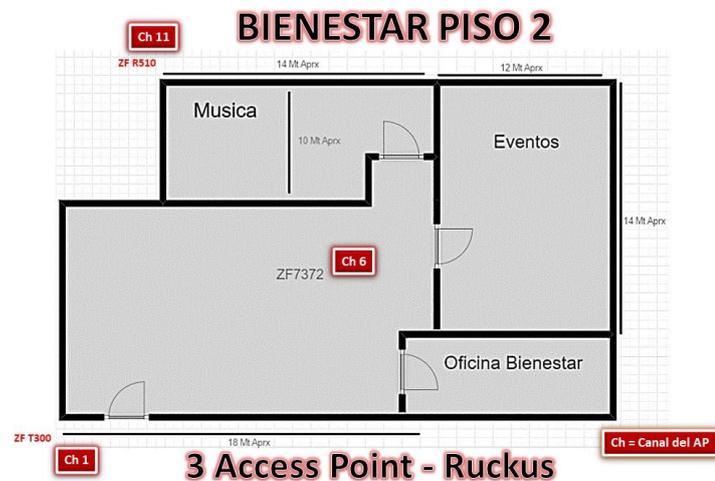


Nota: Se puede apreciar en el plano la ubicación de los dos AP que cubren el primer piso del bloque de Bienestar.

Fuente: Elaboración propia

Figura 11

Plano de ubicación de AP en Bienestar piso 2

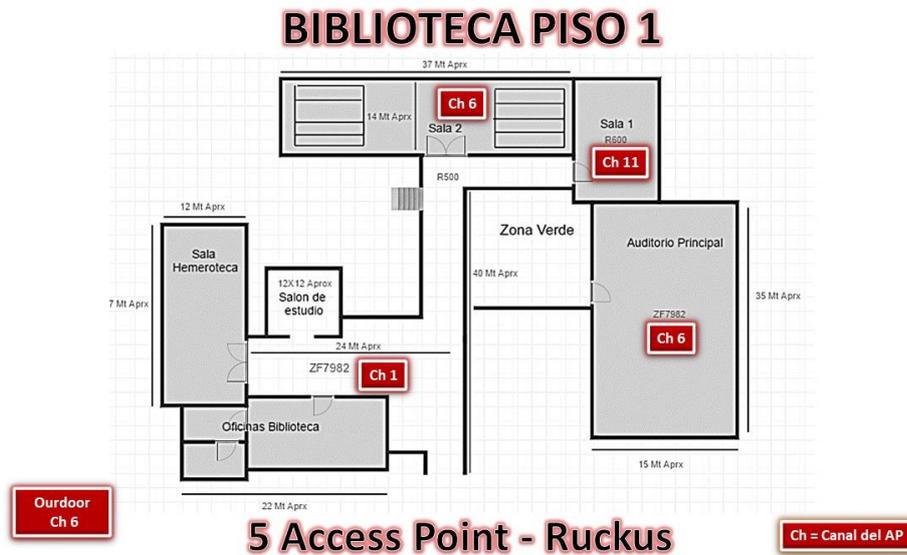


Nota: Se puede apreciar en el plano la ubicación del AP que cubre el segundo piso del bloque de Bienestar.

Fuente: Elaboración propia

Figura 12

Plano de ubicación de AP en Biblioteca piso 1

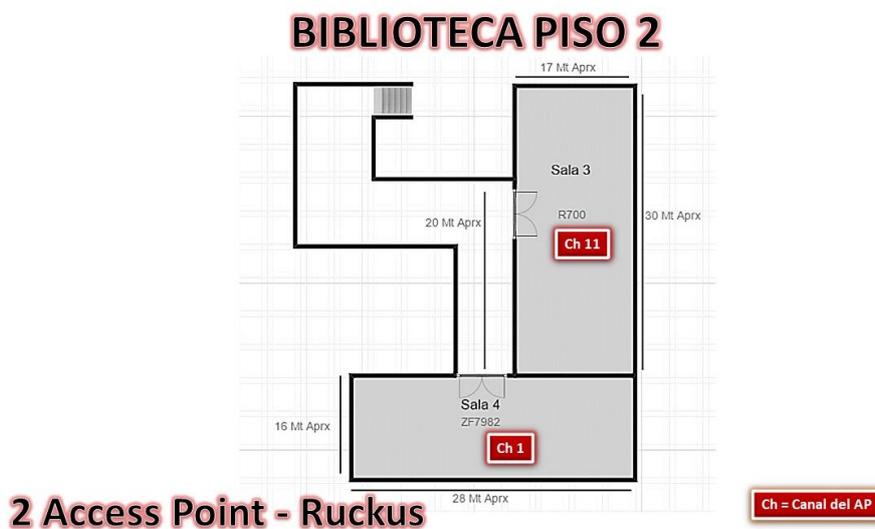


Nota: Se puede apreciar en el plano la ubicación de los cuatro AP que cubren el primer piso del bloque de Biblioteca.

Fuente: Elaboración propia

Figura 13

Plano de ubicación de AP en Biblioteca piso 2



Nota: Se puede apreciar en el plano la ubicación de los dos AP que cubren el segundo piso del bloque de Biblioteca.

Fuente: Elaboración propia

Figura 14

Plano de ubicación de AP en Proyectos especiales



1 Access Point - Ruckus

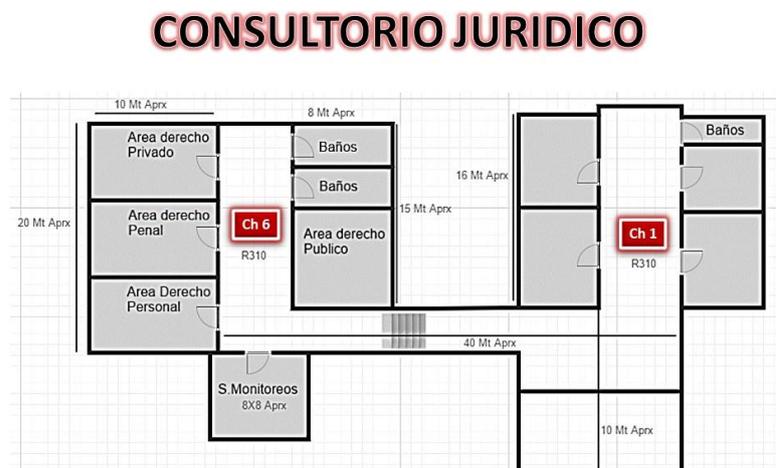
Ch = Canal del AP

Nota: Se puede apreciar en el plano la ubicación del AP que cubren el bloque de Proyectos Especiales.

Fuente: Elaboración propia

Figura 15

Plano de ubicación de AP en consultorio jurídico



2 Access Point - Ruckus

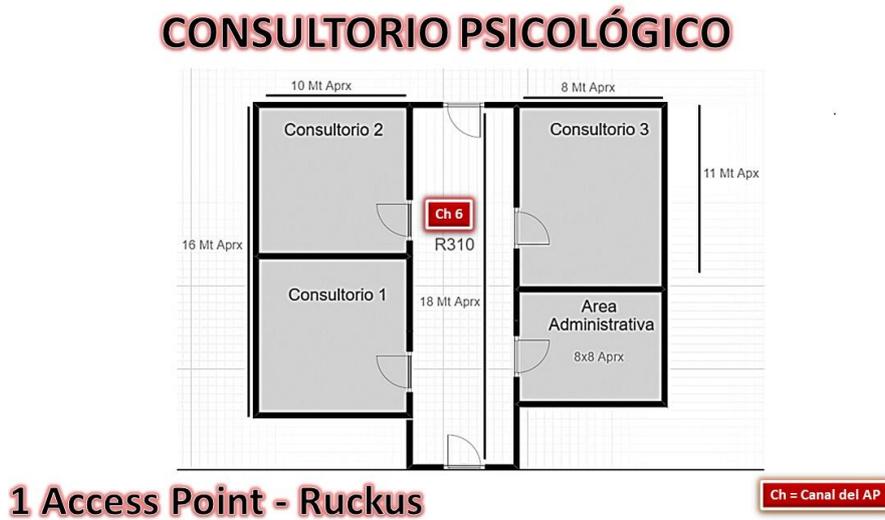
Ch = Canal del AP

Nota: Se puede apreciar en el plano la ubicación de los dos AP que cubren el bloque de Consultorio Jurídico.

Fuente: Elaboración propia

Figura 16

Plano de ubicación de AP en consultorio psicológico

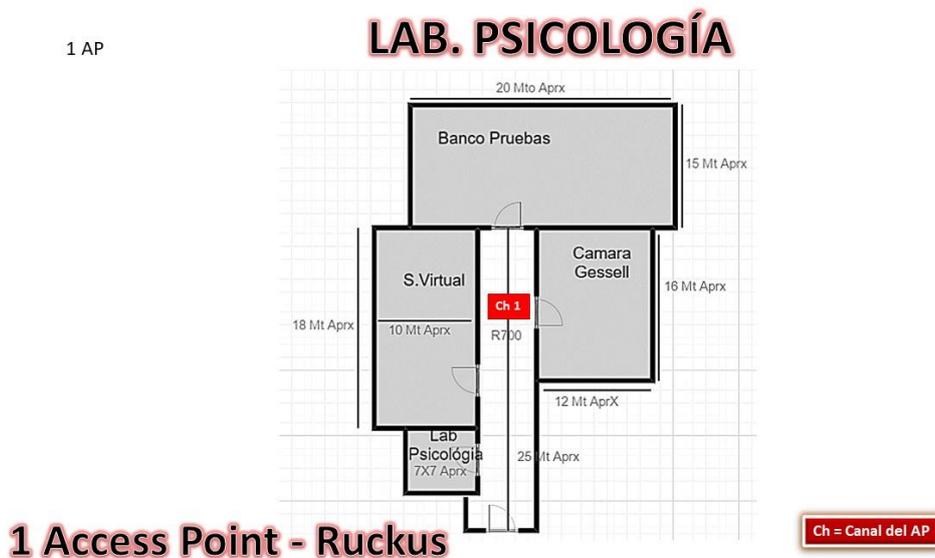


Nota: Se puede apreciar en el plano la ubicación del AP que cubren el bloque de Consultorio Psicológico.

Fuente: Elaboración propia

Figura 17

Plano de ubicación de AP en Laboratorio de Psicología

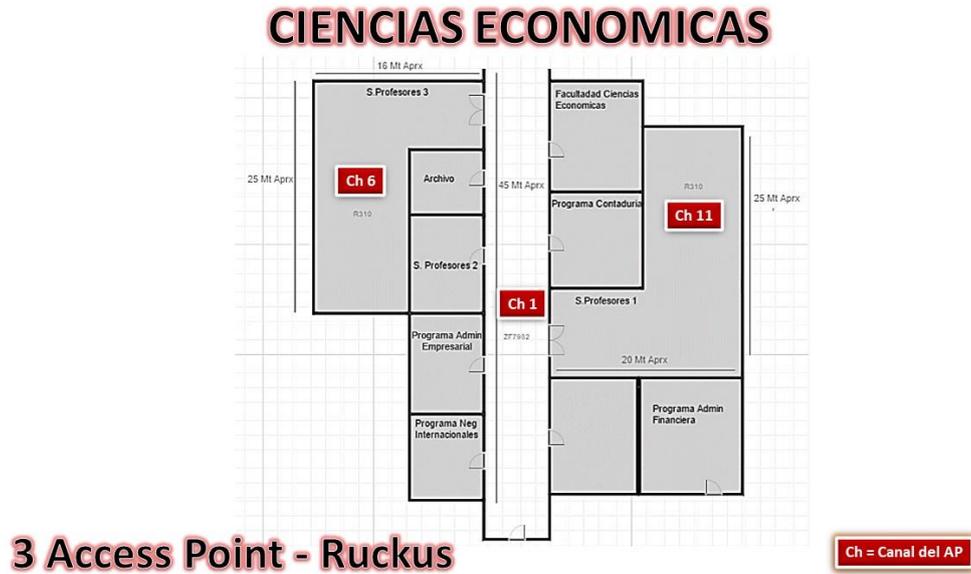


Nota: Se puede apreciar en el plano la ubicación del AP que cubren el bloque de Laboratorio de Psicología.

Fuente: Elaboración propia

Figura 18

Plano de ubicación de AP en ciencias económicas

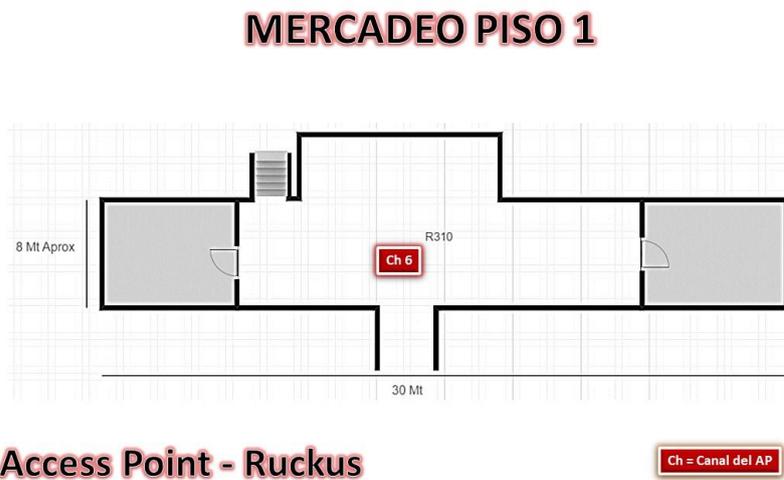


Nota: Se puede apreciar en el plano la ubicación de los tres AP que cubren el bloque de Ciencias Económicas.

Fuente: Elaboración propia

Figura 19

Plano de ubicación de AP en Mercadeo piso 1



Nota: Se puede apreciar en el plano la ubicación del AP que cubre el primer piso del edificio de Mercadeo Institucional.

Fuente: Elaboración propia.

Figura 20

Plano de ubicación de AP en Mercadeo piso 2



1 Access Point - Ruckus

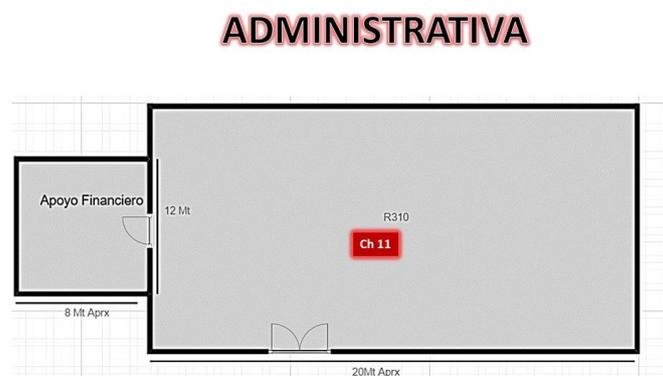
Ch = Canal del AP

Nota: Se puede apreciar en el plano la ubicación del AP que cubre segundo piso del edificio de Mercadeo Institucional.

Fuente: Elaboración propia

Figura 21

Plano de ubicación de AP en Administrativa



1 Access Point - Ruckus

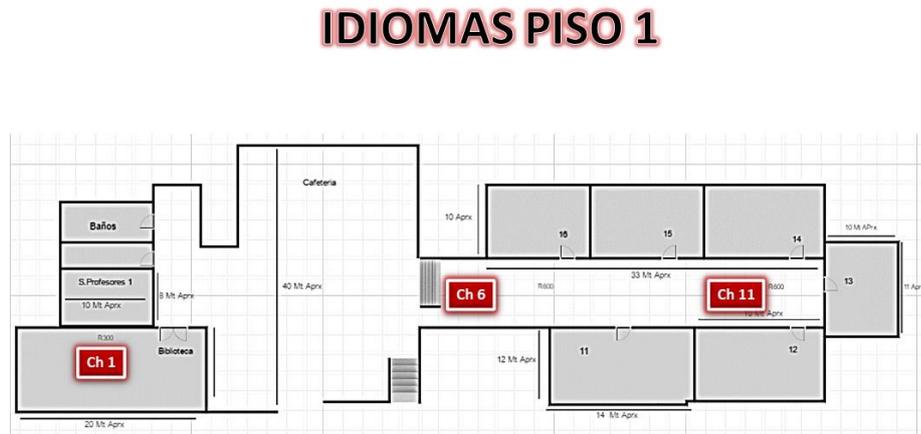
Ch = Canal del AP

Nota: Se puede apreciar en el plano la ubicación del AP que cubre las oficinas de Administrativa.

Fuente: Elaboración propia.

Figura 22

Plano de ubicación de AP en Idiomas piso 1



3 Access Point - Ruckus

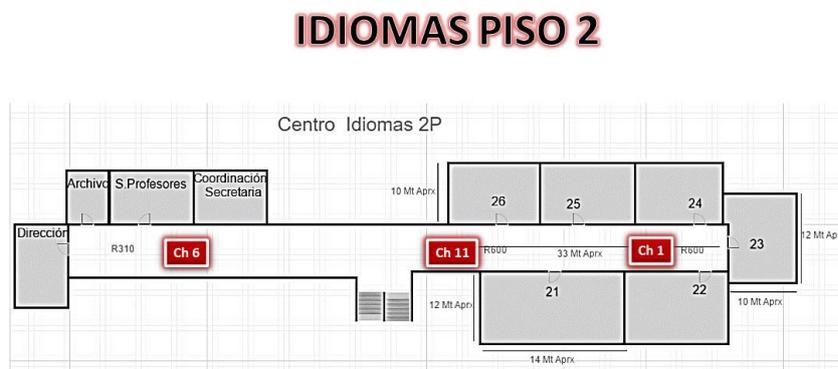
Ch = Canal del AP

Nota: Se puede apreciar en el plano la ubicación de los tres AP que cubren primer piso del edificio Idiomas.

Fuente: Elaboración propia

Figura 23

Plano de ubicación de AP en Idiomas piso 2



3 Access Point - Ruckus

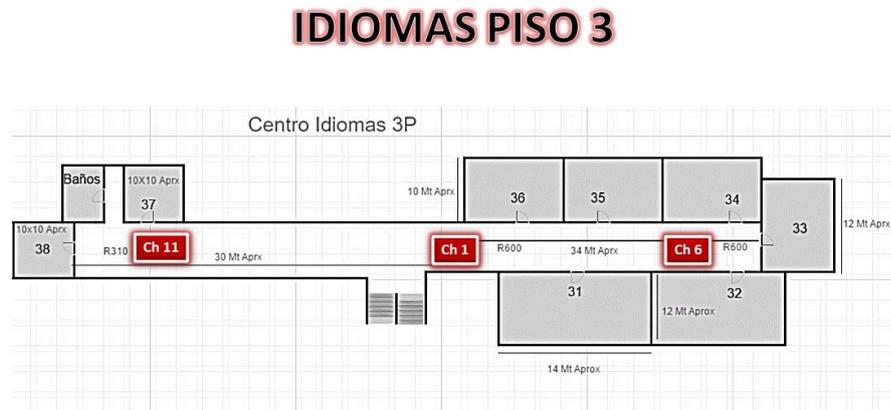
Ch = Canal del AP

Nota: Se puede apreciar en el plano la ubicación de los tres AP que cubren segundo piso del edificio Idiomas.

Fuente: Elaboración propia

Figura 24

Plano de ubicación de AP en Idiomas piso 3



3 Access Point - Ruckus

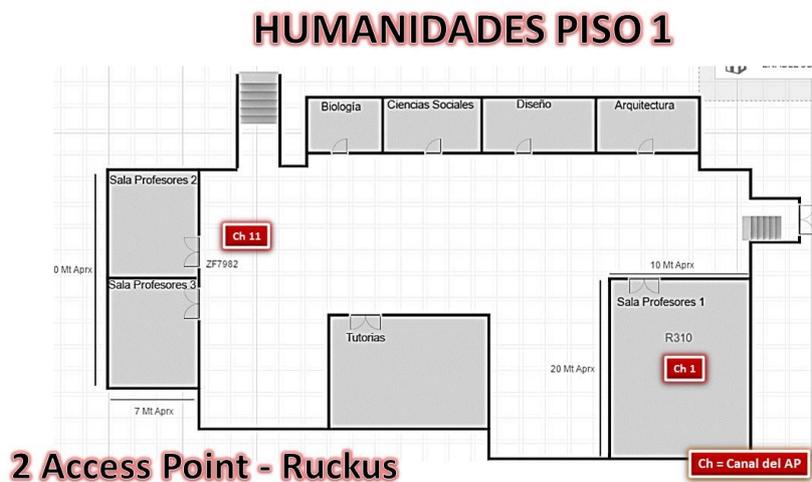
Ch = Canal del AP

Nota: Se puede apreciar en el plano la ubicación de los tres AP que cubren tercer piso del edificio Idiomas.

Fuente: Elaboración propia

Figura 25

Plano de ubicación de AP en Humanidades piso 1



2 Access Point - Ruckus

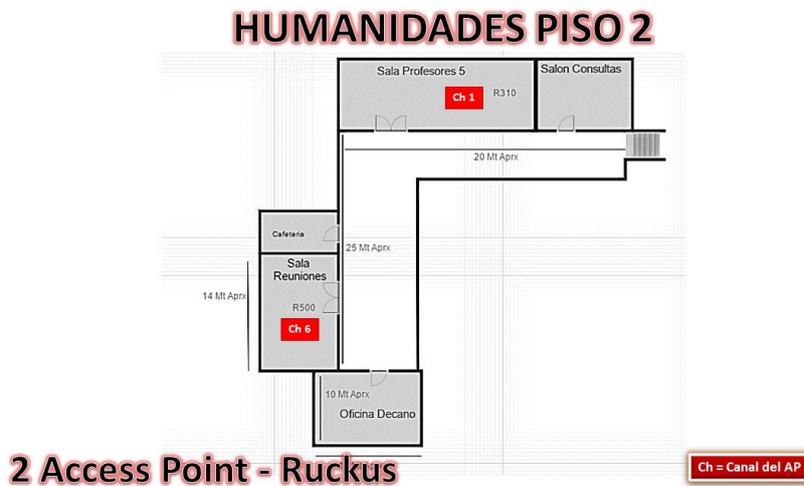
Nota: Se puede apreciar en el plano la ubicación de los dos AP que cubren primer piso del

edificio del Humanidades.

Fuente: Elaboración propia

Figura 26

Plano de ubicación de AP en Humanidades piso 2

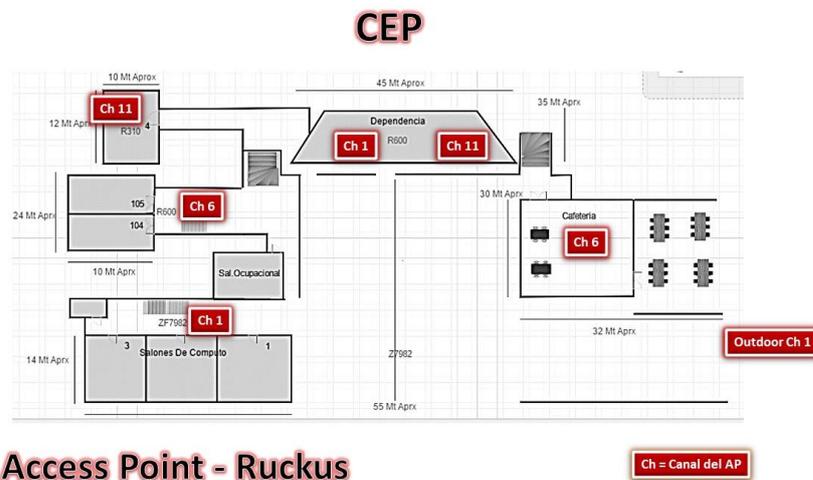


Nota: Se puede apreciar en el plano la ubicación de los tres AP que cubren tercer piso del edificio Idiomas.

Fuente: Elaboración propia

Figura 27

Plano de ubicación de AP en el CEP piso 1

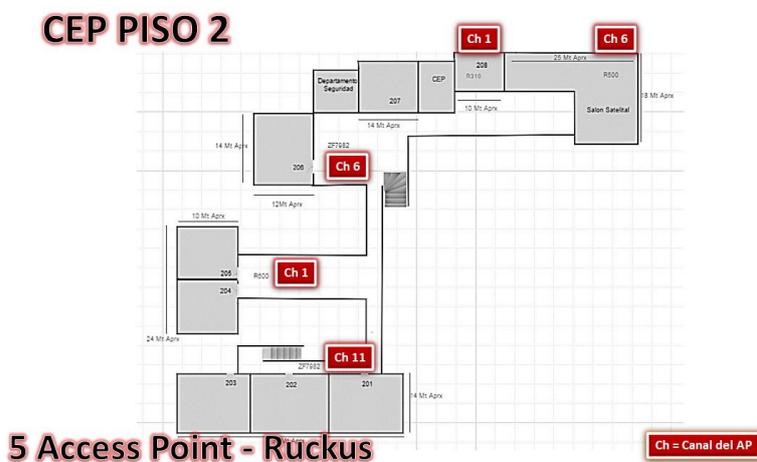


Nota: Se puede apreciar en el plano la ubicación de los siete AP que cubren primer piso del edificio del CEP (Centro de Educación permanente).

Fuente: Elaboración propia

Figura 28

Plano de ubicación de AP en el CEP piso 2

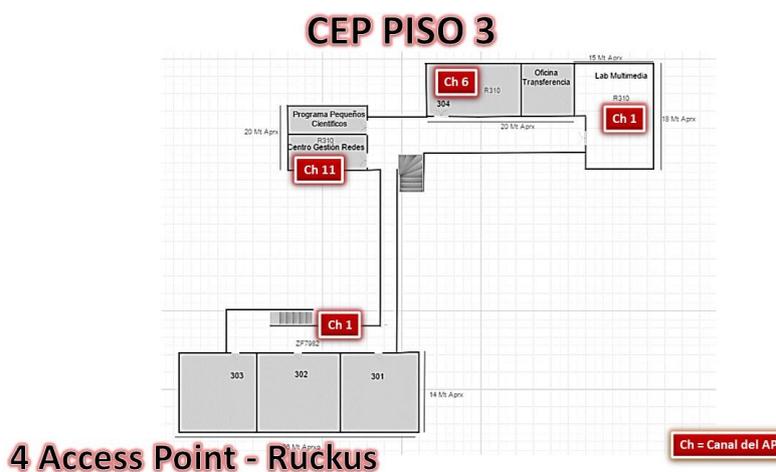


Nota: Se puede apreciar en el plano la ubicación de los cinco AP que cubren segundo piso del edificio del CEP (Centro de Educación permanente).

Fuente: Elaboración propia

Figura 29

Plano de ubicación de AP en el CEP piso 3

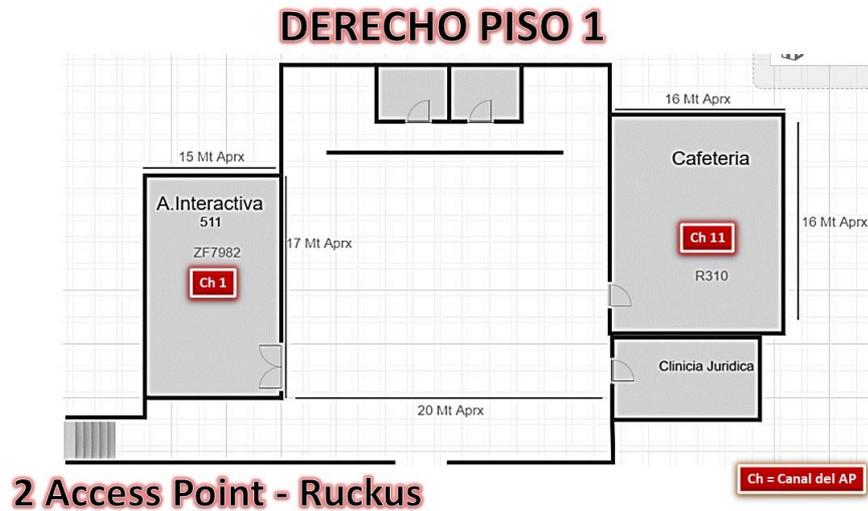


Nota: Se puede apreciar en el plano la ubicación de los cuatro AP que cubren tercer piso del edificio del CEP (Centro de Educación permanente).

Fuente: Elaboración propia

Figura 30

Plano de ubicación de AP en Derecho piso 1

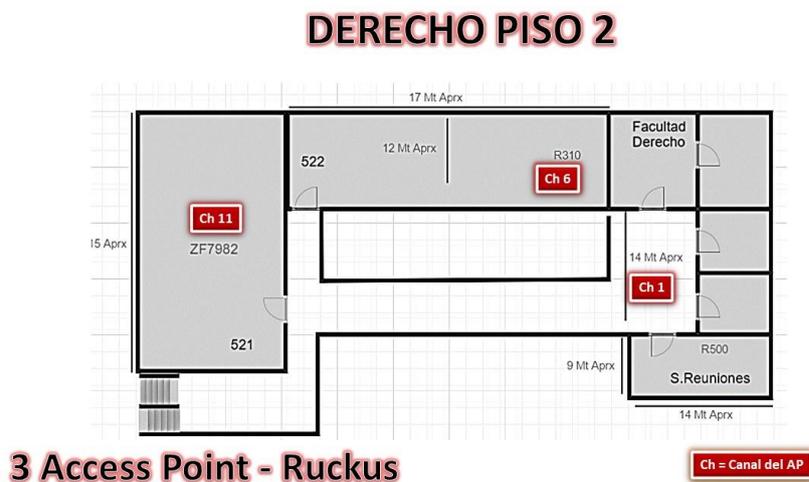


Nota: Se puede apreciar en el plano la ubicación de los dos AP que cubren primer piso del Edificio de Derecho.

Fuente: Elaboración propia

Figura 31

Plano de ubicación de AP en Derecho piso 2

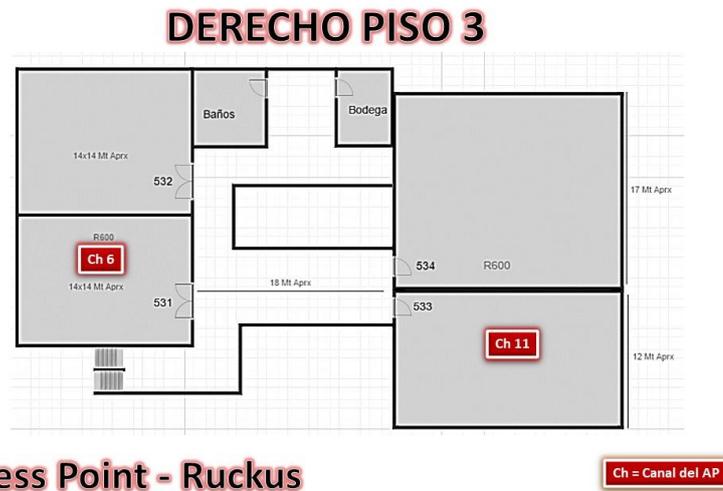


Nota: Se puede apreciar en el plano la ubicación de los tres AP que cubren segundo piso del Edificio de Derecho.

Fuente: Elaboración propia

Figura 32

Plano de ubicación de AP en Derecho piso 3

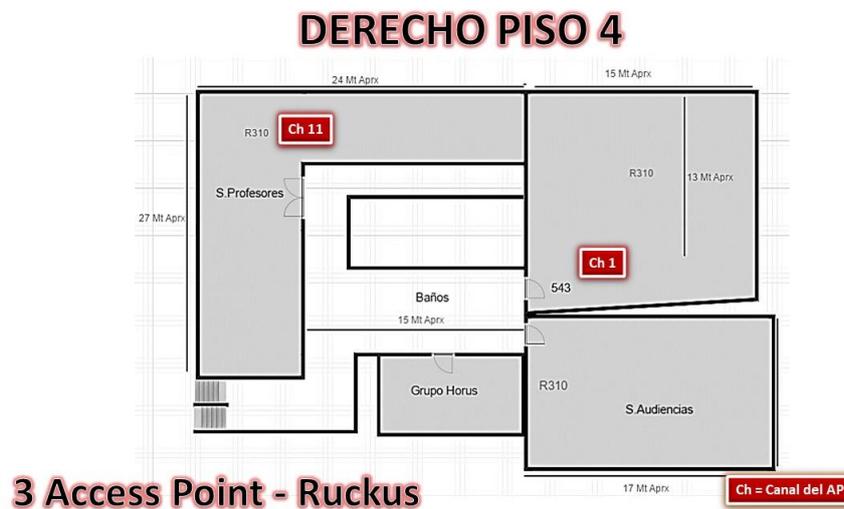


Nota: Se puede apreciar en el plano la ubicación de los dos AP que cubren tercer piso del Edificio de Derecho.

Fuente: Elaboración propia

Figura 33

Plano de ubicación de AP en Derecho piso 4

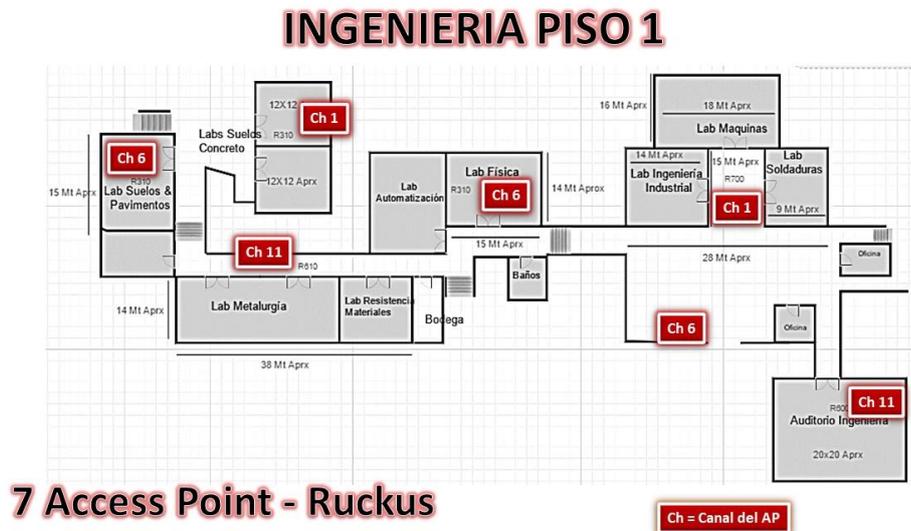


Nota: Se puede apreciar en el plano la ubicación de los dos AP que cubren cuarto piso del Edificio de Derecho.

Fuente: Elaboración propia

Figura 34

Plano de ubicación de AP en Ingeniería piso 1

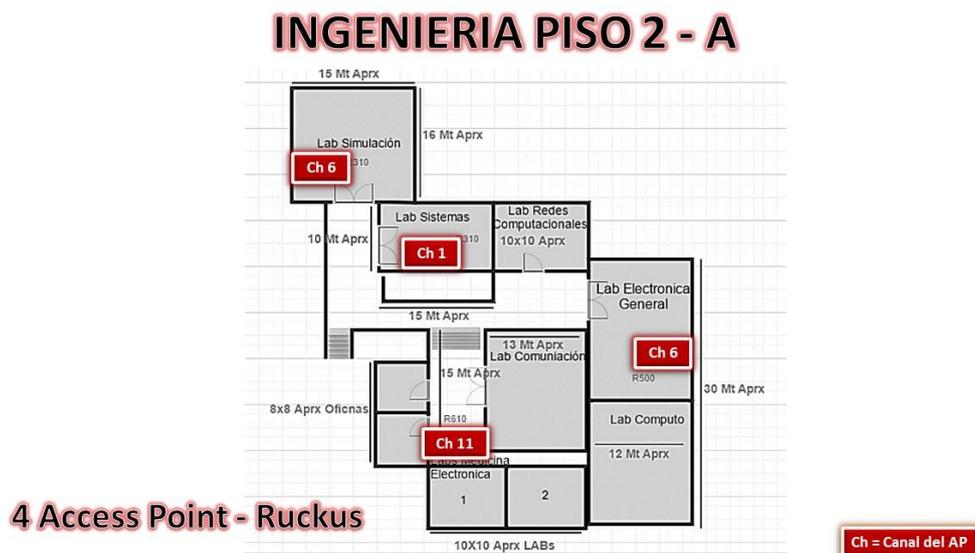


Nota: Se puede apreciar en el plano la ubicación de los siete AP que cubren el primer piso del Bloque de Ingeniería.

Fuente: Elaboración propia

Figura 35

Plano de ubicación de AP en Ingeniería piso 2 - a

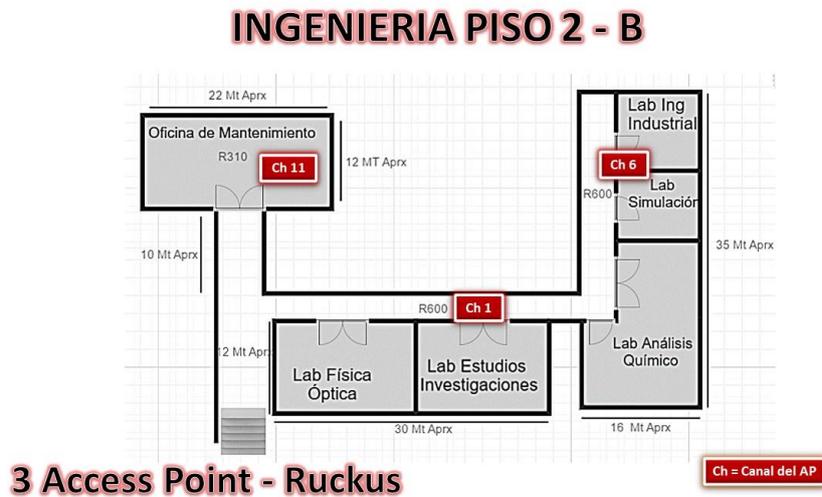


Nota: Se puede observar en el plano la ubicación de los cuatro AP que cubren segundo piso zona A del bloque de Ingeniería.

Fuente: Elaboración propia

Figura 36

Plano de ubicación de AP en ingeniería piso 2 - b

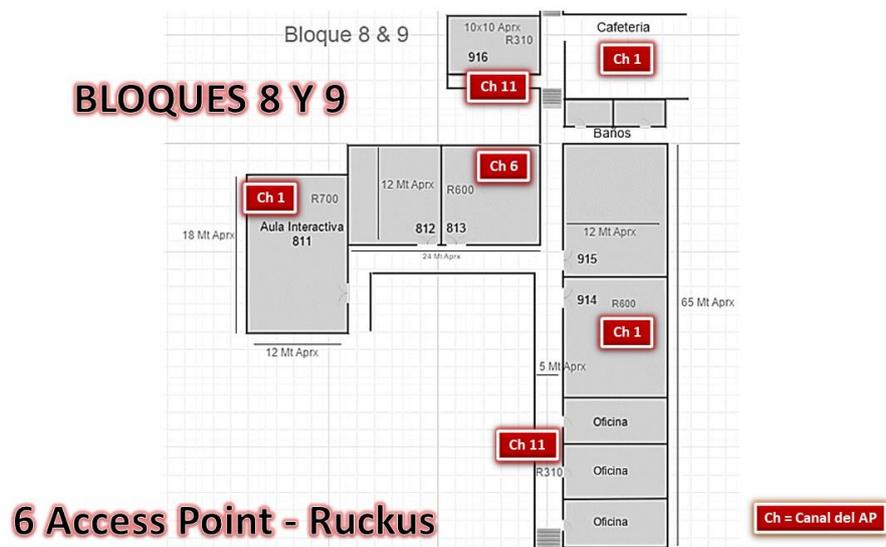


Nota: Se puede observar en el plano la ubicación de los tres AP que cubren el segundo piso zona B del bloque de Ingeniería.

Fuente: Elaboración propia

Figura 37

Plano de ubicación de AP en Bloque 8 y 9

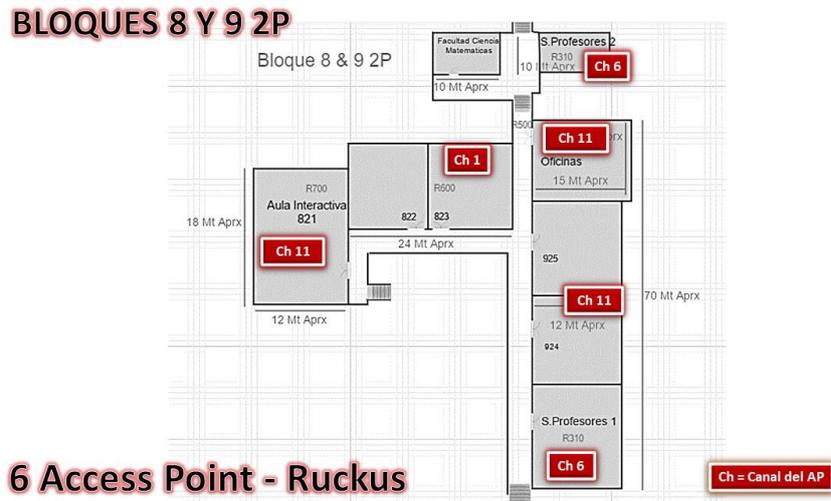


Nota: Se puede observar en el plano la ubicación de los seis AP que cubren el primer piso del Bloque 8 y 9.

Fuente: Elaboración propia

Figura 38

Plano de ubicación de AP en bloque 8 y 9 piso 2

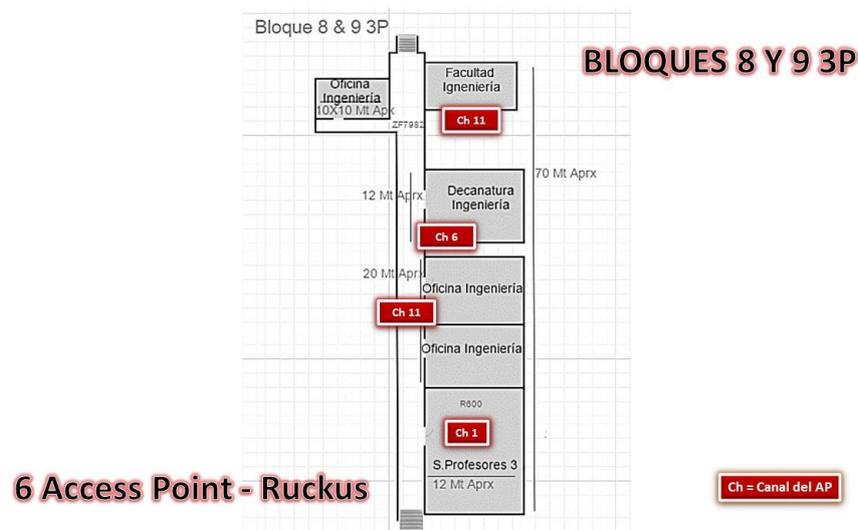


Nota: Se puede observar en el plano la ubicación de los seis AP que cubren el segundo piso del Bloque 8 y 9.

Fuente: Elaboración propia

Figura 39

Plano de ubicación de AP en bloque 8 y 9 piso 3

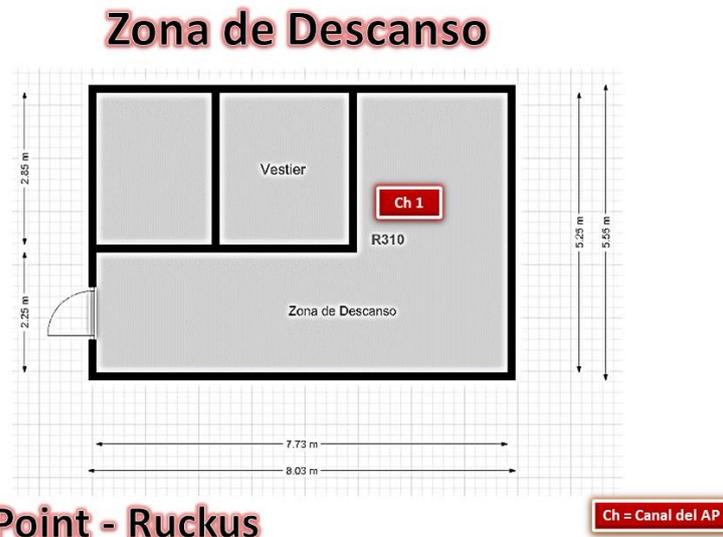


Nota: Se puede observar en el plano la ubicación de los cuatro AP que cubren el tercer piso del Bloque 8 y 9 tercer piso.

Fuente: Elaboración propia

Figura 40

Plano de ubicación de AP en zona de descanso

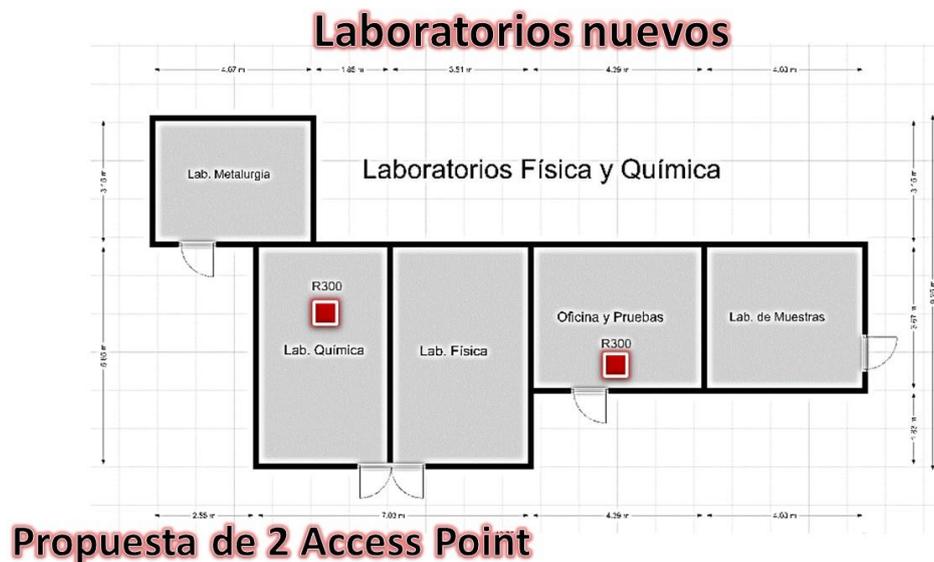


Nota: Plano de la ubicación actual del AP con buena cobertura y canal de transmisión.

Fuente: Elaboración propia

Figura 41

Plano de ubicación de AP en nuevos laboratorios



Nota: Propuesta de ubicación óptima para cubrir cada uno de los laboratorios reflejados en el mapa.

Fuente: Elaboración propia

Figura 42

Plano del nuevo bloque de consultorio jurídico



Propuesta de 1 Access Point

Nota: Propuesta de ubicación óptima para un mayor radio de cobertura del AP.

Fuente: Elaboración propia

Realización de encuesta para toma de datos en tiempo real.

En esta fase se procede con la realización de la encuesta a través de la plataforma Survey123 para iniciar con la vinculación de toda la información de la infraestructura inalámbrica. Luego se procede tomando la geo ubicación y fotografía en tiempo real del AP (Access Point) permitiendo brindar un análisis de cobertura completa del Campus.

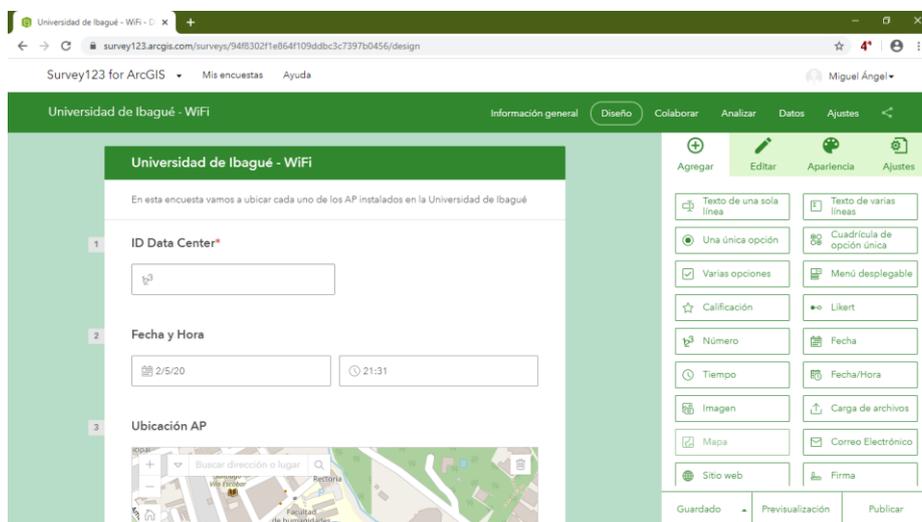
Encuesta para recolección de datos.

La encuesta, cuenta una serie de preguntas las cuales dieron información importante para la consolidación de la información. Estas preguntas se basan en la realización, ubicación, fotografía, monitoreo en PRTG, referencia del AP, observaciones, ID del Centro de cableado.

En las figuras 43, 44 y 45 se logra observar la creación de la encuesta para la recolección de toda la información importante para la continuidad del proyecto.

Figura 43

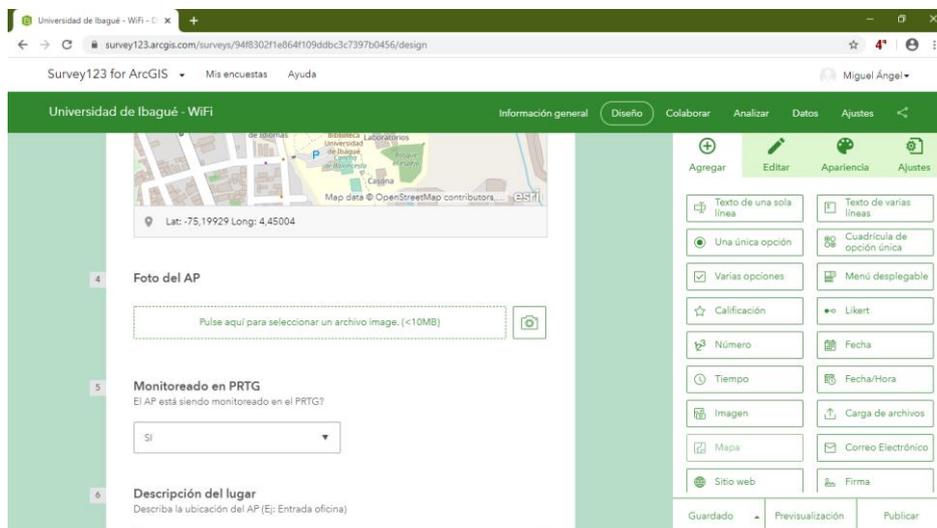
Datos a consultar en survey123



Fuente: Elaboración propia

Figura 44

Datos a consultar en survey123 – parte 2



Fuente: Elaboración propia

Figura 45

Datos a consultar en survey123 – parte 3

Universidad de Ibagué - WiFi

6. Descripción del lugar
Describe la ubicación del AP (Ej: Entrada oficina)

7. Referencia del AP
Indique la referencia del AP

8. Observaciones

Enviar

Agregar

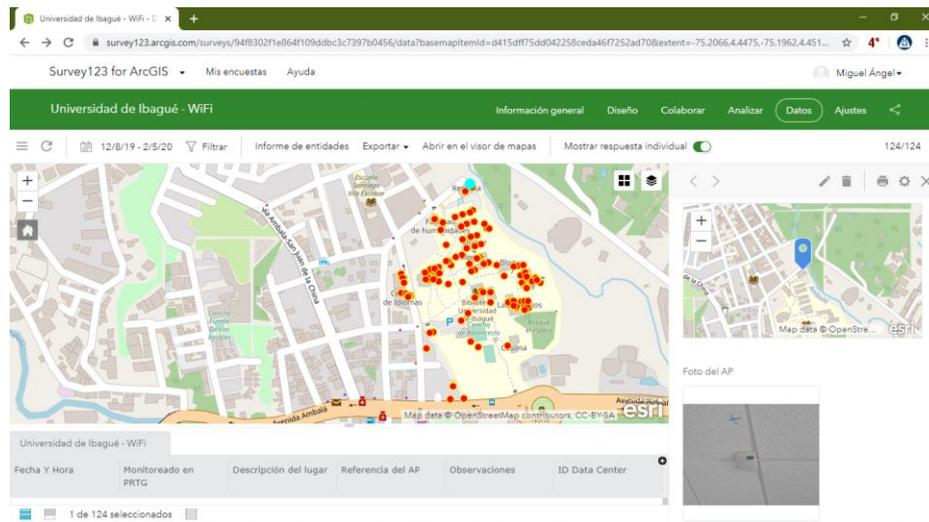
- Texto de una sola línea
- Una única opción
- Varias opciones
- Calificación
- Número
- Tiempo
- Imagen
- Mapa
- Sitio web
- Texto de varias líneas
- Cuadrícula de opción única
- Menú desplegable
- Likert
- Fecha
- Fecha/Hora
- Carga de archivos
- Correo Electrónico
- Firma

Guardado Previsualización Publicar

Fuente: Elaboración propia

Recolección de datos en plataforma

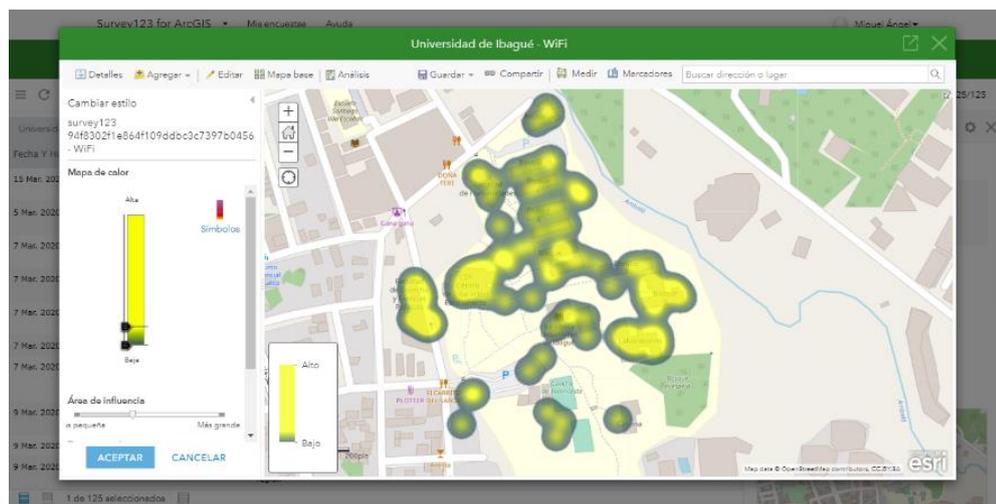
Como resultado del recorrido se logran geo-referenciar los 125 AP que actualmente se encuentran instalados en el campus, en la Figura 46, se ve reflejado el mapa con estilo OpenStreet (Estilo del mapa elegido) con todos los AP de la Universidad de Ibagué.

Figura 46*AP ubicados en el mapa*

Fuente: Elaboración propia

Mapa de calor de acuerdo con la ubicación de todos los Access Point

Luego de contar con todas las ubicaciones de los Access Point, en la Figura 47, se puede visualizar a través de un mapa de calor la intensidad y cobertura en todo el campus Universitario. También se puede ver que la cantidad de AP son más que suficientes para todo el entorno de la Universidad.

Figura 47*Mapa de calor – cobertura global de AP*

Fuente: Elaboración propia

Datos recolectados en el Software Survey123

Se exporta la tabla con todos los datos para validar que toda la información se encuentre diligenciada, tal cual como se evidencia en la Tabla 2, adicionalmente el software exporta otro dato llamado Global ID que es la referencia con la que los ubica geográficamente sobre el plano mundial.

Tabla 2

Datos recolectados en survey 123

ID	CreationDate	PRTG	Descripción del lugar	Ref.	x	Y
1	2020-02-19 19:13	NO	Almacén	r600	- 75.1993	4.450894
2	2020-02-21 15:39	SI	Salón 33	r600	- 75.1993	4.45048
3	2020-02-19 16:18	SI	Pasillo piso1 idiomas salón 14-13	r600	- 75.2003	4.44953
4	2020-02-21 15:20	SI	Salón 32	r600	- 75.1992	4.4505
5	2020-02-24 14:23	SI	Salón 42	r600	- 75.1992	4.45036
6	2020-02-24 14:25	SI	Salón 43	r310	- 75.1993	4.45033
7	2020-02-25 14:27	SI	Salón 45	r600	- 75.1994	4.4503
8	2020-02-25 21:01	SI	Salón 35	r600	- 75.1995	4.45044
9	2020-02-25 21:10	SI	Salón 15	r600	- 75.1996	4.45079
10	2020-02-26 14:35	SI	Salón 23	r310	- 75.1994	4.45068
11	2020-02-26 13:26	SI	Sala laser	r310	- 75.1993	4.45072
12	2020-02-26 13:58	SI	Salón 13	r310	- 75.1995	4.45083
13	2020-02-27 20:09	SI	Frente a Biblioteca - Patio de banderas	T300	- 75.1995	4.44976
14	2020-02-28 15:25	SI	Outdoor Al lado de cafetería del CEP	T300	- 75.1997	4.44973

ID	CreationDate	PRTG	Descripción del lugar	Ref.	x	Y
15	2020-02-28 19:35	NO	Cafetería del CEP	r700	- 75.1998	4.44978
16	2020-02-28 17:24	SI	Aula interactiva salón 75	zf7892	- 75.1985	4.45003
17	2020-02-28 16:29	SI	Entrada Oficina GTRES	zf7982	- 75.1991	4.450611
18	2020-02-28 16:38	SI	Techo - Cafetería Central	R700	- 75.1991	4.450612
19	2020-02-28 19:14	SI	Vicerrectoría	r310	- 75.1994	4.4512
20	2020-02-28 19:16	NO	Rectoría	r600	- 75.1993	4.45126
21	2020-02-28 19:25	NO	Humanidades - Sala de profesores 1	r310	- 75.1998	4.45059
22	2020-03-02 19:20	NO	Humanidades Piso 1 – Pasillo	zf7892	- 75.1998	4.450702
23	2020-03-02 16:22	NO	Sala de Profesores 5 – Humanidades	r310	- 75.1999	4.450767
24	2020-03-03 15:23	SI	Sala de Reuniones - Humanidades P2	r500	- 75.1999	4.45076
25	2020-03-03 20:26	NO	Administrativa	r310	- 75.1997	4.45035
26	2020-03-03 19:45	NO	C. Económicas – Pasillo	r500	- 75.1995	4.450188
27	2020-03-03 20:45	SI	C. Económicas - Sala de profesores 3	r310	- 75.1996	4.450162
28	2020-03-04 19:31	NO	Mercadeo Piso 1	r310	- 75.1997	4.450034
29	2020-03-04 20:40	SI	Aula interactiva salon73	zf7982	- 75.1987	4.45001
30	2019-08-16 21:35	SI	Aula interactiva salón 74	r610	- 75.1986	4.45002
31	2020-03-04 21:50	SI	Electrónica general	r500	- 75.1986	4.44936
32	2020-02-04 22:46	SI	Laboratorio de Sistemas	r310	- 75.1987	4.4494
33	2020-03-04 23:05	SI	Energía renovable	r310	- 75.1984	4.44936
34	2020-03-05 16:07	SI	CEP Investigaciones	zf7982	- 75.1999	4.44995
35	2020-03-05 19:28	SI	Salón 823	r600	- 75.1984	4.44981
36	2020-03-05 20:10	SI	Salón 925	r600	- 75.1985	4.44969
37	2020-03-05 21:20	SI	Unidad de permanencia	r310	- 75.1989	4.45003

ID	CreationDate	PRTG	Descripción del lugar	Ref.	x	Y
38	2020-03-05 21:52	SI	Salón 65	r600	- 75.1993	4.44996
39	2020-03-05 22:25	SI	Salón 61	r600	- 75.1991	4.45008
40	2020-03-05 16:44	SI	Salón 56	r310	- 75.1994	4.45005
41	2020-03-05 16:31	SI	Pasillo consultorio jurídico-derecho penal	r310	- 75.1995	4.44792
42	2020-03-05 17:00	SI	Consultorio jurídico	r310	- 75.1996	4.44813
43	2020-03-05 20:22	SI	Bienestar	zf7372	- 75.1995	4.44916
44	2020-03-05 20:45	SI	Avaco	zf7982	-75.2	4.44872
45	2020-03-05 21:20	SI	Paz y región	r600	- 75.1999	4.44897
46	2020-03-05 15:46	SI	Pasillo-piso 2 CEP	r700	- 75.1999	4.44994
47	2020-03-05 14:50	SI	Pasillo Sala de Cómputo- CEP	r700	- 75.1999	4.44981
48	2020-03-06 15:14	SI	Relaciones internacionales-cep-piso3	r300	-75.2	4.44995
49	2020-03-07 13:55	SI	Mercadeo Piso 2	r310	- 75.1997	4.450092
50	2020-03-06 23:15	NO	CEP - Pasillo piso 2 (frente 202)	r700	-75.2	4.449798
51	2019-08-12 19:39	NO	CEP - Frente a salón 205	r600	-75.2	4.449844
52	2020-03-06 22:55	NO	CEP - Piso 3 (Frente salón 302)	zf7982	-75.2	4.449808
53	2020-03-06 22:47	NO	Biblioteca Recepción	zf7982	- 75.1999	4.449882
54	2020-03-06 21:59	NO	Biblioteca Sala 2	r500	- 75.1992	4.449622
55	2020-03-06 22:14	SI	Biblioteca Sala 1	zf7982	-75.199	4.449443
56	2020-03-06 21:58	NO	Biblioteca Sala 4	zf7982	- 75.1992	4.449608
57	2020-03-06 20:03	SI	Auditorio de Ingeniería	r600	- 75.1985	4.449451
58	2020-03-06 20:15	NO	Lab. Simulación	r310	- 75.1987	4.449463
59	2020-03-06 20:19	SI	Cafetería de Ingeniería	r310	- 75.1982	4.449757
60	2020-03-06 20:21	NO	Ingeniería P2 - Sala Profesores 2	r500	- 75.1983	4.449801

ID	CreationDate	PRTG	Descripción del lugar	Ref.	x	Y
61	2020-03-06 20:28	SI	Ingeniería - Sala de profesores 1	r310	- 75.1985	4.449829
62	2020-03-06 20:31	SI	Ingeniería Piso 3 – Pasillo	zf7982	- 75.1985	4.449752
63	2020-03-17 20:32	NO	Ingeniería - Sala Profesores 3	r600	- 75.1986	4.449871
64	2020-03-17 20:33	NO	Ingeniería Piso 3 – Pasillo	r500	- 75.1983	4.44983
65	2020-03-16 20:38	NO	Ingeniería Piso 2 – Pasillo	r310	- 75.1983	4.449834
66	2020-03-06 20:57	SI	Casona	r600	- 75.1988	4.448762
67	2020-03-06 20:59	NO	Bienestar (Frene a cafetería)	r510	- 75.1993	4.448821
68	2020-03-06 14:15	SI	Salón 208-cep	r310	- 75.1999	4.44996
69	2020-03-06 15:00	SI	Sala satelital-Salón 209	r500	- 75.1998	4.44998
70	2020-03-16 15:55	SI	Multimedia	r310	- 75.1998	4.45
71	2020-03-16 16:58	SI	Salón 51	r310	- 75.1992	4.45016
72	2020-03-16 19:32	SI	Laboratorios de ingeniería piso 1 pasillo	r310	- 75.1985	4.4494
73	2020-03-16 19:52	SI	Pasillo electrónica industrial	r500	- 75.1986	4.44938
74	2020-03-16 19:55	SI	Laboratorio física	r310	- 75.1985	4.44939
75	2020-03-13 19:58	SI	Mantenimiento	r310	- 75.1985	4.44933
76	2020-03-16 20:00	SI	Laboratorio de mecánica y física	r310	- 75.1988	4.44944
77	2020-03-16 20:12	SI	Sala 3 biblioteca	zf7982	-75.199	4.4496
78	2020-03-16 20:32	SI	Salón 304-cep	r310	-75.2	4.44997
79	2020-03-16 21:05	SI	Salón 12	r600	- 75.1994	4.45087
80	2020-03-16 13:21	SI	Enfrente A ayudas educativas	T300	- 75.1988	4.44986
81	2020-03-16 13:28	SI	María café	T300	- 75.1993	4.44994
82	2020-03-16 13:33	SI	Salón 821	r700	- 75.1985	4.44991
83	2020-03-16 13:45	SI	Biblioteca edificio de idiomas	r300	- 75.2003	4.44956

ID	CreationDate	PRTG	Descripción del lugar	Ref.	x	Y
84	2020-03-16 13:49	SI	Pasillo-piso 2 idiomas- Salón 26	r600	- 75.2003	4.44956
85	2020-03-16 13:52	SI	Pasillo piso 2 idiomas salón-25	r600	- 75.2004	4.44959
86	2020-03-16 13:54	SI	Pasillo piso3-Edificio de idiomas	r600	- 75.2004	4.44959
87	2020-03-13 13:57	SI	Pasillo-piso 3 edificio de idiomas-salón 36	r600	- 75.2004	4.44958
88	2020-03-13 13:58	SI	Pasillo-piso 3 edificio de idiomas-salón 38	r310	- 75.2003	4.44955
89	2020-03-13 14:05	SI	Cafetería edificio de derecho	r500	- 75.2004	4.44983
90	2020-03-13 14:08	SI	Facultad de derecho y ciencias políticas	r310	- 75.2004	4.44985
91	2020-03-13 14:12	SI	Sala de profesores 1 piso 3 edificio de derecho	zf7982	- 75.2004	4.44989
92	2020-03-12 16:30	SI	Salón 25		- 75.1991	4.45068
93	2020-03-12 17:01	SI	Salón 521 derecho piso 2	zf7982	- 75.2004	4.44978
94	2020-03-12 17:06	SI	Salón 522 derecho piso 2	r310	- 75.2004	4.44976
95	2020-03-09 17:08	SI	Salón 533 derecho piso 3	r600	- 75.2004	4.44983
96	2020-03-12 17:09	SI	Salón 531 derecho piso3	r600	- 75.2004	4.44975
97	2020-03-12 17:10	SI	G4	r310	- 75.2004	4.44975
98	2020-03-12 17:12	SI	Salón 511 derecho	r700	- 75.2004	4.44975
99	2020-03-12 17:15	SI	Salón 53	r7372	- 75.1992	4.45015
100	2020-03-11 17:17	SI	Salón 54	r310	- 75.1992	4.45014
101	2020-03-11 17:18	SI	Salón 63	r310	- 75.1991	4.45005
102	2020-03-11 17:25	SI	Salón 813	r600	- 75.1985	4.44983
103	2020-03-11 17:38	SI	Salón 811	r700	- 75.1985	4.44985
104	2020-03-10 20:20	SI	Salón 914 ingeniería piso 1	r600	- 75.1985	4.44967
105	2020-03-10 20:25	SI	Laboratorio de redes	r600	- 75.1985	4.44947
106	2020-03-10 20:26	SI	Auditorio	zf7982	- 75.1993	4.44952

ID	CreationDate	PRTG	Descripción del lugar	Ref.	x	Y
107	2020-03-10 20:38	SI	Cencom Sala 4	r310	- 75.1999	4.44998
108	2020-03-10 20:42	SI	Salón 24	r600	- 75.1995	4.45064
109	2020-03-10 21:07	SI	Proyectos especiales	r600	- 75.1997	4.4501
110	2020-03-10 21:32	SI	Sala de reuniones piso 2 rectoría	r310	- 75.1994	4.45132
111	2020-03-10 21:38	SI	Bienestar Outdoor	T300	- 75.1994	4.44927
112	2020-03-07 14:10	SI	cafetería-Rampa edificio de idiomas piso 1	r600	- 75.2003	4.44954
113	2020-03-10 22:11	SI	Coordinación secretaria edificio de idiomas piso 2	r310	- 75.2003	4.44955
114	2020-03-09 22:13	SI	Laboratorio de suelos	r310	- 75.1984	4.44946
115	2020-03-09 22:46	SI	Zona de descanso encima del Rack está el AP	r310	- 75.1992	4.44874
116	2020-03-09 19:17	SI	Sala de reuniones de paz y región	r300	-75.2	4.44896
117	2020-03-09 19:18	SI	decanatura de ingeniería	r300	- 75.1984	4.44978
118	2020-03-09 20:00	SI	Entrada de laboratorio de ingeniería	r300	- 75.1987	4.44947
119	2020-03-07 15:29	SI	Pasillo piso 2 laboratorio de ingeniería- frente a telecomunicaciones	r600	- 75.1987	4.44939
120	2020-03-07 14:04	SI	Salón 916	r310	- 75.1983	4.4498
121	2020-03-07 15:15	SI	Consultorio de psicología oficina	r310	- 75.1997	4.44791
122	2020-03-07 14:59	SI	CEP piso 1 frente a los salones 104-105	r600	- 75.2001	4.44991
123	2020-03-07 14:22	SI	Sala de reuniones CEP piso 1	r310	- 75.1998	4.4499
124	2020-03-05 16:47	SI	Pasillo Consultorio de Psicología	zf7982	- 75.1996	4.44812
125	2020-03-15 22:30	SI	Zona de Descanso	r310	- 75.1993	4.44862

Fuente: Elaboración propia

Análisis de configuración de la Infraestructura Inalámbrica

La Universidad de Ibagué cuenta con una solución Wifi de la marca Ruckus, que

consta de 125 AP (Outdoor – Indoor) desplegados por todo el campus. Las referencias de los mismos se ven reflejadas en la Tabla 3; R300, R310, R500, R600, R700, ZF7982, T300.

De manera global la universidad tiene la cantidad de AP más que suficientes para una completa cobertura, pero de acuerdo con los planos realizados se logró concluir que actualmente existen puntos ciegos tales como: Laboratorio de Química y Edificio nuevo de Consultorio Jurídico.

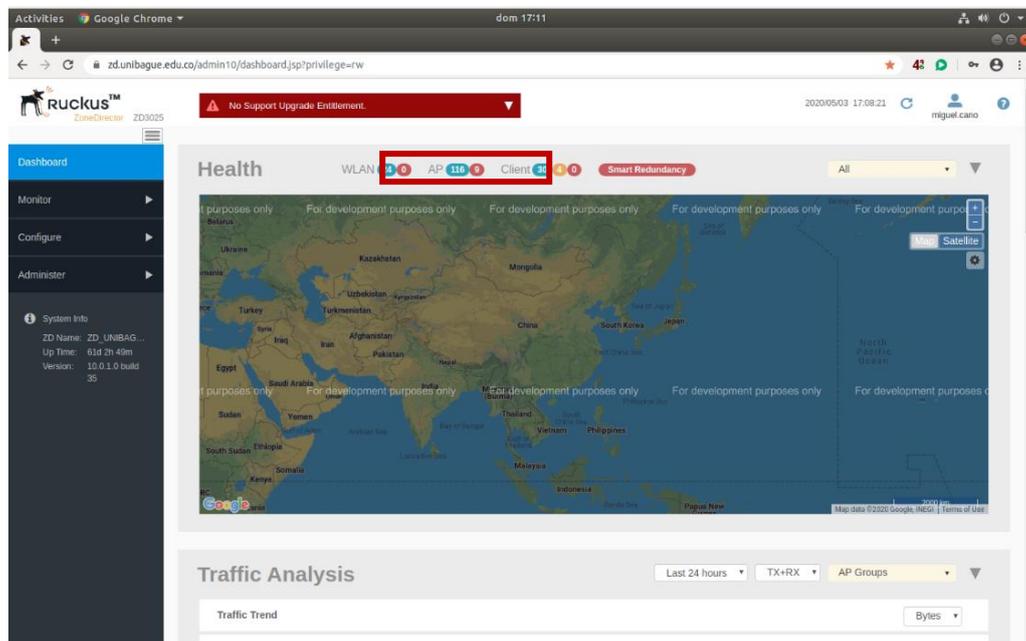
Todos y cada uno de los AP se encuentran sincronizados con dos controladoras físicas marca Ruckus de referencias ZD300, las cuales trabajan simultáneamente cada una con sus licencias activas. (No trabajan como respaldo una de la otra). Cada uno de los AP cuenta con su direccionamiento IP el cual se ve con la controladora una vez configurado para poder ser administrado de manera unificada y con los parámetros de acceso configurados (portal de autenticación, potencia, grupo, etc.)

La cantidad de usuarios concurrentes son más de 2.400 sumados estudiantes, docentes, administrativos y visitantes, un número considerable para exigencia del servicio y equipos de red inalámbrica.

Validación de configuración de la Controladora.

Figura 48

Controladora wifi - Ruckus

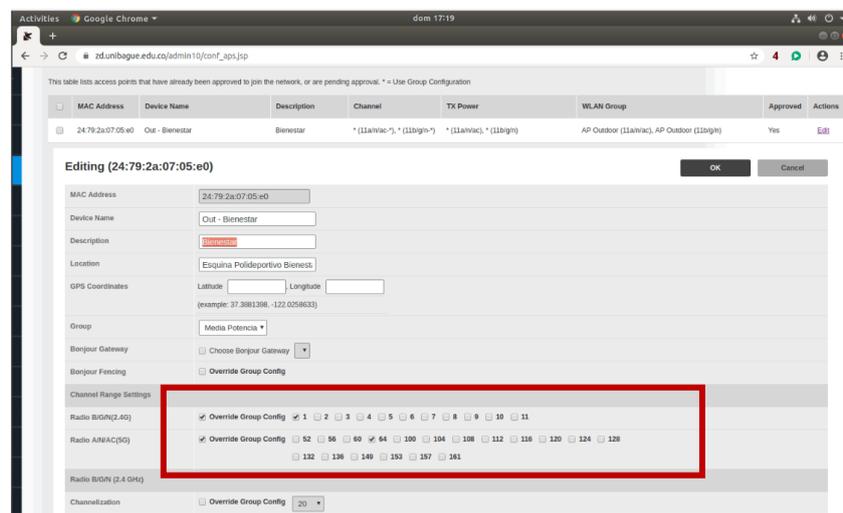


Nota: En esta imagen se puede observar la pantalla inicial del monitoreo en el funcionamiento de todos los dispositivos y los usuarios conectados en tiempo real.

Fuente: Elaboración propia

Figura 49

Configuración de bandas por AP

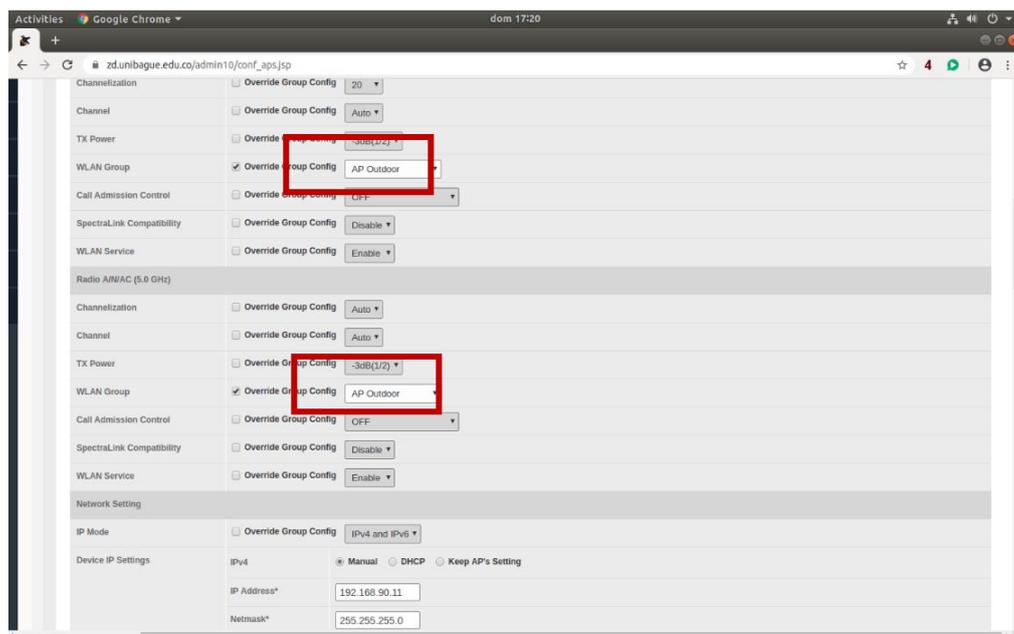


Nota: Se puede visualizar en la Figura 49, que todos los AP cuenta con las dos Bandas 2.4hz y 5Ghz, pero en la banda 2.4Ghz la cual es la que más dispositivos prefieren, está configurada manualmente por un solo canal, esto es una buena práctica ya que se configura uno de los tres canales que no tiene problemas de interferencia (1,6 y11).

Fuente: Elaboración propia

Figura 50

Configuración por grupos de Access Point



Nota: En la controladora, el administrador organiza por grupos los AP para facilitar su configuración masiva dependiendo el área o la potencia que se requiere para un óptimo servicio de cobertura y conectividad.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3*Access point registrados en la controladora y sus configuraciones*

N°	Device Name	Location	Model	Channel
1	In - Sala 1	Biblioteca Sala 1	zf7982	11(11b/g/n-20),153(11a/n-40)
2	In - Movie Maker	Bloque 2 - Arquitectura Imp. Laser	r310	6(11b/g/n-20),104(11a/n/ac-80)
3	In - Salón 811	Bloque 8 Primer Piso	r700	1(11b/g/n-20),44(11a/n/ac-80)
4	In - Cafetería CEP	Cafetera CEP	r700	6(11b/g/n-20),104(11a/n/ac-80)
5	In - Salón 43	Bloque 4	r310	1(11b/g/n-20),44(11a/n/ac-80)
6	In - Salón 35	Bloque 3	r600	1(11b/g/n-20),44(11a/n/ac-80)
7	In - Pasillo piso 1	Pasillo Oficinas transferencias y avancemos	r310	11(11b/g/n-20),128(11a/n/ac-80)
8	In - Salón 823	Bloque 8, Segundo Piso	r600	1(11b/g/n-20),44(11a/n/ac-80)
9	In - Pasillo Cafetería idiomas	Cafetería idiomas	r600	6(11b/g/n-20),100(11a/n/ac-80)
10	In - Ciencias Económicas	Pasillo - Ciencias Económicas	r500	1(11b/g/n-20),48(11a/n/ac-80)
11	In - Salón 54	Bloque 5 - Salón 54	r310	11(11b/g/n-20),132(11a/n/ac-80)
12	In - Salón 75	Salón 75	zf7982	11(11b/g/n-20),157(11a/n-40)
13	In - Sala 2	Biblioteca Primer Piso	r500	1(11b/g/n-20),136(11a/n/ac-80)
14	In - Mercadeo Piso 1	Mercadeo Piso 1	r310	6(11b/g/n-20),100(11a/n/ac-80)
15	In - Salón 45	Bloque 4	r600	6(11b/g/n-20),100(11a/n/ac-80)
16	In - Salón 56	Bloque 5	r310	1(11b/g/n-20),153(11a/n/ac-80)
17	In - Avaco	Pasillo - Oficina Avaco	zf7982	11(11b/g/n-20),128(11a/n-40)
18	In - Salón 23	Bloque 2	r310	11(11b/g/n-20),52(11a/n/ac-80)
19	Lab. Suelos y Concretos	Laboratorio_1	r310	6(11b/g/n-20),104(11a/n/ac-80)
20	In - Sala 3	Biblioteca - Sala 3	zf7982	6(11b/g/n-20),52(11a/n-40)
21	Out - Bienestar	Esquina Polideportivo Bienestar U	t300	1(11b/g/n-20),64(11a/n/ac-80)

N°	Device Name	Location	Model	Channel
22	In - Sala de Reuniones - Piso 2	Humanidades 2 Piso	r500	6(11b/g/n-20),104(11a/n/ac-80)
23	Pasillo Bloque 9	Ing. Piso 2	r310	11(11b/g/n-20),128(11a/n/ac-80)
24	In - Salón 53	Bloque 5	zf7372	6(11b/g/n-20),104(11a/n-40)
25	In - Salón 61	Bloque 6	r600	11(11b/g/n-20),132(11a/n/ac-80)
26	In - Rectoría Sala Reuniones	Rectoría 2 Piso	r310	1(11b/g/n-20),48(11a/n/ac-80)
27	In - Oficina Relaciones Internacionales	CEP piso 3	r300	11(11b/g/n-20),128(11a/n-40)
28	In - Lab Física	Laboratorios piso 1	r310	6(11b/g/n-20),100(11a/n/ac-80)
29	In - Bienestar 2 piso	Bienestar Oficinas - Piso 2	zf7372	6(11b/g/n-20),104(11a/n-40)
30	In - Cafetería Central	Bloque 3 y 4	zf7982	11(11b/g/n-20),56(11a/n-40)
31	In - Con Jurídico Pasillo Entrada	Pasillo Recepción	r310	1(11b/g/n-20),48(11a/n/ac-80)
32	Pasillo Decanatura Ing.	Ingeniería Piso 3	zf7982	6(11b/g/n-20),100(11a/n-40)
33	In - Salón 25	Frente a GTRES	zf7982	11(11b/g/n-20),128(11a/n-40)
34	In - Paz y Región	Sala de Reuniones Paz y Región	r300	6(11b/g/n-20),100(11a/n-40)
35	In - Bienestar Piso 1	Enseguida de la ATELIER	r510	11(11b/g/n-20),128(11a/n/ac-80)
36	In - Sala 4	CEP - CENCOM S4	r310	11(11b/g/n-20),128(11a/n/ac-80)
37	In - Salón 74	Salón 74	r610	6(11b/g/n-20),100(11a/n/ac-80)
38	In - Pasillo Lab. Medicina	Pasillo Laboratorios Comunicación y Medicina	r600	11(11b/g/n-20),124(11a/n/ac-80)
39	In - Salón 51	Bloque 5	r310	1(11b/g/n-20),44(11a/n/ac-80)
40	In - Sala de reuniones	Pasillo Sala de Reuniones	r500	1(11b/g/n-20),48(11a/n/ac-80)
41	In - Salón 36	Idiomas 3 Piso	r600	6(11b/g/n-20),100(11a/n/ac-80)
42	In – Almacén	Bloque 1 & Bloque 2	r600	11(11b/g/n-20),153(11a/n/ac-80)
43	Out - Zona Social	Lámpara - Cafetería CEP	t300	1(11b/g/n-20),64(11a/n/ac-80)
44	In - Salón 13	Bloque 1 Salón 13	r310	6(11b/g/n-20),104(11a/n/ac-80)

N°	Device Name	Location	Model	Channel
45	In - GTR3S	Gestión de Tecnólogas Redes y Sistemas	r700	1(11b/g/n-20),161(11a/n/ac-80)
46	In - Recepción	Biblioteca 1 Piso	zf7982	6(11b/g/n-20),108(11a/n-40)
47	In - Lab Psicológico	Pasillo Lab Psicológico	zf7982	1(11b/g/n-20),100(11a/n-40)
48	In - Pasillo Derecho Penal	Pasillo Derecho Penal	r310	6(11b/g/n-20),100(11a/n/ac-80)
49	In - Mantenimiento	Oficina de mantenimiento	r310	1(11b/g/n-20),128(11a/n/ac-80)
50	In - Salón 813	Bloque 8 Primer Piso	r600	6(11b/g/n-20),100(11a/n/ac-80)
51	In - Sala Profesores 1 - Piso 1	Dentro de la sala Primer Piso	r310	1(11b/g/n-20),48(11a/n/ac-80)
52	In - Salón 531	Derecho 3 Piso	r600	6(11b/g/n-20),104(11a/n/ac-80)
53	In - Pasillo Piso 2	Frente Salón 206	r700	6(11b/g/n-20),104(11a/n/ac-80)
54	Out - Zona Social	Mástil Frente al 73	t300	11(11b/g/n-20),112(11a/n/ac-80)
55	In - Salón 914	Bloque 9 Primer Piso	r600	1(11b/g/n-20),48(11a/n/ac-80)
56	In - Salón 302-303	Pasillo CEP 3 Piso	zf7982	8(11b/g/n-20),48(11a/n-40)
57	In - Salón 522	Salón 522	r310	6(11b/g/n-20),100(11a/n/ac-80)
58	In - Salón 925	Bloque 9 Segundo Piso	r600	11(11b/g/n-20),128(11a/n/ac-80)
59	In - Pasillo	Oficinas Idiomas 2 Piso	r310	6(11b/g/n-20),100(11a/n/ac-80)
60	In - Salón 33	Bloque 3	r310	11(11b/g/n-20),124(11a/n/ac-80)
61	In - Salón 65	Bloque 6	r600	1(11b/g/n-20),48(11a/n/ac-80)
62	In - Salón 533	Derecho 3 Piso	r600	11(11b/g/n-20),128(11a/n/ac-80)
63	In - Salones 24-23-22	Centro de Idiomas - Piso 2	r600	6(11b/g/n-20),100(11a/n/ac-80)
64	In - Sala Profesores 5 - Piso 2	Humanidades 2 Piso	r310	1(11b/g/n-20),48(11a/n/ac-80)
65	In - Pasillo 204-205	Frente al salón 204	r600	1(11b/g/n-20),44(11a/n/ac-80)
66	In - Sala Profesores 3	Bloque 8 Piso 3	r600	11(11b/g/n-20),128(11a/n/ac-80)
67	In - Sala 4	Biblioteca piso 2	zf7982	11(11b/g/n-20),56(11a/n-40)

N°	Device Name	Location	Model	Channel
68	In - Salón 521	Aula Interactiva 2 Piso	zf7982	11(11b/g/n-20),128(11a/n-40)
69	In - Aula Interactiva 511	Aula Interactiva 1 Piso	r700	6(11b/g/n-20),104(11a/n/ac-80)
70	In - Salón 12	Bloque 1 - Salón 12	r600	11(11b/g/n-20),132(11a/n/ac-80)
71	In - Sala de Profesores - Piso 1	Sala de Profesores Pasillo	zf7982	11(11b/g/n-20),128(11a/n-40)
72	Lab Suelos_Concreto2	Laboratorio_2 Piso	r310	1(11b/g/n-20),44(11a/n/ac-80)
73	In - Pasillo Salones 105_104	CEP Primer Piso	r600	6(11b/g/n-20),104(11a/n/ac-80)
74	In - Salón 73	Salón 73	zf7982	1(11b/g/n-20),44(11a/n-40)
75	In - Rectoría	Primer Piso	r600	11(11b/g/n-20),128(11a/n/ac-80)
76	In - Zona Descanso	Enseguida al Gimnasio de Hombres	r310	1(11b/g/n-20),48(11a/n/ac-80)
77	In - Cafetería Derecho	Cafetería Derecho 1 Piso	r500	11(11b/g/n-20),128(11a/n/ac-80)
78	In - Lab Redes	Laboratorio 2 Piso B	r600	6(11b/g/n-20),52(11a/n/ac-80)
79	In - Paz y Región	Oficina Paz y Región	r600	11(11b/g/n-20),52(11a/n/ac-80)
80	In - Lab Simulación	Laboratorios 2 Piso A	r310	6(11b/g/n-20),100(11a/n/ac-80)
81	In - Máquinas y Herramientas	Pasillo Lab Máquinas y Herramientas	zf7982	1(11b/g/n-20),44(11a/n-40)
82	In - Sala de Reuniones	Sala de Reuniones CEP Piso 1	r310	11(11b/g/n-20),128(11a/n/ac-80)
83	In - Sala de Profesores	Derecho 4 Piso	r310	11(11b/g/n-20),128(11a/n/ac-80)
84	In - Oficina	Proyectos Especiales	r600	11(11b/g/n-20),100(11a/n/ac-80)
85	In - Sala 2	Pasillo CEP Primer Piso Centro de computo	r700	1(11b/g/n-20),48(11a/n/ac-80)
86	In - Salones 38-37	Pasillo Centro de Idiomas piso 3	r310	1(11b/g/n-20),48(11a/n/ac-80)
87	In - Salón 32	Bloque 3	r600	6(11b/g/n-20),104(11a/n/ac-80)
88	In - Sala de audiencias	Sala 2 - Derecho Piso 4	r310	6(11b/g/n-20),104(11a/n/ac-80)
89	In - Salón 208	Salón 208 CEP 2P	r310	1(11b/g/n-20),48(11a/n/ac-80)
90	In - Vicerrectoría	Primer Piso Vicerrectoría	r310	6(11b/g/n-20),104(11a/n/ac-80)

N°	Device Name	Location	Model	Channel
91	In - Casona	Pasillo Casona	r600	6(11b/g/n-20),100(11a/n/ac-80)
92	In - Lab Electrónica General	2 piso-A Laboratorios Ingenierías	r500	6(11b/g/n-20),100(11a/n/ac-80)
93	In - Salón 821	Bloque 8 - Piso 2	r700	11(11b/g/n-20),128(11a/n/ac-80)
94	In - Sala de Profesores 2	Ingeniería 2 Piso	r310	6(11b/g/n-20),104(11a/n/ac-80)
95	In - Salón 42	Bloque 4	r600	11(11b/g/n-20),128(11a/n/ac-80)
96	In - Mercadeo Piso 2	Mercadeo Segundo Piso	r310	1(11b/g/n-20),48(11a/n/ac-80)
97	In - Sala Profesores 1	Bloque 9 Piso 2	r310	6(11b/g/n-20),104(11a/n/ac-80)
98	In - Salón 304	CEP Piso 3	r310	6(11b/g/n-20),104(11a/n/ac-80)
99	In - Salón 24	Bloque 2	r600	6(11b/g/n-20),52(11a/n/ac-80)
100	In - Salón 916	Salón 916, Primer piso	r310	11(11b/g/n-20),128(11a/n/ac-80)
101	In - Consultorio Psicología	Consultorio Psicología Pasillo	r310	1(11b/g/n-20),52(11a/n/ac-80)
102	In - Pasillo 34-33-32	Idiomas 3 Piso	r600	1(11b/g/n-20),52(11a/n/ac-80)
103	In - Lab Sistemas	Laboratorio Sistemas 2Piso A	r310	1(11b/g/n-20),44(11a/n/ac-80)
104	In - Sala de Profesores 3	Ciencias Económicas	r310	11(11b/g/n-20),128(11a/n/ac-80)
105	In - Sala Satelital	Sala Satelital	r500	6(11b/g/n-20),104(11a/n/ac-80)
106	In - Sala profesores Automatización	Enseguida del Rack Ppal. Laboratorios	r300	6(11b/g/n-20),104(11a/n-40)
107	In - Decanatura Ingeniería	Decanatura de Ingenierías	r310	6(11b/g/n-20),104(11a/n/ac-80)
108	In - Cafetería Ing.	Bloque 9 Primer Piso	r310	11(11b/g/n-20),157(11a/n/ac-80)
109	In - Lab Multimedia	CEP Lab Multimedia 3 Piso	r310	1(11b/g/n-20),48(11a/n/ac-80)
110	In - Salón 26	Idiomas Pasillo 2 Piso	r600	1(11b/g/n-20),48(11a/n/ac-80)
111	In - Pasillo Salón 202	CEP Piso 2 Pasillo	r700	11(11b/g/n-20),128(11a/n/ac-80)
112	In - Lab Metalurgia	Pasillo Lab Metalurgia	r600	11(11b/g/n-20),128(11a/n/ac-80)
113	In - Lab Física Óptica	Laboratorio 2 Piso B	r600	7(11b/g/n-20),44(11a/n/ac-80)

N°	Device Name	Location	Model	Channel
114	Out - Patio Banderas	Poste de María Café	t300	11(11b/g/n-20),157(11a/n/ac-80)
115	In - Salón 15	Bloque 1 Salón 15	r600	1(11b/g/n-20),44(11a/n/ac-80)
116	In - Sala Profesores 1	Ciencias Económicas	r310	6(11b/g/n-20),100(11a/n/ac-80)
117	In - Oficinas CEP	Oficinas CEP - Piso 1	zf7982	1(11b/g/n-20),48(11a/n-40)
118	Out - Biblioteca	Mástil frente a Biblioteca	t300	6(11b/g/n-20),116(11a/n/ac-80)
119	Pasillo Frente Sala Reuniones	Ingeniería Piso 3	r500	11(11b/g/n-20),40(11a/n/ac-80)
120	In - Salón 63	Bloque 6	r310	6(11b/g/n-20),161(11a/n/ac-80)
121	In - Salones 14-13	Centro de Idiomas Primer Piso	r600	6(11b/g/n-20),161(11a/n/ac-80)
122	In – Auditorio	Auditorio Central	zf7982	11(11b/g/n-20),100(11a/n-40)
123	In – Biblioteca	Biblioteca de Idiomas Piso 1	r300	11(11b/g/n-20),100(11a/n-40)
124	In – Auditorio	Auditorio de Ingeniería Primer Piso	r600	6(11b/g/n-20),128(11a/n/ac-80)
125	In - Administrativa	Centro de Administrativa	r310	11(11b/g/n-20),128(11a/n/ac-80)

Nota: Se muestra en la tabla cada uno de los AP con sus referencias y la configuración en los canales que permiten su funcionamiento.

Fuente: Controladora Wifi de la Universidad de Ibagué

Propuesta de mejoras para la solución de conectividad Wifi

Validación de potencias en cada uno de los AP

En los salones del CEP asignados para las salas de centro de cómputo no cuentan con buena cobertura Inalámbrica. Se requiere aumentar la potencia de los AP de ese sector, pero confirmar que no generen interferencia con los otros AP vecinos.

En el Edificio de Ingeniería piso 1, actualmente la oficina de Psicología presenta intermitencia en la conexión wifi donde se pierde la conexión frecuentemente, se debe validar que la relación de potencias en los AP cercanos esté bien alineada porque está causando

saltos entre antenas desde la tarjeta de red del Equipo.

En Bienestar, el polideportivo cuenta con buena cobertura cerca del AP outdoor, pero al momento de un evento con gran número de personas, de acuerdo con el espacio y distribución, los usuarios que se ubican en el extremo de la cancha casi en frente a CASONA, notan que la señal es baja y no brinda buenos tiempos de navegación.

Ajuste en la configuración de los canales de los AP (Access Point)

Como se mencionó anteriormente, los canales que generan menor interferencia con tres (1,6 y 11) si bien están configurados de forma manual, sería una mejor práctica automatizar todos los AP con los 3 Canales, es decir dejar que los mismos AP se encarguen de hacer el balance y conectar el dispositivo final con uno de estos tres canales, pero de manera automática, brindando un descanso entre canales por AP.

Evaluación de puntos ciegos.

Cómo analizamos la universidad cuenta con varios puntos ciegos se debe evaluar la posibilidad de eliminarlos para mejorar el nivel de cobertura y servicio de la solución Wifi. Como evidenciamos en los planos, dos edificios no cuentan con conectividad inalámbrica y son lugares de clases, investigación, utilización de equipos y maquinaria inalámbricos pero adicional con servicios a usuarios. Se hizo la evaluación de la mejor opción de referencia de un AP para estos edificios, en la Figura 41 y Figura 42 se ven reflejadas las ubicaciones de los mismos.

Nota: Se identificó que las porterías no cuentan con cobertura inalámbrica, se sugiere a futuro una instalación de un AP por portería para cubrir las tres porterías principales en caso de que se requiera la instalación de un Sistema de acceso inalámbrico o registro de ingreso por huella dactilar.

Reemplazo de los Access Point antiguos por Tecnología Nueva – Renovar

Se identificaron Access Point de referencias antiguas que amarran las controladoras físicas y permiten que no trabajen cómo backup una de la otra. Se sugiere realizar la renovación de esta tecnología antigua para mejorar rendimiento, repuesta de conexión y navegación.

Referencia antigua: **ZF7982**

Migración de Controladora Física a Controladora en Nube

La Universidad de Ibagué cuenta con dos controladoras trabajando simultáneamente, pero éstas ya son tecnología antigua y por tiempo de uso podrían empezar a fallar. La sugerencia es una migración a una controladora en nube una vez se hayan actualizados los AP antiguos para que respondan correctamente tanto el servicio Wifi como la conexión al portal cautivo de validación de los usuarios. Para esta migración se sugiere realizar varios pruebas de concepto donde se evalúen todas las variantes que simulen un entorno real, con el fin de no impactar la solución en un momento de concurrencia de usuarios y caída del servicio.

Desarrollo de aplicación de la Infraestructura Inalámbrica.

Para el desarrollo de la Aplicación Web, como se puede apreciar en la Figura 51, se usa la Plataforma de ArcGIS Online, en donde luego de tener todos los datos listos, procedemos a agregarlos como una capa, donde se refleja una Tabla con todos los atributos requeridos para su visualización y Geolocalización en el MAPA.

Figura 51

Insertando tabla de atributos al mapa.

The screenshot shows the ArcGIS web map interface for 'Mapa Wifi_Unibague'. The map displays a city street grid with several red circular markers representing data points. Below the map, a table titled 'Encuesta Survey123 2 (Entidades: 125, Seleccionado: 0)' is visible. The table has the following columns: Referencia del AP, Descripción del lugar, ID Data Center, Edificio, Monitoreado en PRTG, Observaciones, and Foto. The data rows are as follows:

Referencia del AP	Descripción del lugar	ID Data Center	Edificio	Monitoreado en PRTG	Observaciones	Foto
zf792	Entrada Oficina GTRES	17	BLOQUE 3	SI		
r600	Techo - Cafeteria Central	18	BLOQUE 3	SI		
r310	Almacén	1	BLOQUE 2	NO		
r310	Vicerrectoría	19	RECTORIA	SI		

Fuente: Elaboración propia

Como se logra observar en la Figura 52, se configura la simbología que hace referencia al diseño de los puntos Geo-ubicados para mejorar su impacto visual para el analista o la persona que quiera conocer de la Infraestructura.

Figura 52

Configuración de simbología

The screenshot shows the 'Cambiar estilo' (Change Style) panel for the 'Encuesta Survey123 2' layer. The panel includes the following options:

- Mostrando solo ubicación:**
 - Símbolos
 - Girar símbolos (grados)
- Transparencia:**
 - Global: 0% to 100% slider.
 - Por entidad: Establecer desde Valores de atributo.
- Rango visible:**
 - Sugerido: Cales - Edificio.

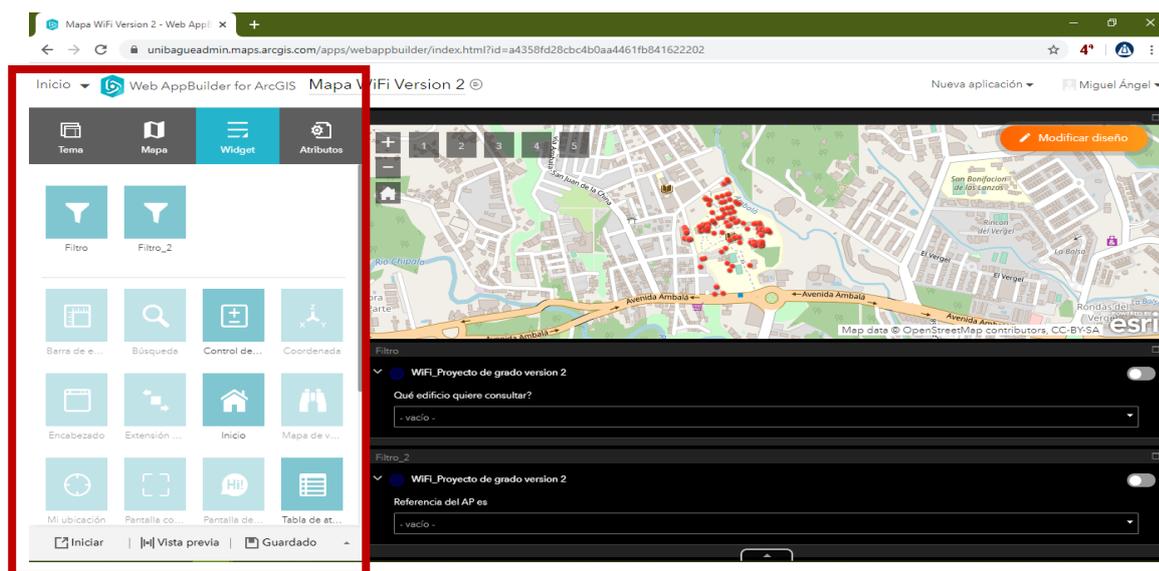
Buttons for 'ACEPTAR' and 'CANCELAR' are visible at the bottom of the panel. The map in the background shows the same city street grid with red markers, and the table from Figure 51 is partially visible at the bottom.

Fuente: Elaboración propia

Se procede a crear la aplicación en la herramienta llamada Web AppBuilder dentro de la plataforma de ArcGIS online. Esta herramienta nos permite agregar las funcionalidades que queremos que realice nuestra aplicación.

Figura 53

Creación de aplicación con web Appbuilder.



Nota: Se puede observar el proceso de configuración de la aplicación luego de llamar los datos que fueron adquiridos en su momento para la interacción en tiempo real con el mapa.

Fuente: Elaboración propia

Aplicación funcional.

Como producto final se obtiene una aplicación web, que es visible a través de la URL y se puede anexar a la cualquier Micro-sitio o Blog donde se quiera presentar la Infraestructura Inalámbrica de la Universidad de Ibagué.

¿Cómo funciona la aplicación?

La aplicación tiene tres funcionalidades:

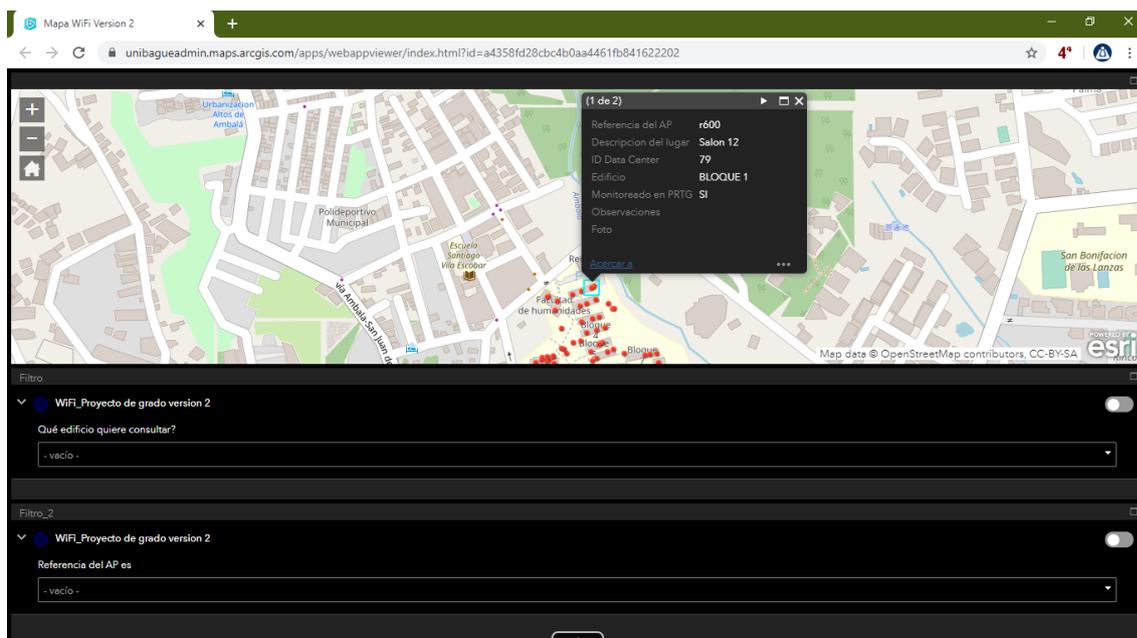
Consiste en filtrar y visualizar en el mapa los Access Point ubicados por **edificio** alrededor del campus universitario. Funcionalidad bastante importante para quien analice los Access Point por punto de ubicación estratégica.

Consiste en filtrar y visualizar en el mapa los Access Point ubicados por referencia alrededor del campus Universitario, con la finalidad de conocer la obsolescencia del equipo, su capacidad utilizada en sitio y tipo de configuración que debe tener.

Al momento de ubicarse en uno de los Access Point y seleccionarlo se puede ver toda la información (leyenda) de ese equipo con el fin de saber ubicación exacta, referencia y a qué edificio corresponde.

Figura 54

Aplicación web funcional



Nota: Como podemos visualizar en la Figura 54, la aplicación permite actualizar sus datos en la tabla de atributos y de esta manera poder visualizar más información importante como pueden ser los canales que tienen configurados, etc. Todo va a decisión del administrador de la solución Wifi o directores que deseen empalmarlo con Sitios Web principales de la

Universidad.

Fuente: Elaboración propia

Para poder ingresar a visualizar la aplicación y su funcionalidad se debe ingresar al siguiente enlace disponible:

<https://unibagueadmin.maps.arcgis.com/apps/webappviewer/index.html?id=a4358fd28cbc4b0aa4461fb841622202>

Conclusiones

De acuerdo con la información recolectada se realizó un análisis de cobertura y configuración de la red inalámbrica, y a su vez, se documentó sobre planos cada uno de los Access Point instalados con su respectiva configuración actual.

Como elemento importante para el conocimiento de la infraestructura inalámbrica, a través de la aplicación ArcGIS, se plasmó en un mapa geográfico cada una de las coordenadas de ubicación por AP, adicionalmente, se identificó el lugar de instalación en cada uno de los edificios dentro del campus, lo cual permite una mayor eficiencia al momento de recibir algún reporte de falla.

Luego de realizar la geolocalización y documentación de los Access Point se determinó que la Universidad de Ibagué tiene lugares sin cobertura inalámbrica y que los servicios que se ofrecen allí no cuentan con conexión a Internet, siendo esto una debilidad crítica en un lugar donde se impulsa el desarrollo de la investigación y crecimiento profesional de los usuarios.

De acuerdo con las pruebas de conexión realizadas se logra identificar los puntos donde se debe tomar alguna acción para llevar cobertura y brindar servicio a los usuarios. En general la solución wifi se comporta de una manera estable y funcional pero con opciones de mejora tanto en la actualización de equipos como en la configuración automática de los canales de los AP.

Con este proyecto se reconocen diferentes soluciones que pueden mitigar los factores negativos, estas propuestas de solución son: reubicación, ajuste de potencias e instalación de nuevos equipos que permitan ampliar la cobertura en cada uno de los lugares que no cuenta con servicio de comunicación en red.

Recomendaciones

Se sugiere continuar con una infraestructura de equipos nuevos de la misma marca, pero diferente referencia de acuerdo con el avance tecnológico y las mejoras corregidas en cada actualización.

La configuración de las redes de los AP debe ser segura y más en edificios administrativos donde se maneja alto tráfico de información.

Para una mayor eficiencia de la navegación teniendo en cuenta que también influye el Ancho de Banda, se sugiere controlar las conexiones por usuario, es decir definir una cantidad de dispositivos por usuario.

Se recomienda idear un correcto proceso de actualización de la información con cada una de las configuraciones o instalaciones realizadas, esto con el fin de brindar un esquema transparente de la solución y permitir eficiencia en los tiempos de solución de problemas cuando se presente alguna falla.

Se sugiere mayor capacitación en el funcionamiento de la tecnología inalámbrica con el fin de conocer los posibles obstáculos o escenarios que pueden dificultar un poco el despliegue de cobertura y recepción de la señal, debido a que el mundo de las redes wifi es bastante complejo por ser un tipo de conexión que depende en gran parte del medio donde se instala.

Bibliografía

- Adegboji, O. B., & Toyo, O. D. (2006). *The impact of the internet on research: the experience of Delta State University*. <https://digitalcommons.unl.edu/libphilprac/84>
- Acosta, G. (2018). *Concepciones en los documentos oficiales de las dependencias de la universidad de Ibagué frente al compromiso con el desarrollo regional*. <https://repositorio.unibague.edu.co/bitstream/20.500.12313/749/1/Trabajo%20de%20grado.%20pdf>
- Acuña, J., & Aponte, D. (2013). *Análisis del rendimiento en redes Wlan caso estudio: Wlan – Universidad Católica de Colombia sede el claustro* (págs. 11, 17, 21). <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/1300/1/Documento.pdf>
- Adrián, Y. (15 de julio del 2020). *Definición de Autenticación*. <https://conceptodefinicion.de/autenticacion/>
- Andreu, J. (2011). *Redes inalámbricas (Servicios en red)*. Editex S.A.
- Adekunmisi, S. R., Ajala, E. B., & Iyoro, A. O. (Febrero de 2013). *Internet Access and Usage by Undergraduate Students: A Case Study of Olabisi Onabanjo University*. <https://go.gale.com/ps/anonymous?id=GALE%7CA331807661&sid=googleScholar&v=2.1&it=r&linkaccess=abs&issn=15220222&p=AONE&sw=w>
- Ahmed A., & Bukar M. (Agosto de 2013). *Appraisal of internet usage for educational purposes by social and management science students in public universities and polytechnics in Adamawa state*. https://scholar.google.com/scholar?hl=es&as_sdt=0%2C5&q=Appraisal+of+internet+usage+for+educational+purposes+by+social+and+management+science+students+in+public+universities+and+polytechnics+in+Adamawa+state&btnG=

Anguís, J. (2008, marzo). *Redes de Área Local Inalámbricas: Diseño de la WLAN de Wheelers Lane Technology College* (pág. 75).

<http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/11579/fichero/f.+Cap%C3%ADtulo+2+-+Familia+IEEE+802.11.pdf+>

ArcGIS (2020). *Theme-Web AppBuilder for ArcGIS*.

<https://doc.arcgis.com/en/web-appbuilder/create-apps/themes-tab.htm>

Atas H., & Celik B. (2019). Smartphone Use of University Students: Patterns, Purposes, and Situations. *Malaysian Online Journal of Educational Technology*, 7(2), 54-70.

<https://doi.org/10.17220/mojet.2019.02.004>

Ballestas, P. J. (2019). *Rediseño Red Inalámbrica de la Universidad Cooperativa de Colombia Sede Principal Bogotá*. Universidad Cooperativa de Colombia, Bogotá.

<https://repository.ucc.edu.co/handle/20.500.12494/16327>

Bennington, B.J., & Bartel, C. R. (2001). Wireless Andrew: Building a High Speed, Campus-Wide Wireless Data Network. *Mobile Networks and Applications*, 6, 9–22.

<https://doi.org/10.1023/A:1009805518581>

Briz-Ponce L., Pereira A., Carvalho L., Juanes-Méndez J.A., & García-Peñalvo, F.J. (2017). Learning with mobile technologies– Students' behavior. *Computers in Human Behavior*, 72, 612-620.

<https://doi.org/10.1016/j.chb.2016.05.027>

Carballar, J. A. (2010). *WI-FI: Lo que se necesita conocer*. Madrid: RC Libros

Calderón, F. (2 de agosto de 2011). *Redes Inalámbricas*.

https://www.icesi.edu.co/blogs_estudiantes/alexiscalderon/2011/08/02/redes-inalambricas/

- Chamorro, L., & Pietrosemoli, E. (2008). *Redes Inalámbricas para el desarrollo en América Latina y el Caribe*. Asociación para el progreso de las comunidades.
[http://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con4_uibd.nsf/7C58D354BE10D8AD05257C3800628A18/\\$FILE/APC_RedesInalambricas.pdf](http://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con4_uibd.nsf/7C58D354BE10D8AD05257C3800628A18/$FILE/APC_RedesInalambricas.pdf)
- Cisco. (2017). *Wireless LAN Design Guide For high-density client environments in higher education*. https://www.cisco.com/c/en/us/products/collateral/wireless/aironet-1250-series/design_guide_c07-693245.html
- Dogrue N., Eyyam R., & Menevis I. (2011). The use of the internet for educational purposes. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 28, 606-611.
<https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2011.11.115>.
- Duart, J.M. (2011). La Red en los procesos de enseñanza de la Universidad. *Revista Científica de Comunicación y Educación Comunicar*, 37, 10-13.
<http://dx.doi.org/10.3916/C37-2011-02-00>
- EcuRed (2016) *Bandas de radiofrecuencia*.
https://www.ecured.cu/Bandas_de_radiofrecuencia
- Evidian (2015). *Los 7 métodos de Autenticación más utilizados*.
<https://www.evidian.com/pdf/wp-strongauth-es.pdf>
- Esri (2019). *Crear encuestas - Survey123 for ArcGIS*.
<https://doc.arcgis.com/es/survey123/desktop/create-surveys/createsurveys.htm>
- Flickenger, R. (2008). *Redes inalámbricas en los países en desarrollo: una guía práctica para planificar y construir infraestructuras de telecomunicaciones de bajo costo*. Gran Bretaña: Hacker Friendly LLC.
- Henderson, T., Kotz, D. & Abyzov, I. (2004). The changing usage of a mature campus-wide wireless network. *Proceedings of the 10th Annual International Conference on Mobile*

Computing and Networking (MobiCom), 187-201.

<https://doi.org/10.1145/1023720.1023739>

Hussain, I. (2012). A study to evaluate the social media trends among university students.

Procedia - Social and Behavioral Sciences, 64, 639-645.

<https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.11.075>

IEEE Colombia (2015). *Acerca de IEEE*. <https://www.ieee.org.co/acerca-de-ieee.php>

Ivwithreghweta O., & Igere M.A (2014). Impact of the internet on academic performance of

students in tertiary institutions in Nigeria. *Journal of Information and Knowledge*

Management, 5(2). <https://www.ajol.info/index.php/ijikm/article/view/144636>

Kamińska-Chuchmała, A. (2016). Performance analysis of access points of university

wireless networks. *Rynek Energii*, 1(22), 122-124.

Kotz, D. & Essien, K. (2005). *Analysis of a Campus-Wide Wireless Network*. *Wireless Netw*,

11, 115–133. <https://doi.org/10.1007/s11276-004-4750-0>

Kurose, J. F., Ross, K. W. (2017). *Redes de computadoras. Un enfoque descendente*, 7 Ed.,

432-442.

Learn ArcGIS (2014). *Get Started with ArcGIS Online*.

<https://learn.arcgis.com/en/projects/get-started-with-arcgis-online/>

Mckenzie, L. (2018). *At What Cost Wi-Fi?*.

[https://www.insidehighered.com/news/2018/04/17/universities-work-offer-complete-](https://www.insidehighered.com/news/2018/04/17/universities-work-offer-complete-wi-fi-coverage-campus)

[wi-fi-coverage-campus](https://www.insidehighered.com/news/2018/04/17/universities-work-offer-complete-wi-fi-coverage-campus)

Masadelante.com (2009). *¿Qué es wireless? - ¿Qué significa wireless? - Definición del*

término wireless. <https://www.masadelante.com/faqs/wireless>

Mejía-Salazar, G., & Gómez-Álvarez, R. (2017). Internet como herramienta didáctica en la formación académica en alumnos de nivel medio superior. *RICSH Revista*

Iberoamericana de las Ciencias Sociales y Humanísticas, 6(11), 171 – 187.

<http://dx.doi.org/10.23913/ricsh.v6i11.114>

Murillo Safont, J. M. (2015). *Diseño e implantación de una red inalámbrica unificada en el Colegio Nuestra Señora de Fátima de Valencia*. Escuela Politécnica Superior de

Gandia. [https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/57385/MURILLO%20-](https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/57385/MURILLO%20-%20Dise%F1o%20e%20implantaci%F3n%20de%20una%20red%20inal%Elmbrica%20unificada%20en%20el%20Colegio%20Nuestra%20Se%Flora%20de%20....pdf?s)

[%20Dise%F1o%20e%20implantaci%F3n%20de%20una%20red%20inal%Elmbrica%20unificada%20en%20el%20Colegio%20Nuestra%20Se%Flora%20de%20....pdf?s](https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/57385/MURILLO%20-%20Dise%F1o%20e%20implantaci%F3n%20de%20una%20red%20inal%Elmbrica%20unificada%20en%20el%20Colegio%20Nuestra%20Se%Flora%20de%20....pdf?s)

[equence=1](https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/57385/MURILLO%20-%20Dise%F1o%20e%20implantaci%F3n%20de%20una%20red%20inal%Elmbrica%20unificada%20en%20el%20Colegio%20Nuestra%20Se%Flora%20de%20....pdf?s)

Notimex (2016). *Red inalámbrica, indispensable para estudiantes universitarios*.

<http://ntrzacatecas.com/2016/04/07/red-inalambrica-indispensable-para-estudiantes-universitarios/>

Optical Networks (21 de junio de 2018). *¿Conoces la evolución del WIFI?.*

<https://www.optical.pe/conoces-la-evolucion-del-wifi/>

Orozco, J., & Siles, G. (2019). Estudio radioeléctrico y problemáticas en una red WiFi con alta densidad de usuarios. *Revista Acta Nova*, 9(1), 32-52.

http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1683-07892019000100003&lng=es&tlng=es

Redondi, A. E., Cesana, M., Weibel, D. M. & Fitzgerald E. (2016). Understanding the WIFI usage of university students. *International Wireless Communications and Mobile Computing Conference (IWCMC)*, 44-49.

<https://doi.org/10.1109/IWCMC.2016.7577031>

- Rodríguez, E. (2008). *Evolución de las redes inalámbricas*.
<http://www.maestrosdelweb.com/evolucion-de-las-redes-inalambricas/>
- SDT Ingeniería (2018) *Soluciones de conectividad inalámbrica*.
<https://www.sdtingeneria.com/soluciones-de-conectividad-inalambrica-2/>
- Significados.com (2019). *Significado de Wifi*. <https://www.significados.com/wifi/>
- Sulaiman, N. & Yaakub, C. Y. (2010). Investigation on QoS of Campus-wide Wi-Fi Networks. *Journal of Telecommunications*, 2(1), 12-16.
- Tankovska, H. (27 de Agosto de 2020). *Number of public Wi-Fi hotspots worldwide from 2016 to 2022*. <https://www.statista.com/statistics/677108/globalpublic-wi-fi-hotspots>
- Tang, D. & Baker, M. (2000). Analysis of a local-area wireless network. *Proceedings of the 6th Annual International Conference on Mobile Computing and Networking (MobiCom)*, 1-10. <https://doi.org/10.1145/345910.345912>
- TechSpot Staff (2020). *Wi-Fi 6 Explained: The Next Generation of Wi-Fi*.
<https://www.techspot.com/article/1769-wi-fi-6-explained>
- Universidad de la Laguna (22 de abril de 2016). *Problemática de las redes Wifi*.
<https://www.ull.es/servicios/stic/2016/04/22/problematika-de-las-redes-wifi/>
- WifiSafe (2014). *¿Qué es y para qué sirve una Antena Wifi?*.
<https://www.wifisafe.com/blog/antenas/>
- WifiSafe (2014). *Factores que afectan al funcionamiento de las redes wireless*.
<https://www.wifisafe.com/blog/factores-afectan-al-funcionamiento-de-las-redes-wireless/>
- YMANT (16 de octubre de 2019). *¿Qué es un AP (Access Point) y que usos y modos tiene?*.
<https://www.ymant.com/blog/que-es-un-ap-access-point-y-que-usos-y-modos-tiene>

Zola, E., & Barcelo-Arroyo, F. (2011). A comparative analysis of the user behavior in academic WiFi networks. *Proceedings of the 6th ACM workshop on Performance monitoring and measurement of heterogeneous wireless and wired networks*, 59–66.
<https://doi.org/10.1145/2069087.2069096>