

RECOMENDACIONES PARA MEJORAR LA COBERTURA DE LA RED WI-FI EN LA SEDE PRINCIPAL DE LA AGENCIA NACIONAL DE INFRAESTRUCTURA-ANI EN LA CIUDAD DE BOGOTÁ

Luis Leandro Prieto Gómez

Universidad Piloto de Colombia

Bogotá, Colombia

lprieto24@upc.edu.co

Abstract— Las redes inalámbricas Wi-Fi han venido tomando un gran impacto en el campo de la tecnología, es por esto que hoy en día la mayoría de las empresas utilizan estas redes inalámbricas. En la Agencia Nacional de Infraestructura ANI el personal que hace uso de la red inalámbrica WLAN indica que la red Wi-Fi de la oficina principal de Bogotá presenta muchas falencias y es muy difícil lograr una conexión estable. Debido a la inconformidad de los usuarios, en el presente proyecto se realiza un estudio de sitio con el fin de identificar problemas de cobertura de la red inalámbrica de la ANI en Bogotá y mediante un planning survey se simula una red que permita mitigar los inconvenientes presentados: como resultado del análisis de ingeniería del site survey y planing survey, se generó un Manual de recomendaciones para mejorar la cobertura de la red WI-FI en la sede principal de la Agencia Nacional de Infraestructura - ANI en la ciudad de Bogotá, en el cual se encuentra una serie de recomendaciones que, de llegar a ser aplicadas, mejorará la cobertura e irradiación de la red WLAN de la oficina principal de la Agencia Nacional de Infraestructura sede Bogotá.

I. INTRODUCCIÓN

Los administradores de las redes Inalámbricas se enfrentan al reto de ofrecer cada vez mayores niveles de servicio en zonas donde el espectro se encuentra saturado con varias redes inalámbricas, adicionalmente se enfrenta a los inconvenientes de interferencias causadas por dispositivos que emiten ondas en las mismas frecuencias de la red Wi-Fi. En la Agencia nacional de Infraestructura el personal de la oficina principal identificaba constantes intermitencias de la red WLAN, este inconveniente generaba una inconformidad importante entre los usuarios del Wi-Fi que sentían retraso en sus labores diarias por los problemas de la red WLAN.

Este documento quiere denotar la actual situación de la Red Wi-Fi en la oficina principal de la Agencia Nacional de Infraestructura sede Bogotá, con el fin de evidenciar posibles falencias sobre la red WLAN y generar las recomendaciones pertinentes desde el punto de vista de la ingeniería para mejorar su cobertura, utilizando una metodología de investigación Mixta.

En el primer capítulo se identifica el estado actual de la red WLAN de la Agencia Nacional de infraestructura y los inconvenientes que presenta, en el segundo capítulo se realiza

un análisis de las falencias identificadas en el estado actual de la red Wi-Fi desde el punto de vista de la ingeniería y en el tercer capítulo se propone un planning Survey para simular una mejor posición de los Access Point a fin de mejorar las falencias de cobertura de la red WLAN de la Agencia Nacional de Infraestructura, en el cuarto capítulo se documenta el proceso completo, desde la identificación del estado actual de la red WLAN hasta su optimización y propuesta de recomendaciones de mejora, las cuales se plasman en un manual de recomendaciones, anexo al presente proyecto..

II. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

En la actualidad las redes WLAN están expuestas a fallas debido a la saturación del espectro y posibles interferencias físicas, lo cual impide una buena experiencia al hacer uso de las redes Wi-Fi y a su vez interrumpe el desarrollo óptimo de las labores que requieran una conexión estable. En la oficina principal de la Agencia Nacional de Infraestructura, el personal que hace uso de la red WLAN han expuesto su inconformidad al conectarse al Wi-Fi de la entidad, debido a que evidencia constantes intermitencias e interrupciones las cuales afectan el desarrollo de sus actividades diarias. Garantizar un acceso a internet adecuado debe ser una prioridad para las organizaciones, debido a que el acceso a internet es un derecho fundamental para la humanidad y a su vez facilita el cumplimiento de los Objetivos del Milenio .Para muchas empresas estar conectadas es vital. Esto puede traducirse en la oportunidad de generar nuevos negocios o simplemente de brindar una experiencia adicional. Por eso es tan importante contar con una conexión Wi-Fi de calidad que permita realizar algunas acciones más allá de acceder a Internet.La mayoría de las empresas saben que, para poder llevar a cabo varios de sus procesos, se hace necesario tener Internet, pero también saben que, con el aumento en el uso de los dispositivos móviles, se hace más que necesario tener “la información a la mano” y esto se logra por medio de conexiones Wi-Fi Adicionalmente las redes Wi-Fi permiten a los empleados de la ANI la facilidad de moverse por las diferentes áreas de la compañía y poder acceder a las herramientas e información necesaria para lograr un desempeño adecuado.Por tal motivo es necesario garantizar un buen entorno de red Wi-Fi en la oficina principal de la ANI y en este proyecto se analizarán las posibles falencias y se generará un documento de recomendaciones que si se ejecutan ayudarán a mejorar el entorno de red Wi-Fi. Lo anterior lleva a

contemplar ¿Cuáles serían las recomendaciones, desde el punto de vista de la ingeniería, para mejorar la cobertura de la red Wi-Fi en la sede principal de la Agencia Nacional de Infraestructura -ANI en Bogotá?

III.JUSTIFICACIÓN

El acceso a internet hoy en día es una herramienta fundamental para un correcto desarrollo académico y laboral; según la ONU “el acceso a internet es un derecho humano”¹ “La única y cambiante naturaleza de internet no sólo permite a los individuos ejercer su derecho de opinión y expresión, sino que también forma parte de sus derechos humanos y promueve el progreso de la sociedad en su conjunto”, indicó el Relator Especial de la ONU². En la oficina principal de la Agencia Nacional de Infraestructura -ANI sede Bogotá, el personal que se conecta a la red Wi-Fi ha manifestado que evidencia intermitencias y constantes desconexiones, lo cual afecta notablemente su trabajo debido a que pierde la conexión con documentos compartidos, que requieren ser editados a través de la nube de una forma eficiente.

Por tal motivo se debe garantizar que el personal de la ANI tenga acceso a internet con la mayor eficiencia posible. De acuerdo con lo anterior es de suma importancia realizar un análisis de cobertura en la oficina principal de la ANI sede Bogotá, con el fin de identificar las falencias relacionadas a la cobertura de la red WLAN y generar un documento de recomendaciones para mejorar la red Wi-Fi

V.OBJETIVOS

V.PROBLEMAS QUE SE PUEDEN PRESENTAR EN LAS REDES WLAN

MULTIPATH

El efecto MULTIPATH (Multi-trayecto) se produce cuando las señales de RF toman diferentes caminos desde un origen a un destino. Una parte de la señal se dirige al destino mientras que otra parte rebota en algún obstáculo que lo obstruye y a después viaja al destino. Como resultado, parte de la señal se encuentra con retraso y viaja un camino más largo para el destino Multi-trayecto se puede definir como la combinación de la señal original, además de los frentes de onda duplicados que resultan de la reflexión de las olas de obstáculos entre el transmisor y el receptor.

Debido a lo anterior, la distorsión por trayectoria múltiple es una forma de “Interferencia de RF” que se produce cuando una señal de radio tiene más de un camino entre el receptor y el

transmisor. Esto ocurre con superficies tanto metálicas u otras RF- reflectantes tales como muebles, paredes (Muro concreto), madera o vidrio. .

Algunos entornos comunes de redes WLAN con una alta probabilidad de interferencia Multipath incluyen :

- Hangares
- Aeropuertos
- Fábricas de acero
- Áreas de Manufactura
- Centros de distribución

Otros lugares en los que la antena de un dispositivo de RF está expuesto a las estructuras metálicas son:

- Paredes Reforzadas
- Techos (Ductos de AC, lámparas, escalerillas, cableado estructurado)
- Bastidores
- Estanterías
- Otros artículos metálicos

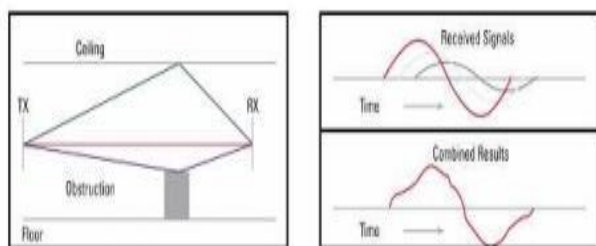
Algunos efectos de la distorsión por trayectoria múltiple incluyen:

- Corrupción de Datos: Ocurre cuando el Multipath es tan grave que el receptor no es capaz de detectar la información transmitida.
- Anulación de la señal: Se produce cuando las ondas reflejadas llegan exactamente fuera de fase con la señal principal y cancelar la señal principal por completo.
- Aumento de la amplitud de la señal: Se produce cuando las ondas reflejadas llegan en fase con la señal principal y añaden a la señal principal que aumenta la intensidad de la señal.
- Disminución de la amplitud de la señal: Se produce cuando las ondas reflejadas llegan fuera de fase en cierta medida con la señal principal que reduce la amplitud de la señal.

Figura 1. El receptor escucha múltiples señales de trayectos múltiples de las superficies reflejadas

¹ <https://cnnespanol.cnn.com/2011/06/09/el-acceso-a-internet-un-derecho-humano-segun-la-onu/>

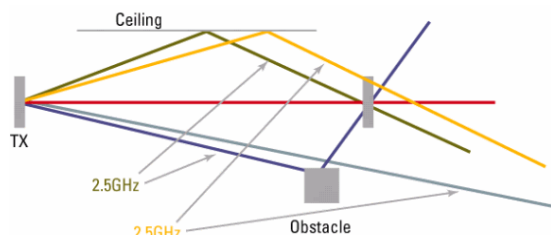
² <https://cnnespanol.cnn.com/2011/06/09/el-acceso-a-internet-un-derecho-humano-segun-la-onu/>



Fuente tomado de:

<https://www.cisco.com/c/en/us/support/docs/wireless-mobility/wireless-lan-wlan/27147-multipath.html>

Figura 2 Posición del punto nulo de trayectos múltiples según la frecuencia de transmisión



Fuente tomado

[de:https://www.cisco.com/c/en/us/support/docs/wireless-mobility/wireless-lan-wlan/27147-multipath.html](https://www.cisco.com/c/en/us/support/docs/wireless-mobility/wireless-lan-wlan/27147-multipath.html)

INTERFERENCIA RF

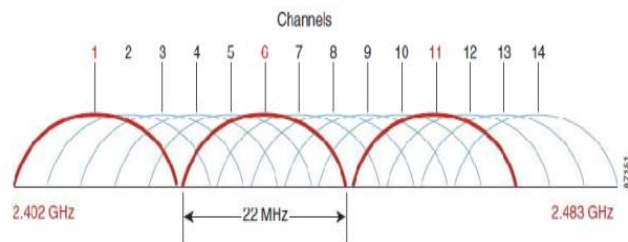
Los dispositivos identificados como las principales fuentes de interferencia de RF varían dependiendo el sector de la industria. La Figura 3 muestra los dispositivos que causan la mayor interferencia de RF inalámbrico según lo informado por las principales industrias.

ANÁLISIS DE CANALES EN UNA RED INALÁMBRICA

El estándar IEEE 802.11 que regula las redes locales inalámbricas, especifica también los tres rangos de frecuencia disponibles para los dispositivos que emiten de esta forma: 2.4 GHz, 3.6 GHz y 5 GHz. La mayoría de los dispositivos actuales operan, por defecto, en la franja de frecuencias cercana a 2.4 GHz y 5GHz, por lo que en estas bandas se realizará el análisis. Cada rango de frecuencias es subdividido, a su vez, en varios canales.

Para 2.4 GHz, se habla de alrededor de 14 canales, separados por 5 MHz. El problema de esta distribución es que cada canal necesita 22MHz de ancho de banda (BW) para operar, y como se puede apreciar en la Figura 3, esto produce un Overlapping de varios canales contiguos.

Figura 3 canales en la banda de 2.4GHz (802.11b/g)



Fuente tomado

[de:http://entelsec.blogspot.com/2012/07/interferencia-red-Wi-Fi-insider.html](http://entelsec.blogspot.com/2012/07/interferencia-red-Wi-Fi-insider.html)

Aquí aparece un concepto importante para tener en cuenta: el Overlapping. Como puede observarse en la Figura 3, en el canal 1 se superpone con los canales 2, 3, 4 y 5, y por tanto los dispositivos que emitan en ese rango de frecuencias pueden generar interferencias. Lo mismo ocurre con el canal 6 y los canales 7, 8, 9 y 10. Por tal motivo, la selección de canales en los Access Point disminuyendo el Overlapping de señales mejora la calidad de la red inalámbrica. De esta forma, los únicos canales sobre la banda de 2.4 GHz con No-Overlapping son el 1, 6 y 11.

VI. ESTADO ACTUAL DE LA RED WLAN EN LA SEDE PRINCIPAL DE LA AGENCIA NACIONAL DE INFRAESTRUCTURA -ANI EN BOGOTÁ

Un estudio del sitio de radiofrecuencia (RF) (Site survey) es el primer paso en el despliegue de una red inalámbrica y el paso más importante para asegurar la operación deseada. Una inspección del sitio es un proceso de tarea por tarea mediante el cual el topógrafo estudia la instalación para comprender el comportamiento de RF, descubre áreas de cobertura de RF, verifica la interferencia de RF y determina la ubicación adecuada de los dispositivos inalámbricos.

En una red inalámbrica, pueden surgir muchos problemas que pueden evitar que la señal de radiofrecuencia (RF) llegue a todas las partes de la instalación. Los ejemplos de problemas de RF incluyen distorsión de trayectos múltiples, problemas de nodos ocultos y problemas cercanos / lejanos. Para abordar estos problemas, debe encontrar las regiones donde ocurren estos problemas. Una inspección del sitio le ayuda a hacer esto. Un estudio del sitio ayuda a definir los contornos de la cobertura de RF en una instalación en particular. Nos ayuda a descubrir regiones donde puede ocurrir distorsión de múltiples trayectos, áreas donde la interferencia de RF es alta y encontrar soluciones para eliminar tales problemas. Un estudio del sitio que determina el área de cobertura de RF en una instalación también ayuda a elegir la cantidad de dispositivos inalámbricos que una empresa necesita para cumplir con sus requisitos comerciales.

Por tal motivo en el presente objetivo se realizó un estudio de sitio sobre la red WLAN de la oficina principal de la ANI con el fin de identificar las posibles falencias de cobertura.

PASOS PARA REALIZAR UNA INSPECCIÓN DE SITIO

- Obtener un plano de la instalación física para identificar los posibles obstáculos de radiofrecuencia (RF).
- Inspeccionar visualmente la instalación para buscar posibles barreras o la propagación de señales de RF e identifique los bastidores de metal.
- Identificar las áreas de usuarios que son muy utilizadas y las que no se utilizan.
- Determinar las ubicaciones preliminares de los puntos de acceso (AP). Estas locaciones se deben analizar mediante un software especializado.
- Realizar el levantamiento real para verificar la ubicación del AP. Asegúrese de utilizar el mismo modelo AP para la encuesta que se utiliza en producción. Mientras se realiza la encuesta, Realice un planning Survey para simular la ubicación adecuada del Ap.
- Documentar los hallazgos. Registre las ubicaciones y mapas de calor.

VISITWAVE SITE SURVEY

Visitwave Site Survey™

Permite realizar fácilmente estudios de sitios inalámbricos profesionales. Analiza la red Wi-Fi, crea mapas de calor de cobertura, ve vacíos de cobertura, ve el uso, superposición de canales y más.

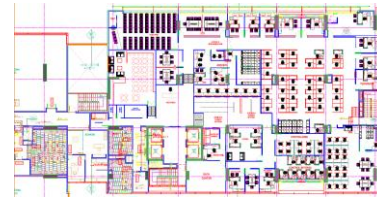
Las redes inalámbricas Wi-Fi están en todas partes. Son un componente crítico de la mayoría de las infraestructuras comerciales. Deben ser examinados, explicados y responsabilizados. VisiWave Site Survey es la herramienta de software que le muestra lo que sucede dentro de la red 802.11. VisiWave Site Survey proporciona capacidades avanzadas de recopilación y visualización de datos que forman una solución completa de inspección de sitios de LAN inalámbrica que permite visualizar las ondas de radio y demostrar la efectividad de cobertura Wi-Fi.

VisiWave Site Survey recopila datos detallados sobre la red propia y las redes circundantes y luego visualiza esos datos. Cada vista está diseñada para revelar detalles críticos sobre la red de una manera intuitiva e informativa. Con VisiWave Site Survey, se puede: revelar vacíos de cobertura, mapear cualquier fuga de señal, descubrir la existencia y ubicación de puntos de acceso no autorizados, mapear el uso del canal, determinar los efectos de los puntos de acceso vecinos, visualizar la cobertura de puntos de acceso superpuestos.

De acuerdo con lo anterior se selecciona la herramienta visitwave site survey para realizar el site survey de la oficina principal de la ANI sede Bogotá.

PLANOS OFICINA PRINCIPAL ANI

La ANI suministró los planos actuales de la oficina principal sede Bogotá para realizar el Site survey de forma adecuada. Figura 4 Plano oficina principal de la ANI

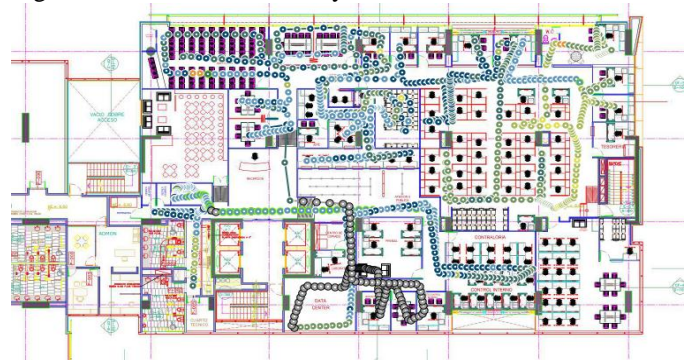


Fuente: Planos arquitectónicos de la ANI
REALIZACIÓN SITE SURVEY

El 16 de septiembre del 2021 se ejecutó el site survey en la sede principal de la ANI, se realizó un recorrido por toda la oficina captando la cobertura del Wi-Fi mediante la herramienta visitwave

A continuación, se describe mediante puntos el recorrido realizado en la oficina, por medio de este recorrido se captó la irradiación de la red wlan en las diferentes zonas de la oficina, y se verifico visualmente el entorno

Figura 5 Recorrido Site Survey



Fuente tomado de: Recorrido herramienta Visit wave

VII. ANALIZAR LOS RESULTADOS DEL SITE SURVEY A FIN DE PLANIFICAR UNA NUEVA RED WLAN QUE RESPONDA A LAS NECESIDADES DE LOS USUARIOS

MAPA DE CALOR

La intensidad de la señal para los mapas de calor se identifica mediante colores. Cuanto más Rojo, más fuerte será la señal.

El histograma de la figura 6 proporciona una interpretación visual de la intensidad de la señal actual. Las diferencias en la intensidad de la señal se indican con los siguientes colores: Rojo (más fuerte), amarillo (intensidad baja) y Azul (más débil).

Figura 6 Referencia de intensidad de señal visitwave



Fuente: Elaboración propia

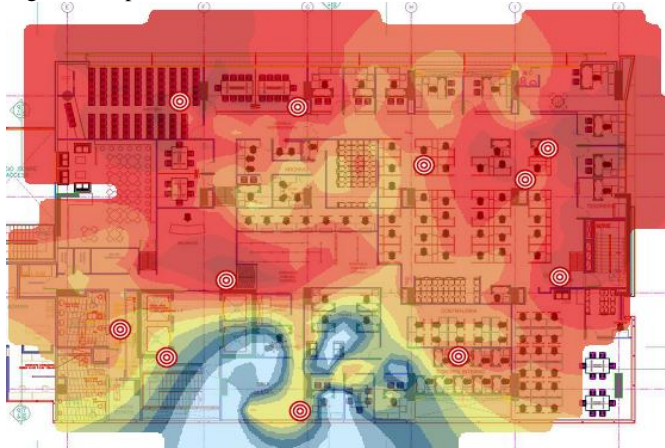
La intensidad se muestra en dBm decibelios con respecto a mili vatios y el rango establecido en la herramienta visit wave es Rango: 0 a 100% o -80 a -60 dBm.

RESULTADO DEL SITE SURVEY

Estado actual de la cobertura Wi-Fi

Una vez realizado el estudio de sitio se identificaron varios inconvenientes en la red WLAN de la Agencia Nacional de Infraestructura sede Bogotá oficina principal, en la figura 7 se relaciona el mapa de calor obtenido como resultado del Site Survey.

Figura 7 Mapa de calor Oficina ANI

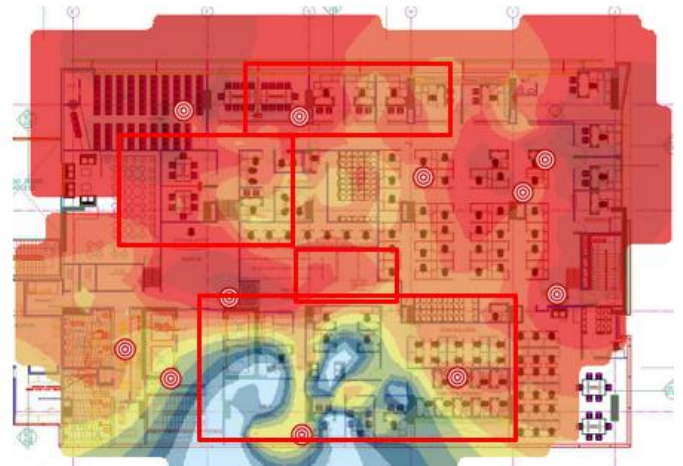


Fuente tomado de: Mapas de calor herramienta Visit wave

Se identifican unos puntos marcados con el símbolo lo cual representa la irradiación de un AP dentro de la zona, estos Access Point pueden ser de otros pisos por tal motivo irradiaría una señal débil.

En el Site Survey se evidencian zonas de la oficina que no cuentan con buena cobertura de señal, en la figura 8 se relacionan con marcas de auditoria las zonas con falencias de señal.

Figura 8 Falencias de cobertura



Fuente tomado de: Mapas de calor herramienta Visit wave

Para lograr una mejor irradiación de la señal Wi-Fi en la oficina es necesario realizar un movimiento de los Accés Point con el fin de tener una mejor cobertura, debido a que las columnas afectan la irradiación de los Ap en la posición actual

FUENTES DE INTERFERENCIA

Se encontraron varias fuentes de interferencia las cuales pueden afectar la transferencia de datos de la red Wi-Fi, las fuentes de interferencia son:

- Hornos microondas: Se identificaron varios hornos microondas los cuales se ubican junto al auditorio es necesario reubicar los hornos en una zona que no interfiera con las reuniones importantes de la entidad, debido a que las ondas emitidas por los Ap están en la frecuencia de 2.4 GHz y los hornos tienen una frecuencia de microondas en 2,45 GHz. El hecho de que estén tan cerca en el espectro radioeléctrico podría dar lugar a interferencias con la red Wi-Fi
- Se encontraron teléfonos inalámbricos que funciona en la banda de 2.4 GHz lo cual interfiere con la irradiación de la red WLAN que funciona en 2.4 GHz es necesario reemplazar los teléfonos que hagan uso de la banda en 2.4 GHz debido a que interfieren con la señal Wi-Fi.

TECNOLOGÍA OBSOLETA

Se encontraron Access point modelo 1600 series los cuales se encuentran en fin de vida útil según la documentación oficial de cisco “nd-of-Sale and End-of-Life Announcement for the Cisco Aironet 1600 Series” .

En la actualidad se cuentan con Access point que funcionan con Wi-Fi 6 los cuales mejorarían notablemente la red debido a que Wi-Fi 6 es un nuevo estándar inalámbrico. También llamado 802.11ax, está preparado para hacer grandes olas en

la conectividad de red y las mejoras de la experiencia del usuario.

VIII PLANNING SURVEY PARA OPTIMIZAR LA POSICION DE LOS ACCESS POINT Y MEJORAR LA COBERTURA DE LA WLAN EN LA SEDE PRINCIPAL DE LA AGENCIA NACIONAL DE INFRAESTRUCTURA -ANI

Además de las encuestas basadas en mediciones reales en el sitio, Jwaves se puede utilizar para planificar WLAN que aún no se han implementado. Este tipo de encuesta se denomina "predictiva" o "virtual" porque las características de Wi-Fi se predicen para el modelo de entorno virtual creado por el usuario. El proceso de creación y ajuste del entorno virtual, la selección y ubicación de AP simulados y el análisis de la WLAN resultante se denomina comúnmente "planificación de RF".

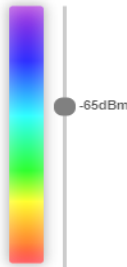
Para crear un modelo virtual del entorno, el usuario debe "informar" a la aplicación sobre la posición, el tamaño y el tipo de los objetos físicos que afectan la propagación de las ondas de radio.

En el presente capítulo se realiza la simulación por el software Jwaves donde se tenga en cuenta las zonas con poca cobertura identificadas por medio del site survey realizado en la oficina principal de la ANI.

INTENSIDAD DE SEÑAL SELECCIONADA PARA LA SIMULACIÓN

Los mapas de calor se diseñaron para que como mínimo se tenga una cobertura con -65dBm, como se indica en la figura 9:

Figura 9 cobertura simulada



Fuente: Elaboración propia

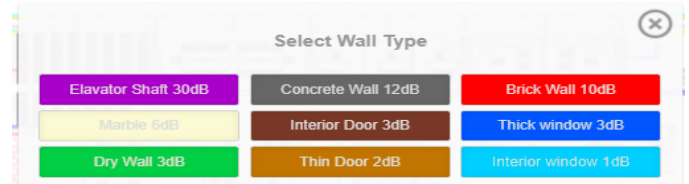
Las zonas más cálidas indicarán una mejor señal de cobertura, brindando así en la mayoría de las zonas como mínimo -65dBm.

SIMULACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA FÍSICA

Se tiene en cuenta los materiales que componen la estructura física de la oficina para realizar la simulación. El software cuenta con los diferentes materiales para simular de forma

adecuada el plano. En la figura 10 se relacionan los materiales disponibles para la simulación

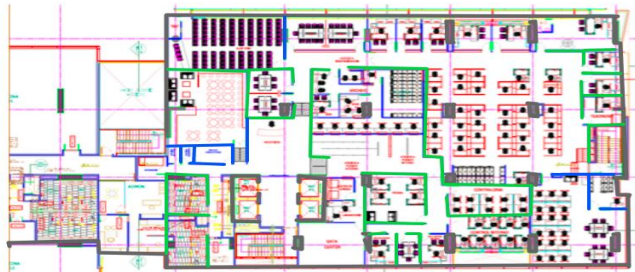
Figura 10 Materiales disponibles para la simulación



Fuente: Elaboración propia

Cada material se subraya sobre el plano real de la ANI como se evidencia en la figura 11

Figura 11 Materiales Simulados

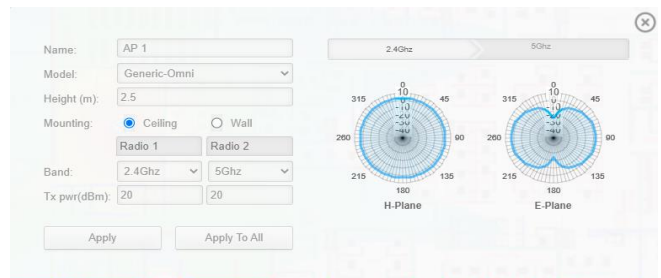


Fuente tomado de: Planning herramienta Jwaves

SIMULACIÓN DE LOS AP

Para lograr una simulación acertada se identificaron los niveles de Power Tx de los Access Point Cisco Ironet 1600 los cuales según el datasheet oficial de cisco son de 20 dBm de potencia, en la herramienta Jwaves se establecen los parámetros de irradiación indicados por el fabricante como se evidencia en la Figura 12:

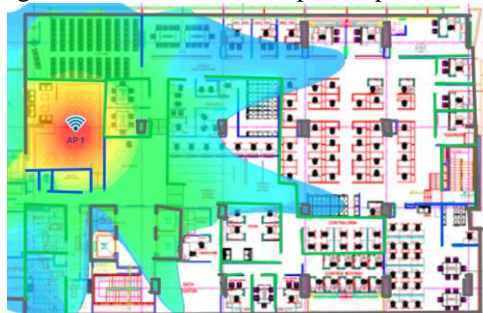
Figura 12 CONFIGURACION AP SIMULADO



Fuente: Software Jwaves

Una vez parametrizada la potencia de irradiación de los Acces Point simulados Se procede a identificar su mejor posición en la oficina para que su zona de irradiación sea adecuada como se evidencia en la Figura 13:

figura 13 ubicación de los ap en el plano



Fuente: Software Jwaves
PLANNING SURVEY

La finalidad del Planning Survey es simular una red WLAN optima que contemple todas las zonas con carencia de cobertura identificadas mediante el Site Survey, una vez resaltados los materiales de la infraestructura Física sobre el plano se procedió a identificar mediante la simulación la mejor posición de los Ap para que cubran de forma adecuada lo oficina y ofrezcan una irradiación eficiente como se evidencia en el resultado final del planning survey relacionado en la figura 14:

Figura 14 Simulación Planning Survey



Fuente tomado de: Planning Survey herramienta Jwaves

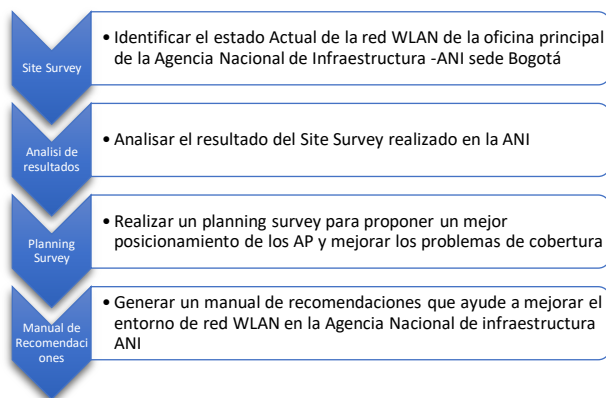
En el resultado final del Planning survey se evidencia que al reubicar los acces point actuales se puede lograr una cobertura de red Wi-Fi adecuada evitando problemas asociados a falencias de cobertura

IX DOCUMENTACIÓN DEL PROCESO DE OPTIMIZACIÓN Y MEJORA DE LA RED WLAN DE LA ANI

En la oficina principal de la Agencia Nacional de Infraestructura ANI el personal que hace uso de la red WLAN manifestó que sufren de constantes desconexiones e intermitencias, en la fase de planeación del presente proyecto se

planteó la ejecución de las actividades de acuerdo con el proceso relacionado en la figura 15:

Figura 15 Proceso de optimización y mejora de la red WLAN ANI



Fuente: Elaborado por el autor

para poder identificar el estado actual de la red se realizó un Site Survey donde se evidenciaron zonas de la oficina que no cuentan con buena cobertura de señal.

Para lograr una mejor irradiación de la señal Wi-Fi en la oficina es necesario realizar un movimiento de los Acces Point con el fin de tener una mejor cobertura debido a que las columnas afectan la irradiación de los Ap en la posición actual.

Con el fin de lograr una ubicación adecuada de los Access Point se realizó la simulación de la red Wi-Fi mediante el software Jwaves donde se simulo la infraestructura física y la potencia de los Access Point actuales buscando la mejor ubicación de los puntos de acceso.

Como resultado la simulación, se confirmó que se puede mejorar la cobertura de la red WLAN con el cambio de ubicación de los Ap la reubicación de los puntos de acceso se debe hacer de acuerdo con el Planning Survey realizado.

Adicionalmente se encontraron varios hornos microondas los cuales se ubican junto al auditorio, es necesario reubicar los hornos en una zona que no interfiera con las reuniones importantes de la entidad, debido a que las ondas emitidas por los Ap están en la frecuencia de 2.4 GHz y los hornos tienen una frecuencia de microondas en 2,45 GHz. El hecho de que estén tan cerca en el espectro radioeléctrico podría dar lugar a interferencias con la red Wi-Fi

También se encontraron teléfonos que funcionan en la frecuencia de 2.4 GHz lo cual interfiere con la irradiación de la red WLAN que funciona en 2.4 GHz es necesario reemplazar los teléfonos que hagan uso de la banda en 2.4 GHz debido a que interfieren con la señal Wi-Fi.

Se realizó un análisis de ingeniería con los resultados obtenidos y para solventar los problemas se dan las siguientes opciones de mejora de la red WLAN las cuales se relacionan en el Manual de recomendaciones para mejorar la cobertura de la red WI-FI en la sede principal de la Agencia Nacional de Infraestructura - ANI en la ciudad de Bogotá, anexo a este documento.

X. CONCLUSIONES

□ La red WLAN de la Agencia Nacional de Infraestructura oficina principal sede Bogotá actualmente presenta inconvenientes de cobertura, interferencias y obsolescencia tecnológica de acuerdo con el resultado obtenido en el Site Survey realizado para identificar el estado actual de la red Wi-Fi

□ Al realizar el análisis de los problemas identificados en la red WLAN de la ANI se puede concluir que la planificación es esencial antes de desplegar una red Wi-Fi, en gran parte los problemas de cobertura se deben a un mal posicionamiento de los Acces Point en la oficina

□ Analizando el planning survey se pudo identificar el posicionamiento óptimo de los Access point actuales para lograr una mejor cobertura del Wi-Fi en la ANI, siguiendo las sugerencias del planning se solucionarían los problemas de cobertura

□ Los dispositivos electrónicos que emitan ondas en frecuencias de cercanas a la frecuencia de 2.4 GHz pueden afectar la irradiación de la red WLAN ocasionando intermitencias.

□ Si la ANI atiende las recomendaciones plasmadas en el manual anexo Manual de recomendaciones para mejorar la cobertura de la red WI-FI en la sede principal de la Agencia Nacional de Infraestructura - ANI en la ciudad de Bogotá, lograra un entorno de res WLAN más eficiente.

RECONOCIMIENTOS

Quiero agradecer a todos mis profesores y miembros de la facultad de ingeniería, por haber accedido a ayudarme a culminar con mi proyecto de la mejor manera y por todas las enseñanzas dadas a lo largo de mi carrera.

En segundo lugar, quiero agradecer a todos mis amigos y compañeros por formar parte de mi vida en este proceso, ayudarme a mejorar y ser el soporte en las situaciones más difíciles que he enfrentado a lo largo de esta etapa.

Finalmente agradezco a la Universidad Piloto de Colombia, por brindarme una buena educación y todo el aprendizaje durante estos años de estudiante.

REFERENCIAS

- Cisco "EoL": Documento técnico {en línea}. { 9 de oct de 2020} Disponible en:
<https://www.cisco.com/c/en/us/products/collateral/wireless/aironet-1600-series/eos-eol-notice-c51-737506.html>
- Cisco "Wireless-Mobility" :Documento técnico {en línea}. { 9 de oct de 2020} Disponible en:
<https://www.cisco.com/c/en/us/support/docs/wireless-mobility/wireless-lan-wlan/27147-multipath.html>
- CNN "El acceso a internet un derecho humano según la onu". Noticia {en línea} {9 de junio de 2011} Disponible en:
<https://cnnespanol.cnn.com/2011/06/09/el-acceso-a-internet-un-derecho-humano-segun-la-onu/>
- Entelsec "Interferencia red Wi-Fi" :Documento técnico {en línea}. { 6 de unio de 2021} Disponible en:
<http://entelsec.blogspot.com/2012/07/interferencia-red-Wi-Fi-inssider.html>
- Meraki Cisco "Wi-Fi basic and best practices" :Documento técnico {en línea}. { 9 de oct de 2020} Disponible en:
https://documentation.meraki.com/MR/Wi-Fi_Basics_and_Best_Practices
- Tomasi, W. 2003. Sistemas de comunicaciones electronicas. Mexico : Pearson Educacion, 2003.
- ALONSO, MARCELO & EDWARD, Física Volumen II: Campos y Ondas. Fondo Educativo Interamericano, S.A, 1970.
- MARTÍNEZ ROLDAN, Comunicaciones Inalámbricas "Un enfoque aplicado". Prashant Prentice Hall, Madrid, 2002.
- PAHLAVAN KAVEH, Principles of Wireless Networks. Saddle River, NJ, USA, 2001.

- SMYTH PETER, Mobile and Wireless Communications: Key Technologies and Future Applications. BT Communications Technology Series 9, 2004.
- WILEY JOHAN, Designing Wireless Information Services. Computer Publishing, Estados Unidos, 2000 John Wiley & Sons, Inc.
- SOYER LAURENCE, Wi-Fi: instalar una red inalámbrica en casa. Ediciones ENI, 2005.
- GRALLA PRESTON, Cómo funcionan las redes inalámbricas. Anaya Multimedia, 2006.
- PIQUIERO VERÓN JULIAN, Prácticas de redes, 2010.
- CADENA SYLVIA, Redes inalámbricas en los Países en Desarrollo. Hacker Friendly LLC, 2007.
- CARBALLAR JOSE ANTONIO, Wi-Fi lo que se necesita conocer. Madrid, RC Libros, 2010.
- GARCÍA JOSÉ ANTONIO, ASI FUNCIONA EL ESECTRO RADIOELECTRICO Internet.http://www.asifunciona.com/fisica/af_espectro/af_espectro_7.htm Acceso: (septiembre de 2015).
- Anónimo, Wireless Network Internet. <http://wirelessinfo-rus.blogspot.com/2007/11/basic-service-set-bss-vs-extended.html>. Acceso: (14 de noviembre de 2007).
- BARRA LUIS HERNÁN, Consejos para mejorar conectividad Wi-Fi Internet. <http://www.wyzer.cl/zona/articulo/mejorarWi-Fi>. Acceso: (marzo de 2014).
- CABELLO CARLOS, Repetidores Wi-Fi, cómo tener la cobertura perfecta en nuestro hogar Internet. <http://www.anexom.es/tecnologia/miconexion/repetidores-Wi-Fi-comotener-la-cobertura-perfecta-en-nuestro-hogar/>. Acceso: (27 de septiembre de 2014).