



**UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA
SEDE DE CONCEPCIÓN – REY BALDUINO DE BÉLGICA**

**UNIVERSIDAD TECNICA FEDERICO SANTA MARIA SEDE CONCEPCION –
REY BALDUINO DE BELGICA**

**LEVANTAMIENTO DE COBERTURA WIFI EN UNIVERSIDAD FEDERICO
SANTA MARIA SEDE CONCEPCIÓN**

Trabajo de Titulación para optar al
Título de Técnico Universitario en
Telecomunicaciones y Redes
Alumnos: Tomás Antonio Vázquez
Knöpke
Profesor Guía: Israel Figueroa
2019



CONSTANCIA DE VALIDACIÓN Y CONFIDENCIALIDAD DE
MONOGRAFÍA A REPOSITORIO ACADÉMICO

1.- IDENTIFICACIÓN DEL TRABAJO ACADÉMICO

Tipo de monografía (marcar una opción): ☒ Memoria o trabajo de título ☐ Tesis de Postgrado

Título del trabajo: LEVANTAMIENTO DE COBERTURA WIFI EN UNIVERSIDAD FEDERICO SANTA MARÍA
SEDE CONCEPCIÓN

Nombre del candidato(a): TOMAS ANTONIO VAZQUEZ KNOPKE

Carrera / Grado: TECNICO UNIVERSITARIO EN TELECOMUNICACIONES Y REDES

Campus: SEDE CONCEPCIÓN Departamento: ELECTRONICA E INFORMATICA

2.- VALIDACIÓN DEL PROFESOR GUÍA/DIRECTOR DE TESIS

Yo, ISRAEL FIGUEROA PEREZ, en mi calidad de profesor(a) guía/director(a)
del trabajo académico mencionado anteriormente DEJO CONSTANCIA que:

- He revisado esta versión del documento y corresponde a la versión final aprobada del trabajo.
- El trabajo cumple con los requisitos académicos y de formato establecidos por la institución.

3.- EVALUACIÓN DE CONFIDENCIALIDAD POR PROPIEDAD INDUSTRIAL (marcar una opción)

☒ El trabajo **NO** contiene información que amerite confidencialidad y puede ser publicado de inmediato en repositorio con acceso abierto.

☐ El trabajo **CONTIENE** información con potenciales implicancias de propiedad industrial o intelectual y requiere un periodo de confidencialidad (embargo) por (marcar una opción):

☐ 6 meses ☐ 12 meses ☐ 2 años ☐ 3 años ☐ 5 años ☐ 10 años

Fundamentación de la necesidad de confidencialidad (obligatorio si se solicita embargo):

4.- FIRMAS

Profesor(a) guía o director(a) de memoria o tesis:

Fecha: 21/09/2026

Firma: [Firma]

Estudiante o Candidato(a):

Fecha: 22-09-2026

Firma: [Firma]

Este formulario debe ser insertado como página 2 de la memoria o tesis, completado y firmado por estudiante y profesor(a) antes de la entrega en portal PRISMA de Biblioteca USM.



RESUMEN

La Universidad Técnica Federico Santa María sede Concepción tiene implementada desde hace ya varios años una red de área local con Wifi, en lo que se basará el presente proyecto. Con el fin de poder determinar con precisión la cobertura con la que consta la sede, se realizará un levantamiento de esta red midiendo dentro de toda la casa universitaria con algunos instrumentos disponibles en la misma y de igual manera se estudiarán otras alternativas de medición similares para así poder tener una comparación o contraste.

Teniendo en cuenta lo ya mencionado, se busca plasmar los resultados obtenidos en tablas de datos o gráficas, para poder analizar de la mejor manera posible el estado actual de la red y su cobertura, de esta manera se podrá observar los lugares que no son cubiertos por la señal, y a su vez, donde llega con mayor concentración. Ya que es muy probable que puedan existir falencias en la cobertura de la red Wifi y en la calidad de esta misma.

Eventualmente se estudiarán y compararan los resultados para detectar los defectos y fortalezas que tiene la red Wifi de la universidad, para que en un futuro estos sean la base de una implementación de mejora para esta red.



ÍNDICE

Resumen	
Índice	
Índice de tablas	
Índice de figuras	
Introducción	1
Glosario	2-3
Definición del problema	4
Objetivos	4
Capítulo 1	
Marco teórico	5-15
1.1 Wifi	6
1.1.1 Redes de área local	7
1.1.2 Aplicaciones	7
1.1.3 Versiones y protocolos	8
1.2 Rango de frecuencias	9
1.2.1 Canales de Wifi 2.4GHz	9
1.2.2 Canales de Wifi 2.4GHz – 2.5GHz	10
1.3 Origen del Wifi	11
1.4 Alternativas al Wifi	12
1.5 Access Points en la Universidad	13
1.5.1 ARUBA AP-105 access point	13
1.5.2 Ubiquiti Unifi AP-ac-pro	14
1.5.3 Aerohive PA1130 Outdoor Access Ppoint	14
1.5.4 Ubicaciones de los ap	15
1.6 Red a analizar	15
Capítulo 2	
Recursos	16-28
2.1 Aaronia ag Spectran HF-6065	17
2.1.1 Analizador de espectros	17
2.1.2 Partes de Aaronia ag Spectran HF-6065	19
2.1.2.1.1 Cuerpo de analizador de espectro	19
2.1.2.1.2 Antena hyperlock direccional	19
2.1.2.1.3 Antena omnidireccional 2.4GHz	20



2.1.2.1.4	Maleta de transporte	20
2.1.3	Software MCS	21
2.2	Software Netspot	22
2.3	Otras opciones	24
2.3.1	Ekahau Heatmapper	24
2.3.2	Acrylic Wi-fi Heatmaps	25
2.3.3	Visiwave site Survey	26
2.3.4	Airmagnet survey PRO	27
2.4	Procedimiento	28
Capítulo 3		
Resultados		29-39
3.1	Mediciones	30
3.2	Netspot	30
3.2.1	Mediciones de intensidad de señal	31
3.2.1.1	Tabla de intensidad de señal	31
3.2.1.2	Mapa de calor de intensidad de señal	32
3.2.2	Mediciones de relación entre señal y ruido	33
3.2.2.1	Tabla de relación entre señal y ruido	33
3.2.2.2	Mapa de calor relación entre señal y ruido	34
3.3	Aaronia AG SPECTRAN hf-6065	35
3.3.1	Tabla de intensidad de señal	36
3.3.2	Mapa de calor de intensidad de señal	37
3.4	Comparación	38
3.4.1	Tablas enfrentadas	38
3.4.2	Mapas de calor enfrentados	39
Conclusiones		40
Sugerencias		40
Bibliografía		41
Anexos		42-57
Anexo A		43-50
Anexo B		52-55
Anexo C		56-59



ÍNDICE DE TABLAS

1. Tabla 3-1. Tabla de datos en intensidad de señal obtenidos en mediciones con Netspot	31
2. Tabla 3-2. Tabla de datos en relación entre señal y ruido obtenidos en mediciones Netspot.	33
3. Tabla 3-3. Mediciones intensidad de señal con analizador de espectro.	36
4. Tabla 3-4. Datos seleccionados de Netspot vs Analizador de espectros	38

ÍNDICE DE FIGURAS

1. Figura 1-1. Gráfico de velocidades de transferencia en protocolos y sus generaciones.	8
2. Figura 1-2. Gráfico descriptivo de canales dentro del protocolo 802.11.	10
3. Figura 1-3. Cuadro demostrativo de estándares Wlan y sus características.	10
4. Figura 1-4. Gráfico de similitudes de redes inalámbricas alternativas con Wifi.	12
5. Figura 1-5. Acces point Aruba ap-105.	13
6. Figura 1-6. Acces point ubiquiti ac-PRO.	14
7. Figura 1-7. Acces point outdoor aerohive pa1130.	14
8. Figura 1-8. Guía de dónde encontrar los diferentes acces points dentro de la sede.	15
9. Figura 2-1. Analizador de espectro Aaronia ag spectran HF-6065.	19
10. Figura 2-2. Antena direccional Hyperlock.	19
11. Figura 2-3. Antena omnidireccional 2.4GHz.	20
12. Figura 2-4. Maletín de transporte.	20
13. Figura 2-5. Figura demostrativa de la interfaz del Software MCS de spectran.	21
14. Figura 2-6. Figura demostrativa de la interfaz de Netspot.	23
15. Figura 2-7. Figura demostrativa de la interfaz de Ekahaku Heatmapper.	24
16. Figura 2-8. Figura demostrativa de la interfaz de Acrylic WI-FI Heatmaps.	25
17. Figura 2-9. Figura demostrativa de la interfaz de Visiwave site survey.	26
18. Figura 2-10. Figura demostrativa de la interfaz de Airmagnet survey PRO.	27



19. Figura 3.1. Mapa de calor en base a la intensidad de señal por Netspot.	32
20. Figura 3.2. Mapa de calor en base a la relación entre señal y ruido por Netspot.	34
21. Figura 3.3. Mapa demostrativo de procedimiento para mediciones con espectrómetro.	35
22. Figura 3.4. Mapa de calor creado en base a mediciones con analizador de espectro.	37
23. Figura 3.5. Mapas de calor de los datos medidos con Netspot vs Analizador de espectros	39



INTRODUCCIÓN

La necesidad que tiene el ser humano de comunicarse ha influido en el desarrollo de las telecomunicaciones. A través de la historia las sociedades han evolucionado y de la misma manera lo han hecho las comunicaciones inalámbricas, las cuales juegan un papel muy importante, debido a que se encuentran involucradas en todos los momentos de la vida cotidiana. Sin duda alguna, las telecomunicaciones tienen la llave del futuro de la sociedad, debido principalmente a que en la actualidad crece a pasos agigantados; permitiendo que al día de hoy se pueda intercambiar información por diferentes tipos de medios y dispositivos. Dentro de las redes inalámbricas WLAN, WiFi es una de las más usadas, ya que brinda características tales como la rápida instalación, mayor accesibilidad, movilidad y costos de mantenimiento bajos. Estas características hacen que en el año 2019 WiFi, sea una de las mejores alternativas de conectividad para los espacios académicos brindando la oportunidad de acceder a Internet al personal estudiantil, docente y administrativo. En la Universidad Técnica Federico Santa María, sede concepción, se debe realizar un análisis de aquella infraestructura que da soporte a la conectividad inalámbrica. Por tal razón, el presente proyecto busca identificar las falencias y virtudes de la red inalámbrica actual.



GLOSARIO

ACCESS POINT (AP): Punto de acceso inalámbrico, dispositivo que interconecta dispositivos de comunicación inalámbrica para formar una red inalámbrica.

ANTENA: Dispositivo encargado de transformar señales eléctricas en medios guiadas a ondas de RF para transmitir sobre medios no guiados como el espacio aéreo.

AUTENTICACION: es el acto de establecer o confirmar algo alguien como autentico. En un sistema se da la autenticación como forma de verificar la identificación de un usuario.

DB: Decibel unidad relativa empleada para expresar la relación entre dos magnitudes.

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.

DIRECCION IP (Internet Protocol): 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.

IEEE: Institute of Electrical and Electronics Engineers o Instituto de Ingeniería Eléctrica y Electrónica es una asociación mundial de técnicos e ingenieros dedicada a la estandarización y el desarrollo en áreas técnicas.

SNR: Se denomina SNR a la relación entre la señal y el ruido.

RUIDO: Se conoce como ruido a la interferencia en la señal, generalmente es de origen electromagnético.

LAN: Local Área Network o red de área local conformada por equipos de red o computadores situados dentro de determinada área demográfica por ejemplo un edificio o campus.



MBPS: Megabit por segundo (Mb/s, Mbit/s o Mbps) es una unidad que se usa para cuantificar un caudal de datos, 1Mbps es equivalente a 1024 kb/s.

ROUTER: Enrutador, dispositivo de red encargado de dirigir las tramas de datos hacia cada destino, para lo cual se vale de la capa 3 del modelo OSI.

SWITCH: Conmutador, dispositivo de red encargado de interconectar equipos a nivel de capa 2 y 3 del modelo OSI.

TIC: Tecnologías de la información y la comunicación.

Wi-Fi: Wireless Fidelity o fidelidad inalámbrica es el certificado otorgado por la Wi-Fi Alliance a aquellos dispositivos inalámbricos sometidos a pruebas de operatividad y compatibilidad, de por si aprobadas. Hoy en día sinónimo de WLAN.

WIRELESS: Inalámbrico, sin cables, que no requiere de alambres para su correcto funcionamiento.

WLAN: Wireless local área network o red de área local inalámbrica, red de datos implementada bajo lineamientos del estándar de comunicaciones IEEE 802.11.

ISM: Las bandas de radio industriales, científicas y médicas.



DEFINICIÓN DE PROBLEMA

El mayor problema de conectividad dentro de la Universidad es la pobre cobertura de la red inalámbrica de Wifi que no es capaz de abarcar todo el terreno de la misma, solamente cubre los diferentes edificios y la plaza cívica, que es poco menos de la mitad de la sede completa.

Dentro de lo que es capaz la red de Wifi que esta implementada, existen algunas aulas que no están cubiertas de manera correcta o que tienen grandes problemas de conexión, ya sean estos, baja señal, desconexiones, o inclusive sin cobertura.

OBJETIVOS

El objetivo del presente proyecto es hacer un levantamiento de la red inalámbrica Wifi en la Universidad Técnica Federico Santa María, sede Concepción. La red que se va a analizar es “Estudiantes USM”, para esto se determinaran dos métodos diferentes para la medición de intensidad de señal.

Posteriormente se analizarán los datos obtenidos de las mediciones y se procederá a generar un mapa de calor en base a cada método utilizado.

Para finalizar se estudiarán ambos mapas de calor para poder contrastar y comparar ambos métodos y en base a eso poder sacar conclusiones sobre el estado de la red Wifi para el alumnado en la actualidad.



CAPÍTULO 1: MARCO TEÓRICO



1.1. WIFI

Las redes inalámbricas son asociadas generalmente, a redes de transmisión de datos, en donde anteriormente se utilizaban redes cableadas o de fibra óptica. Las redes inalámbricas que utilizan el estándar IEEE 802.11 tienen una importante ventaja y es que no se necesita licencia de uso, produciendo una gran implantación e innovación de las tecnologías inalámbricas, pero a consecuencia de que esté libre la banda frecuencia de 2.4 GHz y 5 GHz (Wifi, Bluetooth, RFID, etc.) se encuentra un gran inconveniente, y es que esta banda es utilizada por distintas tecnologías, que dependiendo de cómo y dónde se apliquen, pueden producir problemas de interferencias [1].

Desde el año 1999, varias compañías se unieron para crear lo que es un hoy día una asociación industrial global, sin ánimo de lucro y que actualmente cuenta con más de 600 compañías miembros de Alliance Wifi en decenas de países que se dedican a impulsar el desarrollo de las redes inalámbricas (WLAN). Esto con el único propósito de mejorar la experiencia de los usuarios.



1.1.1. REDES DE ÁREA LOCAL

Redes de área local inalámbrica: 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 5 GHz, la banda a medir será 2.4 GHz. Actualmente las redes inalámbricas están basadas en estándares que funcionan a altas velocidades, se puede decir que es 100 veces más veloz que las tecnologías de acceso telefónico o las redes WAN inalámbricas estándar. Las redes inalámbricas se pueden trabajar de dos formas, según su topología Ad-hoc y según la topología de red [1].

1.1.2. APLICACIONES

El término Wifi proviene de una deformación de las palabras high fidelity (alta fidelidad) y su abreviación Hi-Fi. Los dispositivos que pueden utilizar esta tecnología son y no se limitan a: computadores de escritorio, portátiles, teléfonos, tabletas, televisores, impresoras, cámaras digitales, drones y automóviles, dispositivos compatibles se pueden conectar entre sí entre un Wireless access point o por dispositivos de ethernet. Estos accesos o Hotspots tienen un rango de aproximadamente 20 metros a puertas cerradas o un mayor rango a puertas abiertas, estos puntos de acceso pueden ser de kilómetros de extensión solapando múltiples dispositivos de punto de acceso.

1.1.3. VERSIONES Y PROTOCOLOS

Existen diferentes versiones del Wifi, Wifi 1 con las versiones 802.11a, 802.11b, 802.11g, 802.11n, wifi 4 con 802.11h, 802.11i, 802.11-2007, 802.11-2012, 802.11ac, wifi 5 con las versiones 802.11ad, 802.11af, 802.11-2016, 802.11ah, 802.11ai, 802.11aj, 802.11aq, 802.11ax y el Wifi 6 con la versión 802.11ay.

Los equipos generalmente soportan múltiples versiones del Wifi para la transmisión de datos, pero deben usar la misma versión para comunicarse, estas versiones se diferencian por su ancho de banda, la velocidad de transmisión de datos y otros detalles. En general las bajas frecuencias de ancho de banda permiten mayor rango, pero menor capacidad de transmisión de datos y viceversa, y algunas versiones permiten el uso de múltiples antenas que permiten mayores velocidades y menor interferencia.

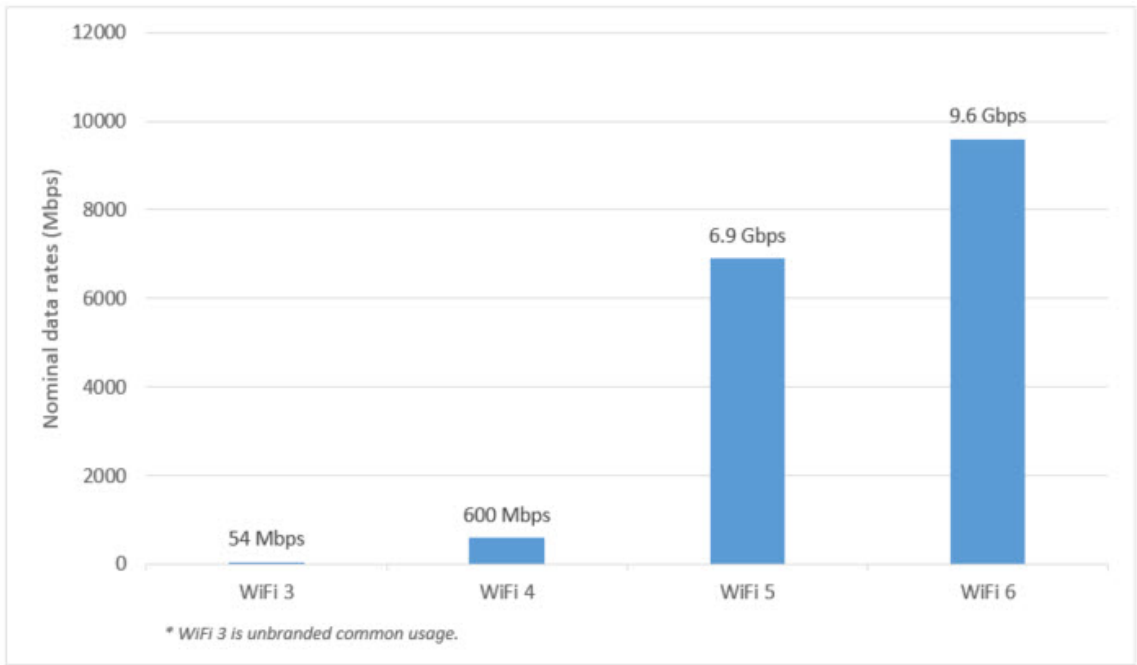


Figura 1-1. Gráfico de velocidades de transferencia en protocolos y sus generaciones.

1.2 RANGO DE FRECUENCIAS WIFI

El protocolo 802.11 provee distintas frecuencias de onda para usos de comunicación en Wifi: 900 MHz, 2.4 GHz, 5 GHz, 5.9 GHz, y 60 GHz.

Cada rango está dividido en múltiples canales y diferentes países utilizan sus propias regulaciones para el uso de canales, el límite de usuarios y la intensidad de estos.

El protocolo 802.11b, 802.11g y 802.11n usan 2.4GHz de banda ISM, esta frecuencia puede ser interferida por microondas y tecnologías Bluetooth.

La asignación de espectro y limitaciones operacionales de estos protocolos son distintas en varios países, en Australia y Europa se utilizan dos canales adicionales (12 y 13) aparte de los 11 utilizados en américa, y en Japón utilizan un catorceavo canal [2].

1.2.1. CANALES DE WIFI 2.4GHZ

La velocidad estándar de Wifi utiliza 5 canales de 2.4 GHz, si dos canales se diferencian por 5 o más, como el 3 y el 8, estos no se solapan. Los usos de estos canales son el 1, 6 y el 11 en américa ya que son el único grupo de canales que no se solapan en este continente, pero en Europa y Japón que tienen una mayor amplitud de canales se utilizan los canales 1, 5, 9 y 13 en el protocolo 802.11g y 802.11 ya que utilizar canales solo separados por 4 termina en una interferencia discriminable [2].

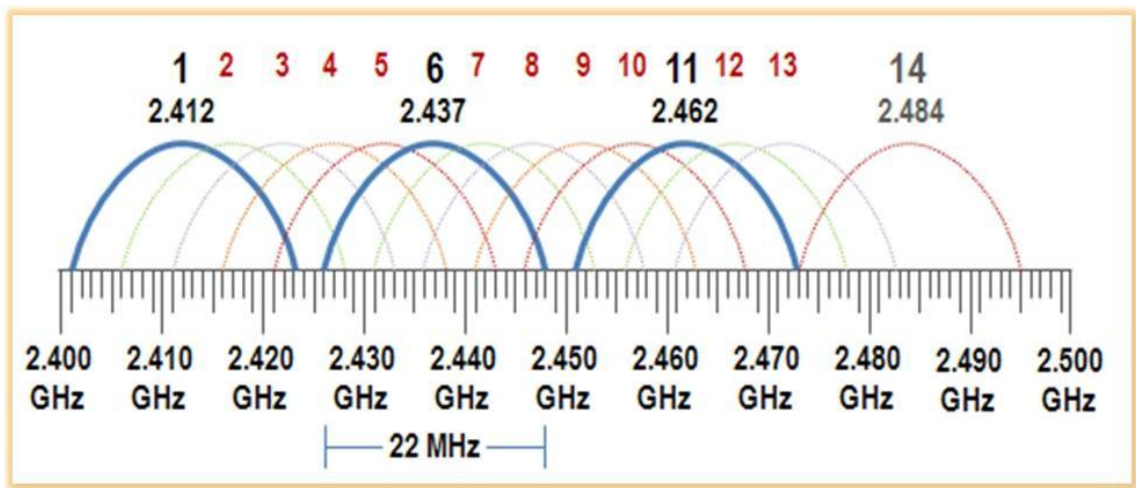


Figura 1-2. Grafico descriptivo de canales dentro del protocolo 802.11.

1.2.2. CANALES WIFI 2.4GHZ – 2.5GHZ

En los protocolos 802.11a, 802.11h, 802.11n, 802.11ac, 802.11ax utilizan un ancho de banda de 5GHz que utiliza 23 canales cada 20MHz que no se solapan a diferencia de las bandas de 2.4GHz que utilizan canales de 5MHz y por su bajo radio son absorbidos por materiales de construcción presentes en edificios y casas a diferencia de los canales de 20MHz, esta tecnología se está introduciendo poco a poco a las masas por su alto costo y por la falta de necesidad de una red de mayor velocidad [2].

Estándar WLAN	802.11b	802.11a	802.11g	802.11h
Organismo	IEEE(USA)	IEEE	IEEE	IEEE
Finalización	1999	2002	Jun,2003	2003
Denominación	Wi-Fi	Wi-Fi5		
Banda frecuencias	2.4GHz (ISM)	5 GHz	2.4GHz (ISM)	5 GHz
Velocidad máx.	11 Mbps	54 Mbps	54 Mbps	54 Mbps

Figura 1-3. Cuadro demostrativo de estándares Wlan y sus características.



1.3. ORIGEN DEL WIFI

En 1888 el físico alemán Rudolf Hertz realizó la primera transmisión sin cables con ondas electromagnéticas mediante un oscilador que usó como emisor y un resonador que hacía de receptor. Seis años después, las ondas de radio ya eran un medio de comunicación, poco después una industria clave en el mundo del marketing y las comunicaciones que sigue viva a día de hoy.

En 1899 Marconi estableció las primeras comunicaciones inalámbricas a través del canal de la Mancha. En 1907, se transmitieron los primeros mensajes completos que cruzaron el Atlántico.

En 1971 la Universidad de Hawaii, creó 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.

Convivimos con tecnologías inalámbricas de comunicaciones desde principios de los 90, aunque los inicios fueron muy desordenados, ya que cada fabricante desarrollaba sus propios modelos, incompatibles con los demás. Podríamos encontrar un símil muy claro entre el mundo de las aplicaciones móviles nativas, que todavía a día de hoy no trabajan bajo un estándar universal, teniendo que adaptar cada App a distintos lenguajes y sistemas operativos.

A finales de las 90 empresas como, Nokia o Symbol Technologies crearon la WECA (Wireless Ethernet Compatibility), que en 2003 pasó a llamarse Wi-Fi Alliance, cuyo objetivo era el fomento de la tecnología WiFi y la creación de unos estándares para que los equipos fueran compatibles entre sí [3].

1.4. ALTERNATIVAS

Algunas alternativas también utilizadas para comunicaciones inalámbricas similares al wifi son las mencionadas a continuación [5]:

- **Bluetooth:**
Es una Red inalámbrica de área personal que posibilita la transmisión inalámbrica de datos entre dispositivos mediante un enlace de radiofrecuencia en una banda de 2.4GHz.
- **Zigbee:**
Es un conjunto de protocolos de comunicación inalámbrica, basada en el estándar 802.15.4 y 802.11 de redes inalámbrica de área personal.
- **WiMax:**
Es un protocolo de transmisión de datos que utiliza ondas de radio en frecuencias de 2.5 GHz – 2.8GHz y puede tener una cobertura de hasta 70km en exteriores.

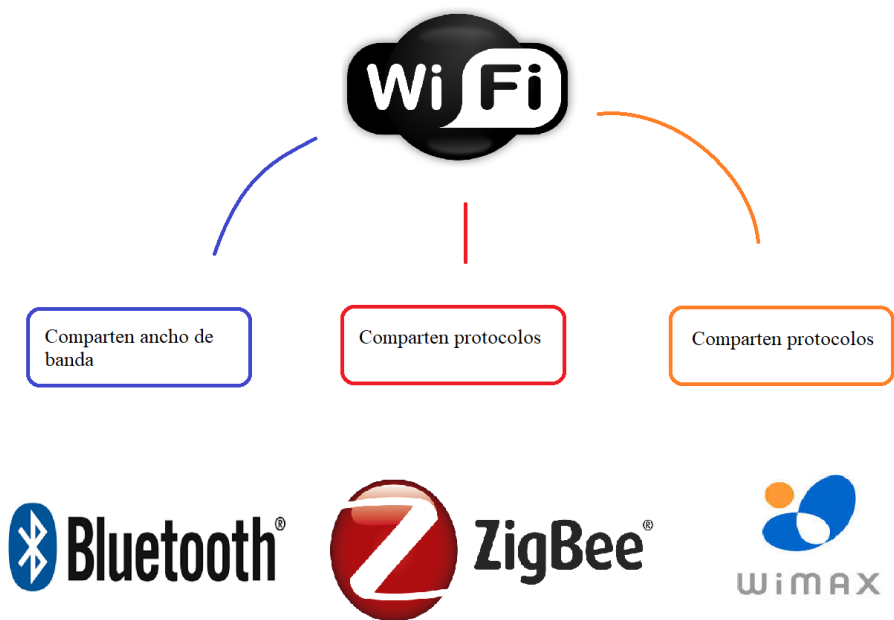


Figura 1-4. Gráfico de similitudes de redes inalámbricas alternativas con Wifi.

1.5. ACCESS POINTS EN LA UNIVERSIDAD

Dentro de la Universidad se encuentran en uso access points de diferentes marcas y modelos, incluyendo también variadas gamas.

1.5.1. ARUBA AP-105 ACCESS POINT

En el edificio de biblioteca se encuentran estos access points diseñados para interiores.



Figura 1-5. Acces point Aruba ap-105.

1.5.2. UBIQUITI UNIFI AP-AC-PRO

Dentro de toda la sede se encuentran estos access points diseñados para interiores.



Figura 1-6. Acces point ubiquiti ac-PRO.

1.5.3. AEROHIVE PA1130 OUTDOOR ACCESS PPOINT

En la plaza cívica nos encontramos con este modelo para exteriores con un diseño a prueba de agua y con una batería de litio en caso de cortes de luz. Funciona bajo los estándares 802.11a/b/g/n



Figura 1-7. Acces point outdoor aerohive pa1130.

1.5.4. UBICACIONES DE LOS AP

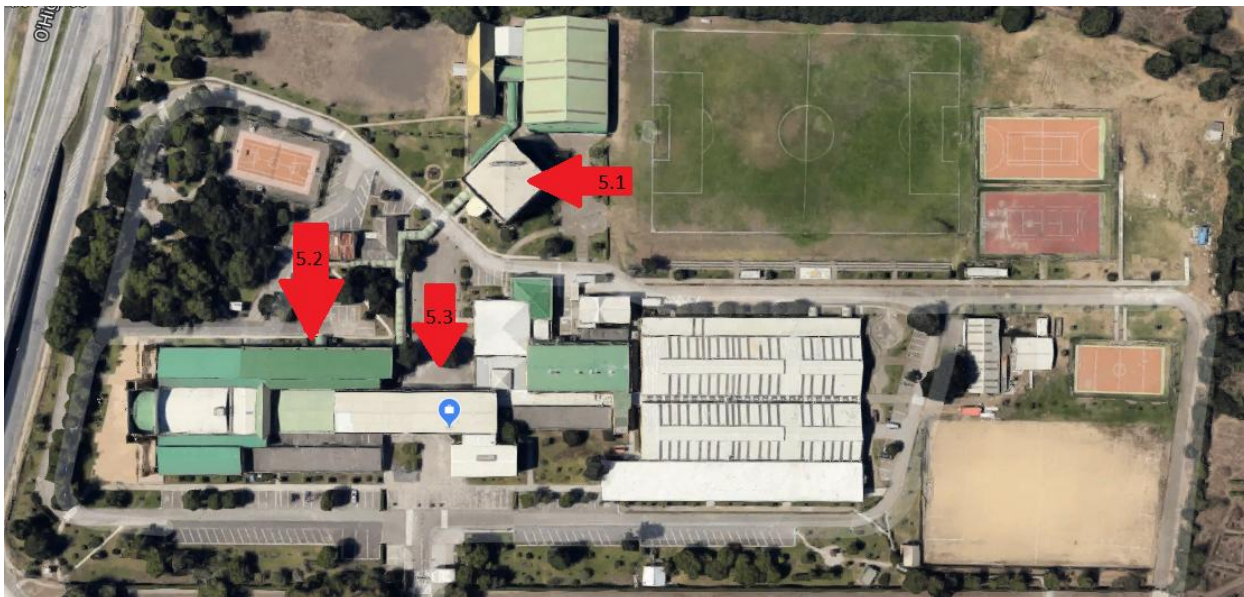


Figura 1-8. Guía de dónde encontrar los diferentes acces points dentro de la sede.

1.6. RED ANALIZADA

La red a analizar será “estudiantes USM” que utiliza 802.1x EAP, que es un protocolo de acceso a puertos para proteger las redes mediante autenticación. Como resultado, este tipo de método de autenticación es extremadamente útil en el entorno Wifi debido a la naturaleza del medio. Si un usuario de Wifi se autentica a través de 802.1 X para el acceso a la red, se abre un puerto virtual en el punto de acceso que permite la comunicación. Si no se autoriza correctamente, un puerto virtual no se hace disponible y las comunicaciones se bloquean.

Hay tres partes básicas de la autenticación del 802.1 X:

- Supplicant: Un cliente de Software que se ejecuta en la estación de trabajo Wifi.
- Authenticator: El punto de acceso Wifi.
- Servidor de autenticación: Una base de datos de la autenticación



CAPÍTULO 2: RECURSOS



2.1. AARONIA AG SPECTRAN HF-6065

Este es un analizador de espectro de mano, portátil que trabaja en un rango de frecuencia de 700MHz - 6GHz.

2.1.1. ANALIZADOR DE ESPECTRO

El dispositivo de medición de espectro electromagnético a utilizar será el Aaronia ag Spectran HF-6065, el cual está especializado en altas frecuencias como lo son los 2.4GHz. Este dispositivo de alta calidad es utilizado en empresas alemanas de gran prestigio como [4]:

- EADS, Múnich (empresa aeroespacial)
- Mercedes Benz, Austria (empresa automovilística)
- Antenne Bayern, Ismaning (empresa telecomunicaciones)

Basados en un método de análisis espectral novedoso, los analizadores de espectro SPECTRAN de Aaronia permiten las mediciones RF y de EMC. Los dispositivos de medición SPECTRAN tienen una forma muy compacta, así como una sensibilidad muy alta [4].

La detección de las fuentes de interferencia y de sus orígenes, la determinación de las frecuencias y de las intensidades de señal, la medición y evaluación de los valores límite [4].



Todos los SPECTRAN se desarrollan, fabrican y calibran en Alemania.

Los instrumentos Aaronia Spectran de la serie HF-60xxx son capaces de analizar y medir los siguientes tipos de señales [4]:

- Wlan
- Wifi
- Telefonía móvil
- Bluetooth
- Teléfono DETC
- Emisoras de Radio
- UMTS (3G)
- Radar activo
- Mobiles
- Microondas
- TETRA
- Emisoras de televisión

Este instrumento de medida tiene por defecto con las siguientes prestaciones [4]:

- Filtro DDC
- 150 MIPS DSP (CPU)
- Rango de frecuencias: de 10MHz hasta 6GHz
- Nivel de ruido promedio (DANL): -135dBm (1Hz)
- Nivel de ruido promedio (DANL) del amplificador: -150dBm (1Hz)
- Nivel máximo de entrada: +10dBm
- Filtro más pequeño: 3kHz
- Tiempo de muestreo más rápido: 1mS
- Exactitud típica: +/- 2dB
- Sensibilidad 60dB más alta que V3

2.1.2. PARTES AARONIA AG SPECTRAN HF-6065

2.1.2.1. Cuerpo del analizador de espectro Aaronia ag Spectran HF-6065



Figura 2-1. Analizador de espectro Aaronia ag spectran HF-6065.

2.1.2.2. Antena hyperlock direccional

Esta es una antena direccional con un rango de frecuencias entre 700MHz y 6GHz, con una impedancia de 50 Ohm y una ganancia de -2dbi a 2dbi.



Figura 2-2. Antena direccional Hyperlock.

2.1.2.3. Antena Omnidireccional (2.4GHz)

Esta antena omnidireccional de 700MHz a 2.4Ghz tiene una impedancia nominal de 50 Ohm, una potencia máxima de 40W y una ganancia de -2dbi a 2dbi.



Figura 2-3. Antena omnidireccional 2.4GHz.

2.1.2.4. Maleta de transporte

Maleta para transportar el Analizador de espectro y todos sus accesorios.



Figura 2-4. Maletín de transporte.

2.1.3. SOFTWARE MCS

El software de análisis espectral MCS de SPECTRAN está disponible para PC y MAC, este permite una gran cantidad de comodidades con respecto al uso individual ya que este nos dará lo siguiente:

- Visualizar en tiempo real con una alta variedad de tipos de gráficos y monitorear distintos parámetros como: medición máxima, medición mínima, promedio, etc.
- La implementación de varios analizadores de espectros en simultáneo.
- Permite el almacenamiento de los datos medidos ya sea de manera manual o temporizados automáticamente.
- Función de reporte y almacenamiento.
- Configuraciones de colores para distintas intensidades de señal.
- Permite la configuración de rangos de lectura y guardar automáticamente la medición peak.

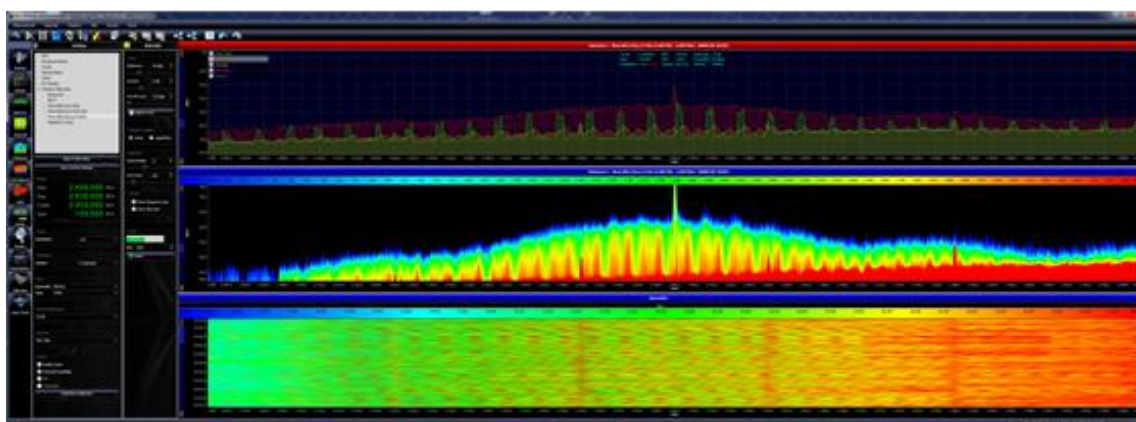


Figura 2-5. Figura demostrativa de la interfaz del Software MCS de spectran.



Para la correcta instalación ejecución del software MCS la maquina debe cumplir con los siguientes requisitos:

- Windows 7 / 8, MacOS X 10.9 o más, Linux
- Intel Core2 o AMD Athlon 64 CPU con soporte SSE2 a partir de 1.5 GHz o más. Una CPU de doble núcleo o de cuatro núcleos no es necesario pero recomendado.
- Memoria de trabajo de 2 GB mínimo.
- 100 MB espacio libre en el disco duro (para grabaciones a largo plazo se necesita más espacio).
- Resolución mínima de pantalla de 1200x800 (dimensiones más pequeñas funcionan pero en este caso, el uso del software será limitado).
- Enchufe USB desocupado para poder conectar el SPECTRAN.

2.2. SOFTWARE NETSPOT

NetSpot es una aplicación de mapeado de Wi-Fi para Mac y Windows. Permite un estudio completo de su red y ver las siguientes visualizaciones de mapa de calor:

Relación señal-ruido: este mapa de la red inalámbrica destaca el nivel de señal en comparación con su nivel de ruido

- Nivel de señal: este mapa destaca el nivel de señal
- Cantidad de puntos de acceso: este mapa destaca el número de puntos de acceso (o routers) detectados en cada punto de medición
- Nivel de ruido: este mapa de la red inalámbrica destaca los niveles de ruido
- Relación señal-interferencia: este mapa destaca la interferencia de co-canales compartidos desde otros transmisores de radio

El proceso de análisis de Netspot implica cargar un mapa del área donde se ubica la red, luego de esto es necesario moverse con un computador portátil a diferentes puntos del área que cubre la red y tomar muestras de los datos en cada punto, cuando este proceso se complete se podrán visualizar el mapa de calor que se genera.

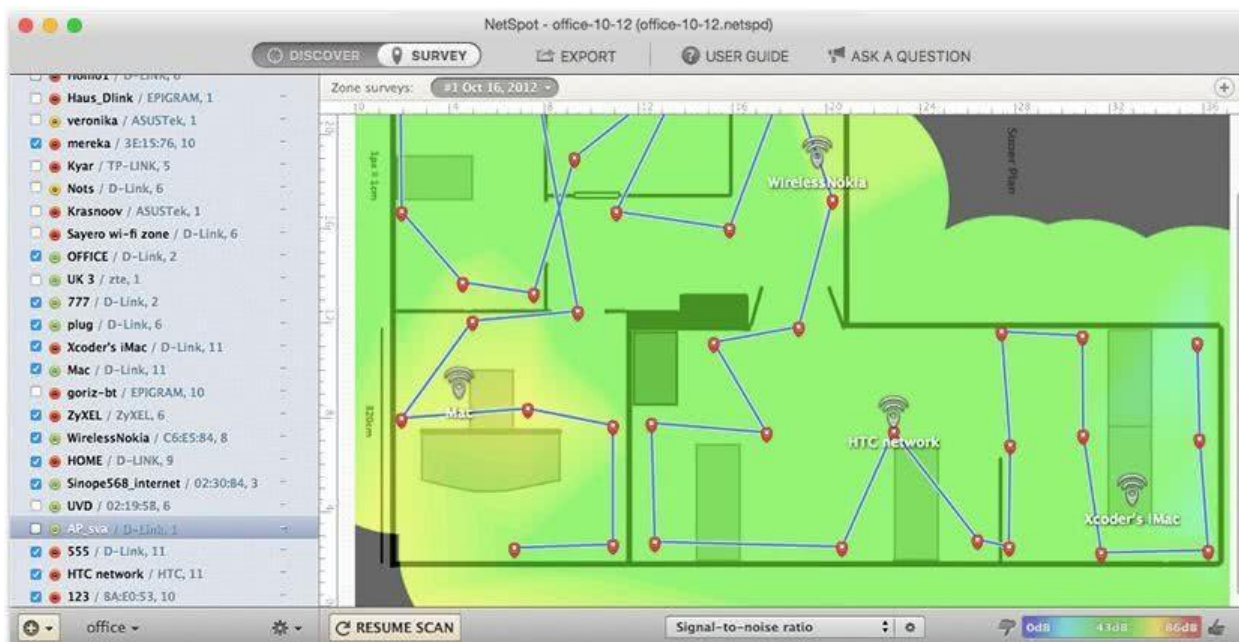


Figura 2-6. Figura demostrativa de la interfaz de Netspot.

Para la instalación y ejecución de Netspot la maquina debe cumplir con los siguientes requisitos:

- Windows 2000 o superior
- 25MB como mínimo para instalar el software
- 256 MB de memoria RAM
- Capacidad de utilizar el protocolo TCP/IP

2.3. OTRAS OPCIONES

Para poder realizar las mediciones de nivel de señal y la creación de mapas de calor de manera óptima se analizaron distintos softwares que tuvieran la capacidad de generar mapas de calor en base a mediciones de Wifi.

2.3.1. EKAHAU HEATMAPPER

Ekahaku Heatmapper es un software para crear mapas de calor Wifi que es compatible con protocolos 802.11a/b/g/n/ y cuenta con una interfaz de usuario sencilla. Esta herramienta para crear mapas de calor puede descubrir automáticamente todos los puntos de acceso cercanos y detectar su configuración de seguridad para así ayudar a comprender mejor como se debe optimizar la red para conseguir un rendimiento óptimo.

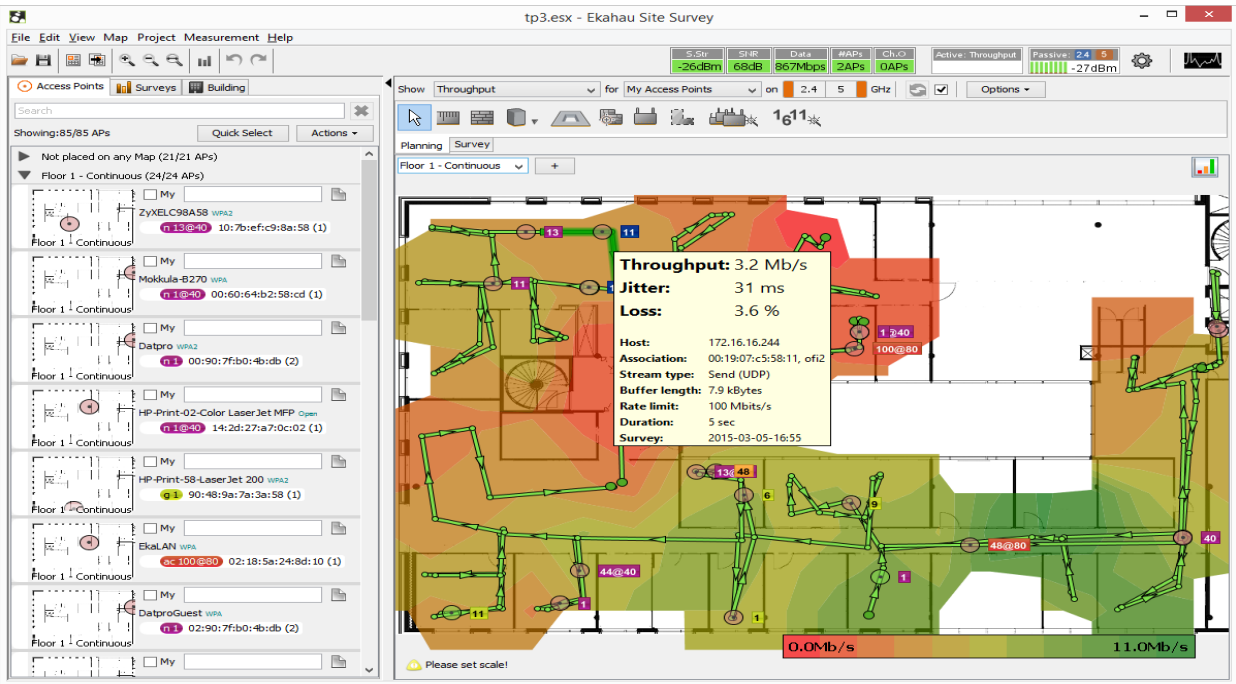


Figura 2-7. Figura demostrativa de la interfaz de Ekahaku Heatmapper.

Esta opción no fue seleccionada por que entre sus unidades de medida solo cuenta con densidad de señal en W/m2 y velocidad de descarga, mientras que lo que se busca conocer con este proyecto es la intensidad de señal en dbm.

2.3.2. ACRYLIC WI-FI HEATMAPS

Con este software de análisis de redes inalámbricas se puede obtener una descripción detallada de la cobertura de una red inalámbrica, es capaz de analizar el espectro de radio frecuencias de 2.4GHz y 5GHz para generar mapas de calor e informes detallados en diferentes formatos.

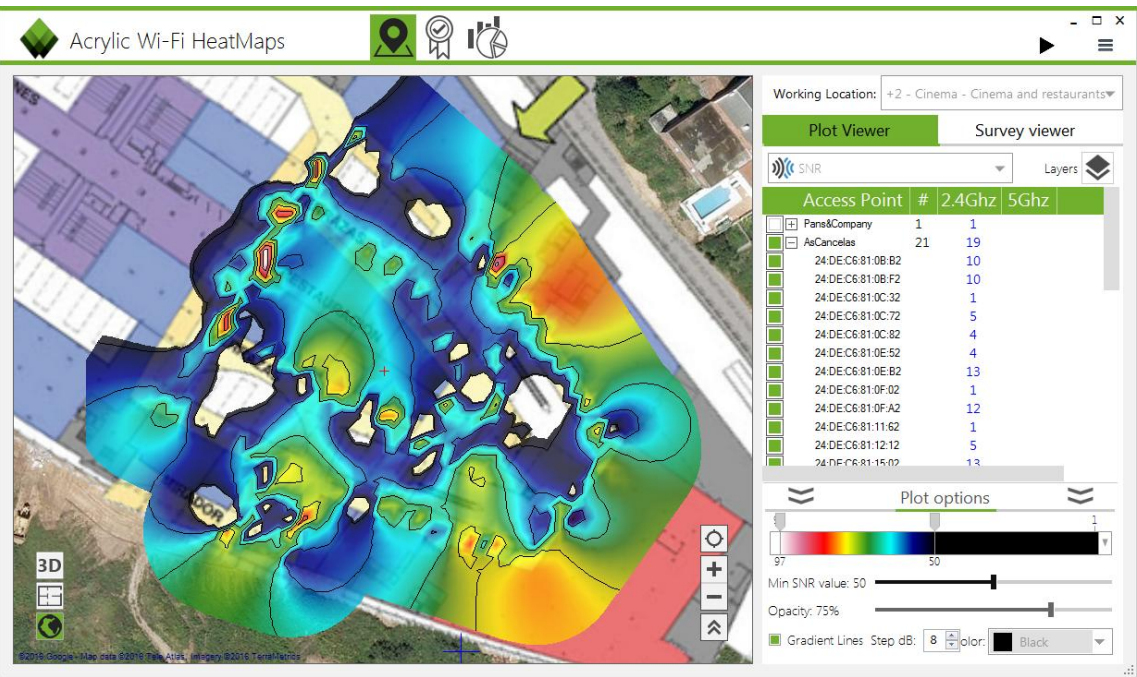


Figura 2-8. Figura demostrativa de la interfaz de Acrylic WI-FI Heatmaps.

Esta opción fue descartada por que para su utilización se requiere una suscripción pagada a la que no tengo acceso.

2.3.3. VISIWAVE SITE SURVEY

Este software está destinado tanto a hacer análisis Wifi a gran escala como a análisis locales, este proporciona dos métodos para recopilar información. Puede capturar puntos abiertos de datos caminando por el área que se quiere analizar, usar posicionamiento GPS para hacer encuestas a grandes zonas exteriores. Se pueden utilizar plantillas ajustables para recrear la zona en que se desea medir o simplemente se puede utilizar una zona de google.maps.

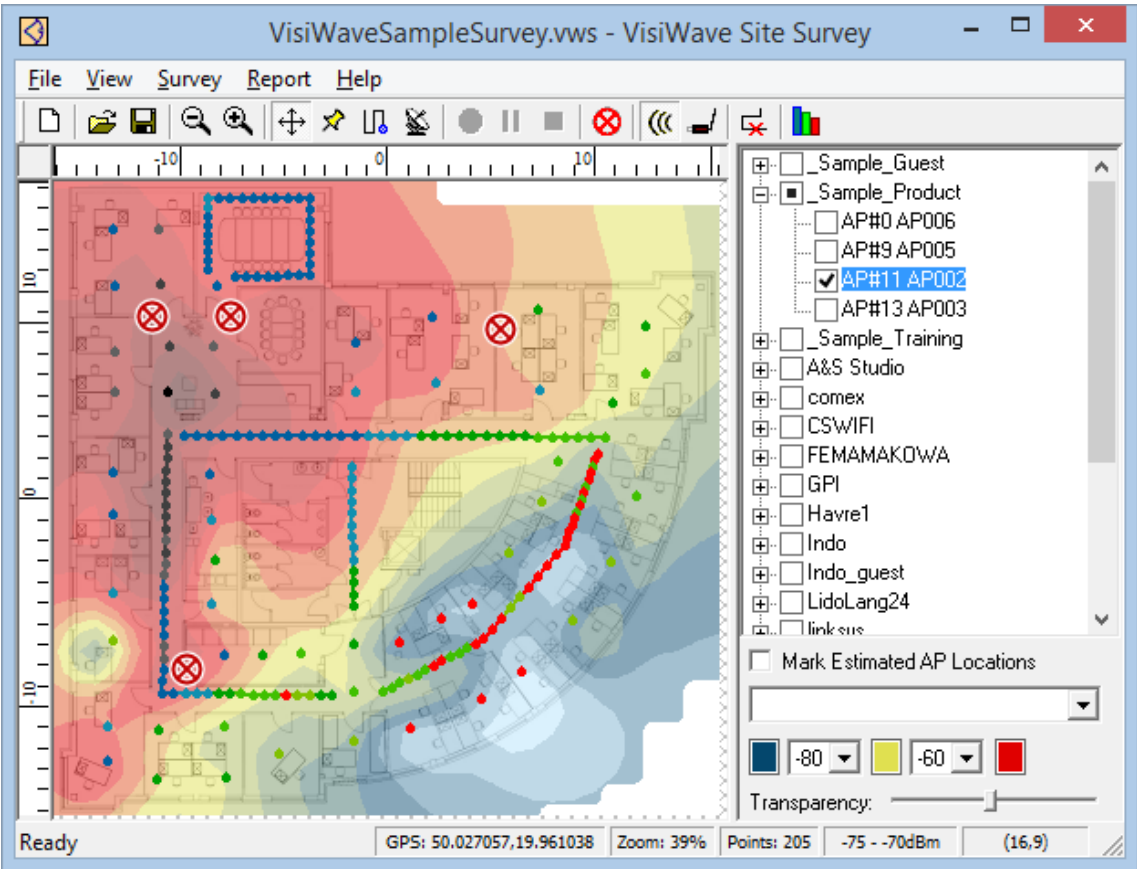


Figura 2-9. Figura demostrativa de la interfaz de Visiwave site survey.

Esta opción fue descartada por que para su utilización se requiere una suscripción pagada a la que no tengo acceso.

2.3.4. AIRMAGNET SURVEY PRO

Este analizador de redes Wifi puede crear de forma automática y en tiempo real un mapa de calor fácil de leer de relación señal/ruido (SNR), tasas de reintento o pérdidas de paquetes, es compatible con todos los estándares Wifi.

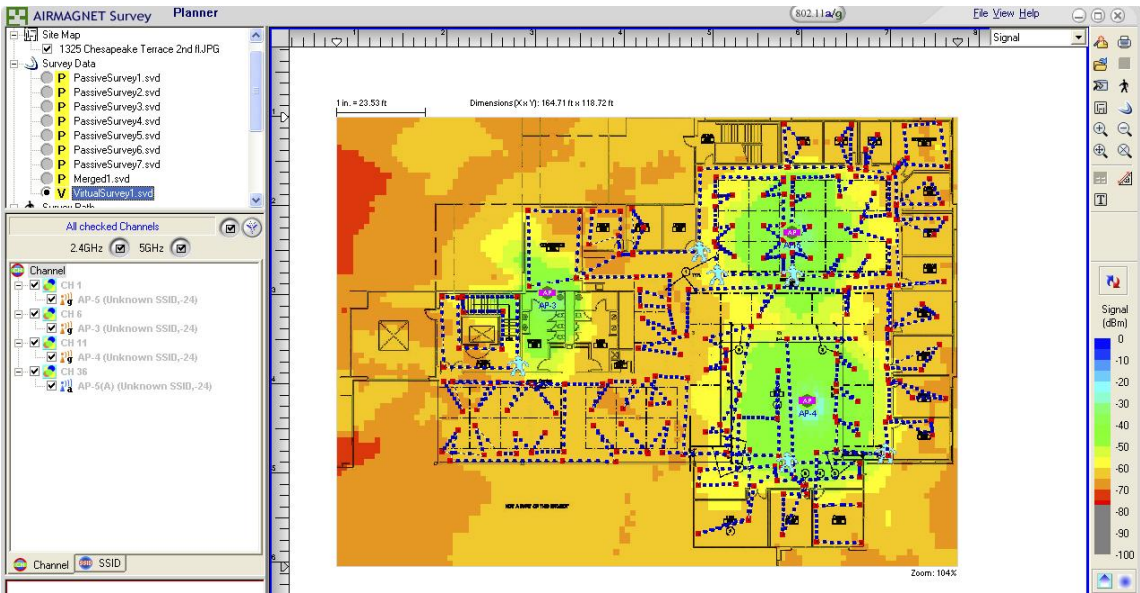


Figura 2-10. Figura demostrativa de la interfaz de Airmagnet survey PRO.

Esta opción fue descartada por que para su utilización se requiere una suscripción pagada a la que no tengo acceso, además no cuenta con mediciones de intensidad de señal en dbm.



2.4. **PROCEDIMIENTO**

Se realizará un levantamiento y mapeo de la red inalámbrica “Estudiantes USM” Lo ya estipulado reconoce el hacer una lectura en distintos puntos de la universidad y de esa manera poder recrear dos mapas de calor lo más fidedigno posible con métodos y tecnología diferentes, estos serán:

- Lectura de intensidad de señal en dbm con el analizador de espectro Aaronia ag Spectran HF-6065.
- Lectura de intensidad de señal en dbm con un computador portátil previa instalación de software Netspot.

La lectura con el espectrómetro Aaronia ag Spectran HF-6065 se realiza con una antena omnidireccional de 2.4GHz para así poder obtener la totalidad de la intensidad de señal obtenida en el lugar, posteriormente se cambiará a una antena direccional de 2.4GHz para poder direccionarla a los access points que estén emitiendo la señal buscada (previamente se pidió la topología de la red de acces points dentro de la sede). El siguiente paso será tomar un plano del terreno de la sede y dividirlo en 54 cuadrantes, luego de eso se tomarán medidas en cada uno de los cuadrantes y se registrarán estas medidas. Teniendo estos datos de medición se podrá generar un mapa de calor en base a los mismos, dando así una información visual de la cobertura Wifi para los estudiantes en la sede, para esto se utilizará un método de creación básico de mapa de calor ingresando los datos medidos en una planilla excel que coloreará los cuadrantes en base a su magnitud, posteriormente se superpondrá esta tablilla ya coloreada en el plano del terreno de la sede para crear un mapa de calor.

La lectura con el software Netspot se llevará a cabo utilizando un computador portátil con el software ya mencionado, a este mismo se le carga un plano a escala del terreno de la universidad. Una vez esto esté listo, el ejecutor del programa se deberá desplazar por distintos puntos de la universidad, seleccionar dentro del plano la posición en la que se encuentra en ese momento y el software hará una lectura de intensidad de señal para así poder ir generando al instante un mapa de calor.



CAPÍTULO 3: RESULTADOS



3.1. MEDICIONES

La red “Estudiantes USM” fue estudiada utilizando los dos métodos mencionados en el capítulo 2, sección 4. Procedimiento. Una vez fueron tomadas las medidas, se pasaron a tablas excel y archivos pfd para poder convertir estos datos en mapas de calor y así estudiar y comparar posteriormente estos mismos, y de esta manera tener la oportunidad de crear un análisis de la cobertura de la red para alumnos de la universidad.

3.2. NETSPOT

Para la primera etapa de medición es necesaria la instalación del software Netspot en un computador portátil que cuente con los requisitos mínimos para su óptimo funcionamiento. Al iniciar un proyecto de mapeo se debe cargar un plano de universidad que se obtuvo mediante google.maps, posteriormente se indica una escala para el plano dando la distancia entre dos puntos referenciales para que el software pueda tener una referencia de distancia entre todos los puntos que serán medidos.

En este caso 51 puntos fueron los medidos dentro de la universidad los cuales no siguen un orden predefinido con antelación, ya que no se tuvo el conocimiento previo de la cobertura total de la red que estará bajo análisis, estos arrojaron datos de intensidad de señal en dbm, y relación entre señal y ruido o SNR con los que fue posible recrear un mapa de calor para poder tener un resultado que sea más agradable a la vista y así hacer más fácil su posterior estudio.



3.2.1 MEDICIONES DE INTENSIDAD DE SEÑAL

3.2.1.1 Tabla de intensidad de señal

Punto	dbm	Punto	dbm
1	-47	29	-68
2	-67	30	-62
3	-67,7	31	-62
4	-64	32	-61
5	-64	33	-72
6	-67	34	-62,3
7	-77	35	-42
8	-62	36	-71
9	-72	37	-71
10	-55,5	38	-62
11	-68	39	-66
12	-70	40	-67,7
13	62,3	41	-73,7
14	-62,7	42	-70,7
15	-44	43	-60
16	-69,7	44	-60,7
17	-74	45	-70,5
18	-69	46	-66
19	-56,5	47	-40
20	-41,5	48	-74
21	-82	49	-66
22	-72	50	-65
23	-82	51	-67
24	-69	Promedio	-63,7
25	-62	Maxima	-40
26	-66,7	Minima	-82
27	-64	Media	-41,5

Tabla 3.1. Tabla de datos en intensidad de señal obtenidos en mediciones Netspot.

3.2.1.2 Mapa de calor de intensidad de señal

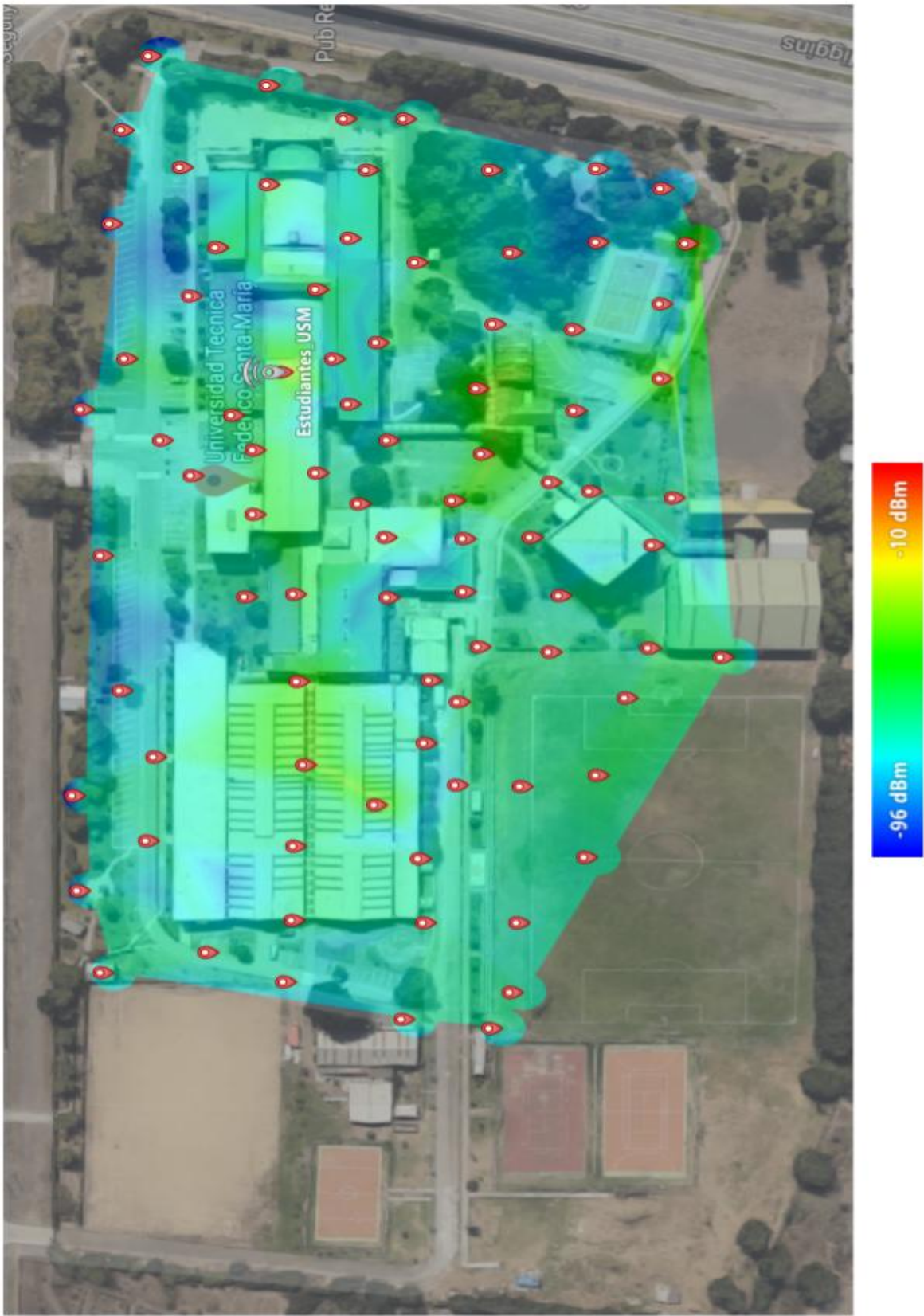


Figura 3.1. Mapa de calor en base a la intensidad de señal por NetSpot.



3.2.2 MEDICIONES DE RELACIÓN ENTRE SEÑAL Y RUIDO

3.2.2.1 Tabla de relación entre señal y ruido

punto	SNR	punto	SNR
1	28	29	12
2	8,3	30	10,3
3	7,3	31	13
4	15	32	-1
5	14	33	7,7
6	7	34	29,5
7	5	35	11
8	14	36	3,3
9	1	37	11
10	22,5	38	6
11	0	39	6,3
12	9	40	7,3
13	13,3	41	12,3
14	12,3	42	4,3
15	38	43	22
16	4,3	44	0,3
17	-3	45	7,5
18	3	46	30
19	21,5	47	36
20	30	48	1
21	-19	49	10
22	-3,5	50	13
23	8	51	8,3
24	12	Promedio	10,3
25	8,3	Maximo	36
26	6	Minimo	-19
27	0	Medio	17
28	6		

Tabla 3.2. Tabla de datos en relacion entre señal y ruido obtenidos en mediciones Netspot.

3.2.1.2 Mapa de calor de relación entre señal y ruido

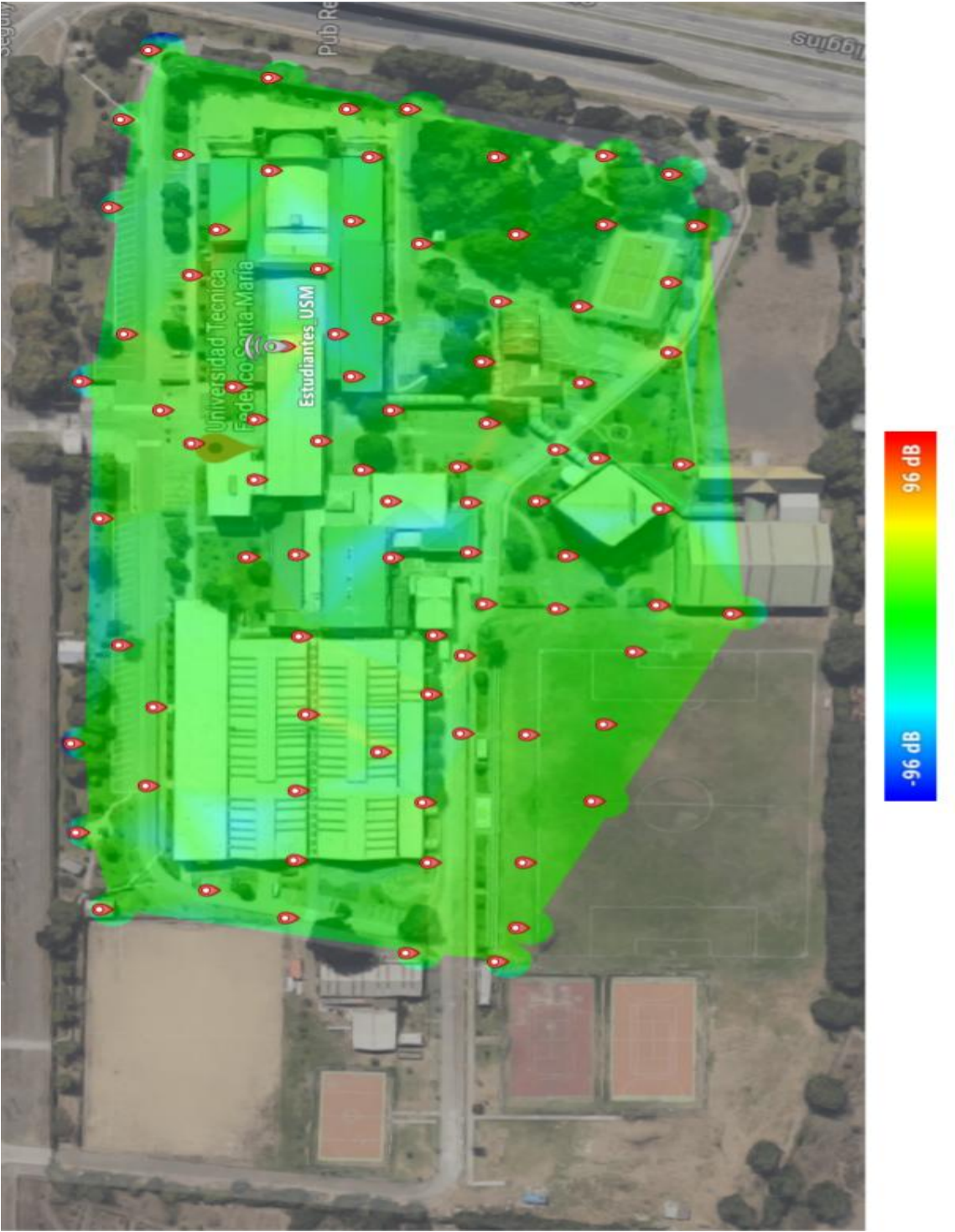


Figura 3.2. Mapa de calor en base a la relación entre señal y ruido por Netspot.

3.3. AARONIA AG SPECTRAN HF-6065

Para realizar las mediciones con el analizador de espectro, tome un plano de la Universidad, lo dividí en cuadrantes y medí en orden como muestra la figura 18.

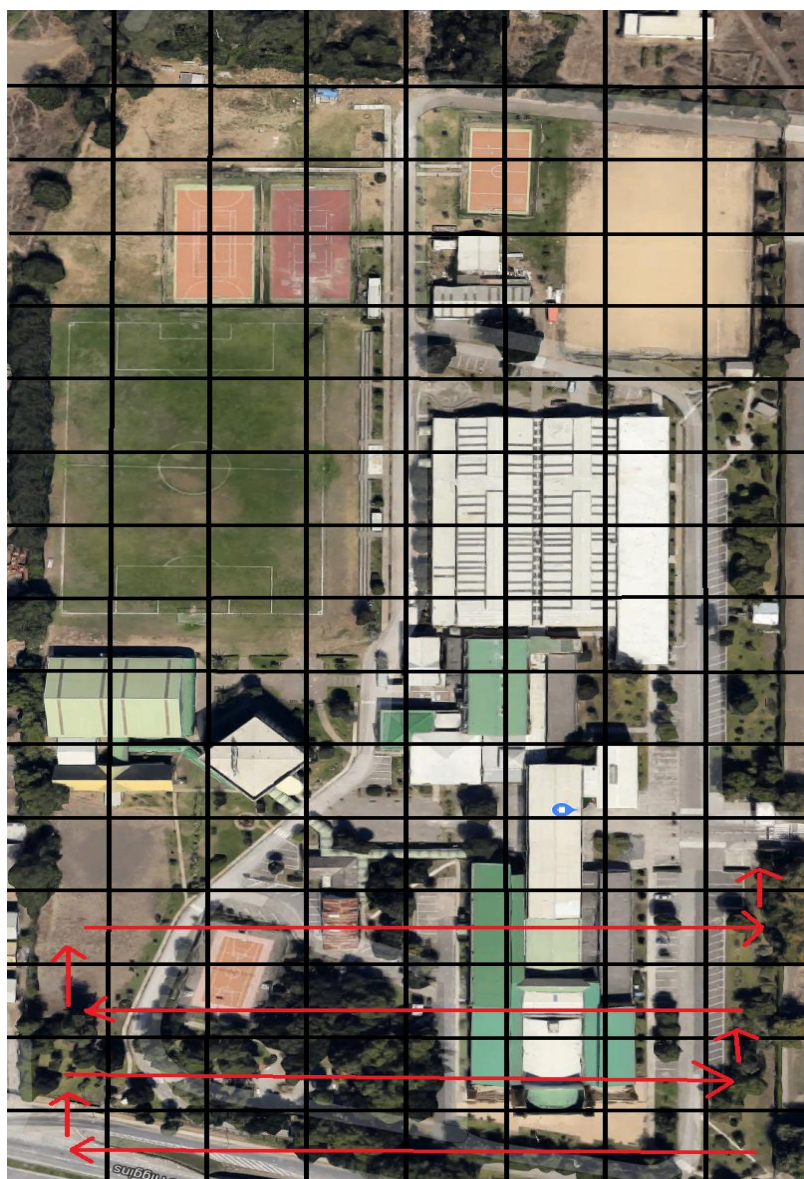


Figura 3.3. Mapa demostrativo de procedimiento para mediciones con espectrómetro.



Como continuación instale la antena omnidireccional de 2.4GHz en el analizador de espectro para así poder medir la intensidad de señal que se recibe en cada uno de los cuadrantes, luego se utilizó la herramienta “Escala de calor” de Excel para poder hacer un escalado en color con cada uno de los valores para así obtener una imagen de colores y sobreponerlo en un mapa de la sede obtenido de google.maps. Así se logró obtener un mapa de calor de la intensidad de señal en las dependencias de la universidad.

3.3.1. TABLA DE INTENSIDAD DE SEÑAL

Punto	dbm	Punto	dbm	Punto	dbm
1	-36	15	-50	29	-59
2	-50	16	-56	30	-53
3	-42	17	-56	31	-44
4	-50	18	-42	32	-60
5	-43	19	-40	33	-69
6	-59	20	-49	34	-50
7	-60	21	-52	35	-60
8	-30	22	-53	Promedio	-40,7
9	-38	23	-55	maxima	-27
10	-35	24	-44	minima	-70
11	-65	25	-44	media	-43
12	-43	26	-65		
13	-49	27	-70		
14	-33	28	-27		

Tabla 3.3. Mediciones intensidad de señal con analizador de espectro.

3.3.2. MAPA DE CALOR DE INTENSIDAD DE SEÑAL



Figura 3.4. Mapa de calor creado en base a mediciones con analizador de espectro.

3.4. COMPARACIÓN

Como se puede apreciar a simple vista el mapa de calor generado por el software Netspot es mucho más agradable a la vista, aun así, si se perfecciona el sistema de creación de mapas de calor por tablillas excel, el creado con el analizador de espectro es mucho más fiable en cuanto a precisión de nivel de intensidad, aun así cabe destacar que con el software Netspot el usuario se conecta directamente a la red que desea estudiar, mientras que con el analizador de espectro capta todas las redes 2.4GHz en el ambiente lo que causa que en el mapa generado estén señales mezcladas con las redes “Estudiantes USM”, “Profesores USM”, “Visitas”, “EduRoam”, “Teleco Labs” o alguna señal emitida de algún teléfono móvil de un alumno. Todo esto da a entender que si se refina el método que utiliza el analizador de espectro en ámbitos como, restringir aún más el ancho de banda que se estudiara a solo el canal de la red “Estudiantes USM”, y creando un mejor sistema de creación de mapa de calor en base a los datos medidos, este sistema sería significativamente superior en comparación a su contraparte que utiliza únicamente un software.

También se puede apreciar que con el analizador de espectro no fue posible realizar el estudio de la relación entre señal y ruido, debido a eso no puedo realizar una comparación en base a esa magnitud.

3.4.1. TABLAS ENFRENTADAS

En la siguiente tabla queda en evidencia la diferencia entre los 2 métodos al medir la intensidad de señal, comparando los niveles máximos, medios, mínimos y promedio de los valores medidos.

Netspot		Analizador de espectro	
Promedio	-63,7	Promedio	-40,7
Maxima	-40	maxima	-27
Minima	-82	minima	-70
Media	-41,5	media	-43

Tabla 3.4. Datos seleccionados de Netspot vs Analizador de espectros

3.4.2. MAPAS DE CALOR ENFRENTADOS

En el caso de los mapas de calor se puede ver fácilmente que el que fue creado por el software Netspot tiene una mejor terminación y precisión en su paleta de colores ya que esta es una de sus principales funciones. Sin embargo, el mapa creado con el analizador de espectros entrega datos más vagos, debido a que no se pudo acceder a un software que pudiera generar un mapa de calor en base a los datos que fueron medidos porque lo que se tuvo que optar por métodos sustitutos de menor precisión. De igual manera cabe destacar que en el mapa con los datos del espectrómetro también son medidos los niveles de señal de otras redes wifi en el ambiente.

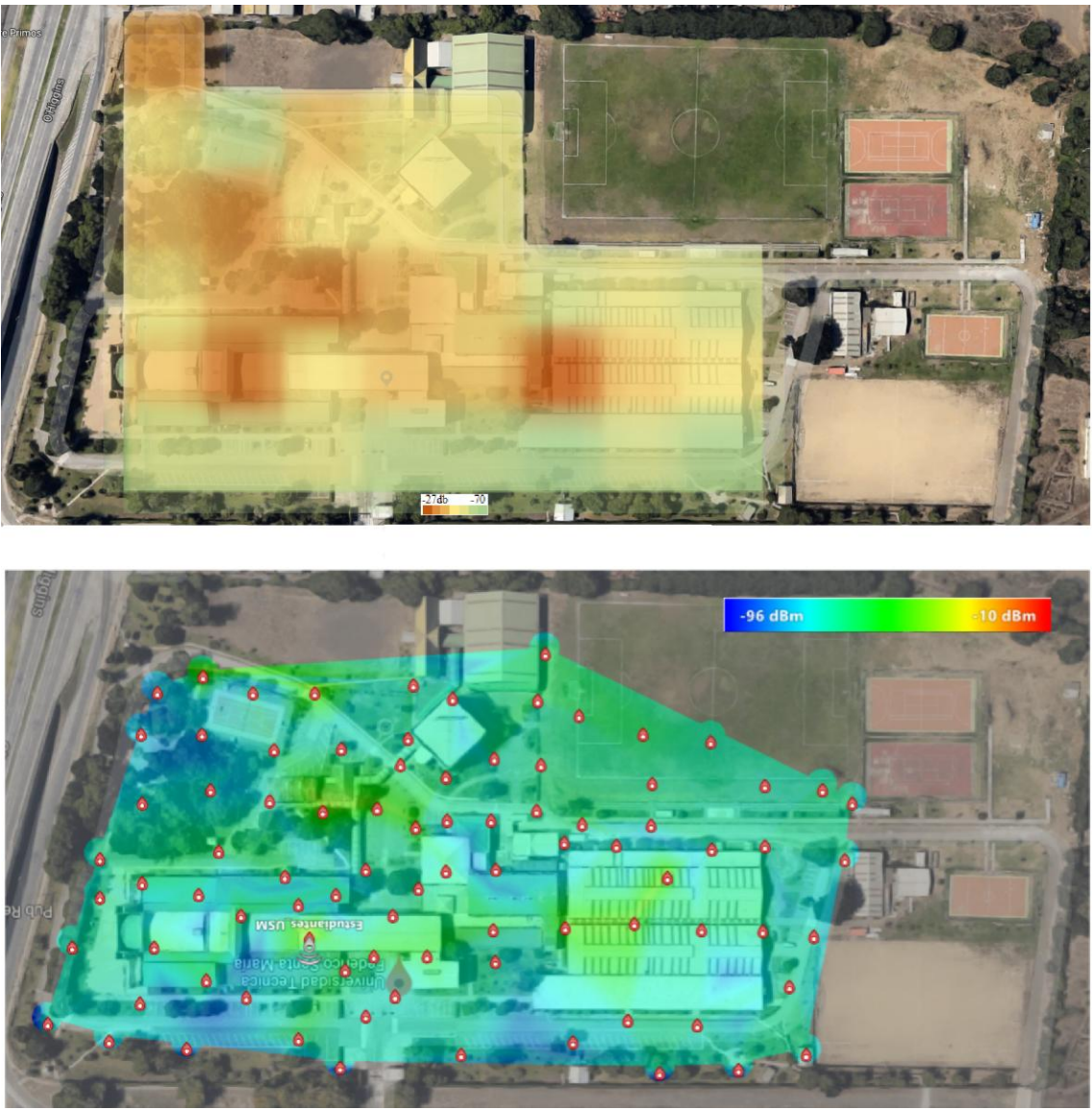


Figura 3.5. Mapas de calor de los datos medidos con Netspot vs Analizador de espectros



CONCLUSIÓN

Para finalizar el presente es necesario recalcar la necesidad de la comunidad universitaria de tener un acceso óptimo a la red Wifi suministrada por la universidad, no obstante, en los resultados que arrojaron las mediciones se aprecia claramente un déficit de cobertura en la sede Rey Balduino de Bélgica de la Universidad Técnica Federico Santa María, ya que esta red “Alumnos USM” no cubre ni un 67% del terreno total de la misma sede. Esto gatilla un efecto negativo en los alumnos que solo tienen como referencia de lugar para estudiar extracurricularmente el edificio de biblioteca y el área circundante al casino y plaza cívica, obligando a los estudiantes a dirigirse solo a estos lugares para estudiar o simplemente hacer uso de la red Wifi que proporciona la sede.

SUGERENCIAS

Como sugerencia principal, lo que se propone es el aumento de la cantidad de access points dentro de la sede para así poder abarcar una mayor cantidad de terreno posible, sobre todo los sectores más alejados de los edificios.

Los inconvenientes con los que se encontraron durante el desarrollo de este estudio fue la falta de softwares con los que poder trabajar ya que la mayoría tienen un sistema de suscripción de pago que es inaccesible para un estudiante que solo lo utilizara en un par de ocasiones. Otro gran problema es la falta de medios para generar un mapa de calor en base a las recolecciones de datos.



BIBLIOGRAFÍA

[1]Wifi alliance. (Octubre de 2018). Generational Wi-Fi® User Guide.
https://www.wifi.org/download.php?file=/sites/default/files/private/Generational_Wi-Fi_User_Guide_20181003.pdf

[2]John Herrman (9 de Julio de 2010). Why everything wireless is 2.4 GHz.
<https://www.wired.com/2010/09/wireless-explainer/>

[3]Lidia Contreras (2 de diciembre de 2010). Historia de las redes inalámbricas.
<https://histinf.blogs.upv.es/2010/12/02/historia-de-las-redes-inalambricas/>

[4]Aaronia AG (07 de mayo del 2015). Hoja de datos analizadores de espectro portátiles línea espectran.
http://www.aaronia.es/Hoja-de-datos/Analizadores-de-espectro/Analizador_de_espectro_Spectran_linea_HF-6000.pdf

[5]sin autor.(25 de enero del 2016) Introducción a las redes inalámbricas.
<http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/11761/fichero/Volumen1%252F5-Cap%C3%ADtulo1+-+Introducci%C3%B3n+a+las+redes+inal%C3%A1mbricas.pdf>

[6]Ubiquiti. Icn (2017) Guía de inicio UAP-AC-PRO https://dl.ui.com/qsg/MX/UAP-AC-PRO/UAP-AC-PRO_MX.html.

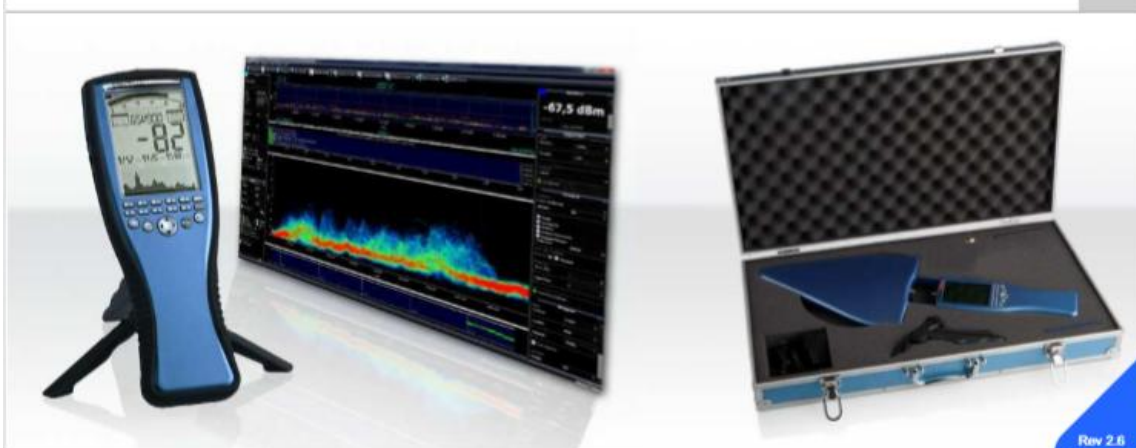
[7] Universidad técnica Federico santa maria (2017) Tecnología de redes inalámbricas (asignatura Redes Computacionales III)



ANEXOS



ANEXO A



Rev 2.6
29.12.2016

Handheld Spectrum Analyzer **SPECTRAN® V4**

Portable Spectrum Analyser with world record in sensitivity (DANL)

References / examples of proof:

- ◆ EADS, Munich, Germany
- ◆ Mercedes Benz, Austria
- ◆ Deutsche Bahn, Berlin, Germany
- ◆ EnBW Kernkraft GmbH, Germany
- ◆ RTL Television, Cologne, Germany
- ◆ NDR, Hamburg, Germany



Made in Germany

Specifications

SPECTRAN® HF-6060 V4:

- ♦ Up to 100x faster SampleTime as Rev.3
- ♦ Up to 60dB higher sensitivity as Rev.3
- ♦ 14Bit Dual-ADC
- ♦ DDC Hardware-Filter
- ♦ 150 MIPS DSP (CPU)
- ♦ Frequency range: 10MHz to 6GHz
- ♦ Max measurement range: -135dBm (1Hz)
- ♦ Max measurement range PreAmp: -150dBm (1Hz)
- ♦ AbsMax Level: +10dBm
- ♦ Lowest possible SampleTime: 1mS
- ♦ Typ. accuracy: +/- 2dB**
- ♦ Dimensions (L/W/D): (260x86x23) mm
- ♦ Weight: 420gr
- ♦ Warranty: 10 years

SPECTRAN® HF-6080 V4:

- ♦ Up to 100x faster SampleTime as Rev.3
- ♦ Up to 70dB higher sensitivity as Rev.3
- ♦ 14Bit Dual-ADC
- ♦ DDC Hardware-Filter
- ♦ 150 MIPS DSP (CPU)
- ♦ Frequency range: 10MHz to 8GHz
- ♦ Max measurement range: -145dBm (1Hz)
- ♦ Max measurement range w. PreAmps: -160dBm (1Hz)
- ♦ AbsMax Level: +10dBm
- ♦ Lowest possible SampleTime: 1mS
- ♦ Typ. accuracy: +/- 2dB**
- ♦ Dimensions (L/W/D): (260x86x23) mm
- ♦ Weight: 420gr
- ♦ Warranty: 10 years

SPECTRAN® HF-60100 V4 (with World record in sensitivity!):

- ♦ Up to 100x faster SampleTime as Rev.3
- ♦ Up to 80dB higher sensitivity as Rev.3
- ♦ 14Bit Dual-ADC
- ♦ DDC Hardware-Filter
- ♦ 150 MIPS DSP (CPU)
- ♦ Frequency range: 1MHz (9kHz with Option 900) to 9,4GHz
- ♦ Max measurement range: -155dBm (1Hz)
- ♦ Max measurement range w. PreAmps: -170dBm (1Hz)
- ♦ AbsMax Level: +20dBm
- ♦ AbsMax Level: +40dBm (Option)*
- ♦ Lowest possible SampleTime: 1mS
- ♦ Typ. accuracy: +/- 1dB**
- ♦ Dimensions (L/W/D): (260x86x23) mm
- ♦ Weight: 420gr
- ♦ Warranty: 10 years



Application examples Spectran HF-60xxx Spectrum Analyzer

Analysis and measurement of:

- ♦ WLAN
- ♦ UMTS
- ♦ WIFI
- ♦ active Radar
- ♦ GSM
- ♦ Mobile phones
- ♦ Bluetooth
- ♦ Microwave ovens
- ♦ DECT phones
- ♦ TETRA
- ♦ radio stations
- ♦ TV stations
- ♦ various EMC limits



Compact, affordable and sensitive

Based on a patented spectrum analyzer method Aaronia can offer a professional RF measurement at a spectacular price level.

The SPECTRAN V4 Analyzer have an extremely compact design and an incredibly high sensitivity (HF-60100 V4 up to -170dBm (1Hz) with preamps).

Detect sources of interference, find out more about their causes, determine the frequency and intensity of the signal sources, measure limits and boost the functionality by using our high-end PC software.

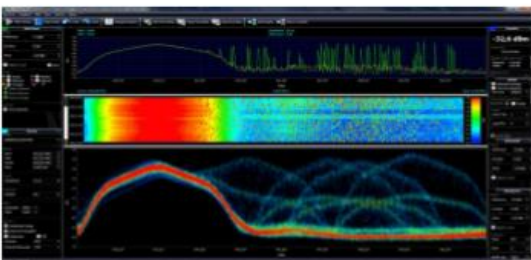
All SPECTRANs are developed, individually produced and calibrated in Germany at the Aaronia factory. This guarantees highest standard so that Aaronia can offer every customer a full 10 year warranty for all SPECTRAN spectrum analyzer and EMC antennas.

Free Software

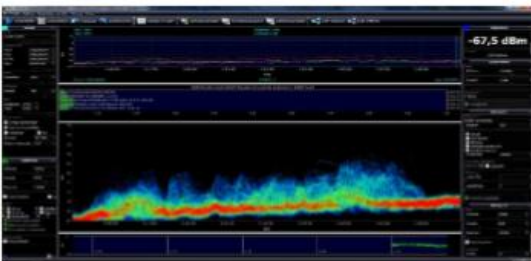
The spectrum analyzer software "MCS" for PC, MAC or Linux shows the real potential of the SPECTRAN. The software can be used in addition to the Spectrum Analyzer. The connection works in real time, i.e. there is no time difference between signal analysis and representation on the screen.

- ◆ Multi-device capability, remote control of several SPECTRAN. These can be controlled on a single PC.
- ◆ Works on all major operating systems like Mac OS, Linux and Windows
- ◆ Real-time remote control function with all SPECTRAN spectrum analyzer via the integrated USB port
- ◆ Unlimited number of limit displays e.g. EN55011, EN55022, etc., including display of ICNIRP limit lines and limit-bar graphs
- ◆ Multi Window Support
- ◆ Powerful undo feature
- ◆ Channel and provider display
- ◆ Custom skins and color settings
- ◆ Reporting and recording function

and much more...



GSM Signal



WLAN Signal



Scope of delivery

- ◆ RF spectrum analyzer SPECTRAN HF-6060 V4, HF-6080 V4 or HF-60100 V4
- ◆ HyperLOG 7060, 6080 or 60100 EMC/directional antenna
- ◆ 1300mAh power battery with charger
- ◆ Pistol grip with miniature tripod mode
- ◆ SMA toolset
- ◆ SMA adapter
- ◆ 1m SMA cable
- ◆ Sturdy aluminum-design carrycase (with custom padding!)
- ◆ Exhaustive manual with lots of basic information, hints and exposure limit tables



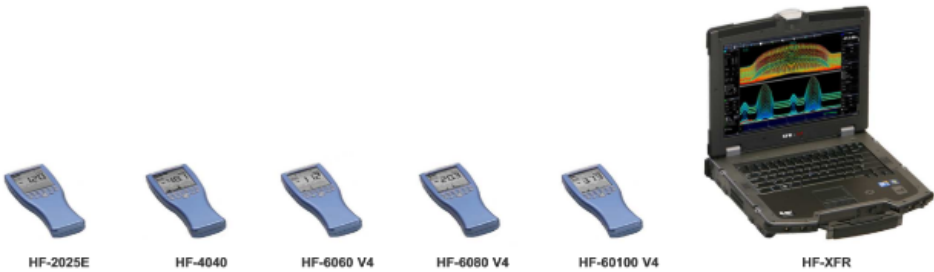
SPECTRAN® HF (RF) Spectrum Analyser

APPLICATION EXAMPLES: Measurement of (active) radar, mobile communications, mobile phones, UMTS, DECT phones, transmission towers, WLAN, WiLi, Bluetooth, microwaves etc.



	Entrance	Intermediate	Professional			Outdoor
Specifications base unit ⁽¹⁾	HF-2025E	HF-4040	HF-6060V4	HF-6080V4	HF-60100V4	HF-XFR
Frequency Range (min)	700MHz	100MHz	10MHz	10MHz	1MHz	1MHz
Frequency Range (max)	2,5GHz	4GHz	6GHz	8GHz	9,4GHz	9,4GHz
Optional PEAK Power-Detector (Maximum usable frequency) ⁽²⁾	2,5GHz	4GHz	6GHz	8GHz	10GHz	10GHz
DANL (Displayed Average Noise Level) ⁽³⁾	-80dBm	-90dBm	-135dBm(1Hz)	-145dBm(1Hz)	-155dBm(1Hz)	-155dBm(1Hz)
DANL (Displayed Average Noise Level) with Preamps (Option 020,321) ⁽³⁾	-	-	-150dBm(1Hz)	-160dBm(1Hz)	-170dBm(1Hz)	-170dBm(1Hz)
Max Power at RF input	0dBm	0dBm	+10dBm	+10dBm	+40dBm ⁽²⁾	+40dBm ⁽²⁾
RBW (resolution bandwidth) (min)	1MHz	100kHz	10kHz	3kHz	200Hz ⁽²⁾	200Hz ⁽²⁾
RBW (resolution bandwidth) (max)	50MHz	50MHz	50MHz	50MHz	50MHz	50MHz
EMC-Filter 200kHz, 9kHz, 120kHz, 200kHz, 1,5MHz, 5MHz	-	-	-	-	✓	✓
Demodulator	AM	AM/FM	AM/FM	AM/FM/PM	AM/FM/FM/GSM	AM/FM/FM/GSM
Detector	RMS	RMS	RMS/MinMax	RMS/MinMax	RMS/MinMax	RMS/MinMax
Units dBm, dBµV, V/m, A/m, W/m² (dBµV/m etc. via PC software)	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Internal Datalogger (size). Expandable to 1MB (option 001)	-	64K	64K	64K	64K	harddisk
Lowest SampleTime	100mS	100mS	10mS	10mS	5mS	5mS
Accuracy (typical)	±/-4dB	±/-3dB	±/-2dB	±/-2dB	±/-1dB	±/-1dB
Highlights						
Real-time remote control via USB	✓	✓	✓	✓	✓	internal
Calibration setup (antenna, cable, attenuator etc.)	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Exposure limit calculation according to ICNIRP, EN55011, EN55022 etc.	ICNIRP only	ICNIRP only	ICNIRP only	ICNIRP only	✓	✓
Extended full ICNIRP range	-	-	-	-	✓	✓
Suitable for pre-compliance test	-	-	-	-	✓	✓
Realtime limit calculation with simultaneous percentage display	-	✓	✓	✓	✓	Analyzer sw
Time-Domain and fast Zero-Span sweep	-	-	✓	✓	✓	✓
Vector power measurement (I/Q) and True RMS	-	✓	✓	✓	✓	✓
Simultaneously displays frequency and signal strength	✓	✓	✓	✓	✓	Analyzer sw
Up to 3 marker (showing both frequency and field strength)	-	✓	✓	✓	✓	unlimited
Jog Dial controlled manual marker readout	-	✓	✓	✓	✓	key & touchpad
Write, AVG and Hold function	no AVG	no AVG	✓	✓	✓	& Min, Max
DECT and TimeSlot Analyzer	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Audio Level Indicator (changes audio frequency vs power level)	-	-	✓	✓	✓	-
Free of charge firmware update (via Internet)	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Supports programming of custom P-Code & C++ based custom software	-	✓	✓	✓	✓	✓
14Bit Dual-ADC & DDC Hardware-Filter	-	-	✓	✓	✓	✓
150MIPS high performance DSP (Digital Signal Processor)	-	-	✓	✓	✓	✓
Large high resolution multifunctional LCD (95mm)	✓	✓	✓	✓	✓	14" TFT
Spectrum display (51x25 pixel)	✓	✓	✓	✓	✓	Analyzer sw
High resolution 50 segment bargraph (trend display)	✓	✓	✓	✓	✓	Analyzer sw
Enhanced, much sharper Aaronia LCD display (3d generation)	-	-	✓	✓	✓	14" TFT
Integrated battery charger (supports our optional LiPo battery)	✓	✓	✓	✓	✓	XFR charger
Internal speaker	Piezo	✓	✓	✓	✓	✓

Please continue on next page





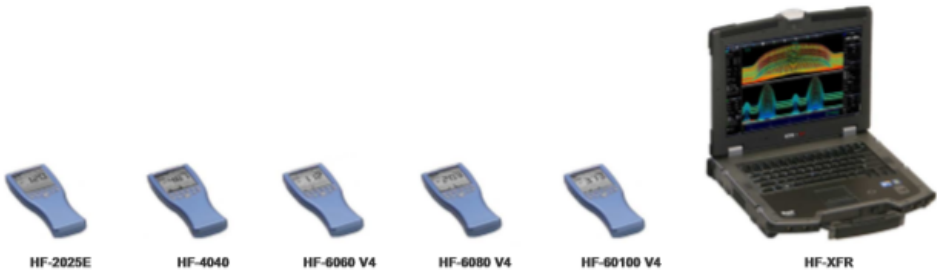
SPECTRAN® HF (RF) Spectrum Analyser

APPLICATION EXAMPLES: Measurement of (active) radar, mobile communications, mobile phones, UMTS, DECT phones, transmission towers, WLAN, WiS, Bluetooth, microwaves etc.



	Entrance	Intermediate	Professional			Outdoor
Connectors / Interface	HF-2025E	HF-4040	HF-6060V4	HF-6080V4	HF-60100V4	HF-XFR
USB 1.1/2.0	✓	✓	✓	✓	✓	2x
Audio output (2,5mm jack)	✓	✓	✓	✓	✓	3,5mm jack
Charger plug (max. 12V)	✓	✓	✓	✓	✓	✓
50Ohm SMA input (f)	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Jog Dial (easy usage of menu operation and volume control)	-	✓	✓	✓	✓	key & touchpad
1/4" tripod connector	✓	✓	✓	✓	✓	in-Vehicle docking
Included In Delivery						
OmniLOG 90200 Antenna	-	-	-	-	-	✓
HyperLOG EMC directional LogPer antenna (model)	7025	7040	7060	6080	60100	60100 (black)
SPECTRAN 1300mAh rechargeable battery (integrated)	✓	✓	✓	✓	✓	6 cell battery
Battery charger and power supply incl. international adapter sit	✓	✓	✓	✓	✓	no adapter set
Aluminum carrying case with foam protection	✓	✓	✓	✓	✓	-
Detailed English manual (on CD)	✓	✓	✓	✓	✓	installed
Analyzer Software for MAC-OS, Linux and Windows (on CD)	✓	✓	✓	✓	✓	installed
SMA tool	✓	✓	✓	✓	✓	✓
SMA adapter	✓	✓	✓	✓	✓	-
Available Options (extra charge)						
Option 001 (1MB memory expansion)	-	✓	✓	✓	✓	harddisk
Option 002 (high accurate 0,5ppm TCXO timebase)	-	-	-	-	✓	installed
Option 020 (15dB internal low noise preamplifier, switchable)	-	-	✓	✓	✓	installed
Option 20x (Real-time Broadband Peak Power Meter)	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Option UBBV1 (40dB external preamplifier 1MHz-1GHz)	-	-	✓	✓	✓	✓
Option UBBV2 (40dB external preamplifier DC-8GHz)	-	-	✓	✓	✓	✓
Optional Accessories						
USB Cable (special EMC screened version)	✓	✓	✓	✓	✓	installed
3000mAh Lithium Polymer (LiPo) Power-Battery	✓	✓	✓	✓	✓	-
Car Power Adapter (operate or charge via cigarette lighter)	✓	✓	✓	✓	✓	-
Outdoor Rubber Protection (perfect for outdoor usage)	✓	✓	✓	✓	✓	-
Pistol Grip / Miniature Tripod	✓	✓	✓	✓	✓	-
Heavy Multifunctional Pistol Grip	✓	✓	✓	✓	✓	-
Aluminum Tripod (big version)	✓	✓	✓	✓	✓	-
DC-Blocker (protects the input against DC voltage)	✓	✓	✓	✓	✓	✓
20dB Attenuator (expands the measurement range by 20dB)	✓	✓	✓	✓	✓	✓
PBS1 Near Field Probe Set (passive)	-	-	-	-	✓	✓
PBS2 Near Field Probe Set (active, incl. UBBV2 preamplifier)	-	-	-	-	✓	✓
ADP1 Active Differential Probe (conductive measurement)	-	-	-	-	✓	✓
5m or 10m low loss SMA Cable	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Calibration Resistor (needed for noise floor calibration, SMA)	-	-	✓	✓	✓	✓
Calibration Certificate	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Heavy Plastic Carrying Case	✓	✓	✓	✓	✓	-

¹⁰ The new V5 real-time spectrum analyser generation up to 80GHz is already in development. Please contact us for further details!
Preliminary specifications dated 01.03.2013. The V4 and XFR series are available with latest Beta firmware. The Beta firmware is constantly in development. Some functionality may still be limited and not fully to specifications (Beta status). By regularly checking our homepage for updates, you can always keep your measurement device up-to-date. As soon as V1.0 of the firmware is released, all functionality and features will be fully available. Range, sensitivity and accuracy can change depending on frequency, setup, antenna and used parameters. Precision data are based on Aaronias calibration-reference under specific test conditions. Unless otherwise stated, these specifications are according to the following reference conditions: Ambient temperature 22±3°C, relative air humidity 40% to 60%, continuous wave signal (CW), RMS detection.
V4 and XFR DANL @3,6000GHz. Maximum sensitivity of Rev3 units: -90dBm @2,2GHz.
¹¹ Standard: +20dBm. Only with optional 20dB attenuator +40dBm. Standard: 1kHz. Only with option 002 down to 200Hz.
¹² Depending on frequency the option 20x offers a sensitivity down to -50dBm and max. +10dBm, with optional 20dB attenuator +30dBm.





OPTIONS Spectran 60xxx series

Option 001: 1MB memory expansion

This internal memory expansion is a MUST-HAVE particularly when using the data logger, as the standard capacity can quickly become exhausted in this mode. The memory expansion provides space for more than 10,000 logs, while the standard memory will only accommodate approximately 100 of them.
Standard memory size is 64K.

Order/Art.-No.: 180

Option 020: Internal 15dB low-noise preamplifier

This option provides an internal, super low-noise 15dB preamplifier, enabling maximum performance particularly when measuring extremely weak signals. It is switched via a TRUE RF switch. There really is no excuse for not ordering this one, considering its very attractive price!
The maximum sensitivity of the V4 series without option 020 is lower by 15dB.

Order/Art.-No.: 177

Option 002: 0.5PPM TCXO timebase

(Only available for Spectran® HF-60100 V4).
This highly precise TCXO timebase, which has been especially developed for the SPECTRAN®, offers significantly reduced phase noise (jitter). This will allow the use of far narrower filters (in development), which will in turn vastly enhance sensitivity. To fully exploit the maximum sensitivity of the HF-60100 V4, this option is indispensable! Furthermore, the TCXO timebase allows far more accurate frequency measurement and display and is therefore a MUST-HAVE for future applications like time-domain measurements or code-selective measurement of UMTS, all already in development.
The standard accuracy without option 002 is 50ppm.

Order/Art.-No.: 181

Option 20x: 6GHz / 8GHz / 10GHz peak power meter

A 6 to 10GHz peak power meter (3 versions depending on the SPECTRAN® model, see our price list). This option augments your SPECTRAN® with a power meter with up to 10GHz of bandwidth. Furthermore, it allows exact measurement of signal peaks with high crest factor like those occurring in WLAN technology, or extremely short signals, like RADAR bursts. What's more, measurement is performed in REAL TIME and BROADBAND, while at the same time being temperature-compensated. It is also an ideal solution for measurement of cable attenuation or receiver output. Depending on the actual frequency, the power meter provides a sensitivity of up to approx. -50dBm, while the maximum permissible level is +10dBm. By adding our 20dB attenuator (see price list), the maximum measurable signal level can be enhanced to +30dBm or +50dBm!

Order/Art.-No.: 182-x

Option 015: Audio Signal Tracker

The Option 015 provides an acoustic representation of the signal intensity, similar to a Geiger counter. This allows a fast and convenient localization of the signal source. Perfectly suitable for signal direction finding, finding hidden transmitters or aligning antennas, especially in combination with the Peak Power Meter (Option 20x). As a highlight, the dynamic can be adapted optimally by moving the reference level.

Order/Art.-No.: 178-1

Option 900: 9kHz frequency extension

(Only available for Spectran® HF-60100 V4).
Extends the start frequency to 9 kHz. The new, usable frequency range with Option 900 is 9kHz - 9.4 GHz. Perfect for the measurement of conducted emissions according to interference standards such as EN55015, EN61800-3 etc.

Order/Art.-No.: 189-2

Option 022: 40dB low-noise preamplifier 1MHz-10GHz

(Only available for Spectran® HF-60100 V4).
This option provides an external, super low-noise 40dB preamplifier, enabling maximum performance particularly when measuring extremely weak signals at a EN55011, EN55022 or EN50371 EMC-test. If you use our BicoLOG antenna or our PBS1 Probeset and EMC-Sniffer this amplifier is a MUST HAVE to get the best performance!
The 40dB preamplifier is already included in the EMC-Bundle1.

Order/Art.-No.: 321



References

Cross-Section of Aaronia Clients

Government, Military, Aeronautic, Astronautic

- NATO, Belgium
- Department of Defense, USA
- Department of Defense, Australia
- Airbus, Germany
- Boeing, USA
- Bundeswehr, Germany
- NASA, USA
- Lockheed Martin, USA
- Lufthansa, Germany
- DLR, Germany
- Eurocontrol, Belgium
- EADS, Germany
- DEA, USA
- FBI, USA
- BKA, Germany
- Federal Police, Germany
- Ministry of Defense, Netherlands

Research/Development, Science and Universities

- MIT - Physics Department, USA
- California State University, USA
- Indonesian Institute of Science, Indonesia
- Los Alamos National Laboratory, USA
- University of Bahrain, Bahrain
- University of Florida, USA
- University of Victoria, Canada
- University of Newcastle, United Kingdom
- University of Durham, United Kingdom
- University Strasbourg, France
- University of Sydney, Australia
- University of Athens, Greece
- University of Munich, Germany
- Technical University of Hamburg, Germany
- Max-Planck Institute for Radio Astronomy, Germany
- Max-Planck Institute for Quantum Optics, Germany
- Max-Planck-Institute for Nuclear Physics, Germany
- Max-Planck-Institute for Iron Research, Germany
- Research Centre Karlsruhe, Germany

Industry

- APPLE, USA
- IBM, Switzerland
- Intel, Germany
- Shell Oil Company, USA
- ATI, USA
- Microsoft, USA
- Motorola, Brazil
- Audi, Germany
- BMW, Germany
- Daimler, Germany
- Volkswagen, Germany
- BASF, Germany
- Siemens AG, Germany
- Rohde & Schwarz, Germany
- Infineon, Austria
- Philips, Germany
- ThyssenKrupp, Germany
- EnBW, Germany
- RTL Television, Germany
- Pro Sieben – SAT 1, Germany
- Channel 6, United Kingdom
- CNN, USA
- Duracell, USA
- German Telekom, Germany
- Bank of Canada, Canada
- NBC News, USA
- Sony, Germany
- Anritsu, Germany
- Hewlett Packard, Germany
- Robert Bosch, Germany
- Mercedes Benz, Austria
- Osram, Germany
- DEKRA, Germany
- AMD, Germany
- Keysight, China
- Infineon Technologies, Germany
- Philips Semiconductors, Germany
- Hyundai Europe, Germany
- JDSU, Korea
- Wilkinson Sword, Germany
- IBM Deutschland, Germany
- Nokia-Siemens Networks, Germany



Aaronia Distributors



USA

Aaronia USA, 651 Amberton Crossing
Suwanee, Georgia 30024 USA
Phone: +1 678 714 2058
Fax: +1 678 714 2092
Email: sales@aaroniausa.com
URL: www.aaroniaUSA.com



China

Aaronia China, 3BRM, RD FL Luhua Technology Bldg,
Guangxia Road 7, Futian, 518049 Shenzhen, China
Phone: +86 755 888 580 86
Fax: +86 755 830 73 418
Email: mail@aaronia-china.com
URL: www.aaronia-china.com



Russia

Testpribor
Fabricskaya St. 30 Moscow 125363 Russia
Phone: +7 495 225 67 37
Fax: +7 495 657 87 37
Email: testpribor@test-expert.ru
URL: www.test-expert.ru



India

Aimil Ltd, B-906, BSEL Tech Park, Opp. Vashi
Rly Stn, 400705 Vashi, Navi Mumbai, India
Phone: +91 22 3918 3554
Fax: +91 22 3918 3562
Email: narayanadeke@aimil.com
URL: www.aimil.com



Greece

VECTOR Technologies Ltd
40 Diogenous str., 15234 Halandri, Greece
Phone: +30 210 685 8008
Fax: +30 210 6858 8118
Email: info@vectortechnologies.gr
URL: www.vectortechnologies.gr



Turkey

EgeRate Elektronik Muh. ve Tic. Ltd. Şti. Şişli Perpa Ticaret
Merkezi, A Blok Kat: 5 No: 141, Sisli / Istanbul, Turkey
Phone: +90 212 220 3483
Fax: +90 212 220 7635
Email: info@egerate.com
URL: www.egerate-store.com



Taiwan

E-Instrument Tech Ltd., No. 16, Lane 37
Guanyu E. Road, Pingchen City,
324587 Taoyuan County, Taiwan
Phone: +886 3 4576 809
Fax: +886 3 468 8611
Email: sales@e-channel.com.tw
URL: www.e-channel.com.tw



Argentina

EKKON SA, Paraná 350, Capital Federal,
1017 Buenos Aires, Argentina
Phone: + 54 114 123 009 1
Fax: +54 114 372 324 4
Email: info@aaronia-argentina.com.ar
URL: www.aaronia-argentina.com.ar



Israel

Mono Tech Ltd.
2 Johanan Hasandlar St. 44641 Kfar-Sava, Israel
Phone: +972 72 2500 290
Fax: +972 9 7654 264
Email: kobi@aaronia.co.il
URL: www.aaronia.co.il



Serbia

Tagor Electronic doo
Tihomira Brankovica 21,
18000 Nis, Serbia
Phone: +381 18 575 545
Fax: +381 18 217 125
Email: miodrag.stojiljkovic@tagor.rs
URL: www.tagor-instrumenti.rs



Iran

International Rayan Nik
Unit 1, No. 25, Nahal Alley, Karoon St., Kashani
Ave, P.O.Box 14875-148, Tehran, Iran
Phone: +98 21 4433 8882
Fax: +98 21 4433 8883
Email: info@rayannik.com
URL: www.rayannik.com



Made in Germany

Aaronia AG, Gewerbegebiet Aaronia AG, DE-54597 Strickscheid, Germany
Phone ++49(0)6556-93033, Fax ++49(0)6556-93034
Email mail@aaronia.de URL www.aaronia.com

Spectran®

HyperLOG®

BicoLOG®

OmniLOG®

Aaronia-Shield®

Aaronia X-Dream®

MagnoShield®

IsoLOG®

are registered trademarks of Aaronia AG



UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA
SEDE DE CONCEPCIÓN – REY BALDUINO DE BÉLGICA

ANEXO B



Informe: Nivel de señal

Elaborado por NetSpot Pro

Zona: "usmconce"(instantánea: "martes, 11 de junio de 2019", 86 puntos de muestreo)
Duración de encuesta: 50 min(11 jun.. 2019, 11:29:15 - 11 jun.. 2019, 12:20:05)

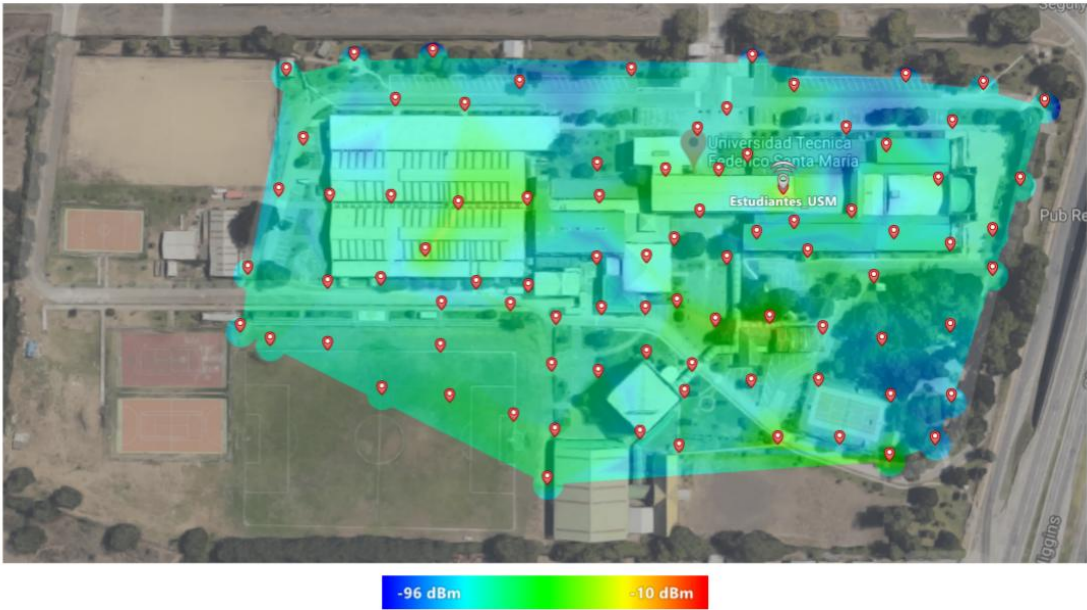
#	Nombre de red	Dirección MAC	Ch	Modo PHY	Seguridad	Nivel de señal máx.
1	Estudiantes_USM	9C:1C:12:28:1E:23	11	n	WPA2 Enterprise	-47
2	Estudiantes_USM	9C:1C:12:28:22:73	11	n	WPA2 Enterprise	-67
3	Estudiantes_USM	9C:1C:12:28:07:93	1	n	WPA2 Enterprise	-67,7
4	Estudiantes_USM	9C:1C:12:28:03:B3	1	n	WPA2 Enterprise	-64
5	Estudiantes_USM	24:DE:C6:68:03:F3	11	n	WPA2 Enterprise	-64
6	Estudiantes_USM	84:D4:7E:84:29:83	1	n	WPA2 Enterprise	-67
7	Estudiantes_USM	92:2A:A8:14:7F:86	6	n	WPA2 Enterprise	-77
8	Estudiantes_USM	F0:9C:E9:E8:DD:56	1	n	WPA2 Enterprise	-62
9	Estudiantes_USM	9C:1C:12:28:12:E3	1	n	WPA2 Enterprise	-72
10	Estudiantes_USM	92:2A:A8:14:7E:58	6	n	WPA2 Enterprise	-55,5
11	Estudiantes_USM	92:2A:A8:14:7F:CD	11	n	WPA2 Enterprise	-68

#	Nombre de red	Dirección MAC	Ch	Modo PHY	Seguridad	Nivel de señal máx.
12	Estudiantes_USM	F0:9C:E9:E9:03:56	6	n	WPA2 Enterprise	-70
13	Estudiantes_USM	92:2A:A8:14:80:90	11	n	WPA2 Enterprise	-62,3
14	Estudiantes_USM	92:2A:A8:14:7F:5D	11	n	WPA2 Enterprise	-62,7
15	Estudiantes_USM	92:2A:A8:14:7F:23	6	n	WPA2 Enterprise	-44
16	Estudiantes_USM	92:2A:A8:14:80:53	1	n	WPA2 Enterprise	-69,7
17	Estudiantes_USM	92:2A:A8:51:B3:33	11	n	WPA2 Enterprise	-74
18	Estudiantes_USM	9C:1C:12:28:0E:63	1	n	WPA2 Enterprise	-69
19	Estudiantes_USM	9C:1C:12:28:00:D3	6	n	WPA2 Enterprise	-56,5
20	Estudiantes_USM	92:2A:A8:51:AD:38	6	n	WPA2 Enterprise	-41,5
21	Estudiantes_USM	92:2A:A8:14:7E:55	11	n	WPA2 Enterprise	-82
22	Estudiantes_USM	92:2A:A8:14:7F:8A	11	n	WPA2 Enterprise	-72
23	Estudiantes_USM	24:DE:C6:68:04:33	1	n	WPA2 Enterprise	-69
24	Estudiantes_USM	C8:67:5E:72:34:96	6	n	WPA2 Enterprise	-62
25	Estudiantes_USM	F0:9C:E9:E9:19:D6	1	n	WPA2 Enterprise	-66,7
26	Estudiantes_USM	C8:67:5E:72:69:96	11	n	WPA2 Enterprise	-64
27	Estudiantes_USM	92:2A:A8:14:80:22	6	n	WPA2 Enterprise	-74



#	Nombre de red	Dirección MAC	Ch	Modo PHY	Seguridad	Nivel de señal máx.
28	Estudiantes_USM	C8:67:5E:72:1F:D6	1	n	WPA2 Enterprise	-68
29	Estudiantes_USM	92:2A:A8:51:88:B5	6	n	WPA2 Enterprise	-62
30	Estudiantes_USM	92:2A:A8:14:7E:97	11	n	WPA2 Enterprise	-62
31	Estudiantes_USM	92:2A:A8:14:7E:71	6	n	WPA2 Enterprise	-61
32	Estudiantes_USM	92:2A:A8:14:7F:15	11	n	WPA2 Enterprise	-72
33	Estudiantes_USM	92:2A:A8:14:7F:4A	11	n	WPA2 Enterprise	-62,3
34	Estudiantes_USM	92:2A:A8:14:81:3B	6	n	WPA2 Enterprise	-42
35	Estudiantes_USM	24:DE:C6:68:01:13	1	n	WPA2 Enterprise	-71
36	Estudiantes_USM	92:2A:A8:14:7F:CC	6	n	WPA2 Enterprise	-70,7
37	Estudiantes_USM	92:2A:A8:51:B5:80	1	n	WPA2 Enterprise	-71
38	Estudiantes_USM	92:2A:A8:51:B8:27	6	n	WPA2 Enterprise	-62
39	Estudiantes_USM	C8:67:5E:72:16:57	11	n	WPA2 Enterprise	-66
40	Estudiantes_USM	92:2A:A8:14:7F:E2	11	n	WPA2 Enterprise	-67,7
41	Estudiantes_USM	92:2A:A8:51:B5:52	1	n	WPA2 Enterprise	-73,7
42	Estudiantes_USM	92:2A:A8:14:7F:5B	11	n	WPA2 Enterprise	-70,7
43	Estudiantes_USM	84:D4:7E:84:24:C3	1	n	WPA2 Enterprise	-60

#	Nombre de red	Dirección MAC	Ch	Modo PHY	Seguridad	Nivel de señal máx.
44	Estudiantes_USM	92:2A:A8:14:7F:DE	1	n	WPA2 Enterprise	-60,7
45	Estudiantes_USM	92:2A:A8:14:7F:7B	11	n	WPA2 Enterprise	-70,5
46	Estudiantes_USM	84:D4:7E:84:1F:E3	6	n	WPA2 Enterprise	-66
47	Estudiantes_USM	84:D4:7E:84:21:03	11	n	WPA2 Enterprise	-40
48	Estudiantes_USM	92:2A:A8:51:B4:2C	1	n	WPA2 Enterprise	-74
49	Estudiantes_USM	92:2A:A8:51:B2:F1	11	n	WPA2 Enterprise	-66
50	Estudiantes_USM	24:DE:C6:68:08:A3	1	n	WPA2 Enterprise	-65
51	Estudiantes_USM	9C:1C:12:27:E1:A3	6	n	WPA2 Enterprise	-67





ANEXO C



Zona: "usmconce"(instantánea: "martes, 11 de junio de 2019", 86 puntos de muestreo)
Duración de encuesta: 50 min(11 jun.. 2019, 11:29:15 - 11 jun.. 2019, 12:20:05)

#	Nombre de red	Dirección MAC	Ch	Modo PHY	Seguridad	SIR max.
1	Estudiantes_USM	9C:1C:12:28:1E:23	11	n	WPA2 Enterprise	28
2	Estudiantes_USM	9C:1C:12:28:22:73	11	n	WPA2 Enterprise	8,3
3	Estudiantes_USM	9C:1C:12:28:07:93	1	n	WPA2 Enterprise	7,3
4	Estudiantes_USM	9C:1C:12:28:03:B3	1	n	WPA2 Enterprise	15
5	Estudiantes_USM	24:DE:C6:68:03:F3	11	n	WPA2 Enterprise	14
6	Estudiantes_USM	84:D4:7E:84:29:83	1	n	WPA2 Enterprise	7
7	Estudiantes_USM	92:2A:A8:14:7F:B6	6	n	WPA2 Enterprise	5
8	Estudiantes_USM	F0:9C:E9:E8:DD:56	1	n	WPA2 Enterprise	14
9	Estudiantes_USM	9C:1C:12:28:12:E3	1	n	WPA2 Enterprise	1
10	Estudiantes_USM	92:2A:A8:14:7E:58	6	n	WPA2 Enterprise	22,5
11	Estudiantes_USM	92:2A:A8:14:7F:CD	11	n	WPA2 Enterprise	0
12	Estudiantes_USM	F0:9C:E9:E9:03:56	6	n	WPA2 Enterprise	9

#	Nombre de red	Dirección MAC	Ch	Modo PHY	Seguridad	SIR max.
13	Estudiantes_USM	92:2A:A8:14:80:90	11	n	WPA2 Enterprise	13,3
14	Estudiantes_USM	92:2A:A8:14:7F:5D	11	n	WPA2 Enterprise	12,3
15	Estudiantes_USM	92:2A:A8:14:7F:23	6	n	WPA2 Enterprise	38
16	Estudiantes_USM	92:2A:A8:14:80:53	1	n	WPA2 Enterprise	4,3
17	Estudiantes_USM	92:2A:A8:51:B3:33	11	n	WPA2 Enterprise	-3
18	Estudiantes_USM	9C:1C:12:28:0E:63	1	n	WPA2 Enterprise	3
19	Estudiantes_USM	9C:1C:12:28:00:D3	6	n	WPA2 Enterprise	21,5
20	Estudiantes_USM	92:2A:A8:51:AD:38	6	n	WPA2 Enterprise	30
21	Estudiantes_USM	92:2A:A8:14:7E:55	11	n	WPA2 Enterprise	-19
22	Estudiantes_USM	92:2A:A8:14:7F:8A	11	n	WPA2 Enterprise	-3,5
23	Estudiantes_USM	24:DE:C6:68:04:33	1	n	WPA2 Enterprise	8
24	Estudiantes_USM	C8:67:5E:72:34:96	6	n	WPA2 Enterprise	12
25	Estudiantes_USM	F0:9C:E9:E9:19:D6	1	n	WPA2 Enterprise	8,3
26	Estudiantes_USM	C8:67:5E:72:69:96	11	n	WPA2 Enterprise	6
27	Estudiantes_USM	92:2A:A8:14:80:22	6	n	WPA2 Enterprise	0
28	Estudiantes_USM	C8:67:5E:72:1F:D6	1	n	WPA2 Enterprise	6



#	Nombre de red	Dirección MAC	Ch	Modo PHY	Seguridad	SIR max.
29	Estudiantes_USM	92:2A:A8:51:88:B5	6	n	WPA2 Enterprise	12
30	Estudiantes_USM	92:2A:A8:14:7E:97	11	n	WPA2 Enterprise	10,3
31	Estudiantes_USM	92:2A:A8:14:7E:71	6	n	WPA2 Enterprise	13
32	Estudiantes_USM	92:2A:A8:14:7F:15	11	n	WPA2 Enterprise	-1
33	Estudiantes_USM	92:2A:A8:14:7F:4A	11	n	WPA2 Enterprise	7,7
34	Estudiantes_USM	92:2A:A8:14:81:3B	6	n	WPA2 Enterprise	29,5
35	Estudiantes_USM	24:DE:C6:68:01:13	1	n	WPA2 Enterprise	11
36	Estudiantes_USM	92:2A:A8:14:7F:CC	6	n	WPA2 Enterprise	3,3
37	Estudiantes_USM	92:2A:A8:51:B5:B0	1	n	WPA2 Enterprise	11
38	Estudiantes_USM	92:2A:A8:51:B8:27	6	n	WPA2 Enterprise	6
39	Estudiantes_USM	C8:67:5E:72:16:57	11	n	WPA2 Enterprise	6,3
40	Estudiantes_USM	92:2A:A8:14:7F:E2	11	n	WPA2 Enterprise	7,3
41	Estudiantes_USM	92:2A:A8:51:B5:52	1	n	WPA2 Enterprise	12,3
42	Estudiantes_USM	92:2A:A8:14:7F:5B	11	n	WPA2 Enterprise	4,3
43	Estudiantes_USM	84:D4:7E:84:24:C3	1	n	WPA2 Enterprise	22
44	Estudiantes_USM	92:2A:A8:14:7F:DE	1	n	WPA2 Enterprise	0,3

#	Nombre de red	Dirección MAC	Ch	Modo PHY	Seguridad	SIR max.
45	Estudiantes_USM	92:2A:A8:14:7F:7B	11	n	WPA2 Enterprise	7,5
46	Estudiantes_USM	84:D4:7E:84:1F:E3	6	n	WPA2 Enterprise	30
47	Estudiantes_USM	84:D4:7E:84:21:03	11	n	WPA2 Enterprise	36
48	Estudiantes_USM	92:2A:A8:51:B4:2C	1	n	WPA2 Enterprise	1
49	Estudiantes_USM	92:2A:A8:51:B2:F1	11	n	WPA2 Enterprise	10
50	Estudiantes_USM	24:DE:C6:68:08:A3	1	n	WPA2 Enterprise	13
51	Estudiantes_USM	9C:1C:12:27:E1:A3	6	n	WPA2 Enterprise	8,3

