

2018

ESTUDIO DE UNA RED WIFI PARA DEPARTAMENTO DE ELECTROTECNIA E INFORMÁTICA (ELINF)

RÍOS SEPÚLVEDA, CATALINA ANDREA

<https://hdl.handle.net/11673/45757>

Repositorio Digital USM, UNIVERSIDAD TECNICA FEDERICO SANTA MARIA

UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA
SEDE VIÑA DEL MAR JOSÉ MIGUEL CARRERA

**ESTUDIO DE UNA RED WIFI PARA DEPARTAMENTO DE ELECTROTECNIA
E INFORMÁTICA (ELINF)**

Trabajo de Titulación para optar al Título
de Técnico Universitario en
TELECOMUNICACIONES Y REDES

Alumno:

Catalina Andrea Ríos Sepúlveda

Profesor Guía:

Dr. Cristian Ahumada Vera

2018

RESUMEN

KEYWORDS: REDES INALÁMBRICAS – HEAT-MAP – POLÍTICAS DE TRÁFICO

El presente trabajo tiene como objetivo implementar de forma teórica una mejora en la red WiFi del Departamento de Electrotecnia e Informática de la UTFSM de la Sede de Viña del Mar, permitiendo que la cobertura y estabilidad de la señal de internet sean optimas, con el fin de que las personas que integran el Departamento puedan tener un mejor servicio que el que se les está entregando.

Capítulo 1: Se presenta el objetivo general, y los objetivos específicos del proyecto, con la problemática fundamental en cuanto a la señal que está entregando la red WiFi actual del Departamento, y los aspectos teóricos que conforman a una red inalámbrica de área local.

Capítulo 2: Se realiza el estudio WiFi en los edificios que integran el Departamento de Electrotecnia e Informática, generando los Heat-Map correspondientes e indicando las políticas de tráfico de red a implementar, para así indicar que se puede mejorar de las instalaciones ya hechas, o si se necesita instalar equipos nuevos en los respectivos edificios.

Capítulo 3: Se calculan los costos asociados a la implementación teórica en caso de que la solución planteada se realizara, tanto de los materiales, dispositivos como router o Access Point. Se establecen las horas de trabajo del personal, los gastos de la operación y planificación.

ÍNDICE

RESUMEN

INTRODUCCIÓN 1

CAPÍTULO 1: FUNDAMENTO DE UNA RED WIFI 2

1.1.	OBJETIVO GENERAL	3
1.2.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	3
1.3.	PROBLEMÁTICA	4
1.4.	INTRODUCCIÓN A LAS REDES INALÁMBRICAS	5
1.5.	TIPOS DE REDES INALÁMBRICAS	6
1.5.1.	Red inalámbrica de área personal (WPAN)	6
1.5.2.	Red inalámbrica de área local (WLAN)	7
1.5.3.	Redes inalámbricas de área metropolitana (WMAN)	7
1.5.4.	Redes inalámbricas de área extensa (WWAN)	7
1.6.	TECNOLOGÍA WI-FI	8
1.7.	ESTÁNDAR IEEE 802.11	9
1.7.1.	IEEE 802.11a	9
1.7.2.	IEEE 802.11b	9
1.7.3.	IEEE 802.11g	9
1.7.4.	IEEE 802.11n	9
1.7.5.	IEEE 802.11ac	9
1.7.6.	IEEE 802.11ah	9
1.8.	CANALES EN WIFI	10
1.9.	AMPLIAR COBERTURA DE UNA RED WIFI	11
1.10.	ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN ANTE LA PROBLEMÁTICA	12
1.10.1.	Solución elegida para solucionar la problemática	15

CAPÍTULO 2: ESTUDIO DE RED WIFI 16

2.1.	SOLUCIÓN E IMPLEMENTACIÓN	17
2.2.	PROGRAMAS Y EQUIPOS POR UTILIZAR	17
2.2.1.	Equipos Mikrotik	17
2.3.	UBICACIÓN ACTUAL DE ACCESS POINTS	20
2.3.1.	Edificio M	20
2.3.2.	Edificio J	21
2.3.3.	Edificio U	22
2.3.4.	Taller Electricidad Edificio C	23
2.4.	IMPLEMENTACIÓN HEAT-MAP EN RED WIFI ACTUAL	24
2.4.1.	Indicador de Fuerza De La Señal Recibida (RSSI)	25
2.4.2.	Relación Señal / Ruido	47
2.5.	IMPLEMENTACIÓN PROPUESTA	53

2.5.1.	Edificio M	54
2.5.2.	Edificio J	55
2.5.3.	Edificio U	57
2.5.4.	Taller de Electricidad, Edificio C	58
2.6.	POLÍTICAS DE TRAFICO DE RED	59
2.6.1.	Balanceo de carga PCQ (Per Connection Queue)	60
CAPÍTULO 3: EVALUACIÓN DE COSTOS		63
3.1.	TIPOS DE COSTOS	64
3.1.1.	Costos implícitos	64
3.1.2.	Costos explícitos	64
3.2.	MATERIAL Y HARDWARE	65
3.2.1.	Cotización de material	66
3.2.2.	Router	66
3.2.3.	Cotización total	68
3.3.	CAPACITACIÓN Y MANTENCIÓN	70
3.3.1.	Capacitación	70
3.3.2.	Mantención	71
3.4.	MANO DE OBRA	71
3.5.	COSTO TOTAL DEL PROYECTO	72
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		74
BIBLIOGRAFÍA Y FUENTES DE LA INFORMACIÓN		76

INTRODUCCIÓN

Cuando se habla de internet hoy en día, automáticamente uno piensa en una red Wi-Fi, ya que esta es una de las tecnologías para poder comunicarse de forma inalámbrica más utilizadas en el mundo. Esto se debe a que uno puede tener acceso a internet en diferentes lugares sin tener conectado un cable de por medio a la red, a comparación de hace muchos años atrás que solo se podía tener acceso mediante un cable y un modem, cuando en esos tiempos aún no había surgido el concepto de red inalámbrica.

La tecnología al estar evolucionando constantemente obliga a los proveedores de estos servicios a adaptarse a lo que va saliendo en el mercado, como los teléfonos móviles, los computadores portátiles, entre otros, por lo que las personas necesitan poder conectarse a internet de alguna forma que no sea por medio de un cable, con ello moverse libremente en su espacio sin perder la conexión.

Por esto, llegan las redes inalámbricas y consigo el Wi-Fi, que es el medio por el cual uno accede a internet, este funciona mediante ondas de radio frecuencia que viajan por el aire, y se rige por el estándar IEEE 802.11. Este estándar da la conectividad a diferentes dispositivos que se ocupan día a día, y ofrecer distintas velocidades según el estándar a utilizar (IEEE 802.11a, IEEE 802.11b, IEEE 802.11g, IEEE 802.11ac, IEEE 802.11n). Esta tecnología es la que ofrece en la actualidad mayores beneficios, al ser más económica, funciona con la mayoría de los equipos actuales, y tiene muchas opciones de uso.

La forma en que se implementa este tipo de red afecta en gran parte la efectividad que vaya a tener el funcionamiento de la red, ya que se tienen que tener en cuenta distintos factores que la pueden afectar, como el tipo de establecimiento en el que se implementará la red (Universidad, Colegio, Casa, etc.), las distancias que tendrá un equipo con otro, el lugar en que se posicionarán, cuantos equipos se necesitarán, el cableado necesario, las condiciones ambientales, interferencias, obstáculos que puedan interferir con la señal, entre otros factores.

A esto estará mayormente dedicado este proyecto, a mejorar la estabilidad y señal de la red actual dentro del Departamento de Electrotecnia e Informática de la Sede Viña del Mar de la Universidad Técnico Federico Santa María, realizando un estudio de la red inalámbrica actual para buscar las virtudes y falencias que esta tiene, y así poder presentar una posible solución al problema de la latencia de la señal que está otorgando la red, con el fin de darle a la mayoría de los estudiantes una mayor satisfacción del servicio que se está entregando.

CAPÍTULO 1: FUNDAMENTO DE UNA RED WIFI

1. FUNDAMENTO DE UNA RED WIFI

En este capítulo, se conocerán los objetivos de este proyecto, la problemática principal, y los conceptos más a fondo de lo que son las redes inalámbricas, sus distintos tipos y funciones, las cuales van a ayudar a comprender mejor como se implementa y se conforma una red WIFI, conociendo sus características y funcionamiento.

1.1. OBJETIVO GENERAL

El objetivo general de este proyecto es realizar un estudio WiFi en el Departamento de Electrotecnia e Informática de la Sede Viña Del Mar de la Universidad Técnica Federico Santa María, con este estudio se podrá hacer una distribución de los Access Point (AP) de una manera más eficiente dentro del departamento anteriormente señalado.

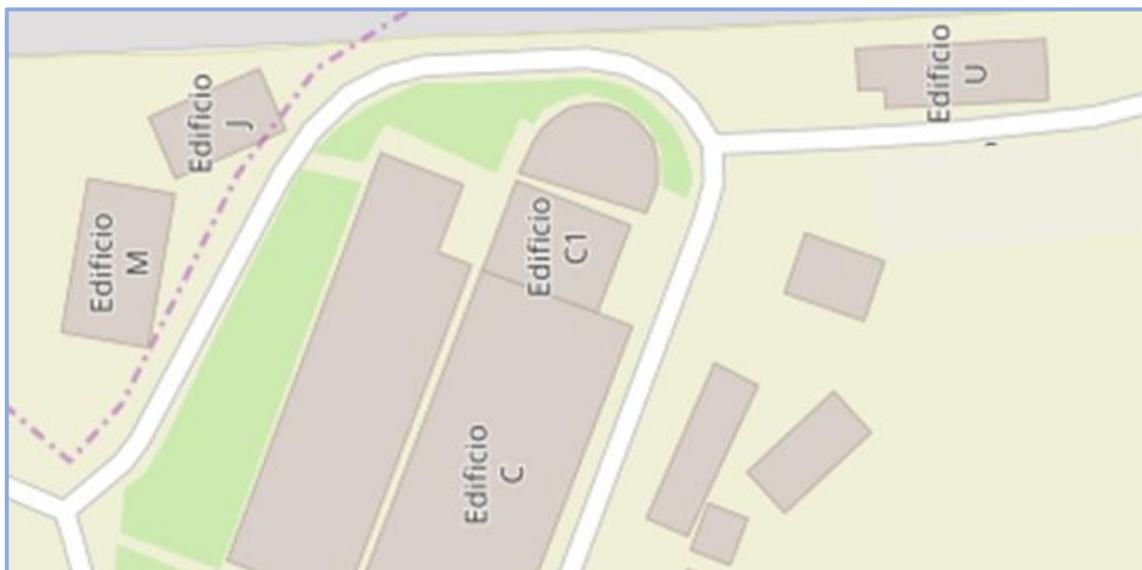
1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Investigar los equipos tecnológicos que se utilizarán en la implementación teórica.
2. Elaborar una distribución teórica del equipamiento necesario sobre un plano del Departamento en general.
3. Crear un heat-map con la cobertura de la red inalámbrica.
4. Clasificar red por grupos (estudiantes, profesores, funcionarios, visitas, etc.).
5. Evaluar los costos de la solución.

1.3. PROBLEMÁTICA

Si bien es cierto hoy en día se tiene una iluminación WIFI aceptable dentro del Departamento de Electrotecnia e Informática, los Access Point actualmente no se encuentran distribuidos según las indicaciones de algún estudio o análisis que pueda cubrir las necesidades del departamento, no se encuentran integradas las políticas de limitación de ancho de banda por usuario, esto provoca que ciertos lugares no cuenten con acceso a la Red WIFI de calidad, por lo que no asegura que cada estudiante, profesor o funcionario pueda hacer uso de esta como es debido, dejando así la señal de la red WIFI que llega con poca cobertura y estabilidad.

Actualmente en los edificios que integran el Departamento de Electrotecnia e Informática de la Universidad (Ver Figura 1-1), cada uno cuenta con un número de limitado de AP, estos fueron ubicados de manera aleatoria sin seguir un estudio previo.



Fuente: Elaboración propia, en base a Open StreetMap

Figura 1-1. Vista vía satélite Departamento de Electrotecnia e Informática, UTFSM, Sede Viña del Mar.

- Edificio M (Telecomunicaciones y Redes, Electrónica):
 - 1° piso: AP ubicado frente Lab. CC y CA
Marca AP: Cisco
 - 2° piso: AP ubicado en el techo entre escalera y baño de profesores
Marca AP: Cisco
 - AP ubicado frente edificio, dentro de una caja blanca
Marca AP: LevelOne
- Edificio J (Oficinas Docentes):

- 1° piso: AP ubicado dentro de oficina Viviana Espíndola
Marca AP: LevelOne
 - 1° piso: AP ubicado en Sala de comunicaciones
Marca AP: LevelOne
 - 2° piso: AP ubicado en Oficina Guelis Montenegro
Marca AP: LevelOne
 - 2° piso: AP ubicado en Oficina Gonzalo Espíndola, dentro de gabinete mural
Marca AP: LevelOne
- Edificio U (Informática):
- 1° piso: AP ubicado dentro Sala de computación
Marca AP: Cisco
 - 2° piso: AP ubicado dentro Sala Datacenter
Marca AP: Cisco
 - 2° piso: AP ubicado en pasillo afuera
Marca AP: LevelOne
- Edificio C:
- 2° piso: AP ubicado en Lab. Electricidad dentro de gabinete mural
Marca AP: LevelOne

1.4. INTRODUCCIÓN A LAS REDES INALÁMBRICAS

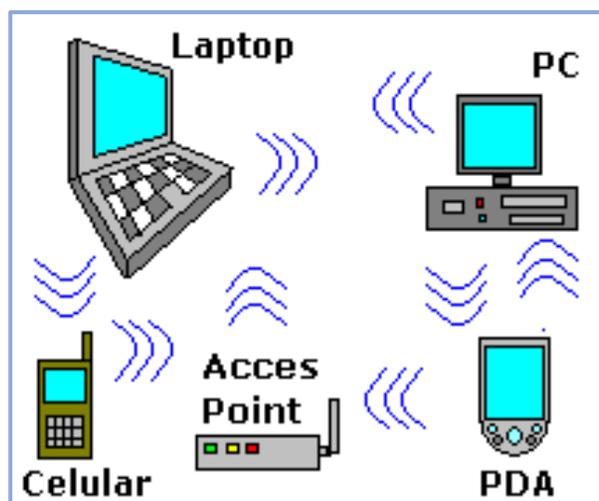
Las redes inalámbricas han ganado gran popularidad dentro de las personas por las facilidades que están ofrecen, se basan en la transmisión de datos por medio de ondas electromagnéticas en lugar de utilizar cableado físico, esto permite que la computadora no tenga que estar en un solo lugar para poder acceder a internet, sino que facilitan a que esta se pueda mover sin problema dentro de un área limitada, con el fin de poder conectarse y comunicarse con otros dispositivos.

El medio de comunicación de las redes inalámbricas siempre es compartido, por lo que es frecuente que existan interferencias, los dispositivos que integran la red son los encargados de coordinar el acceso al medio mediante sus protocolos de comunicación, es por esto por lo que se deben distribuir adecuadamente los espacios donde se ubica cada dispositivo para que las bandas de frecuencia no choquen.

Las redes inalámbricas se caracterizan por facilitar el acceso a los recursos en donde es difícil el uso de cables, es económico ya que se ahorra el material de construcción y no se tienen que hacer muros específicamente para las ranuras que se necesitan para poner el cableado de la red, ello permite por ejemplo estar conectado a internet en cualquier lugar

de la casa. Las desventajas de las redes inalámbricas, es la seguridad, al ser el medio de difusión el aire esto permite que cualquier persona que contenga en su equipo una red inalámbrica puede entrar a la red, y tomar información de esta, otra desventaja es la velocidad de transferencia, ya que las redes alámbricas transfieren a una velocidad de 100 Mbps, mientras que las inalámbricas solo lo hacen a 54 Mbps.

Cuando un dispositivo quiere transmitir en una red inalámbrica tiene que indicar la frecuencia en que se comunicará, así como la dirección de destino y los datos que desee enviar, de esta forma, aunque existan dos redes distintas en el mismo sitio podrán transmitir su información sin problema ya que cada una lleva datos que identifican a que red pertenece (Ver Figura 1-2).



Fuente: http://www.informaticamoderna.com/Redes_inalam.htm

Figura 1-2. Ejemplo de dispositivos interconectados sin necesidad de cables.

1.5. TIPOS DE REDES INALÁMBRICAS

Hay distintos tipos de redes inalámbricas, dependiendo del tipo de onda electromagnética que usa y el alcance que esta tiene:

1.5.1. Red inalámbrica de área personal (WPAN)

Es una red de poco alcance, ocupada principalmente para conectar dispositivos periféricos o independientes, como impresoras, teléfonos móviles, entre otros.

Varias tecnologías ocupan este tipo de red, como HomeRF, Zigbee y Bluetooth, siendo esta última la principal y más conocida, que tiene un alcance aproximado de 30 m y una velocidad máxima de 1 Mbps, que sigue la especificación IEEE 802.15.1.

1.5.2. Red inalámbrica de área local (WLAN)

La red inalámbrica de área local es la más utilizada por las personas, esta se puede implementar en una casa, una empresa, un local comercial, entre muchos otros lugares, ya que esta cubre un área de aproximadamente 100 m, para transmitir y recibir datos ocupa señales de radio de alta frecuencia.

Es propensa a interferencias o variaciones en la velocidad de transmisión, por las largas distancias u obstáculos que pueda haber entre el router y los dispositivos conectados, esto depende del lugar en el que se ubique el equipo.

Existen varios tipos de tecnologías para las redes inalámbricas de área local, como el hiperLAN2, que es un estándar europeo que permite alcanzar una velocidad de transmisión de 54 Mbps dentro de 100 m aproximadamente, y una de las tecnologías más comunes, y utilizadas dentro de estas redes, es el WiFi o estándar IEEE 802.11, que tiene una velocidad máxima de 54 Mbps y cubre un área de 100 m aprox.

1.5.3. Redes inalámbricas de área metropolitana (WMAN)

Este tipo de redes inalámbricas a diferencia de la WLAN tiene más cobertura y ancho de banda, están hechas para cubrir el área total de una ciudad, ya que cubren varios kilómetros, estas se rigen por el estándar IEEE 802.16, tienen un alcance de 4 a 10 kilómetros, con una velocidad de transmisión de 1 a 10 Mbps. La principal tecnología utilizada para este tipo de redes es WiMax.

1.5.4. Redes inalámbricas de área extensa (WWAN)

Son el tipo de red con cobertura más extensa, cubriendo grandes zonas geográficas, un país o continente, por medio de satélites, fibra óptica, etc. Un ejemplo de esta red, son los teléfonos móviles, que se conectan a una red de área extensa (2G, 3G, 4G).

En la Tabla 1-1, se muestran las características de cada tipo de red inalámbrica antes mencionadas.

Tabla 1-1. Comparación tipos de redes inalámbricas.

Características	WPAN	WLAN	WMAN	WWAN
Estándar	IEEE 802.15	IEEE 802.11	IEEE 802.16	GSM/GRPS/UMTS
Tecnologías	Bluetooth, Zigbee	WiFi	WiMAX	2G/3G/4G
Velocidad	721 Kbps	1-11-54 Mbps	15-134 Mbps	9,6/170/2000 Kbps
Frecuencia	2.4 GHz	2.4 GHz y 5 GHz	2-66 GHz	0.9/1.8/2.1 GHz
Rango	10 m	30-150 m	1.6-50 Km	30 km

Fuente: Elaboración propia en base a IEEE 802.11

1.6. **TECNOLOGÍA WI-FI**

Sin duda la tecnología más usada por las redes inalámbricas de área local es el WiFi, por la facilidad que esta entrega para la creación de una red inalámbrica, más económica y sin cables de por medio, permitiendo así el acceso a internet mediante ondas de radio que viajan por el aire. El alcance que tiene esta tecnología es bastante limitado por lo que se implementa principalmente en casas, oficinas o establecimientos de no gran tamaño, abarcando un área de aproximadamente 100 m.

1.7. ESTÁNDAR IEEE 802.11

La tecnología WiFi se rige por el estándar IEEE 802.11, el cual especifica las normas de funcionamiento en una WLAN, este está conformado por diferentes estándares en la actualidad: IEEE 802.11a, IEEE 802.11b, IEEE 802.11g, IEEE 802.11n e IEEE 802.11ac.

1.7.1. IEEE 802.11a

Se le conoce como WiFi5, opera en la banda de los 5 GHz, con una velocidad máxima de 54 Mbps, es el estándar menos usado en Wi-Fi, no tiene compatibilidad con el estándar IEEE 802.11b.

1.7.2. IEEE 802.11b

Alcanza una velocidad de transmisión de hasta 11 Mbps, opera en la banda de frecuencia de los 2.4 GHz.

1.7.3. IEEE 802.11g

Opera en la banda de los 2.4 GHz, su velocidad es hasta los 54 Mbps, es compatible con el estándar IEEE 802.11b.

1.7.4. IEEE 802.11n

Opera en las bandas de frecuencia de 2.4 GHz y 5 GHz, con una velocidad de transmisión de hasta los 600 Mbps, es más rápida que los estándares anteriores, tiene mejor recepción de señal y mayor rango de recepción, es compatible con IEEE 802.11a cuando opera en la banda de 5 GHz, y cuando opera en los 2.4 GHz es compatible con IEEE 802.11b/g.

1.7.5. IEEE 802.11ac

Con una velocidad de transmisión de hasta 1300 Mbps, opera en la banda de los 5 GHz, uno de los estándares más actuales y recientes, desarrollado entre el año 2011 y 2013.

1.7.6. IEEE 802.11ah

Estándar más nuevo, revelado recientemente en el 2017, recibe el nombre de WiFi Halow, usa la banda de frecuencia de los 900 MHz, con una velocidad aproximadamente de 150 Kbps, al estar en una frecuencia más baja, su longitud será mayor por lo que otorgará una mayor cobertura.

Los estándares IEEE 802.11a, b, g, n, ac y ah son los específicos para ser utilizados en los equipos WiFi (Ver Tabla 1-2).

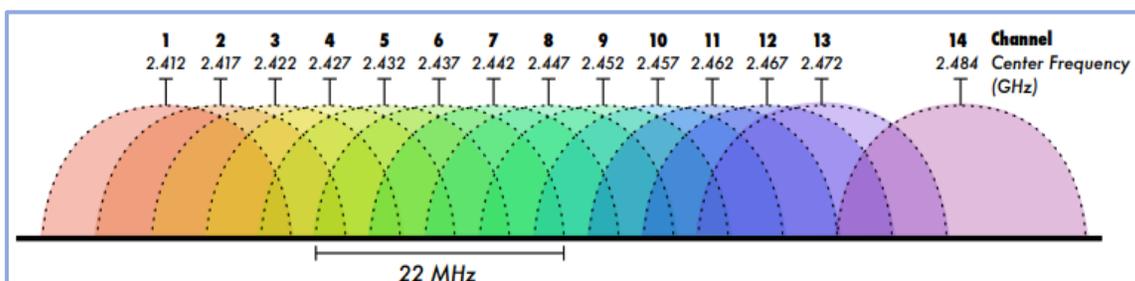
Tabla 1-2. Normas IEEE 802.11.

Características	802.11a	802.11b	802.11g	802.11n	802.11ac	802.11ah
Generación	2° generación (1999-2002)	2° generación (1999-2002)	3° generación (2003-2008)	4° generación (2009-2012)	5° generación (2013)	6° generación (2016)
Frecuencia	5 GHz	2.4 GHz	2.4 GHz	2.4 GHz – 5 GHz	5 GHz	900 MHz
Velocidad	54 Mbps	11 Mbps	54 Mbps	600 Mbps	1300 Mbps	150 <u>Kbps</u>

Fuente: <http://iris.hdplus.es/dictionary/ieee-802-11/>

1.8. CANALES EN WIFI

Los equipos de la tecnología WIFI para poder establecer comunicación deben usar el mismo canal de transmisión, el tipo de transmisión que ocupa es half-duplex por lo que se envía o se recibe información, no se pueden realizar las dos acciones al mismo tiempo, ya que si un usuario envía información a un AP, este no puede enviar datos al mismo usuario o a otro al mismo tiempo, un ejemplo es si se está descargando un archivo y enviando un correo al mismo tiempo, estos procesos ocurrirán por turnos, pero esto un usuario no puede notarlo, ya que el retraso de tiempo que tiene es muy pequeño. Cada canal ocupa un ancho de banda de 22 MHz (Ver Figura 1-3).

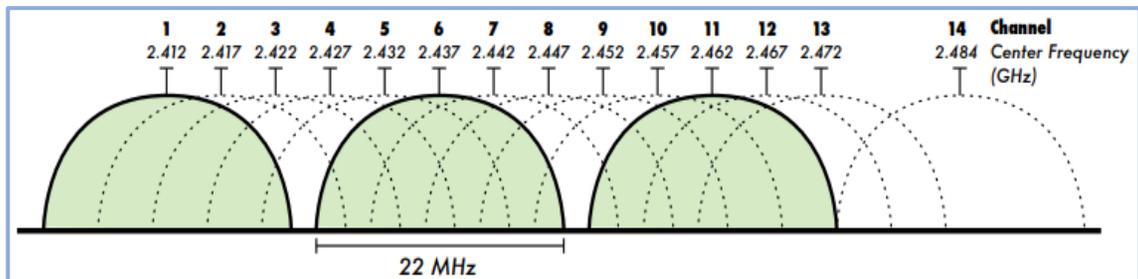


Fuente: [http://www.eslared.org.ve/walc2012/material/track1/05 Introduccion_a_las_redes_WiFi-es-v2.3-notes.pdf](http://www.eslared.org.ve/walc2012/material/track1/05%20Introduccion_a_las_redes_WiFi-es-v2.3-notes.pdf)

Figura 1-3. Canales en WiFi.

Comúnmente con las redes WiFi hay solapamiento de canales, que es cuando dos o más canales se superponen en la misma banda de frecuencia, esto es muy frecuente últimamente por la gran cantidad de dispositivos que operan en la banda de los 2.4 GHz, ya

que estos dispositivos si tienen integrado el estándar IEEE 802.11b/g, van a ocupar uno de los canales de esta frecuencia y con esto se puede producir un solapamiento, cada canal ocupa 22 MHz de ancho de banda, por lo que para evitar este tipo de interferencias entre canales, cada red debe estar separada por lo menos por 5 canales, por ejemplo canales 1, 6 y 11 (Ver figura 1-4).



Fuente: http://www.eslared.org.ve/walc2012/material/track1/05-Introduccion_a_las_redes_WiFi-es-v2.3-notes.pdf

Figura 1-4. Canales sin solapamiento WiFi.

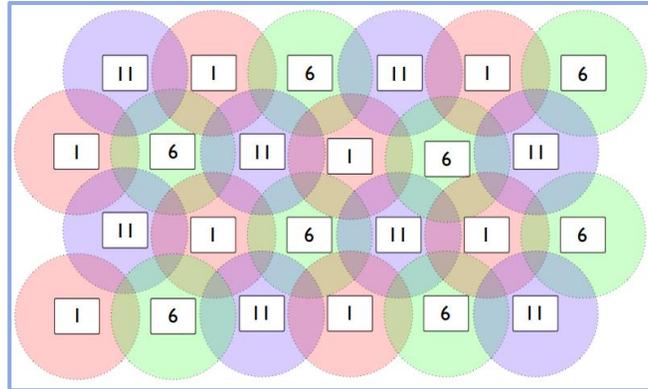
Esta distribución de canales generalmente se ocupa cuando se quiere ampliar una red WiFi, utilizando equipos como Access Points.

1.9. **AMPLIAR COBERTURA DE UNA RED WIFI**

Una red inalámbrica de área local utilizando tecnología WiFi, tiene un alcance aproximadamente de 100 m, por lo que si se quiere implementar una red WiFi, en un establecimiento de gran tamaño (Universidad, Colegio, Centro comercial, etc.), se necesita llegar a lugares que están a larga distancia de donde se encuentra la red principal, para esto se utilizan los llamados Access Points (AP), que son dispositivos que tienen la capacidad de repetir una señal inalámbrica, cuentan con un área de alcance aproximado de 30m a 100m dependiendo del modelo de equipo que se utilice. Estos permiten la conectividad a la red, siguiendo el estándar IEEE 802.11, por lo que es compatible con la mayoría de los equipos utilizados actualmente, se conectan a router o switch para proyectar la señal WiFi de la red principal a un área determinada. Por ejemplo, si se quiere tener acceso a internet en un 5to piso de un edificio de empresa, y la red principal, el servidor, está en 1er piso, solo colocando un AP en el 5to piso, conectado a la red del 1er piso por medio de un cable, este tendría acceso a internet.

Al querer ubicar varios AP en un recinto, se debe tener en cuenta los canales a utilizar para evitar el solapamiento de canales, por lo general, al estar regido por el estándar IEEE 802.11, este ocupa 11 canales, esto quiere decir que al haber AP muy cerca uno de

otro, pueden ocurrir interferencias, por lo que si se sigue el ejemplo anterior, se ocuparan 3 canales el 1, 6 y 11, y cada AP se debe ubicar de forma en que no se solapen (Ver Figura 1-5).



Fuente: http://www.eslared.org.ve/walc2012/material/track1/05-Introduccion_a_las_redes_WiFi-es-v2.3-notes.pdf

Figura 1-5. Diagrama teórico ubicación AP.

1.10. ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN ANTE LA PROBLEMÁTICA

Para este proyecto se plantearon diferentes soluciones a implementar:

- Pago por uso de hotspot o asignación de una limitada cantidad de ancho de banda.
- Uso de cable Ethernet en reemplazo de WiFi.
- Estudio de red WiFi.
- Aplicación de políticas de tráfico de red.
- Actualización de equipos (tecnología).

Para poder determinar cuál es la mejor solución para la problemática planteada, a cada alternativa de solución se le otorgará una calificación, siendo la que tenga un mayor puntaje la elegida a realizar, en la Tabla 1-3, se podrán ver los puntajes que tendrá cada calificación.

Tabla 1-3. Puntaje de cada calificación

Calificación	Puntaje
Bajo	1
Medio Bajo	2
Medio	3
Medio Alto	4
Alto	5

Fuente: Elaboración propia en base a puntajes otorgados.

En la Tabla 1-4, se podrá ver las distintas alternativas de soluciones planteadas con su nivel de factibilidad, costos y beneficios.

Tabla 1-4. Análisis de alternativas de solución planteadas

Solución:	Factibilidad	Costos	Beneficios
Pago por uso de hotspot o limitar ancho de banda	Medio. Con este método no se solucionaría el problema de cobertura o señal, solo se tendría un conteo de personas conectadas a la red.	Medio Alto. La implementación de este no tendría un mayor costo, pero para los usuarios no sería factible.	Alto. Cada usuario contará con un ancho de banda limitado y se podrá definir límites de tráfico.
Uso de cable Ethernet en reemplazo de WiFi	Baja. Se tendría que llevar cables para todos los equipos que se quieran conectar a internet.	Medio Bajo. El llevar cables para todos los dispositivos para conectarse puede tener un alto costo, tanto de dinero como de tiempo para el personal.	Alto. La velocidad de navegación mejoraría significativamente.
Estudio red WiFi	Alta. Se verá la mejor manera de distribuir los AP actuales, o se implementaran más dependiendo del lugar y la necesidad que tenga.	Medio. Esto dependerá si se requiere implementar nuevos AP, en ese caso se elegirán las opciones más económicas.	Alto. Con este estudio se podrá determinar la forma más accesible de mejorar la red WiFi, mejorando su velocidad y la señal.

Fuente: Elaboración propia en base a alternativas de solución planteadas.

Tabla 1-4. Análisis de alternativas de solución planteadas. (Continuación)

Aplicación de buenas políticas de tráfico red	Medio. El crear este tipo de políticas puede ser un buen recurso, pero este no va a mejorar la cobertura de la red WiFi.	Medio. El mayor costo que se tendría sería en el tiempo que se demoraría en implementar esta solución.	Medio Alta. Se crea una metodología para controlar el consumo de ancho de banda y el acceso a algunos sitios web, para crear un uso eficaz de los recursos.
Actualización de equipos (tecnología)	Medio. Se puede cambiar los equipos actuales por unos nuevos que tengan una mejor cobertura y alcance, pero esto implicaría un alto costo.	Bajo. Se tendrían que cambiar todos los equipos, o quizás los que requieran cubrir una mayor área, implicaría un alto costo monetario.	Medio. Mejoraría la cobertura y quizás la velocidad, pero todo dependerá del lugar estratégico en que se ubiquen.

Fuente: Elaboración propia en base a alternativas de solución planteadas.

En la Tabla 1-5, se sumaron los puntajes que obtuvieron cada solución, según su factibilidad, costo y beneficio, haciendo un total de cada una de ellas, dando el siguiente resultado.

Tabla 1-5. Puntaje de cada alternativa de solución

Solución:	Factibilidad	Costos	Beneficios	TOTAL
Pago por uso de hotspot o limitar ancho de banda	Medio. 3	Medio Alto. 4	Alto. 5	12
Uso de cable Ethernet en reemplazo de WiFi	Baja. 1	Medio Bajo. 2	Alto. 5	8
Estudio red WiFi	Alta. 5	Medio. 3	Alto. 5	13
Aplicación de buenas políticas de tráfico red	Medio. 3	Medio. 3	Medio Alta. 4	10
Actualización de equipos (tecnología)	Medio. 3	Bajo. 1	Medio. 3	7

Fuente: Elaboración propia en base a puntaje de cada alternativa de solución.

1.10.1. Solución elegida para solucionar la problemática

Según el análisis hecho anteriormente, y el puntaje calculado viendo la factibilidad, beneficios y costos, la solución elegida para ser implementada teóricamente en el Estudio de red WiFi.

Se eligió esta solución por las siguientes razones: Es la forma más práctica de determinar las mejores ubicaciones de cada AP debido a que el modelo actual implementado contempla la mejor ubicación en base a el criterio y experiencia de los profesionales de la Universidad, responsables del mantenimiento de la red institucional (UTI). Para esto se creará un heat-map con el cual se encontrará la mejor ubicación de los Access Point (AP) y recomendar políticas de tráfico de red que aseguren la navegación de todos los miembros de la Universidad.

CAPÍTULO 2: ESTUDIO DE RED WIFI

2. ESTUDIO DE RED WIFI

En este capítulo, se desarrollará la solución propuesta de realizar un estudio de la red WiFi del Departamento de Electrotecnia e Informática, que permitirá determinar la mejor forma de mejorar la cobertura y la señal de la red del Departamento anteriormente señalado, así también se profundizará de los distintos programas y equipos que se implementarán.

2.1. SOLUCIÓN E IMPLEMENTACIÓN

Internet hoy en día es una parte esencial dentro de la vida de las personas, ya que se ha transformado en una necesidad el poder estar conectado con el mundo a cada segundo, para eso se necesita una red WiFi de buena calidad, por lo que se debe hacer un estudio del lugar donde se implementará esta red, para poder cubrir toda el área que se necesita, y tener una buena señal, velocidad y cobertura, y así esta funcione correctamente.

Por esta razón la solución elegida para ser implementada será el realizar un estudio WiFi, esta constará con la elección de equipos de gama baja que cumplan la misma función que uno de gama alta, estos se implementarán según lo indique el estudio previamente hecho, este nos dirá si se necesita implementar más equipos o reubicar los ya instalados en la posición que sea más conveniente. Se implementarán políticas de tráfico de red, que nos permitirán proteger la red y permitir un uso eficaz de los recursos otorgados.

2.2. PROGRAMAS Y EQUIPOS POR UTILIZAR

Se indican los programas a utilizar:

- Programa Acrylic Wifi Heat-Map, utilizado con licencia estudiantil otorgada por Acrylic Wifi, para acceder a todas las aplicaciones necesarias.
- Mikrotik Access Point cAP ac
- Mikrotik RouterBoard RB1100Dx4

2.2.1. Equipos Mikrotik

Para la implementación de nuevos equipos según lo indique el estudio WiFi que se realizará posteriormente, los equipos a utilizar por su calidad y por ser económicos serán los de marca Mikrotik.

Mikrotik es una compañía proveedora de software y hardware en relación con redes de datos, caracterizada por ofrecer hardware a bajo costo como router, switch y equipos

para comunicación inalámbrica WiFi, los equipos comercializados se caracterizan por contener software propietario y con actualizaciones de por vida.

RouterOS es un potente sistema operativo basado en Linux con variadas funcionalidades para el manejo de redes de datos y cuenta con un gran sistema de soporte.

Una gran ventaja de mikrotik sobre otras marcas líder en equipos de telecomunicaciones es la relación costo/beneficio ya que todos los equipos de la gama mikrotik que cuentan con RouterOS pueden trabajar con BGP, VPN, MPLS, Firewall, Routing, Hotspot, Web Proxy entre otros.

Los equipos que se sugieren para una implementación futura en caso de que se tengan que cambiar algunos equipos o instalar nuevos, son Access Point cAP ac y Router Controlador WiFi CAPsMAN de la marca Mikrotik, se eligió ocupar estos equipos por ser económicos y cumplen con la misma función de un equipo de gama alta.

A continuación, en la Tabla 2-1, se verán las características que tiene el Access Point Mikrotik a utilizar, junto con el modelo físico del Access Point. (Ver Figura 2-1)

Tabla 2-1. Características Access Point Mikrotik

Características	Access Point Mikrotik	
Producto	cAP ac (RBcAPGi-5acD2nD)	
CPU	4x716 MHz	
Sistema Operativo	RouterOS LV4	
RAM	128 MB	
Consumo	13W	
PoE in	802.3af/at	
PoE out	Pasivo hasta 57V	
Puertos Ethernet	2 10/100/1000	
Potencia	400 mW / 26 dBm	
Frecuencia	2.4 GHZ	5 GHz
Antena	2	2
Estándar	802.11b/g/n	802.11a/n/ac
Ganancia de antena	2 dBi	2.5 dBi

Fuente: <https://www.mikrotik-store.eu/en/cap-ac-rbcapgi-5acd2nd>



Fuente: https://mikrotik.com/product/cap_ac

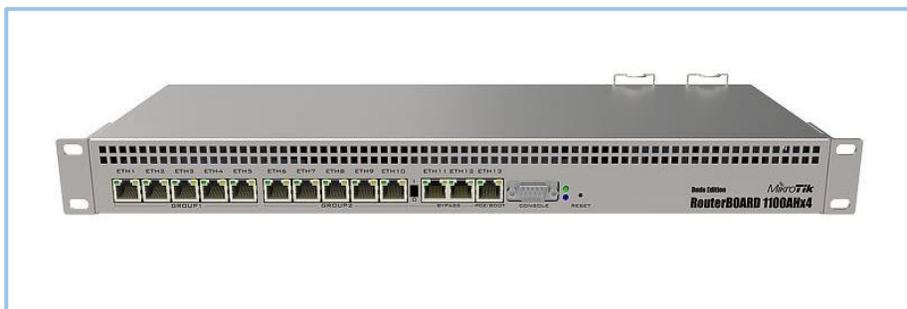
Figura 2-1. Access Point Mikrotik cAP ac

A continuación, en la Tabla 2-2, se verán las características que tiene el Router Mikrotik a utilizar, junto con el modelo físico del Router. (Ver Figura 2-2)

Tabla 2-2. Características Router Mikrotik.

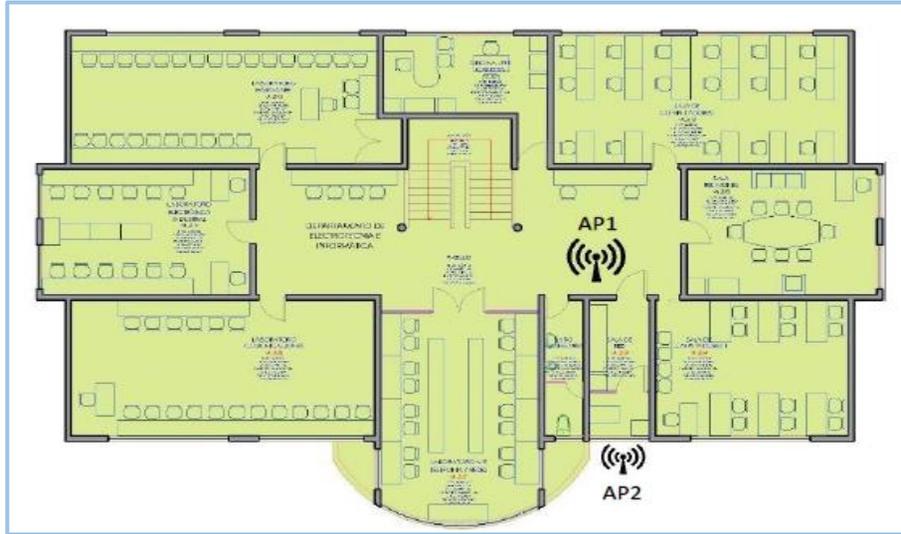
Características	Router Controlador WiFi CAPsMAN
Producto	RB1100Dx4
CPU	4x1.4GHz
Sistema Operativo	RouterOS V6
RAM	1 GB
Fuente de poder	Redundante (2x 100-240VAC)
Puertos Ethernet	13x 10/100/1000
Storage	128MB + 60GB M.2 SSD
Puerto serial	Si, RS232

Fuente: <https://mikrotik.com/product/RB1100Dx4>



Fuente: <https://mikrotik.com/product/RB1100Dx4>

Figura 2-2. Router Mikrotik CAPsMAN



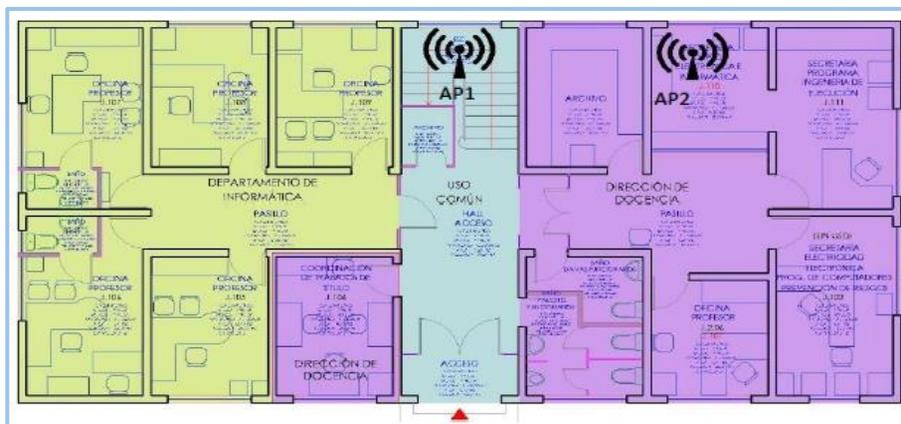
Fuente: Universidad Técnica Federico Santa María.

Figura 2-4. Plano Segundo piso Edificio M

2.3.2. Edificio J

En este edificio existen 4 puntos de acceso WIFI distribuidos en dos pisos de la siguiente forma:

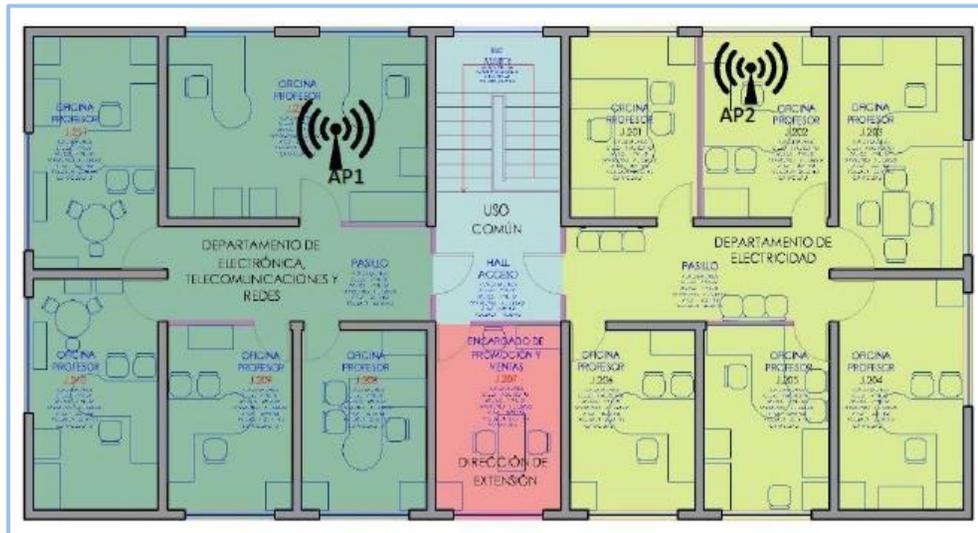
- Primer Piso: 2 AP en el primer piso, AP1 ubicado en sala de comunicaciones, AP2 ubicado en oficina de la secretaria de departamento Viviana Espíndola (Ver Figura 2-5).



Fuente: Universidad Técnica Federico Santa María.

Figura 2-5. Plano Primer piso Edificio J.

- Segundo Piso: 2 AP ubicados en el segundo piso, AP1 ubicado en oficina J212, AP2 ubicado en oficina J202. (Ver Figura 2-6)



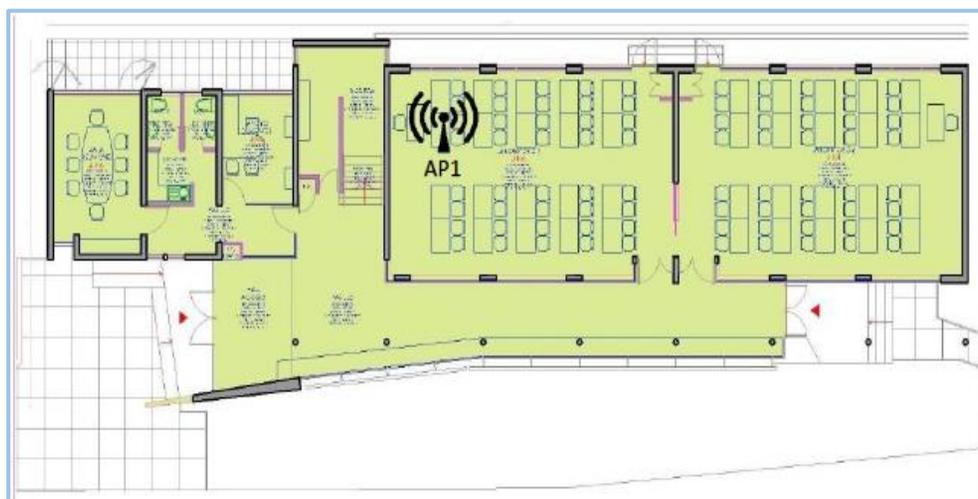
Fuente: Universidad Técnica Federico Santa María.

Figura 2-6. Plano Segundo piso Edificio J.

2.3.3. Edificio U

En este edificio existen 3 puntos de acceso, distribuidos de la siguiente forma:

- Primer Piso: 1 AP en primer piso, AP1 ubicado en sala U100. (Ver Figura 2-7)



Fuente: Universidad Técnica Federico Santa María.

Figura 2-7. Plano Primer piso Edificio U.

- Segundo Piso: 2 AP en segundo piso, AP1 ubicado en sala de servidores, AP2 ubicado pasillo afuera de edificio. (Ver Figura 2-8)



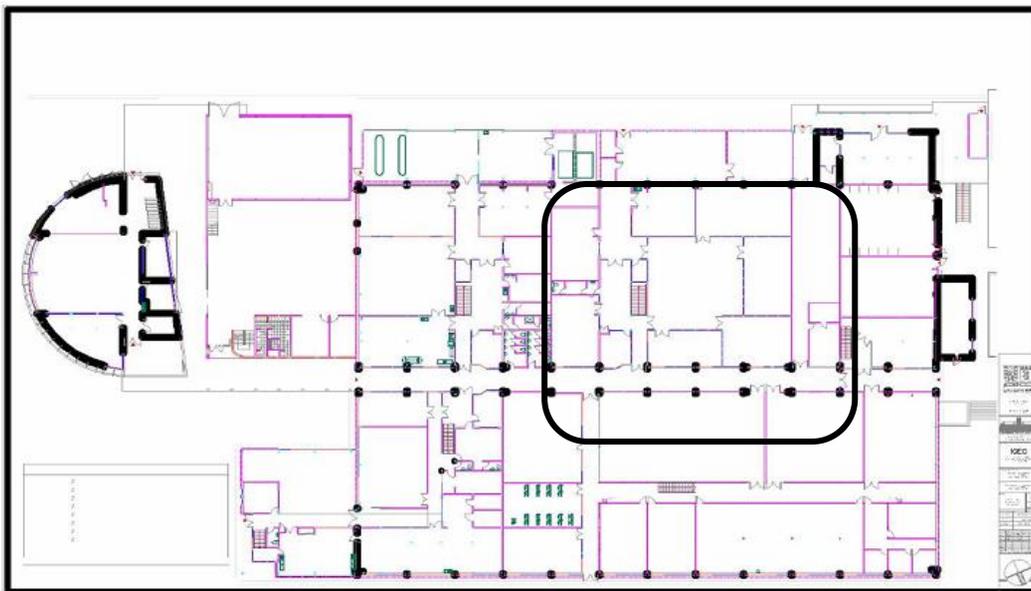
Fuente: Universidad Técnica Federico Santa María.

Figura 2-8. Plano Segundo piso Edificio U.

2.3.4. Taller Electricidad Edificio C

En este taller existe solo 1 Access Point proporcionado por DTI.

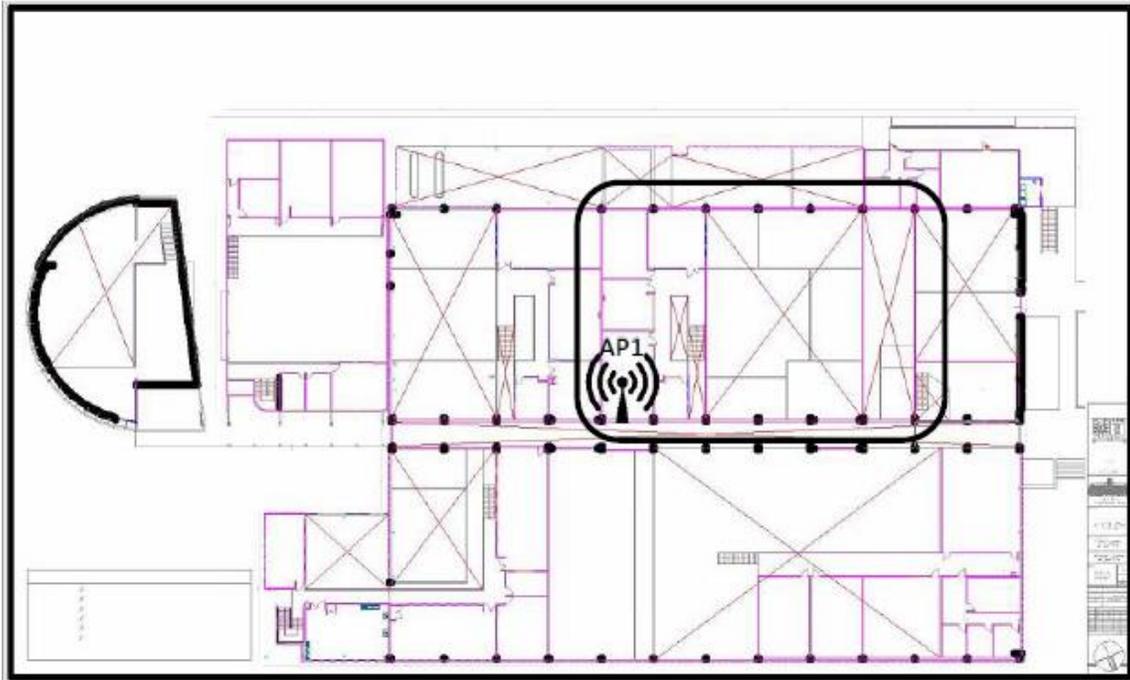
- Primer Piso: En este piso no hay AP otorgados por DTI. (Ver Figura 2-9)



Fuente: Universidad Técnica Federico Santa María

Figura 2-9. Plano Primer piso Taller electricidad Edificio C

- Segundo Piso: 1 AP en segundo piso, AP1 ubicado en sala de computación, dentro de un gabinete mural. (Ver Figura 2-10)



Fuente: Universidad Técnica Federico Santa María

Figura 2-10. Plano Segundo piso Taller de electricidad Edificio C.

2.4. IMPLEMENTACIÓN HEAT-MAP EN RED WIFI ACTUAL

Hoy en día una de las cosas más importantes que se necesitan es tener una red WiFi de calidad, tanto en señal, velocidad y cobertura, por lo que para asegurar que la señal que está brindando la red WiFi actual sea la correcta, se pueden aplicar distintos programas para verificar como está actuando la red en la actualidad, para este proyecto se ocupará el programa Acrylic WiFi Heat-Map, con el cual se podrán realizar los distintos mapas de calor que ayudaran a determinar cómo está llegando la señal a cada sector, para ello se realizaran mapas de calor RSSI que indicaran la fuerza de la señal recibida, y SNR que indicara la calidad de la señal, incorporando los valores de ruido de la señal WiFi.

Estos dos mapas (RSSI y SNR) permitirán ver cómo llega la señal según la ubicación actual de los dispositivos (AP), para poder determinar si se tienen que instalar más equipos o solo reubicar los ya existentes.

2.4.1. Indicador de Fuerza De La Señal Recibida (RSSI)

El indicador de fuerza de señal recibida (RSSI) es una escala de referencia para medir el nivel de la potencia de la señal que recibe un dispositivo generalmente en redes WiFi o señales de telefonía móvil, esta escala es con relación a 1 mW, se extiende entre los valores de 0 a -100 RSSI, donde 0 representa a 1mW. En la Tabla 2-3, se verán la interpretación de los valores RSSI.

Tabla 2-3. Valores RSSI.

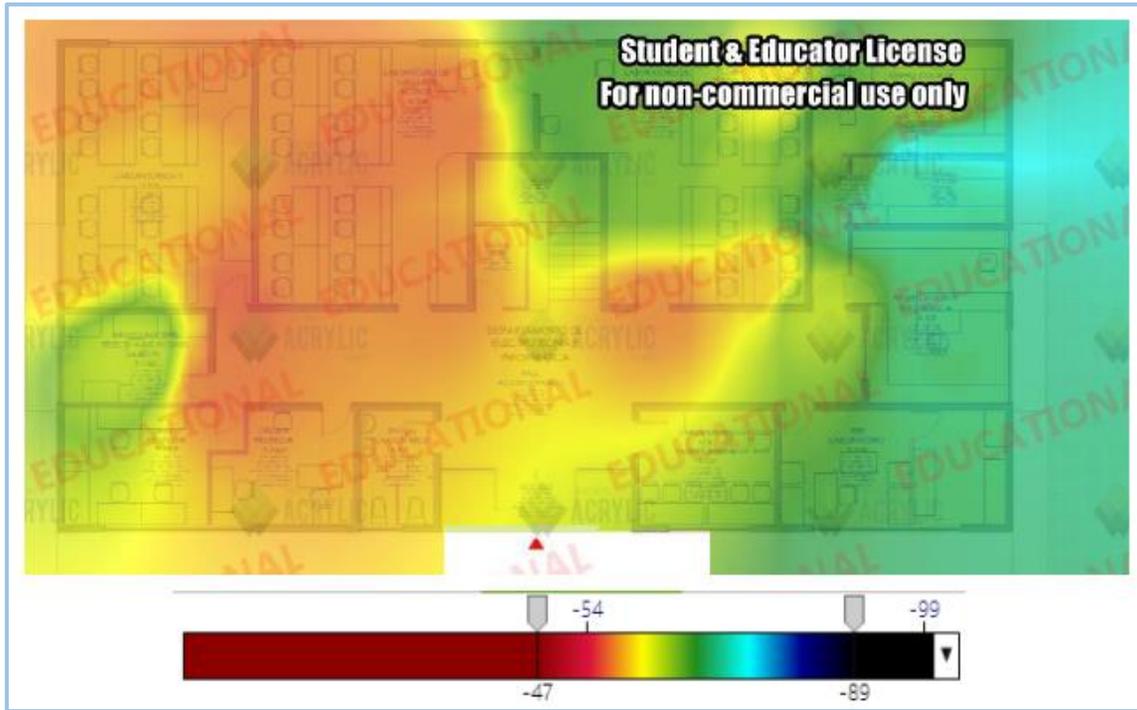
Valor (RSSI)	Intensidad de la señal
0	Señal ideal.
-40 a -55	Señal ideal con buenas tazas de transferencia.
-60	Enlace estable.
-70	Señal medianamente buena.
-80	Señal recibida mínima para establecer enlace, cortes de comunicación y pérdida de información.
-100	Sin cobertura o inestable.

Fuente: <https://www.redeszone.net/redes/conseguir-buen-enlace-wifi/>

Con los valores ya establecidos, se procede a crear los mapas de calor en los respectivos edificios que integran el Departamento de Electrotecnia e Informática, indicando en cada uno la intensidad señal que recibe.

❖ Implementación Heat-Map en Edificio M (RSSI)

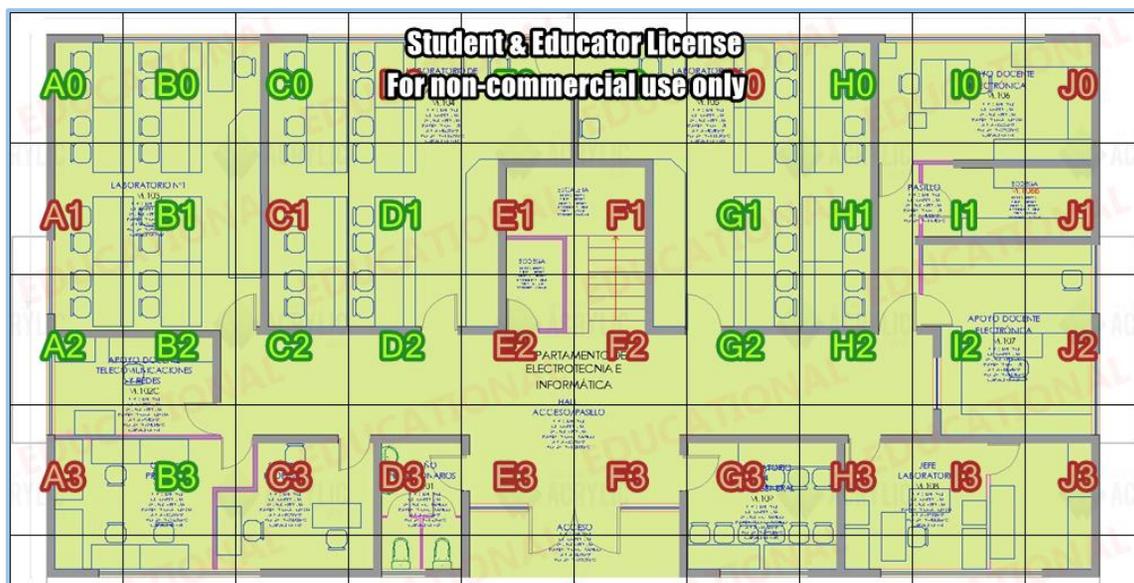
- Primer Piso: Se puede ver en la Figura 2-11, que la mejor calidad en señal que se percibe de los Access Points ubicados en el primer piso del edificio M, es en las salas M-103, M-104, parte del pasillo y otra sala al frente de las mencionadas, tienen una intensidad aproximadamente de -55 dBm, lo que sería una señal ideal en este caso, pero en lo que queda del primer piso, la peor señal recibida es en la parte del pañol, donde la intensidad es de aproximadamente -75 dBm, por lo que no es seguro que se establezca una comunicación, ya que habrá problemas de conexión y pérdida de información en algunos casos.



Fuente: Elaboración propia, hecho con programa Acrylic WiFi.

Figura 2-11. Cobertura RSSI Primer piso Edificio M.

Como se puede ver en la Figura 2-12, se divide el plano asociado a la localización (Primer piso Edificio M) en cuadrantes. Cada cuadrante muestra información obtenida en esa cuadrícula.



Fuente: Programa Acrylic WiFi Heat-Map

Figura 2-12. Cuadrícula localización niveles de señal RSSI Primer piso Edificio M.

En las siguientes tablas (Ver Tabla 2-4 y Tabla 2-5) se muestra la información obtenida de cada cuadrícula, con el valor de la señal que se percibe a nivel medio, y su mejor señal en el Primer piso del Edificio M.

Tabla 2-4. Valores RSSI por cada cuadrícula según red Estudiantes_USM.

	PUNTOS ESTUDIO	MEJOR RSSI	RSSI MEDIO	REDES (SSIDS)	APs	TASA DATOS (MAX)
A0	1	-58	-77	Estudiantes_USM	3	144,4
B0	1	-57	-67	Estudiantes_USM	2	54
C0	1	-56	-77	Estudiantes_USM	3	144,4
E0	1	-55	-67	Estudiantes_USM	2	54
F0	2	-69	-70	Estudiantes_USM	2	54
H0	1	-62	-80	Estudiantes_USM	4	144,4
I0	1	-72	-84	Estudiantes_USM	2	144,4
B1	1	-59	-68	Estudiantes_USM	2	54
D1	1	-55	-76	Estudiantes_USM	3	144,4
G1	2	-67	-80	Estudiantes_USM	4	144,4
H1	3	-68	-82	Estudiantes_USM	3	144,4
I1	1	-77	-86	Estudiantes_USM	2	144,4
A2	1	-59	-77	Estudiantes_USM	2	144,4
B2	1	-65	-78	Estudiantes_USM	3	144,4
C2	2	-54	-61	Estudiantes_USM	2	54
D2	1	-57	-75	Estudiantes_USM	3	144,4
G2	1	-56	-74	Estudiantes_USM	3	144,4
H2	2	-59	-76	Estudiantes_USM	4	144,4
I2	2	-75	-86	Estudiantes_USM	4	144,4
B3	1	-56	-66	Estudiantes_USM	2	54

Fuente: Elaboración propia en base a programa Acrylic WiFi Heat-Map

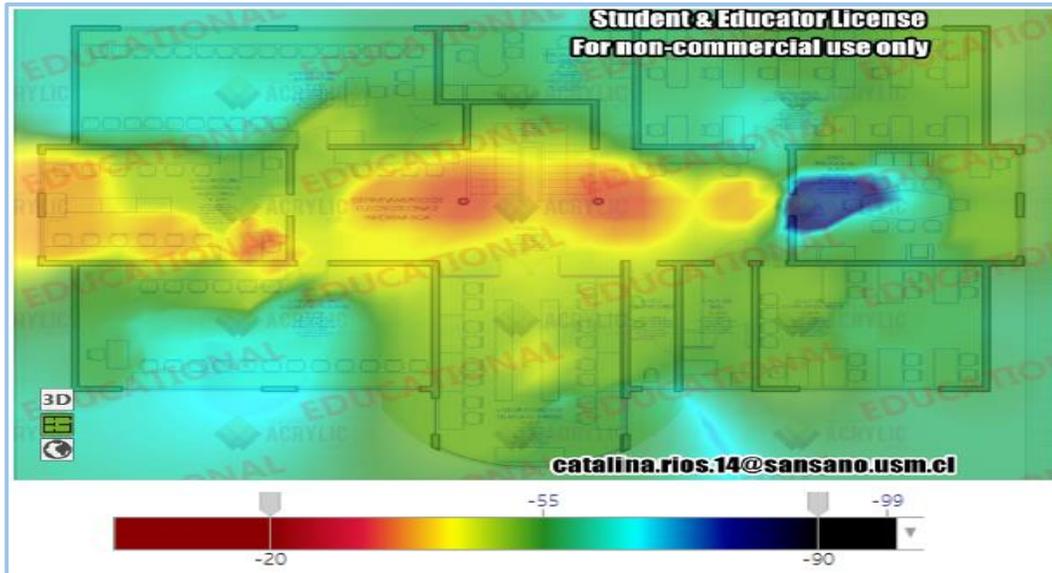
Tabla 2-5. Valores RSSI por cada cuadrícula según red Profesores_USM.

	PUNTOS ESTUDIO	MEJOR RSSI	RSSI MEDIO	REDES (SSIDs)	APs	TASA DATOS (MAX)
A0	1	-57	-66	Profesores_USM	2	54
B0	1	-56	-76	Profesores_USM	3	144,4
C0	1	-56	-56	Profesores_USM	1	54
E0	1	-77	-77	Profesores_USM	1	54
F0	2	-69	-70	Profesores_USM	2	54
H0	1	-66	-77	Profesores_USM	3	144,4
I0	1	-68	-79	Profesores_USM	3	144,4
B1	1	-60	-78	Profesores_USM	3	144,4
D1	1	-55	-75	Profesores_USM	3	144,4
G1	2	-69	-82	Profesores_USM	4	144,4
H1	3	-68	-81	Profesores_USM	3	144,4
I1	1	-83	-89	Profesores_USM	2	144,4
A2	1	-60	-77	Profesores_USM	3	300
B2	1	-66	-79	Profesores_USM	2	144,4
C2	2	-54	-64	Profesores_USM	2	54
D2	1	-56	-65	Profesores_USM	2	54
G2	1	-61	-75	Profesores_USM	3	144,4
H2	2	-64	-76	Profesores_USM	4	144,4
I2	2	-76	-86	Profesores_USM	3	144,4
B3	1	-55	-65	Profesores_USM	2	54

Fuente: Elaboración propia en base a programa Acrylic WiFi Heat-Map

- Segundo Piso: Se puede ver en la Figura 2-13, que la mejor calidad en señal que se percibe de los Access Points ubicados en el segundo piso del edificio M, es principalmente en el pasillo y la sala M-209, tienen una intensidad aproximadamente de -56 dBm, siendo esta una señal ideal para garantizar una comunicación, pero en el resto del segundo piso, la peor señal recibida es en las salas M-208 y M-210, donde la intensidad es de aproximadamente -75 dBm, por lo que no es seguro que se establezca una comunicación, ya que habrá problemas de conexión y pérdida de información en algunos casos.

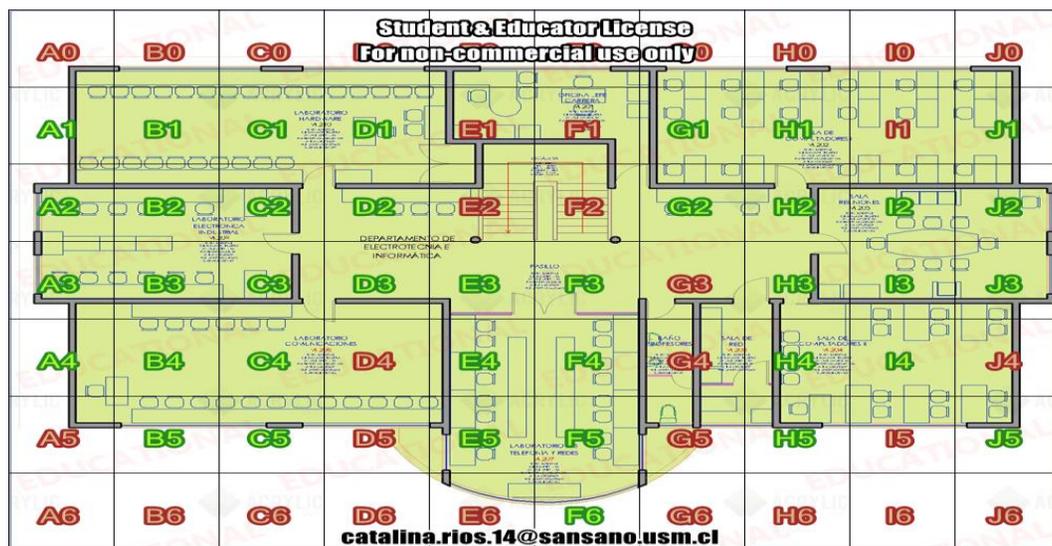
Se puede apreciar que hay una mancha de color azul en la sala M-203, que resalta de entre todas las otras, esta se generó ya que el Access Point que está ubicado justo al frente de esta sala, este está puesto de manera que hace que solo en esa área no llegue señal alguna, teniendo una intensidad casi de -90 dBm.



Fuente: Elaboración propia, hecho con programa Acrylic WiFi

Figura 2-13. Cobertura RSSI Segundo piso Edificio M

Como se puede ver en la Figura 2-14, se divide el plano asociado a la localización (Segundo piso Edificio M) en cuadrantes. Cada cuadrante muestra información obtenida en esa cuadrícula.



Fuente: Programa Acrylic WiFi Heat-Map

Figura 2-14. Cuadrícula localización niveles de señal RSSI Segundo piso Edificio M.

En las siguientes tablas (Ver Tabla 2-6 y Tabla 2-7) se muestra la información obtenida de cada cuadrícula respecto a las dos redes WiFi principales de cada edificio, con el valor de la señal que se percibe a nivel medio, y su mejor señal en el Segundo piso del Edificio M.

Tabla 2-6. Valores RSSI por cada cuadrícula según red Estudiantes_USM

	PUNTOS ESTUDIO	MEJOR RSSI	RSSI MEDIO	REDES (SSIDS)	APs	TASA DATOS (MAX)
A1	2	-72	-78	Estudiantes_USM	3	144,4
B1	1	-74	-75	Estudiantes_USM	2	54
C1	3	-66	-75	Estudiantes_USM	3	144,4
D1	2	-71	-77	Estudiantes_USM	3	144,4
G1	1	-70	-87	Estudiantes_USM	3	144,4
H1	1	-68	-85	Estudiantes_USM	4	144,4
J1	2	-66	-80	Estudiantes_USM	3	144,4
A2	1	-62	-76	Estudiantes_USM	3	300
B2	1	-64	-77	Estudiantes_USM	3	144,4
C2	2	-65	-81	Estudiantes_USM	5	144,4
D2	1	-58	-72	Estudiantes_USM	2	54
G2	1	-71	-84	Estudiantes_USM	3	144,4
H2	3	-69	-84	Estudiantes_USM	4	144,4
I2	1	-67	-67	Estudiantes_USM	1	54
J2	1	-69	-85	Estudiantes_USM	4	144,4
A3	1	-62	-66	Estudiantes_USM	2	54
B3	1	-62	-75	Estudiantes_USM	3	300
C3	5	-61	-76	Estudiantes_USM	6	144,4
D3	1	-61	-78	Estudiantes_USM	2	144,4
E3	1	-56	-79	Estudiantes_USM	3	144,4
F3	2	-56	-79	Estudiantes_USM	4	144,4
H3	2	-60	-84	Estudiantes_USM	4	144,4
I3	1	-68	-82	Estudiantes_USM	4	144,4
J3	2	-69	-85	Estudiantes_USM	6	144,4
A4	1	-73	-81	Estudiantes_USM	3	144,4
B4	1	-70	-80	Estudiantes_USM	3	144,4
C4	3	-61	-76	Estudiantes_USM	3	144,4
E4	2	-64	-79	Estudiantes_USM	4	144,4
F4	3	-62	-78	Estudiantes_USM	3	144,4
H4	1	-66	-82	Estudiantes_USM	3	144,4
I4	1	-70	-84	Estudiantes_USM	3	144,4
B5	2	-73	-82	Estudiantes_USM	4	144,4
C5	1	-75	-83	Estudiantes_USM	3	144,4
E5	2	-66	-77	Estudiantes_USM	3	144,4
F5	2	-66	-83	Estudiantes_USM	4	144,4
H5	1	-67	-81	Estudiantes_USM	3	144,4
J5	1	-70	-82	Estudiantes_USM	3	144,4
F6	1	-66	-74	Estudiantes_USM	2	144,4

Fuente: Elaboración propia en base a programa Acrylic WiFi Heat-Map

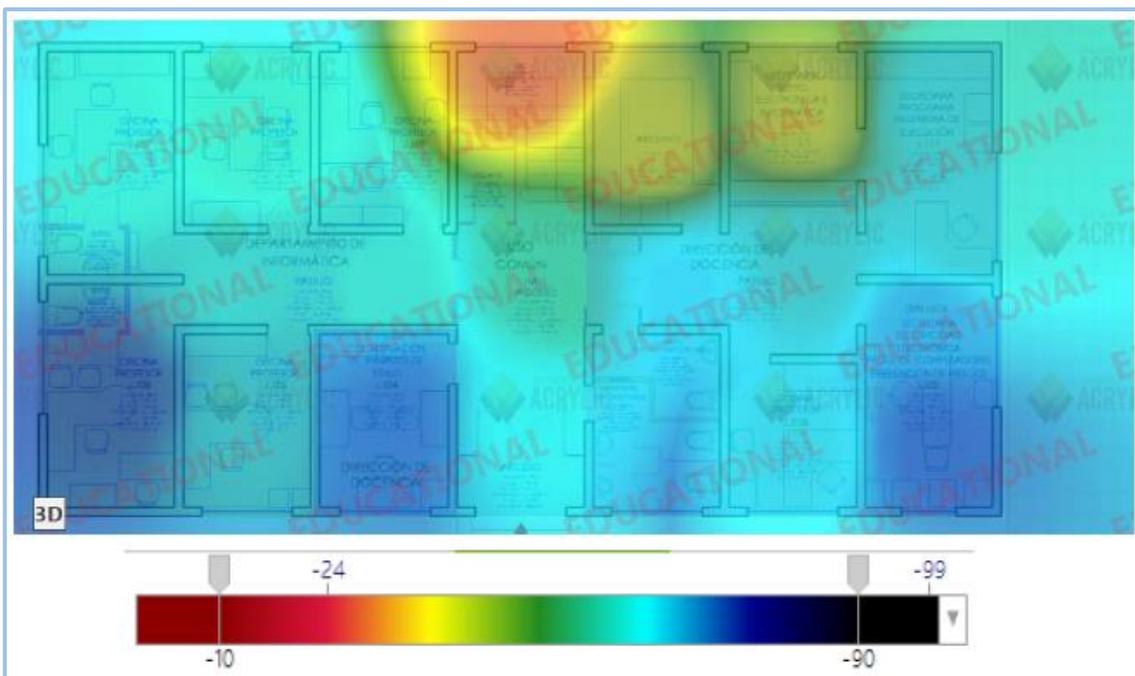
Tabla 2-7. Valores RSSI por cada cuadrícula según red Profesores_USM.

	PUNTOS ESTUDIO	MEJOR RSSI	RSSI MEDIO	REDES (SSIDs)	APs	TASA DATOS (MAX)
A1	2	-72	-80	Profesores_USM	3	144,4
B1	1	-75	-75	Profesores_USM	2	54
C1	3	-64	-75	Profesores_USM	3	144,4
D1	2	-68	-71	Profesores_USM	2	54
G1	1	-74	-84	Profesores_USM	2	144,4
H1	1	-71	-85	Profesores_USM	4	144,4
J1	2	-68	-82	Profesores_USM	3	144,4
A2	1	-58	-75	Profesores_USM	3	300
B2	1	-65	-82	Profesores_USM	4	300
C2	2	-64	-85	Profesores_USM	5	144,4
D2	1	-57	-57	Profesores_USM	1	54
G2	1	-75	-84	Profesores_USM	3	144,4
H2	3	-70	-83	Profesores_USM	4	144,4
I2	1	-68	-68	Profesores_USM	1	54
J2	1	-82	-91	Profesores_USM	3	144,4
A3	1	-58	-86	Profesores_USM	4	144,4
B3	1	-58	-63	Profesores_USM	2	54
C3	5	-54	-76	Profesores_USM	5	144,4
D3	1	-63	-76	Profesores_USM	3	144,4
E3	1	-56	-76	Profesores_USM	3	144,4
F3	2	-57	-77	Profesores_USM	3	144,4
H3	2	-60	-84	Profesores_USM	4	144,4
I3	1	-69	-83	Profesores_USM	3	144,4
J3	2	-69	-85	Profesores_USM	6	144,4
A4	1	-68	-79	Profesores_USM	3	144,4
B4	1	-67	-78	Profesores_USM	3	144,4
C4	3	-62	-77	Profesores_USM	4	300
E4	2	-65	-82	Profesores_USM	4	144,4
F4	3	-64	-79	Profesores_USM	3	144,4
H4	1	-67	-85	Profesores_USM	4	144,4
I4	1	-69	-83	Profesores_USM	3	144,4
B5	2	-69	-82	Profesores_USM	3	144,4
C5	1	-75	-84	Profesores_USM	4	144,4
E5	2	-67	-78	Profesores_USM	3	144,4
F5	2	-67	-85	Profesores_USM	5	300
H5	1	-86	-90	Profesores_USM	3	144,4
J5	1	-69	-82	Profesores_USM	3	144,4
F6	1	-67	-74	Profesores_USM	2	144,4

Fuente: Elaboración propia en base a programa Acrylic WiFi Heat-Map

❖ Implementación Heat-Map en Edificio J (RSSI)

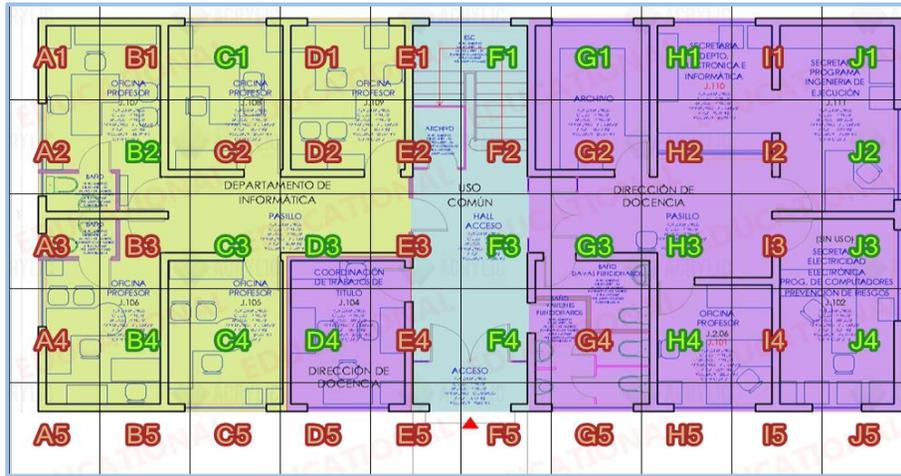
- Primer Piso: Se puede ver en la Figura 2-15, que la mejor calidad en señal que se percibe de los Access Points ubicados en el primer piso del edificio J, es en la sala de comunicaciones que es donde está ubicado el AP, teniendo una intensidad aproximadamente de -23 dBm, lo que sería una señal ideal en este caso, garantizando la comunicación, pero solamente cubre una pequeña área del primer piso, dejando para el resto del área una intensidad de señal aproximadamente de -78 dBm, por lo que la señal es mínima, generando problemas en establecer un enlace y en la comunicación.



Fuente: Elaboración propia, hecho con programa Acrylic WiFi.

Figura 2-15. Cobertura RSSI Primer piso Edificio J.

Como se puede ver en la Figura 2-16, se divide el plano asociado a la localización (Primer piso Edificio J) en cuadrantes. Cada cuadrante muestra información obtenida en esa cuadrícula.



Fuente: Programa Acrylic WiFi Heat-Map

Figura 2-16. Cuadrícula localización niveles de señal RSSI Primer piso Edificio M

En las siguientes tablas (Ver Tabla 2-8 y Tabla 2-9) se muestra la información obtenida de cada cuadrícula respecto a las dos redes WiFi principales de cada edificio, con el valor de la señal que se percibe a nivel medio, y su mejor señal en el Primer piso del Edificio J.

Tabla 2-8. Valores RSSI por cada cuadrícula según red Estudiantes_USM

	PUNTOS ESTUDIO	MEJOR RSSI	RSSI MEDIO	REDES (SSIDS)	APS	TASA DATOS (MAX)
C1	1	-61	-76	Estudiantes_USM	3	144,4
F1	1	-23	-54	Estudiantes_USM	4	144,4
G1	1	-39	-54	Estudiantes_USM	4	144,4
H1	1	-39	-61	Estudiantes_USM	4	144,4
J1	1	-57	-66	Estudiantes_USM	3	144,4
B2	1	-63	-80	Estudiantes_USM	4	144,4
J2	1	-58	-69	Estudiantes_USM	4	144,4
C3	1	-64	-77	Estudiantes_USM	4	144,4
D3	1	-63	-72	Estudiantes_USM	4	144,4
F3	1	-56	-66	Estudiantes_USM	4	144,4
G3	1	-62	-66	Estudiantes_USM	4	144,4
H3	1	-58	-69	Estudiantes_USM	5	144,4
J3	1	-65	-74	Estudiantes_USM	5	144,4
B4	1	-78	-78	Estudiantes_USM	1	144,4
C4	1	-66	-68	Estudiantes_USM	2	144,4
D4	1	-69	-79	Estudiantes_USM	6	144,4
F4	1	-61	-68	Estudiantes_USM	4	144,4
H4	1	-62	-73	Estudiantes_USM	5	144,4
J4	1	-71	-76	Estudiantes_USM	5	144,4

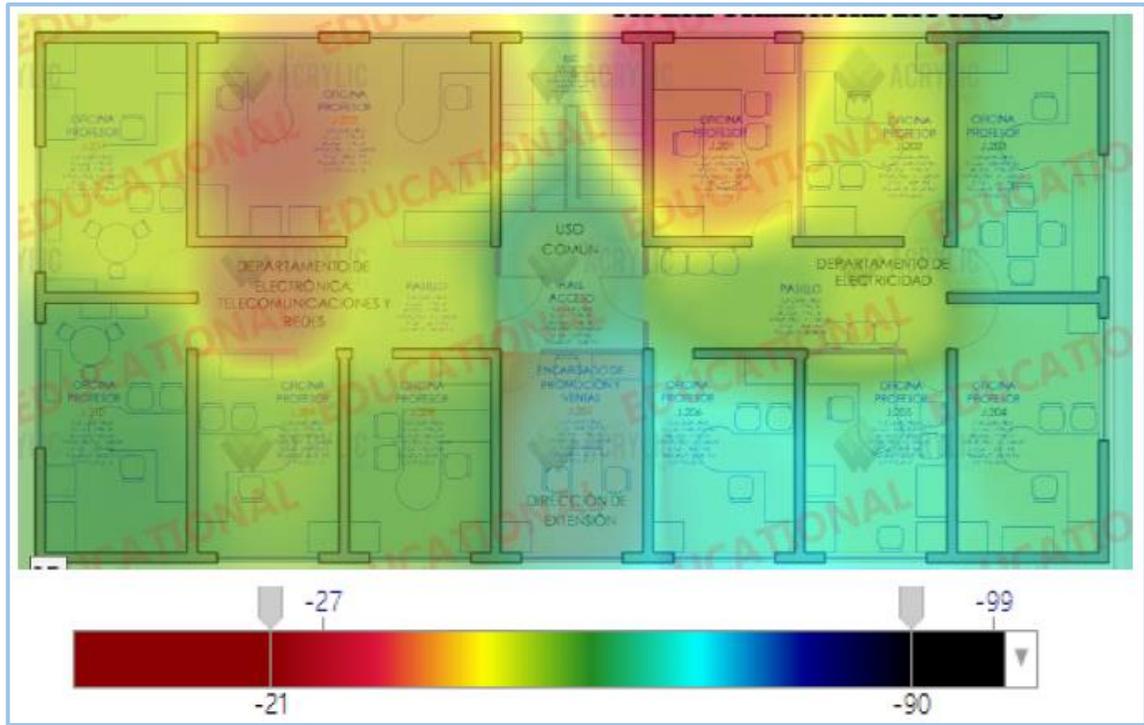
Fuente: Elaboración propia en base a programa Acrylic WiFi Heat-Map

Tabla 2-9. Valores RSSI por cada cuadrícula según red Profesores_USM

	PUNTOS ESTUDIO	MEJOR RSSI	RSSI MEDIO	REDES (SSIDs)	APs	TASA DATOS (MAX)
C1	1	-60	-71	Profesores_USM	3	144,4
F1	1	-24	-55	Profesores_USM	4	144,4
G1	1	-46	-56	Profesores_USM	4	144,4
H1	1	-40	-61	Profesores_USM	4	144,4
J1	1	-57	-70	Profesores_USM	4	144,4
B2	1	-62	-70	Profesores_USM	2	144,4
J2	1	-60	-72	Profesores_USM	5	144,4
C3	1	-65	-76	Profesores_USM	3	144,4
D3	1	-63	-68	Profesores_USM	3	144,4
F3	1	-54	-67	Profesores_USM	5	144,4
G3	1	-62	-71	Profesores_USM	5	144,4
H3	1	-57	-68	Profesores_USM	5	144,4
J3	1	-66	-74	Profesores_USM	5	144,4
B4	1	-73	-75	Profesores_USM	2	144,4
C4	1	-66	-74	Profesores_USM	3	144,4
D4	1	-70	-76	Profesores_USM	5	144,4
F4	1	-64	-71	Profesores_USM	5	144,4
H4	1	-60	-75	Profesores_USM	5	144,4
J4	1	-70	-78	Profesores_USM	4	144,4

Fuente: Elaboración propia en base a programa Acrylic WiFi Heat-Map

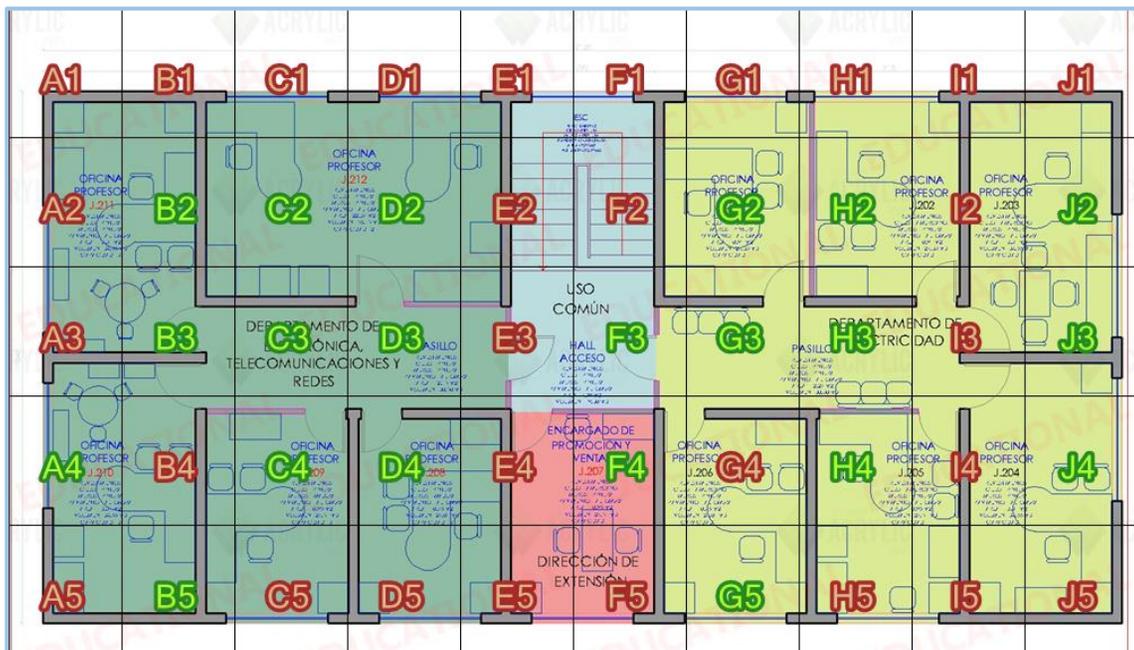
- Segundo Piso: Se puede ver en la Figura 2-17, que la mejor calidad en señal que se percibe de los Access Points ubicados en el segundo piso del edificio J, es en las salas J-212, J-201 y en el pasillo en la parte de Telecomunicaciones y Redes , teniendo una intensidad aproximadamente de entre -27 dBm y -36 dBm, siendo una señal ideal, garantizando la comunicación, teniendo en la sala J-205 la peor intensidad de señal, aproximadamente de -70 dBm, generando problemas en la comunicación.



Fuente: Elaboración propia, hecho con programa Acrylic WiFi.

Figura 2-17. Cobertura RSSI Segundo piso Edificio J.

Como se puede ver en la Figura 2-18, se divide el plano asociado a la localización (Segundo piso Edificio J) en cuadrantes. Cada cuadrante muestra información obtenida en esa cuadrícula.



Fuente: Programa Acrylic WiFi Heat-Map

Figura 2-18. Cuadrícula localización niveles de señal RSSI Segundo piso Edificio J

En las siguientes tablas (Ver Tabla 2-10 y Tabla 2-11) se muestra la información obtenida de cada cuadrícula respecto a las dos redes Wifi principales de cada edificio, con el valor de la señal que se percibe a nivel medio, y su mejor señal en el Segundo piso del Edificio J.

Tabla 2-10. Valores RSSI por cada cuadrícula según red Estudiantes_USM

	PUNTOS ESTUDIO	MEJOR RSSI	RSSI MEDIO	REDES (SSIDs)	APs	TASA DATOS (MAX)
B2	1	-48	-68	Estudiantes_USM	3	144,4
C2	1	-36	-68	Estudiantes_USM	5	144,4
D2	1	-40	-70	Estudiantes_USM	5	144,4
G2	2	-27	-58	Estudiantes_USM	5	144,4
H2	1	-48	-63	Estudiantes_USM	4	144,4
J2	1	-59	-76	Estudiantes_USM	5	144,4
B3	1	-54	-74	Estudiantes_USM	4	144,4
C3	1	-39	-68	Estudiantes_USM	4	144,4
D3	1	-45	-61	Estudiantes_USM	3	144,4
F3	1	-54	-62	Estudiantes_USM	4	144,4
G3	1	-54	-71	Estudiantes_USM	5	144,4
H3	1	-54	-64	Estudiantes_USM	4	144,4
J3	1	-62	-71	Estudiantes_USM	4	144,4
A4	1	-57	-74	Estudiantes_USM	4	144,4
C4	1	-53	-71	Estudiantes_USM	4	144,4
D4	1	-52	-68	Estudiantes_USM	4	144,4
F4	1	-63	-70	Estudiantes_USM	4	144,4
H4	1	-65	-74	Estudiantes_USM	5	144,4
J4	1	-62	-76	Estudiantes_USM	4	144,4
B5	1	-56	-72	Estudiantes_USM	3	144,4
G5	1	-71	-78	Estudiantes_USM	4	144,4

Fuente: Elaboración propia en base a programa Acrylic WiFi Heat-Map

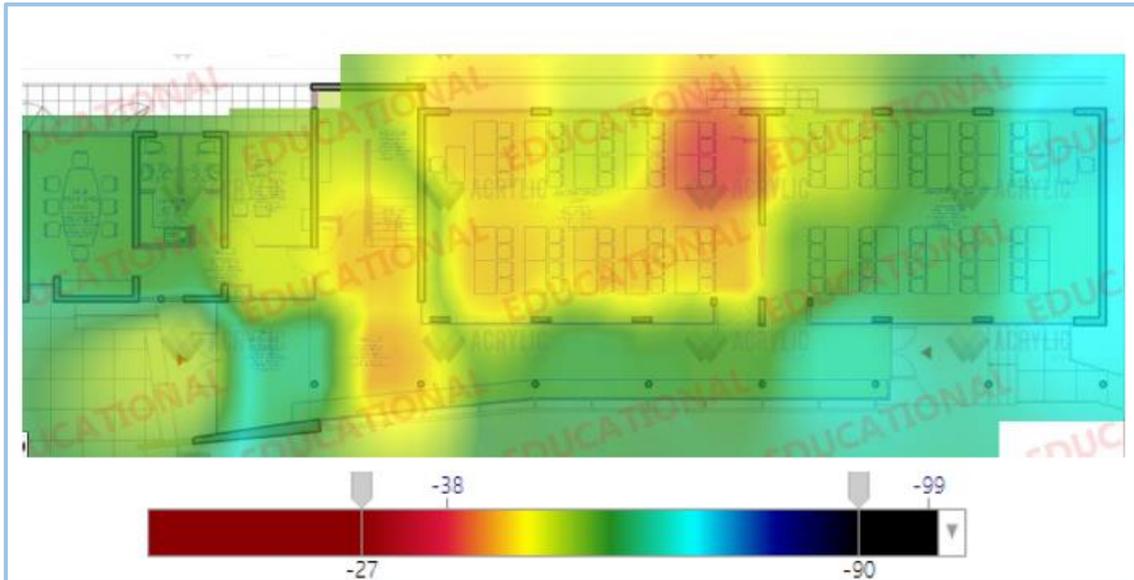
Tabla 2-11. Valores RSSI por cada cuadrícula según red Profesores_USM

	PUNTOS ESTUDIO	MEJOR RSSI	RSSI MEDIO	REDES (SSIDs)	APs	TASA DATOS (MAX)
B2	1	-46	-69	Profesores_USM	3	144,4
C2	1	-37	-64	Profesores_USM	4	144,4
D2	1	-43	-65	Profesores_USM	4	144,4
G2	2	-28	-60	Profesores_USM	5	144,4
H2	1	-48	-62	Profesores_USM	4	144,4
J2	1	-61	-73	Profesores_USM	4	144,4
B3	1	-53	-75	Profesores_USM	4	144,4
C3	1	-40	-68	Profesores_USM	4	144,4
D3	1	-45	-64	Profesores_USM	3	144,4
F3	1	-56	-63	Profesores_USM	4	144,4
G3	1	-55	-66	Profesores_USM	4	144,4
H3	1	-50	-63	Profesores_USM	4	144,4
J3	1	-62	-72	Profesores_USM	4	144,4
A4	1	-54	-72	Profesores_USM	4	144,4
C4	1	-50	-71	Profesores_USM	4	144,4
D4	1	-53	-67	Profesores_USM	4	144,4
F4	1	-64	-73	Profesores_USM	5	144,4
H4	1	-67	-74	Profesores_USM	5	144,4
J4	1	-61	-74	Profesores_USM	4	144,4
B5	1	-55	-75	Profesores_USM	4	144,4
G5	1	-68	-76	Profesores_USM	5	144,4

Fuente: Elaboración propia en base a programa Acrylic WiFi Heat-Map

❖ Implementación Heat-Map en Edificio U (RSSI)

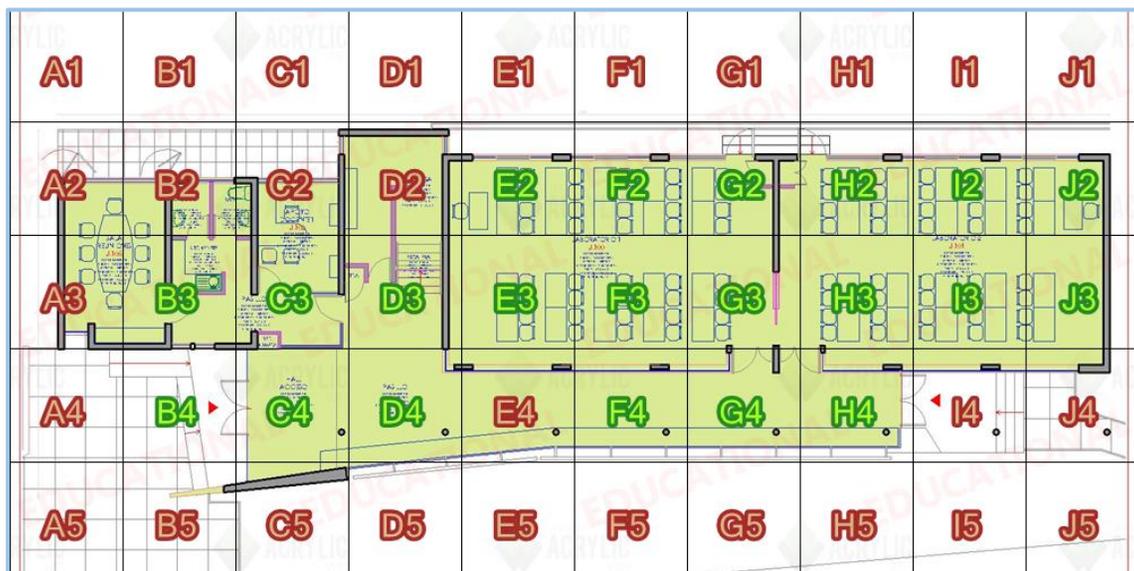
- Primer Piso: Se puede ver en la Figura 2-19, que la mejor calidad en señal que se percibe de los Access Points ubicados en el primer piso del edificio U, es en la sala U-100 y en parte del pasillo junto a la escalera, teniendo una intensidad de aproximadamente entre -38 dBm y -51 dBm, siendo esta una señal ideal para lograr una buena comunicación y conexión, por otro lado en la sala U-101 se puede apreciar que tiene la peor señal recibida, siendo esta de una intensidad de -72 dBm, dificultando así una comunicación exitosa.



Fuente: Elaboración propia, hecho con programa Acrylic WiFi

Figura 2-19. Cobertura RSSI Primer piso Edificio U

Como se puede ver en la Figura 2-20, se divide el plano asociado a la localización (Segundo piso Edificio J) en cuadrantes. Cada cuadrante muestra información obtenida en esa cuadrícula.



Fuente: Programa Acrylic WiFi Heat-Map

Figura 2-20. Cuadrícula localización niveles de señal RSSI Primer piso Edificio U

En las siguientes tablas (Ver Tabla 2-12 y Tabla 2-13) se muestra la información obtenida de cada cuadrícula respecto a las dos redes WiFi principales de cada edificio, con el valor de la señal que se percibe a nivel medio, y su mejor señal en el Primer piso del Edificio U.

Tabla 2-12. Valores RSSI por cada cuadrícula según red Estudiantes_USM

	PUNTOS ESTUDIO	MEJOR RSSI	RSSI MEDIO	REDES (SSIDs)	APs	TASA DATOS (MAX)
E2	1	-45	-50	Estudiantes_USM	2	144,4
F2	1	-52	-58	Estudiantes_USM	2	144,4
G2	1	-38	-64	Estudiantes_USM	3	144,4
H2	1	-61	-71	Estudiantes_USM	2	144,4
I2	1	-59	-76	Estudiantes_USM	3	144,4
J2	1	-72	-78	Estudiantes_USM	2	144,4
B3	1	-59	-70	Estudiantes_USM	4	144,4
C3	1	-53	-68	Estudiantes_USM	4	144,4
D3	1	-51	-75	Estudiantes_USM	4	144,4
E3	1	-45	-51	Estudiantes_USM	2	144,4
F3	1	-46	-53	Estudiantes_USM	2	144,4
G3	1	-45	-54	Estudiantes_USM	2	144,4
H3	1	-57	-68	Estudiantes_USM	3	144,4
I3	1	-61	-66	Estudiantes_USM	2	144,4
J3	1	-69	-76	Estudiantes_USM	2	144,4
B4	1	-52	-73	Estudiantes_USM	5	144,4
C4	1	-64	-74	Estudiantes_USM	5	144,4
D4	1	-43	-69	Estudiantes_USM	5	144,4
F4	1	-68	-76	Estudiantes_USM	4	144,4
G4	1	-59	-66	Estudiantes_USM	2	144,4
H4	1	-66	-75	Estudiantes_USM	3	144,4

Fuente: Elaboración propia en base a programa Acrylic WiFi Heat-Map

Tabla 2-13. Valores RSSI por cada cuadrícula según red Profesores_USM

	PUNTOS ESTUDIO	MEJOR RSSI	RSSI MEDIO	REDES (SSIDs)	APs	TASA DATOS (MAX)
E2	1	-45	-50	Profesores_USM	2	144,4
F2	1	-52	-58	Profesores_USM	2	144,4
G2	1	-38	-64	Profesores_USM	3	144,4
H2	1	-51	-66	Profesores_USM	2	144,4
I2	1	-59	-76	Profesores_USM	3	144,4
J2	1	-70	-78	Profesores_USM	2	144,4
B3	1	-59	-64	Profesores_USM	3	144,4
C3	1	-53	-70	Profesores_USM	3	144,4
D3	1	-48	-76	Profesores_USM	5	144,4
E3	1	-46	-52	Profesores_USM	2	144,4
F3	1	-46	-52	Profesores_USM	2	144,4
G3	1	-44	-54	Profesores_USM	2	144,4
H3	1	-58	-62	Profesores_USM	2	144,4
I3	1	-61	-66	Profesores_USM	2	144,4
J3	1	-69	-80	Profesores_USM	3	144,4
B4	1	-52	-70	Profesores_USM	4	144,4

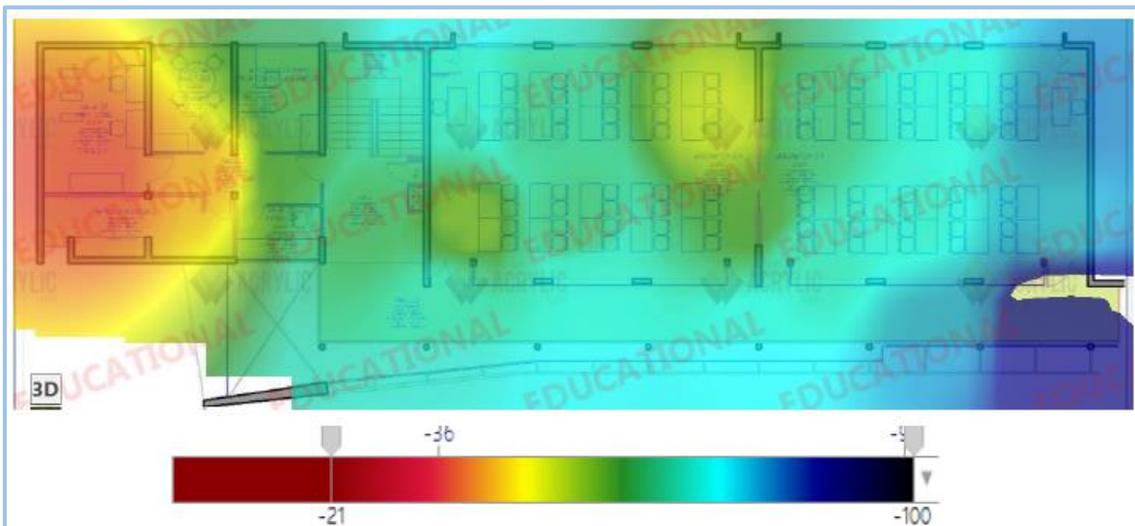
Fuente: Elaboración propia en base a programa Acrylic WiFi Heat-Map

Tabla 2-13. Valores RSSI por cada cuadrícula según red Profesores USM (Continuación)

	PUNTOS ESTUDIO	MEJOR RSSI	RSSI MEDIO	REDES (SSIDs)	APs	TASA DATOS (MAX)
C4	1	-64	-73	Profesores_USM	5	144,4
D4	1	-43	-70	Profesores_USM	5	144,4
F4	1	-70	-77	Profesores_USM	4	144,4
G4	1	-58	-73	Profesores_USM	3	144,4
H4	1	-66	-76	Profesores_USM	3	144,4

Fuente: Elaboración propia en base a programa Acrylic WiFi Heat-Map

- Segundo Piso: Se puede ver en la Figura 2-21, que la mejor calidad en señal que se percibe de los Access Points ubicados en el segundo piso del edificio U, es en la sala de servidores, abarcando un poco del área a su alrededor, teniendo una intensidad de aproximadamente entre -36 dBm y -42 dBm, siendo esta una señal ideal para lograr una buena comunicación, esta tiene una buena señal en ese lugar ya que el Access Point del segundo piso está ubicado en la sala de servidores, pero en lo que respecta a las salas alejadas de esa sala, tienen una intensidad de la señal aproximadamente de entre -67 dBm y -85 dBm, lo que dificulta ampliamente el poder conectarse a la red. Se puede ver en la sala U-200, un lugar con una mayor intensidad cercana a los -51 dBm, esta señal llega del Access Point que está ubicado justo debajo de esa sala en el primer piso.



Fuente: Fuente: Elaboración propia, hecho con programa Acrylic WiFi.

Figura 2-21. Cobertura RSSI Segundo piso Edificio J

Como se puede ver en la Figura 2-22, se divide el plano asociado a la localización (Segundo piso Edificio U) en cuadrantes. Cada cuadrante muestra información obtenida en esa cuadrícula.



Fuente: Programa Acrylic WiFi Heat-Map

Figura 2-22. Cuadrícula localización niveles de señal RSSI Segundo piso Edificio U

En las siguientes tablas (Ver Tabla 2-14 y Tabla 2-15) se muestra la información obtenida de cada cuadrícula respecto a las dos redes WiFi principales de cada edificio, con el valor de la señal que se percibe a nivel medio, y su mejor señal en el Segundo piso del Edificio U.

Tabla 2-14. Valores RSSI por cada cuadrícula según red Estudiantes_USM

	PUNTOS ESTUDIO	MEJOR RSSI	RSSI MEDIO	REDES (SSIDs)	APs	TASA DATOS (MAX)
C2	1	-66	-71	Estudiantes_USM	2	144,4
E2	2	-67	-76	Estudiantes_USM	4	144,4
G2	1	-51	-66	Estudiantes_USM	2	144,4
H2	1	-66	-77	Estudiantes_USM	2	144,4
I2	1	-74	-74	Estudiantes_USM	1	54
J2	1	-85	-85	Estudiantes_USM	1	54
A3	1	-36	-56	Estudiantes_USM	2	144,4
B3	1	-42	-56	Estudiantes_USM	2	144,4
C3	1	-62	-69	Estudiantes_USM	3	144,4
D3	1	-65	-76	Estudiantes_USM	4	144,4
E3	1	-57	-68	Estudiantes_USM	3	144,4
F3	1	-66	-70	Estudiantes_USM	2	144,4
G3	1	-85	-85	Estudiantes_USM	1	144,4
H3	1	-71	-71	Estudiantes_USM	1	54

Fuente: Elaboración propia en base a programa Acrylic WiFi Heat-Map.

Tabla 2-14. Valores RSSI por cada cuadrícula según red Estudiantes_USM (Continuación)

	PUNTOS ESTUDIO	MEJOR RSSI	RSSI MEDIO	REDES (SSIDs)	APs	TASA DATOS (MAX)
I3	1	-72	-82	Estudiantes_USM	2	144,4
J3	1	-78	-84	Estudiantes_USM	2	144,4
D4	1	-71	-77	Estudiantes_USM	4	144,4
F4	1	-74	-76	Estudiantes_USM	2	144,4
G4	1	-75	-80	Estudiantes_USM	2	144,4
I4	1	-81	-82	Estudiantes_USM	3	144,4
J4	1	-92	-92	Estudiantes_USM	1	144,4

Fuente: Elaboración propia en base a programa Acrylic WiFi Heat-Map.

Tabla 2-15. Valores RSSI por cada cuadrícula según red Profesores_USM

	PUNTOS ESTUDIO	MEJOR RSSI	RSSI MEDIO	REDES (SSIDs)	APs	TASA DATOS (MAX)
C2	1	-65	-76	Profesores_USM	3	144,4
E2	2	-68	-74	Profesores_USM	2	144,4
G2	1	-51	-68	Profesores_USM	2	144,4
H2	1	-66	-78	Profesores_USM	2	144,4
I2	1	-74	-74	Profesores_USM	1	54
A3	1	-36	-57	Profesores_USM	2	144,4
B3	1	-42	-56	Profesores_USM	2	144,4
C3	1	-61	-75	Profesores_USM	4	144,4
D3	1	-64	-77	Profesores_USM	3	144,4
E3	1	-64	-74	Profesores_USM	3	144,4
F3	1	-72	-76	Profesores_USM	3	144,4
G3	1	-64	-75	Profesores_USM	2	144,4
H3	1	-72	-72	Profesores_USM	1	54
I3	1	-73	-81	Profesores_USM	2	144,4
J3	1	-82	-82	Profesores_USM	1	54
D4	1	-70	-76	Profesores_USM	4	144,4
F4	1	-74	-76	Profesores_USM	2	144,4
G4	1	-74	-82	Profesores_USM	3	300
I4	1	-81	-82	Profesores_USM	2	144,4
J4	1	-92	-92	Profesores_USM	1	144,4

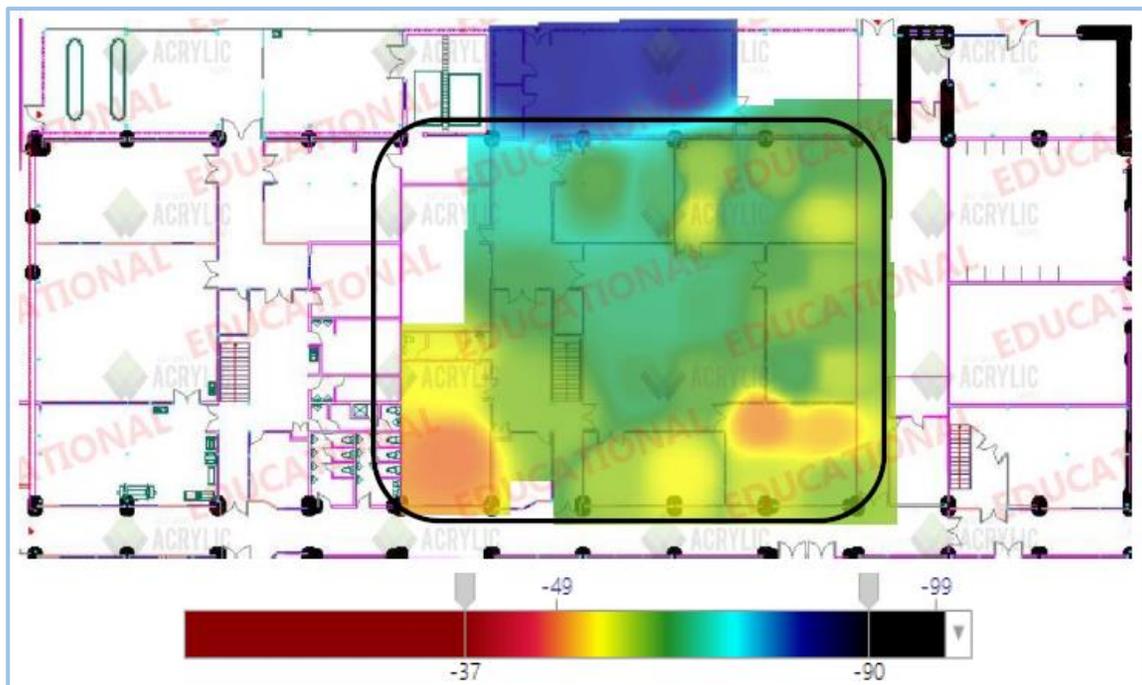
Fuente: Elaboración propia en base a programa Acrylic WiFi Heat-Map

❖ Implementación Heat-Map en Taller Electricidad Edificio C (RSSI)

- Primer Piso: En el primer piso del Taller de electricidad del Edificio C, se puede ver en la Figura 2-23, que no se encuentran ubicados Access Point propios de la misma universidad, por lo que la señal RSSI medida es la que llega de otros AP de los alrededores, o de la señal que llega desde el que está ubicado en el segundo piso, como se puede ver en la sala que está ubicada justo en la esquina, esa intensidad

que llega de aproximadamente de -49 dBm viene del AP que está ubicado en el segundo piso. Se puede ver también que, en unos de los laboratorios del taller, llega una intensidad de señal de -50 dBm, esta proviene de Access Points ubicados fuera del taller, cercanos al área de ese laboratorio, en las otras áreas del primer piso, llega una intensidad de aproximadamente -68 dBm.

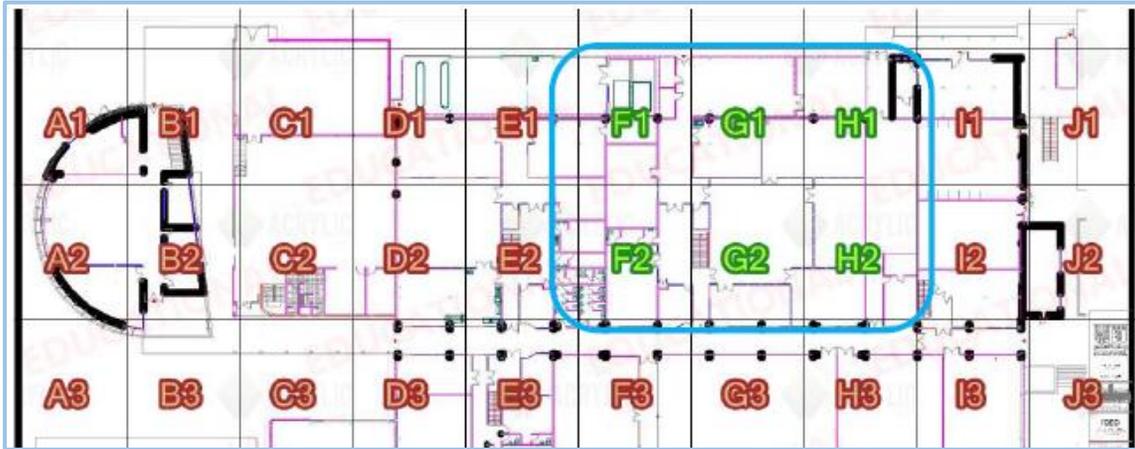
Cabe destacar que, en el Taller de electricidad, se implementaron AP propios de la carrera, para poder mejorar la señal recibida en ese lugar, la red WiFi implementada tiene como nombre TESLA.



Fuente: Elaboración propia, hecho con programa Acrylic WiFi

Figura 2-23. Cobertura RSSI Primer piso Taller Electricidad Edificio C

Como se puede ver en la Figura 2-24, se divide el plano asociado a la localización (Primer piso Taller de Electricidad Edificio C) en cuadrantes. Cada cuadrante muestra información obtenida en esa cuadrícula.



Fuente: Programa Acrylic WiFi Heat-Map

Figura 2-24. Cuadrícula localización niveles de señal RSSI Primer piso Edificio U

En las siguientes tablas (Ver Tabla 2-16 y Tabla 2-17) se muestra la información obtenida de cada cuadrícula respecto a las dos redes WiFi principales de cada edificio, con el valor de la señal que se percibe a nivel medio, y su mejor señal en el Primer piso del Taller de Electricidad Edificio C.

Tabla 2-16. Valores RSSI por cada cuadrícula según red Estudiantes_USM

	PUNTOS ESTUDIO	MEJOR RSSI	RSSI MEDIO	REDES (SSIDs)	APs	TASA DATOS (MAX)
F1	2	-68	-77	Estudiantes_USM	5	144,4
G1	7	-56	-72	Estudiantes_USM	6	144,4
H1	3	-61	-68	Estudiantes_USM	5	144,4
F2	4	-49	-71	Estudiantes_USM	7	144,4
G2	7	-55	-69	Estudiantes_USM	6	144,4
H2	10	-50	-68	Estudiantes_USM	6	144,4

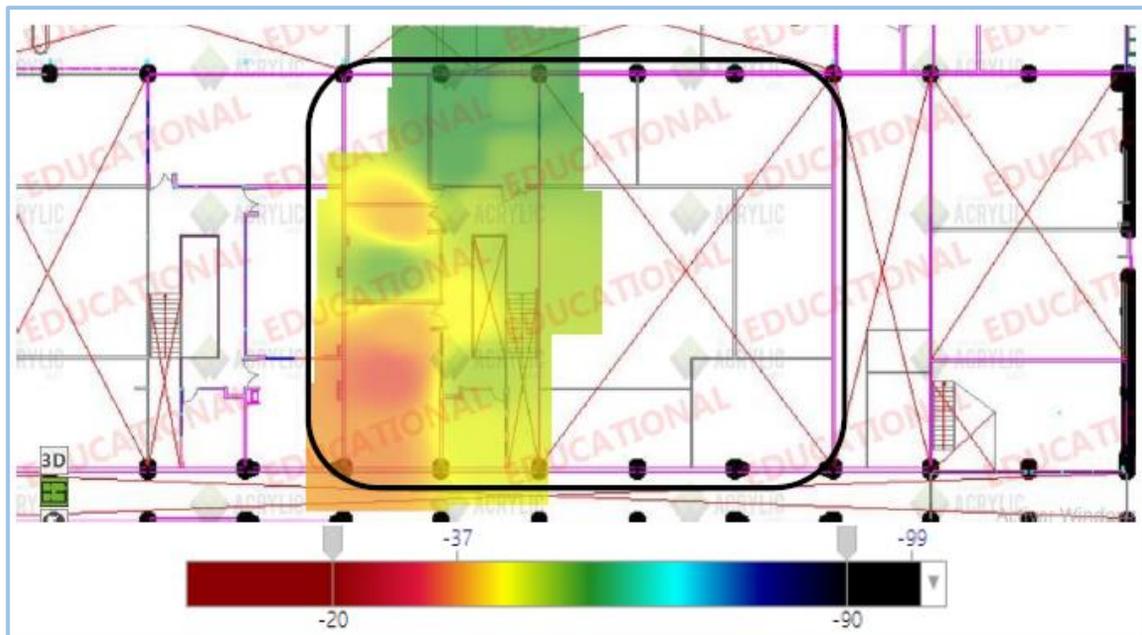
Fuente: Elaboración propia en base a programa Acrylic WiFi Heat-Map

Tabla 2-17. Valores RSSI por cada cuadrícula según red Profesores_USM

	PUNTOS ESTUDIO	MEJOR RSSI	RSSI MEDIO	REDES (SSIDs)	APs	TASA DATOS (MAX)
F1	2	-71	-77	Profesores_USM	3	144,4
G1	7	-59	-73	Profesores_USM	6	144,4
H1	3	-58	-68	Profesores_USM	6	144,4
F2	4	-50	-72	Profesores_USM	8	144,4
G2	7	-55	-69	Profesores_USM	8	144,4
H2	10	-53	-68	Profesores_USM	6	144,4

Fuente: Elaboración propia en base a programa Acrylic WiFi Heat-Map

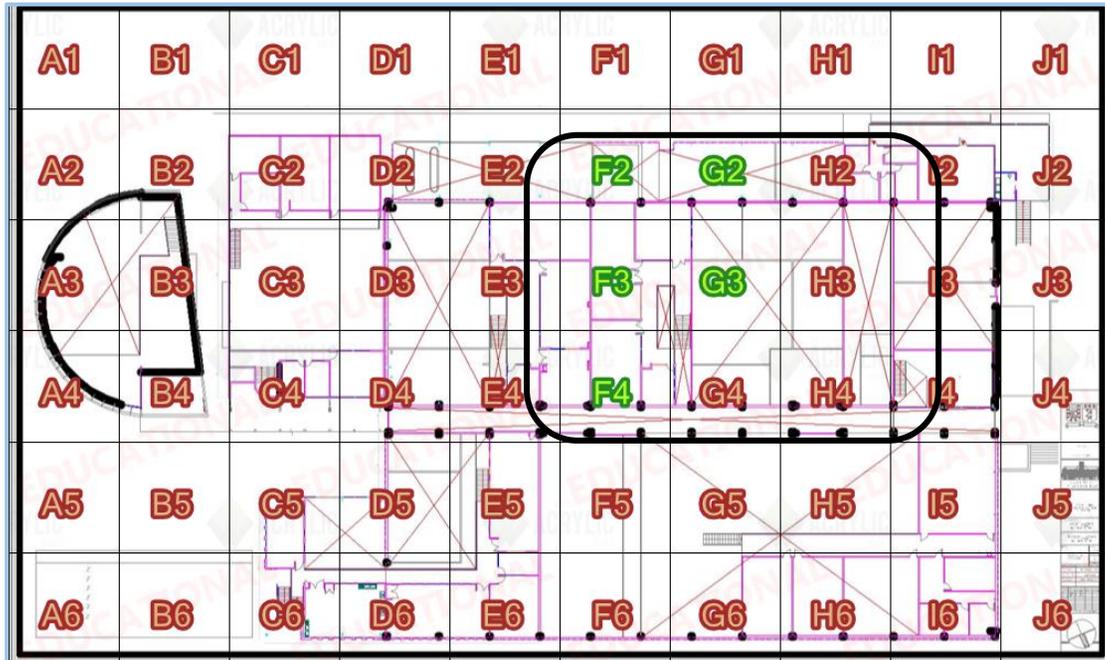
- Segundo Piso: Se puede ver en la Figura 2-25, que la mejor calidad en señal que se percibe del Access Point ubicados en el segundo piso del Taller de electricidad, es en la sala de computadores, que es donde está ubicado el AP, teniendo una intensidad aproximadamente de -37 dBm, siendo esta una señal ideal para lograr una buena comunicación y conexión, en la sala conjunta a esta, llega una intensidad de -43 dBm, por lo que la comunicación en esa área no es de mala calidad, pero para la sala que falta, la intensidad que a esa llega es de -69 dBm por lo que se podría decir que la potencia que tiene ese AP no es de gran alcance.



Fuente: Elaboración propia, hecho con programa Acrylic WiFi

Figura 2-25. Cobertura RSSI Segundo piso Taller Electricidad Edificio C

Como se puede ver en la Figura 2-26, se divide el plano asociado a la localización (Segundo piso Taller de Electricidad Edificio C) en cuadrantes. Cada cuadrante muestra información obtenida en esa cuadrícula.



Fuente: Programa Acrylic WiFi Heat-Map

Figura 2-26. Cuadrícula localización niveles de señal RSSI Segundo piso Edificio C

En las siguientes tablas (Ver Tabla 2-18 y Tabla 2-19) se muestra la información obtenida de cada cuadrícula respecto a las dos redes WiFi principales de cada edificio, con el valor de la señal que se percibe a nivel medio, y su mejor señal en el Segundo piso del Taller de Electricidad Edificio C.

Tabla 2-18. Valores RSSI por cada cuadrícula según red Estudiantes_USM

	PUNTOS ESTUDIO	MEJOR RSSI	RSSI MEDIO	REDES (SSIDs)	APs	TASA DATOS (MAX)
F2	1	-63	-70	Estudiantes_USM	6	144,4
G2	1	-58	-69	Estudiantes_USM	5	144,4
F3	5	-43	-68	Estudiantes_USM	6	144,4
G3	2	-55	-69	Estudiantes_USM	7	144,4
F4	5	-37	-64	Estudiantes_USM	6	144,4

Fuente: Elaboración propia en base a programa Acrylic WiFi Heat-Map

Tabla 2-19. Valores RSSI por cada cuadrícula según red Profesores_USM

	PUNTOS ESTUDIO	MEJOR RSSI	RSSI MEDIO	REDES (SSIDs)	APs	TASA DATOS (MAX)
F2	1	-61	-69	Profesores_USM	5	144,4
G2	1	-60	-66	Profesores_USM	4	144,4
F3	5	-43	-68	Profesores_USM	6	144,4
G3	2	-55	-68	Profesores_USM	6	144,4
F4	5	-37	-65	Profesores_USM	7	144,4

Fuente: Elaboración propia en base a programa Acrylic WiFi Heat-Map

2.4.2. Relación Señal / Ruido

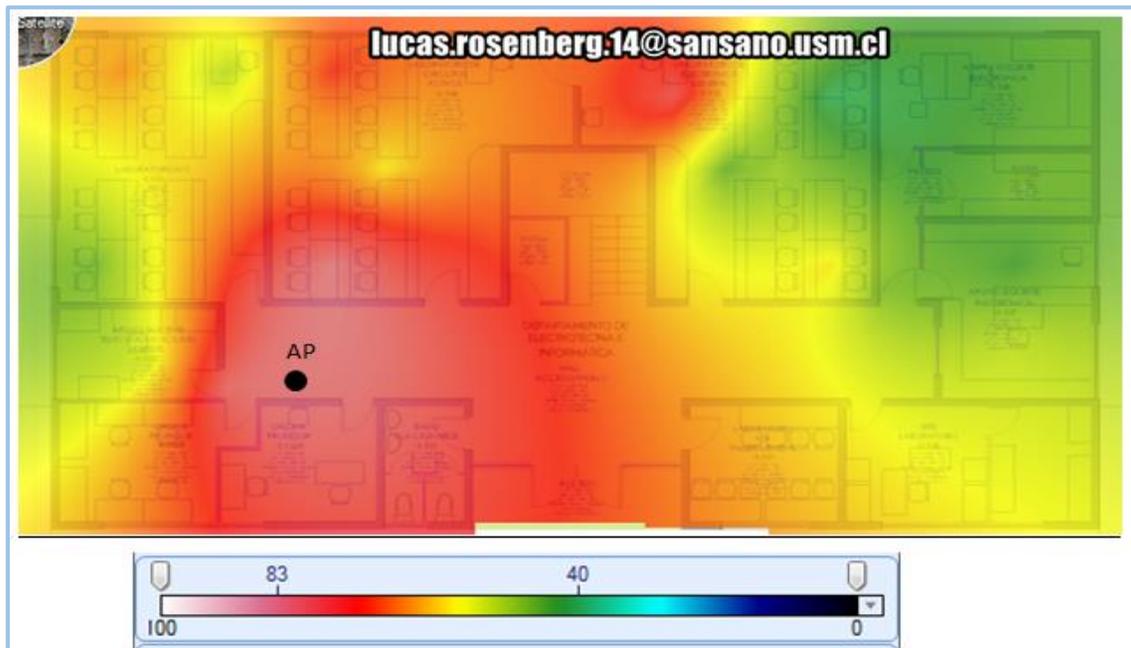
La relación señal ruido (SNR o S/R por sus siglas en inglés) es un indicador que se define por la proporción que existe entre la potencia de la señal que se transmite y la potencia del ruido contenido en el área de la señal, este es medido en decibeles y se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$SNR = \text{Signal (dBm)} - \text{Ruido (dBm)}$$

Con los valores calculados con la fórmula anterior, se puede confeccionar un mapa de calidad de señal WiFi. Cuanto mayor sea el valor obtenido, mejor será la conformidad del usuario, la velocidad de transmisión y la estabilidad de la comunicación WiFi. Se considera un buen valor a partir de 60.

❖ Implementación Heat-Map Edificio M (SNR)

- Primer Piso: Se puede ver en la Figura 2-27, que el valor SNR medido a pocos metros del AP ubicado en el primer piso del edificio M, sería aproximadamente de 83 dBm, lo cual se considera excelente, teniendo así una buena calidad de comunicación. En los puntos que están más alejados del AP el valor SNR medido es de 45 dBm, por lo que los usuarios tendrían dificultad para comunicarse con el AP.



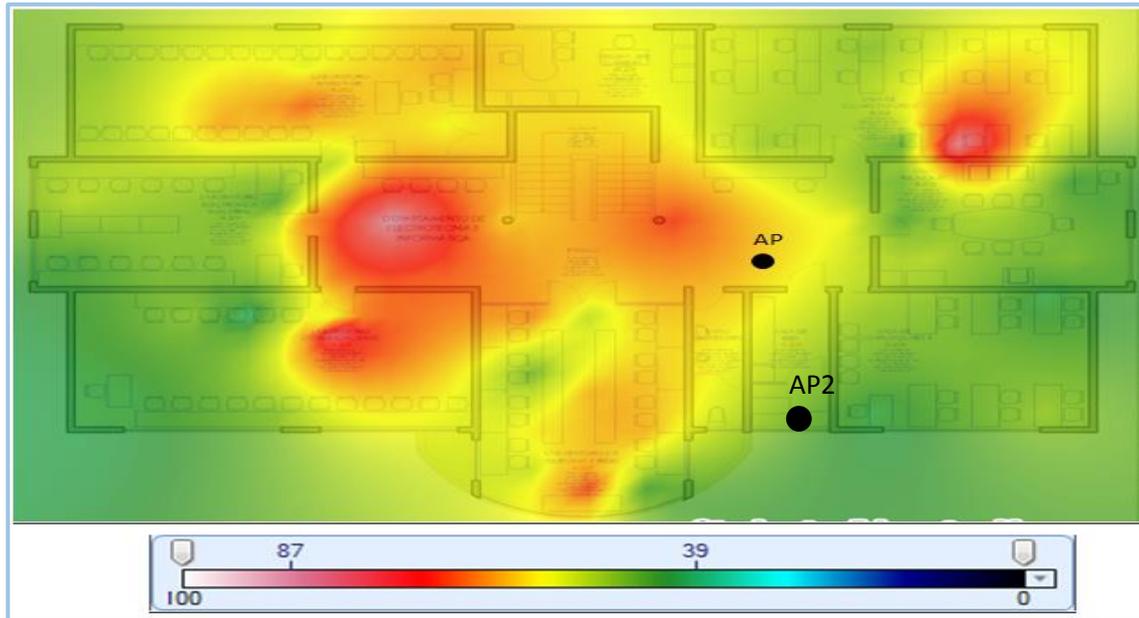
Fuente: Elaboración propia, hecho con programa Acrylic WiFi

Figura 2-27. Cobertura SNR Primer piso Edificio M

- Segundo Piso: En el segundo piso (Ver Figura 2-28) el valor SNR medido a pocos metros del AP es de 65 dBm, se podría decir que el Access Point que está ubicado en el segundo piso del edificio M, no entrega una gran potencia, ya que aunque tenga un valor SNR arriba de 60, lo que se considera un buen valor, este no pasa de los 70 dBm en la mayoría de los puntos medidos, por lo que existe alguna posibilidad de que los usuarios puedan tener dificultad al momento de conectarse a la red inalámbrica, excluyendo los puntos medidos en los que llegan menos de 60 dBm valor SNR.

Se puede apreciar un valor mayor a los 80 dBm en el pasillo, entre las salas M-208, M-209 y M-210, esto se debe a la señal que le llega del AP ubicado en el primer piso, ubicado justo debajo de este. En los puntos más alejados del Access Point el valor SNR es de entre 40 dBm y 45 dBm, siendo estos un valor bajo, lo que dificultaría la comunicación con el AP.

En relación con el otro Access point (AP2), se puede ver que en el mapa no genera ningún tipo de calor, esto se debe a que ese AP no está funcionando actualmente, por lo que no generara potencia alguna.



Fuente: Elaboración propia, hecho con programa Acrylic WiFi

Figura 2-28. Cobertura SNR Segundo piso Edificio M

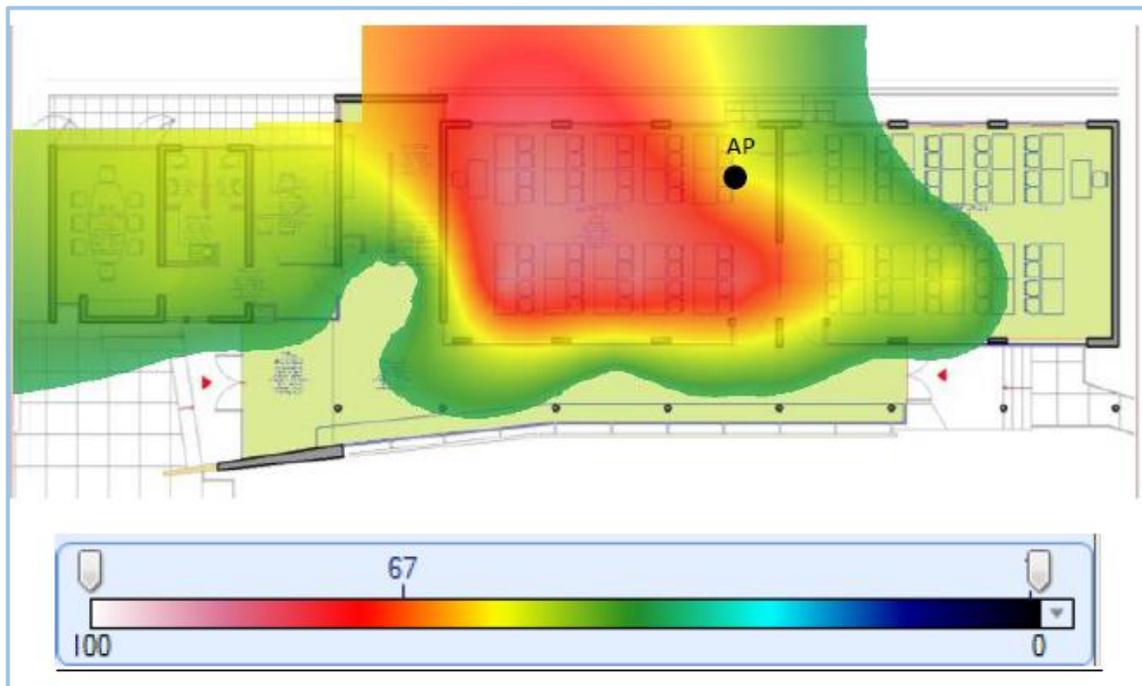
❖ Implementación Heat-Map Edificio J (SNR)

- Primer Piso: Se puede ver en la Figura 2-29, que la intensidad de la señal y el ruido presente en la red inalámbrica se concentra solo en una pequeña área del primer piso del edificio J, esto se debe a la mala ubicación que tiene este Access Point (AP1), el valor SNR medido es de 80 dBm a pocos metros del AP1, lejos de esa área el valor SNR medido es de 30 dBm aproximadamente, por lo que será difícil para los usuarios comunicarse con el AP1.

En relación con el otro Access Point (AP2) ubicado en el piso de este edificio, pasa lo mismo que con el anterior, ya que también se encuentra en una mala ubicación, y apunta a la misma área que abarca el AP1, por lo que el valor SNR medido a pocos metros del AP2 es de 70 dBm, y en los puntos más lejanos es de 23 dBm.

❖ Implementación Heat-Map Edificio U (SNR)

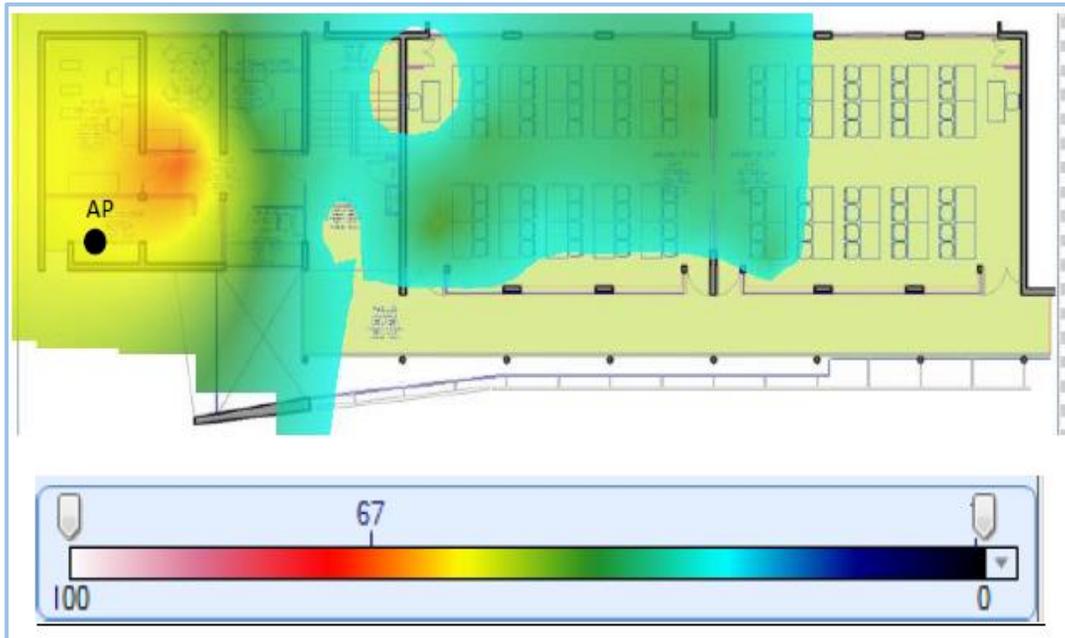
- Primer Piso: Se puede ver en la Figura 2-31, que el valor SNR medido a pocos metros del AP ubicado en el primer piso del edificio U, sería aproximadamente de 85 dBm, lo cual se considera excelente, teniendo así una buena calidad de comunicación. En los puntos que están más alejados del AP el valor SNR medido es de 45 dBm, por lo que los usuarios tendrían dificultad para comunicarse con el AP, la cobertura de SNR solo llega hasta un punto, no logra abarcar todo el primer piso, esto se puede deber al modelo de AP que se tiene, teniendo así una menor potencia para poder abarcar toda el área.



Fuente: Elaboración propia, hecho con programa Acrylic WiFi

Figura 2-31. Cobertura SNR Primer piso Edificio U

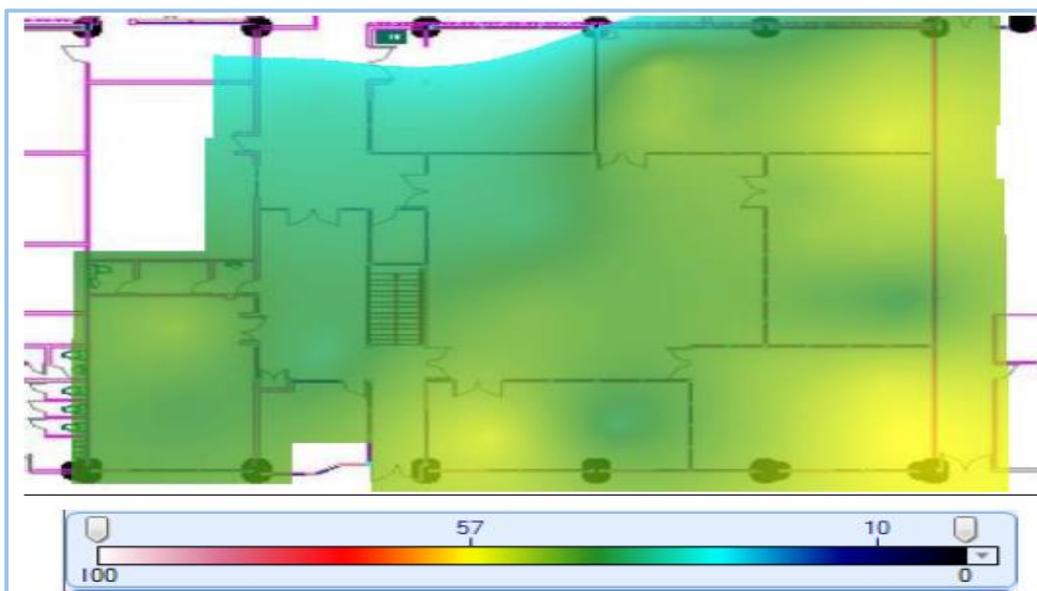
- Segundo Piso: En la Figura 2-32, se puede ver que el valor SNR medido mayor es en la sala de servidores, que es donde está ubicado el AP, este es de aproximadamente 60 dBm, teniendo este AP ubicado en esta sala, la señal al resto de las salas es nula, siendo su valor SNR medido de 40 dBm, siendo este un valor bajo, dejando así una red inalámbrica de mala calidad.



Fuente: Elaboración propia, hecho con programa Acrylic WiFi

Figura 2-32. Cobertura SNR Segundo piso Edificio U

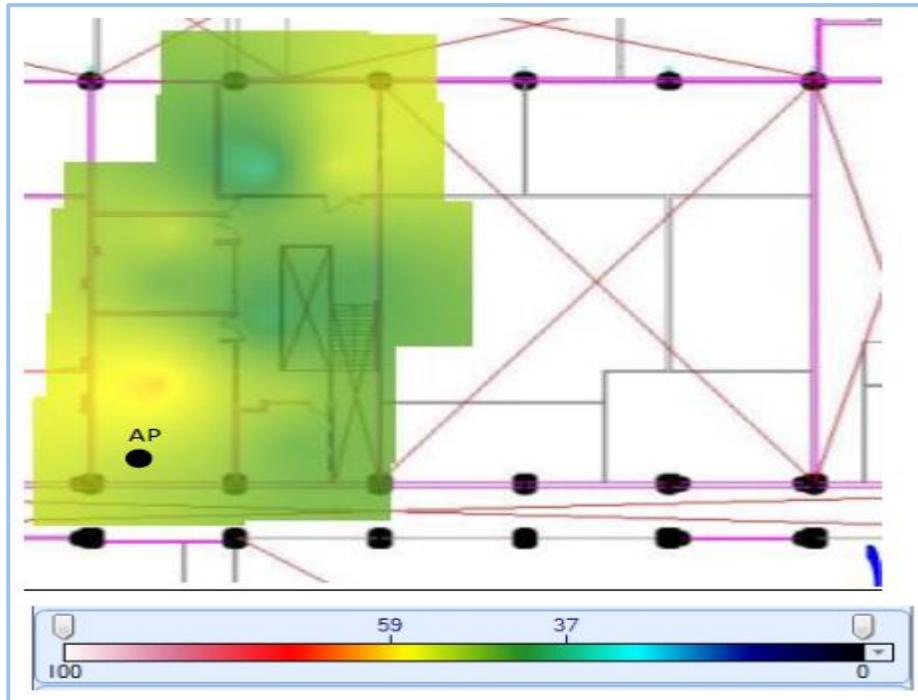
- ❖ Implementación Heat-Map Taller Electricidad Edificio C (SNR)
 - Primer Piso: Se puede ver en la Figura 2-33, que en el primero piso del Taller de Electricidad del edificio C, no se encuentran Access Points otorgados por DTI, por lo que el mayor valor SNR que se mide en algunos puntos de este piso es de aproximadamente 50 dBm, siendo el menos valor SNR medido de 30 dBm.



Fuente: Elaboración propia, hecho con programa Acrylic WiFi

Figura 2-33. Cobertura SNR Primer piso Taller de Electricidad Edificio C

- Segundo Piso: En la Figura 2-34, el valor SNR medido en los puntos cerca del AP es de aproximadamente entre 60 dBm y 62 dBm, estos valores se presentan solamente dentro de la sala donde se encuentra el AP, teniendo en los puntos más alejados del AP un valor SNR de 50 dBm, lo que dificultaría la comunicación y conexión de los usuarios con el Access Point.



Fuente: Elaboración propia, hecho con programa Acrylic WiFi

Figura 2-34. Cobertura SNR Segundo piso Taller de Electricidad Edificio C

2.5. IMPLEMENTACIÓN PROPUESTA

Con los valores RSSI y SNR medidos, se puede ver que estas dos mediciones son las que se deben controlar para tener una red inalámbrica de calidad. Por lo general estas dos mediciones se complementan, por lo que si en un punto la señal recibida (RSSI) tiene un valor más cercano a -90 dBm, el valor SNR será menor a 30 dBm, y por el contrario si la señal recibida es cercana a los -40 dBm, el valor SNR será cercano a los 80 dBm.

Esto se pudo comprobar con las mediciones hechas en cada edificio que integran el Departamento de Electrotecnia e Informática, por lo que bajo estos valores medidos se deben considerar diversos factores para que la red inalámbrica en cada edificio sea eficiente y de calidad, en este caso se tomara más en cuenta el valor medido de la señal recibida (RSSI), que es uno de los que más influyen al momento de querer conectarse a la red, con todos los puntos medidos se puede implementar una solución teórica dentro de cada edificio del departamento.

Esta consiste en agregar más Access Point en lugares donde se requiera una mayor potencia de la señal, quitar algunos que estén en una mala ubicación, en la cual no abarcan una gran área del piso de uno de los edificios del departamento, y se dejaran algunos Access Points que si cubren una gran parte del área especificada, otorgando una mayor potencia de la señal inalámbrica recibida.

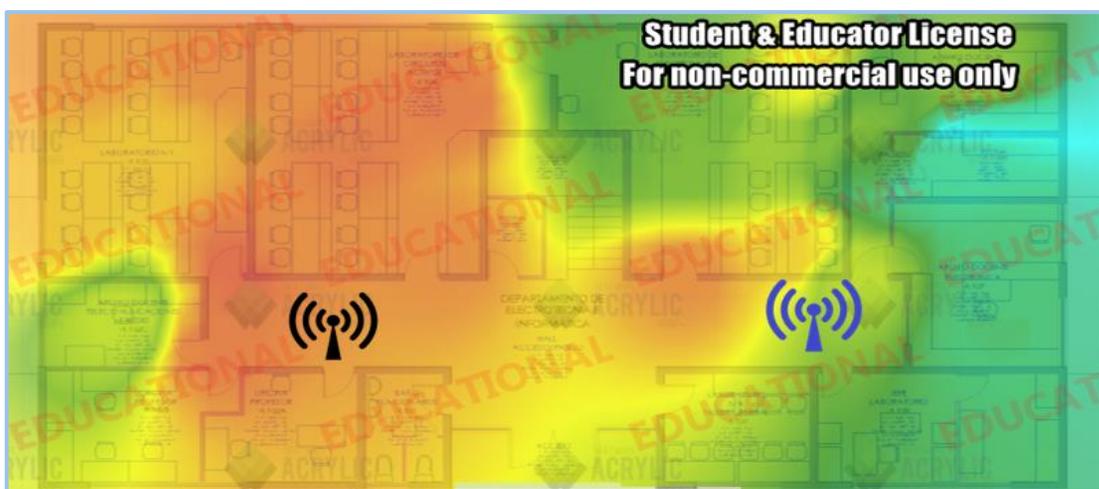
A continuación, se verá como sería la implementación propuesta en cada piso de cada edificio, con los nuevos Access Point y su ubicación.

Simbología:

	Access Point (AP) actual, sin remover.
	Access Point (AP) nuevo implementado.
	Access Point (AP) removido de su ubicación actual.

2.5.1. Edificio M

- Primer Piso: La Figura 2-35 corresponde al primer piso del edificio M, en el cual se dejará el Access Point actual ubicado en un extremo del pasillo frente a sala M-103 y M-104, que otorga una mayor potencia de solo un lado del primer piso, por lo que se implementará un nuevo AP, al otro extremo del pasillo, frente a pañol, para así poder cubrir el área restante.

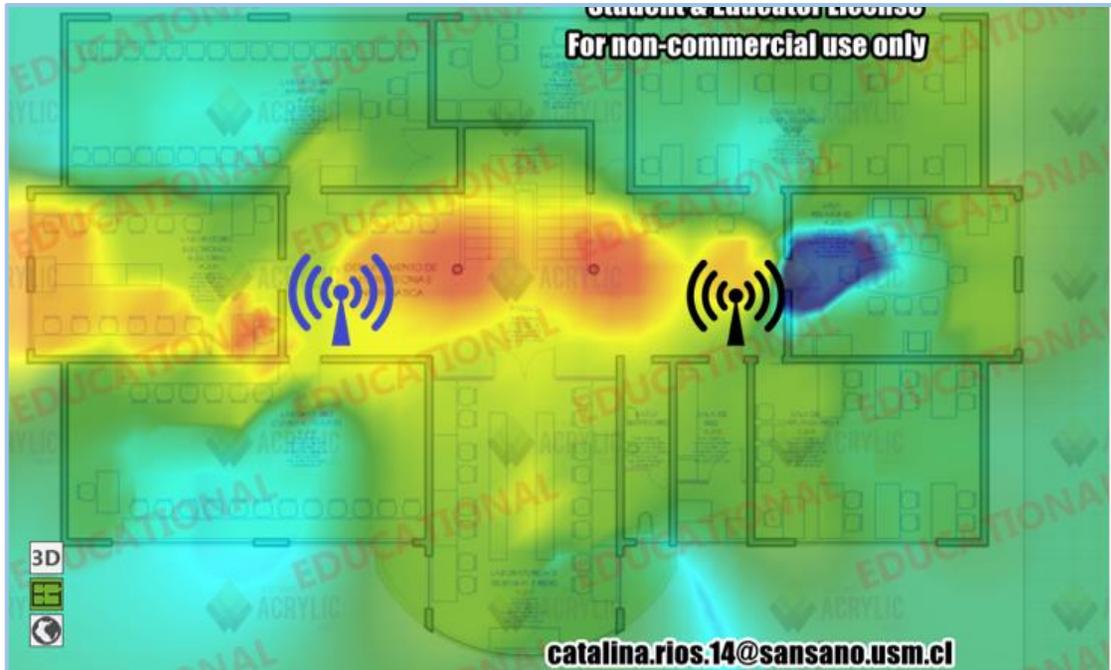


Fuente: Elaboración propia, hecho con programa Acrylic WiFi Heat-Map.

Figura 2-35. Implementación nuevos Access Point Edificio M

- Segundo Piso: La Figura 2-36 corresponde al segundo piso del edificio M, en el cual se dejará el Access Point actual ubicado en un extremo del pasillo, entre las salas

M-203, M-204 y M-205, y se implementa un nuevo Access Point, entre las salas M-208, M-209 y M-210, estos dos Access Point abarcaran la mayoría del área del segundo piso del edificio.



Fuente: Elaboración propia, hecho con programa Acrylic WiFi Heat-Map

Figura 2-36. Implementación nuevos Access Point Edificio M

2.5.2. Edificio J

- Primer Piso: En la Figura 2-37, se pueden ver dos AP en color rojo, estos son los AP actuales que se encuentran ubicados en la sala de comunicaciones y en una de las oficinas, pero estos al no otorgar una gran potencia de señal RSSI, al estar mal ubicados, se removerán, y se implementaran dos AP nuevos, uno entre las oficinas de la parte de la carrera de Informática, y el otro entre las oficinas de la carrera de Telecomunicaciones y Redes, dejando así cubierta la mayor área en el primer piso del edificio J.

2.5.3. Edificio U

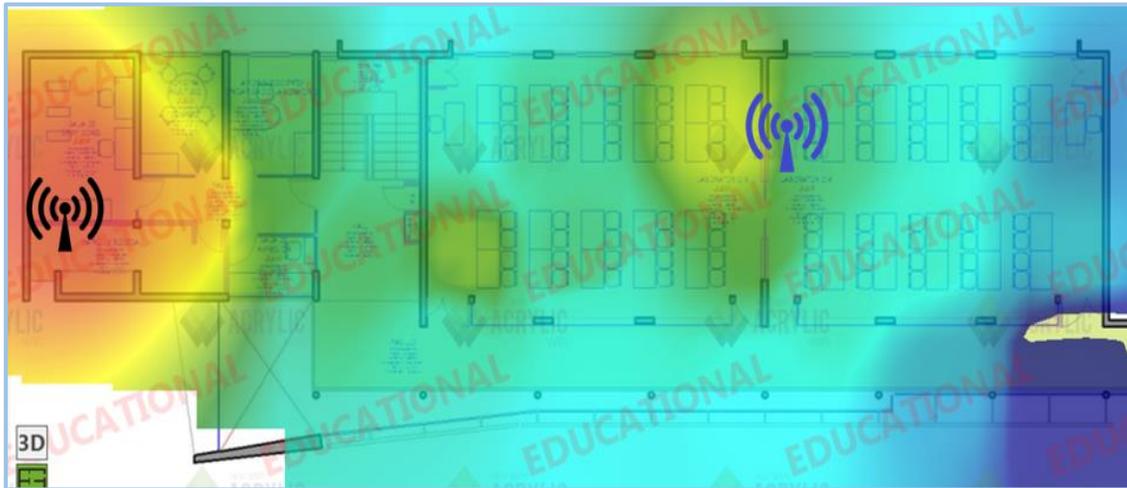
- Primer Piso: En la Figura 2-39, se tiene actualmente un solo Access Point, en la sala U-100, aunque este AP entrega una intensidad de señal recibida en un gran área, este solo abarca la sala en la que está ubicado mayormente, teniendo en la sala conjunta a ella, U-101, un valor RSSI cercano a -70 dBm, por lo que en algunos momentos no sería posible conectarse a la red, por lo que se eliminara el Access Point actual, implementando dos AP nuevos, uno en la misma sala U-100 donde estaba ubicado el AP anterior, pero en este caso el nuevo AP se ubicara al otro extremo de la sala, para que este pueda cubrir la sala completa, y parte del pasillo y demás oficinas cerca de la entrada. El otro AP se ubicará en la sala U-101, en la cual tiene el valor RSSI más cercano a -90 dBm, por lo que se ubicara en un extremo de la sala, el cual pueda cubrir toda esa área restante.



Fuente: Elaboración propia, hecho con programa Acrylic WiFi Heat-Map

Figura 2-39. Implementación nuevos Access Point Edificio U

- Segundo Piso: En la siguiente Figura 2-40, que corresponde al segundo piso del edificio U, se encuentra implementado un AP, en la sala de servidores, este aunque no abarque un gran área, se dejará en ese lugar, y se implementará un solo AP nuevo, en la sala U-201, en el extremo cual comparte la pared con la sala U-200, para así tener señal en estas dos salas, el Access Point se debe poner de forma que expanda su señal para toda el área que se necesite.

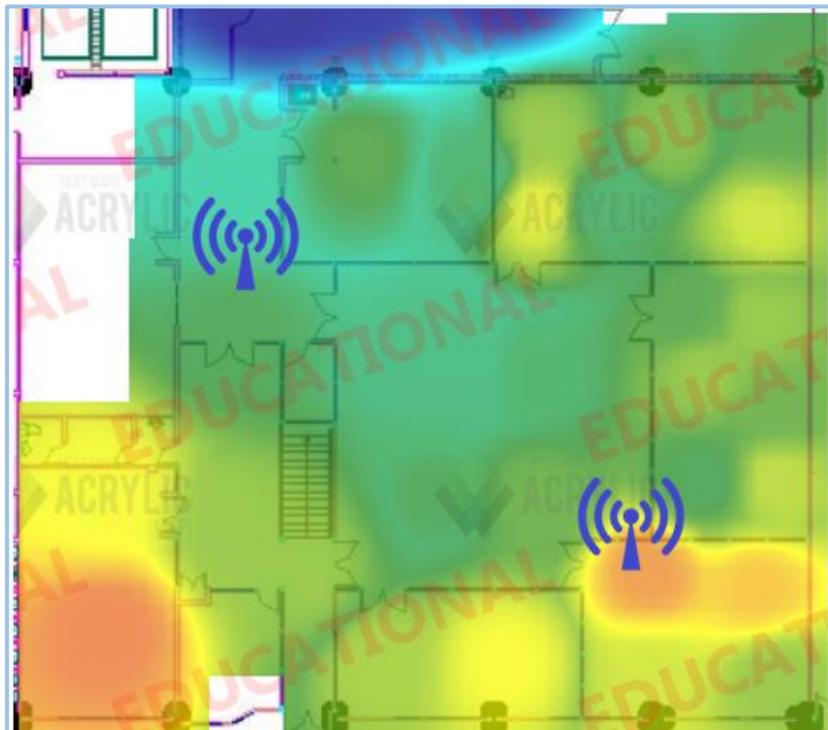


Fuente: Elaboración propia, hecho con programa Acrylic WiFi Heat-Map

Figura 2-40. Implementación nuevos Access Point Edificio U

2.5.4. Taller de Electricidad, Edificio C

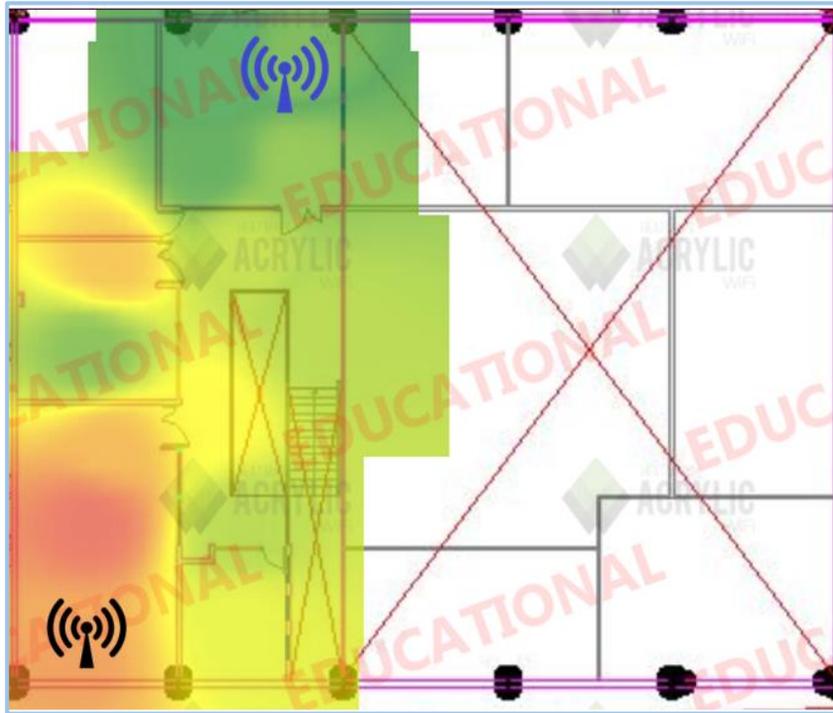
- Primer Piso: En la Figura 2-41, se puede apreciar que no hay AP actuales otorgados por la universidad, por lo que, en el primer piso del taller de electricidad, solo se deberán implementar dos nuevos AP, que puedan cubrir toda el área a la cual no le llega una buena señal WiFi.



Fuente: Elaboración propia, hecho con programa Acrylic WiFi Heat-Map

Figura 2-41. Implementación nuevos Access Point Edificio C

- Segundo Piso: Se puede ver en la Figura 2-42, que se encuentra implementado actualmente un AP ubicado en la sala de computadores, dentro de un rack, esta entrega una intensidad de señal recibida (RSSI) en gran parte de la sala en la cual está ubicado, y parte de la oficina que se encuentra al lado de esta. Por lo que se implementara un nuevo AP, en la cual esta tiene como valor RSSI de -69 dBm, lo cual estaría impidiendo que el usuario pueda conectarse. Con este nuevo AP, se cubriría toda el área del segundo piso del taller de electricidad.



Fuente: Elaboración propia, hecho con programa Acrylic WiFi Heat-Map

Figura 2-42. Implementación nuevos Access Point Edificio C

Con la eliminación e implementación de nuevos AP, la calidad de señal de la red inalámbrica debería mejorar considerablemente, en caso de que se implemente esta solución propuesta.

2.6. POLÍTICAS DE TRAFICO DE RED

En una red WiFi donde a diario se conectan más de 100 de personas, por computadores o dispositivos móviles, ha hecho que con el tiempo esta se vaya saturando y no otorgando los servicios de calidad que en un principio esta entregaba, ocasionando la disminución de la velocidad en cada dispositivo que se conecte, teniendo dificultad para acceder a cualquier página web. Este problema se podría resolver quizás aumentando el ancho de banda de acuerdo con las necesidades de casa edificio, pero con el tiempo más y

más personas se irán integrando a esta red, por lo que solo sería una solución a corto plazo. Por esto se implementarán políticas de tráfico de red, para controlar el consumo del ancho de banda, el acceso a sitios web y los permisos que se le asignarán a los dispositivos que se conecten a la red.

Estas políticas de tráfico están conformadas por una serie de reglas, que ayudaran a proteger la red de amenazas, y a tener un eficaz uso de los recursos otorgados por la red.

Dicho anteriormente se puede controlar el acceso a distintos sitios web que consumen una gran cantidad de recursos de la conexión a internet, como las redes sociales, videos en línea, entre otros. Para eso se creará una lista de los distintos sitios que serán controlados como:

- Netflix
- Facebook
- Twitter
- YouTube

Se les dará una prioridad a los sitios institucionales como Aula USM y Siga USM, para esos sitios no habrá problemas en tema de velocidad para acceder.

2.6.1. Balanceo de carga PCQ (Per Connection Queue)

Este tipo de balanceo se introdujo para optimizar sistemas de calidad de servicio (QoS) de forma masiva, consiste en asignar el mismo ancho de banda por cada conexión que se establezca en la red y de esta forma asegurar un ancho de banda reservado para cada cliente con el fin de evitar usuarios abusivos que utilicen todo el ancho de banda disponible en la red, PCQ puede aplicarse de dos formas:

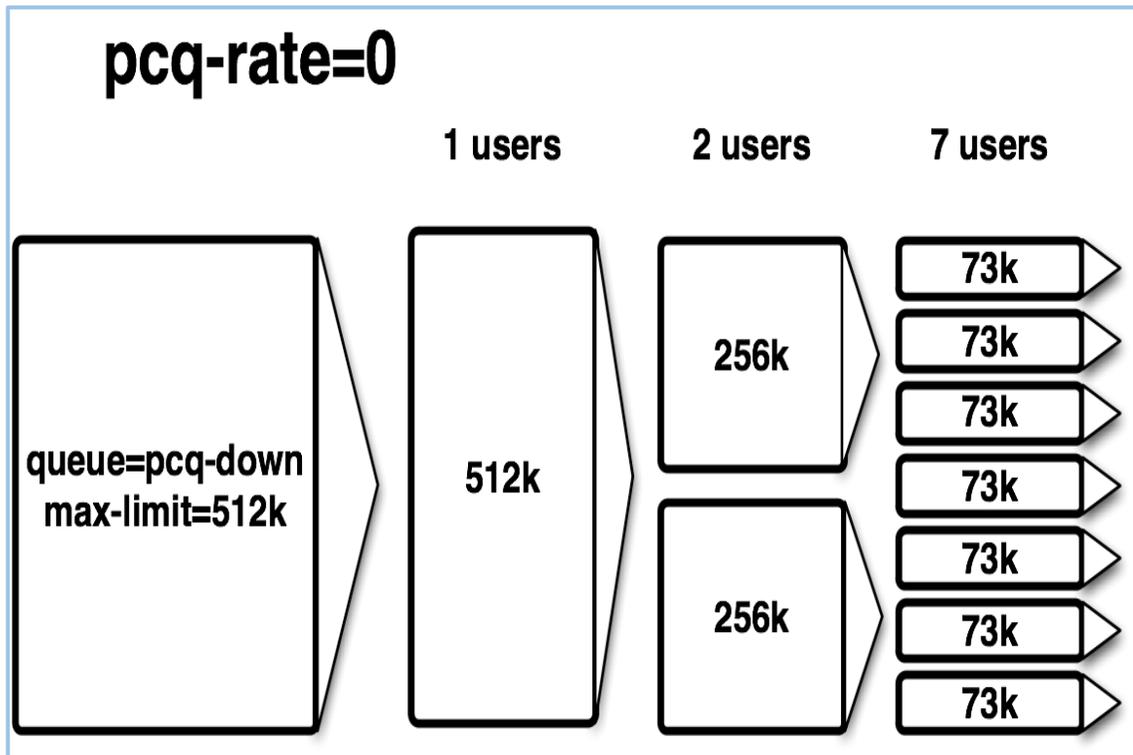
- Ancho de banda máximo: Consiste en que cada usuario recibe el ancho de banda máximo permitido para el balanceo siendo el ancho de banda por cliente igual al ancho de banda de la red dividido por la cantidad de conexiones en la red.

$$BW_{user} = \frac{BW_{red}}{n}$$

BW_{user}: Ancho de banda asignado por cliente (conexión)

BW_{red}: Ancho de banda asignado para la red

N: Cantidad de conexiones (clientes) en la red



Fuente: https://wiki.mikrotik.com/wiki/Manual:Queues_-_PCQ

Figura 2-43. Ejemplo ancho de banda máximo asignado

Según la Figura 2-43. Se evidencia que la red cuenta con un BW máximo de 512Kbps los cuales se dividen en partes iguales según la cantidad de usuarios (conexiones) a la red.

- Ancho de banda máximo limitado: Consiste en asignar un ancho de banda máximo para cada usuario no llegando a asignar a un solo usuario la capacidad total de la red.

$$BW_{user} = \frac{BW_{red}}{n}$$

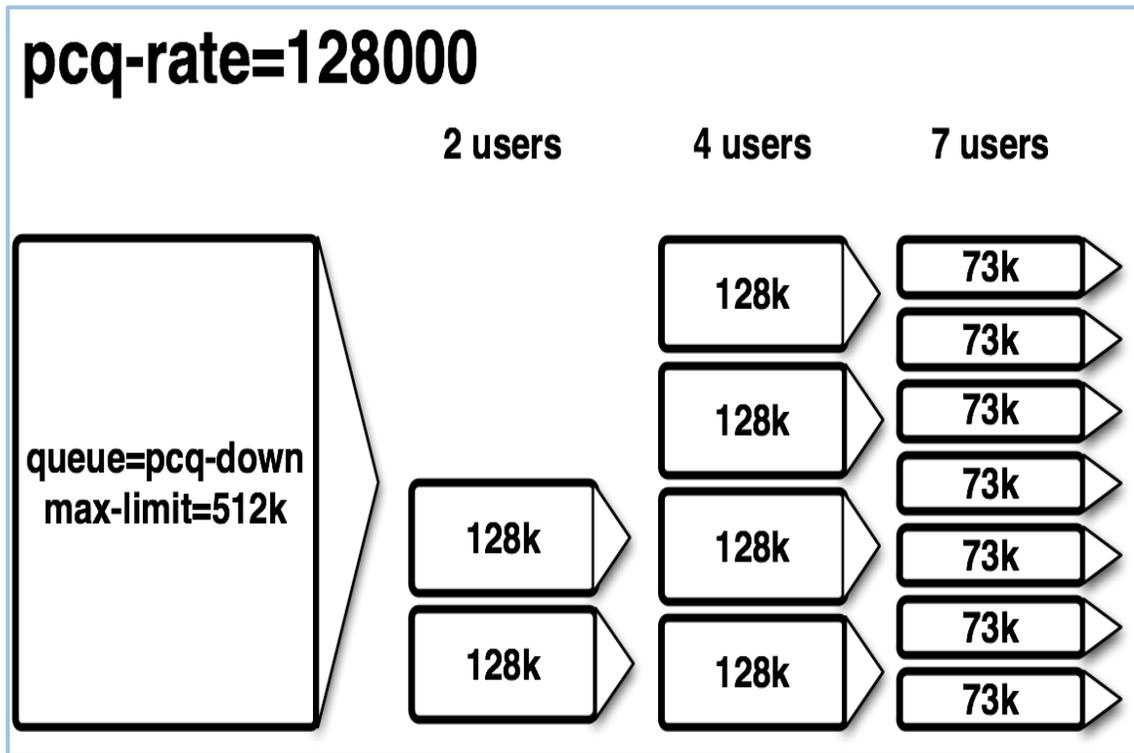
$$BW_{user} \leq BW_{max}$$

BW_{user}: ancho de banda asignado por cliente (conexión)

BW_{red}: Ancho de banda asignado a la red

BW_{max}: Ancho de banda máximo por cliente

N: cantidad de conexiones (clientes)



Fuente: https://wiki.mikrotik.com/wiki/Manual:Queues_-_PCQ

Figura 2-44. Ejemplo ancho de banda máximo limitado asignado.

Según la Figura 2-44. Se puede evidenciar que el BW máximo para la red son 512Kbps. Los cuales se dividen en partes iguales entre los dispositivos conectados, asignando como máximo 128Kbps a cada usuario.

En cuanto a estas dos opciones de control de ancho de banda, para este proyecto se sugiere el Control de Ancho de Banda Máximo Limitado, ya que este como se señaló anteriormente, se establece un ancho de banda máximo para la red y se reparte en partes iguales para los dispositivos conectados a la red, y cuando el número de dispositivos superen el ancho de banda permitido, este se ira dividiendo entre los usuarios en partes iguales.

CAPÍTULO 3: EVALUACIÓN DE COSTOS

3. EVALUACIÓN DE COSTOS

El costo es un valor monetario que resulta de los distintos factores o acciones que requiera la producción de un bien o servicio. La producción de cualquier bien considera el consumo o desgaste de elementos productivos. Se puede definir el costo como la suma monetaria de todos los elementos y factores que permiten producir un bien o servicio.

El objetivo de este proyecto es economizar lo más posible los costos en lo que respecta a los materiales y equipos a utilizar, teniendo en cuenta también los gastos que se tendrán en la implementación de la red y las horas trabajadas por el personal, luego la mantención que esta tendrá, entre algunos otros costos que podrían influir imprevistamente.

3.1. TIPOS DE COSTOS

Los costos pueden ser clasificados de dos maneras "costos explícitos" y "costos implícitos". Los explícitos tienen relación con todos los valores monetarios y los implícitos corresponden a los que no se pueden expresar de manera monetaria.

3.1.1. Costos implícitos

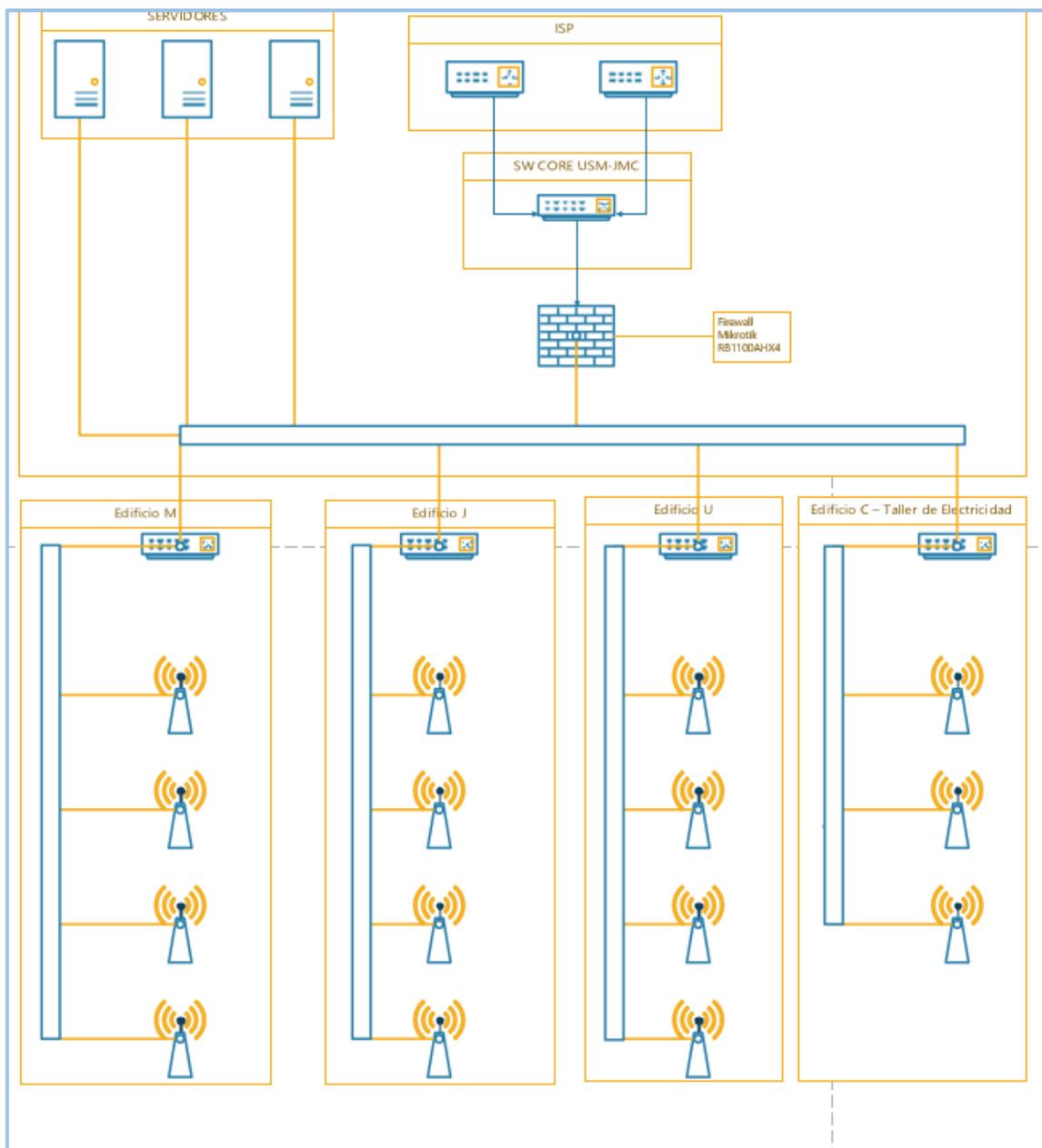
Son todos los costos no expresables como valor monetario, ni elementos existentes, considerados en el siguiente proyecto como tiempo los cuales se expresarán en "hora hombre" o "HH", esto se aplicará para medir el tiempo que requiere el estudio de sitio del establecimiento, donde se realizara el proyecto, la propia implementación y pruebas de rendimiento y confiabilidad del proyecto.

3.1.2. Costos explícitos

Los costos explícitos son todos los que se pueden medir de manera monetaria o bienes que consume el proyecto. En este proyecto este tipo de costos considera la adquisición del hardware y materiales requeridos.

3.2. MATERIAL Y HARDWARE

Para la realización del presente proyecto se requerirá adquirir diferentes materiales y equipos con los cuales se podrá desarrollar la implementación de la red inalámbrica descrita anteriormente, describiendo así los materiales y equipos a ocupar, tanto sus gastos de materiales como los de instalación, mano de obra, capacitación y mantenimiento. Por lo tanto, se desarrolló el siguiente esquema con el objetivo de identificar todos los materiales necesarios. (Ver Figura 3-1)



Fuente: Elaboración propia, basado en implementación del proyecto

Figura 3- 1 Diagrama de implementación

En base al diagrama anterior (Ver Figura 3-1) se consiguió identificar los distintos componentes necesarios para llevar a buen término el proyecto, por lo que se elaboró la siguiente Tabla 3-1, con la cantidad de materiales que se necesitan para implementar este diagrama.

Tabla 3-1. Materiales y equipos que utilizar en implementación

Material	Cantidad
Access Point Mikrotik	11
Router mikrotik RB1100DX4	1
Inyector PoE	11
Cable de red UTP CAT6 100% Cobre(metros)	22
Conectores RJ-45	550
Patch Cord	12

Fuente: Elaboración propia basado en diagrama de implementación

3.2.1. Cotización de material

Con el objetivo de asegurar el bajo costo y sustentabilidad del proyecto, se procedió a realizar 2 cotizaciones por los productos antes mencionados con 2 grandes tiendas, que pueden distribuir los equipamientos necesarios para el proyecto.

Se expondrán los costos individualmente de los dispositivos que tienen mayor relevancia, los cuales son el Router y los Access Points, para dar a conocer más en detalle los dispositivos que se quieren implementar.

Se realizaron las cotizaciones con el comercio LyK SpA. (LinkStore) y Novolink Soluciones SpA. las cuales entregaron sus valores más óptimos y la mejor opción de logística para la distribución del material.

3.2.2. Router

Básicamente el router es un dispositivo dedicado a la tarea de administrar el tráfico de información que circula por una red. Existen dispositivos específicamente diseñados para la función de router, sin embargo, una computadora común puede ser transformada en un router, tan sólo con un poco de trabajo y conocimiento.

En la actualidad, un router puede ser usado para compartir internet, a través de cable, ADSL o WiFi con otras computadoras, proveer protección de firewall, controlar la calidad del servicio, entre otras tareas.

Hay muchas marcas en la actualidad que prestan los servicios de este dispositivo como, Cisco, Ubiquiti, Mikrotik, TP-Link, Linksys, entre otras, particularmente todos cumplen la misma función, la de enrutar, diferenciándose en distintas características, unos tienen una manera más sencilla de configurarlos, en los precios, siendo Cisco uno de los más costosos, aunque puede traer muchos beneficios igualmente.

Para este proyecto, se eligió implementar equipos Mikrotik, ya que son de menor costo, fácil de configurar, y cumplen la misma función que un equipo de gama alta, que pueden costar hasta el triple del valor de la marca ya mencionada.

El dispositivo por implementar será RouterBoard RB1100Dx4, por ser un potente enrutador, tener un máximo de rendimiento de hasta 7,5 Gbps, y tener un bajo costo en el mercado en comparación a otros equipos de otras marcas.

En la Tabla 3-2, se realiza la cotización para este equipo con los comercios antes mencionados.

Tabla 3-2. Valores de Router Mikrotik en el mercado.

Dispositivo	LyK SpA. (LinkStore)	Novolink Soluciones SpA.	Ubicación
RouterBoard RB1100Dx4	\$213.300.-	\$367.670.-	http://www.linkstore.cl http://www.novolink.cl

Fuente: <http://www.linkstore.cl> y <http://www.novolink.cl>

❖ Access Point

Un Access point es un dispositivo que crea una red de área local inalámbrica (WLAN), normalmente en una oficina o un lugar de grandes dimensiones. Este dispositivo se conecta a un router o switch por un cable Ethernet, proyectando una señal WiFi en un área determinada. Por ejemplo, si desea habilitar el acceso WiFi en la cafetería de una Universidad, pero no tiene un router que pueda cubrirla, puede instalar un Access point cerca de la cafetería y conectarlo con un cable que vaya a la sala del servidor.

Como se mencionó anteriormente, para este proyecto se implementarán equipos Mikrotik, el dispositivo a utilizar será el Access Point cAP ac (RBcAPGi-5acD2nD), es un punto de acceso inalámbrico muy potente y poderoso, admite doble banda cadena 2,4 GHz

802.11b / g / n y 5 GHz en estándares a / n / ac, y proporcionará cobertura en 360 grados a su alrededor, la potencia que tienen estos Access Points son de 400mW o 26dBm, destacando por su bajo precio y buen servicio que ofrece.

En la Tabla 3-3, se realiza la cotización para este equipo con los comercios antes mencionados.

Tabla 3-3. Valores de Access Point Mikrotik en el mercado

Dispositivo	LyK SpA. (LinkStore)	Novolink Soluciones SpA.	Ubicación
Access Point cAP ac (RBcAPGi- 5acD2nD),	\$52.456.-	\$88.983.-	http://www.linkstore.cl http://www.novolink.cl

Fuente: <http://www.linkstore.cl> y <http://www.novolink.cl>

3.2.3. Cotización total

A continuación, se muestra la cotización completa con respecto a los dos comercios mencionados, LyK SPA. (LinkStore) y Novolink Soluciones SPA. En la Tabla 3-4, se realizó la presente cotización con el comercio LyK SPA. (LinkStore).

Tabla 3-4. Cotización de materiales y equipos en comercio LinkStore.

Material	Valor unitario	Cantidad	Valor Final	Ubicación
Access Point Mikrotik	\$52.456.-	11	\$577.016.-	http://www.linkstore.cl
Router mikrotik RB1100AHX4	\$213.300.-	1	\$213.300.-	http://www.linkstore.cl
Inyector PoE	\$11.297.-	11	\$124.267.-	http://www.linkstore.cl
Cable de red UTP CAT6 100% Cobre(metros)	\$78.300.- (UTP 305MT)	12	\$156.600.-	http://www.linkstore.cl
Conectores RJ-45	\$2.465 (Display 10 unidades)	3	\$7.395.-	http://www.linkstore.cl
Patch Cord	\$1.826.-	12	\$21.912.-	http://www.linkstore.cl
Subtotal			\$1.100.49.-	
IVA 19%			\$209.093.-	
TOTAL			\$1.309.583.-	
Costo total en UF			41,10UF	

Fuente: <http://www.linkstore.cl>

En la Tabla 3-5, se realizó la presente cotización con el comercio Novolink Soluciones SPA.

Tabla 3-5. Cotización de materiales y equipos en comercio Novolink Soluciones SpA

Material	Valor unitario	Cantidad	Valor Final	Ubicación
Access Point Mikrotik	\$88.983.-	11	\$978.813.-	http://www.novolink.cl
Router mikrotik RB1100AHX4	\$367.670.-	1	\$367.670.-	http://www.novolink.cl
Inyector PoE	\$12.990.-	11	\$142.890.-	http://www.novolink.cl
Cable de red UTP CAT6 100% Cobre(metros)	\$88.000.- (UTP 305MT)	12	\$176.000.-	http://www.novolink.cl
Conectores RJ-45	\$5.000.- (display 10 unidades)	3	\$15.000.-	http://www.novolink.cl
Patch Cord	\$3.000.-	12	\$36.000.-	http://www.novolink.cl
Subtotal			\$1.716.373.-	
IVA 19%			\$326.110.-	
TOTAL			\$2.042.483.-	
Costo total en UF			75,02UF	

Fuente: <http://www.novolink.cl>

3.3. CAPACITACIÓN Y MANTENCIÓN

Para una implementación de este tipo de proyectos, se deben tener en cuenta al momento de contratar el personal, el conocimiento que tienen sobre los equipos que se van a utilizar, esto es esencial para poder obtener un servicio de calidad y que los usuarios que usaran este servicio estén conformes en su totalidad.

Por otro lado, una de las partes importantes luego de terminar el proyecto, es la mantención que se le dará, para así evitar fallos en el sistema.

3.3.1. Capacitación

Se recomienda que el administrador de red se capacite o certifique con los cursos MTCNA y MTCNE de mikrotik. Los cuales suelen tener costos bajos en torno a las 9 UF cada curso en distintos centros de capacitación, con estas herramientas se podrán desarrollar a futuro distintas mejoras al sistema.

Esta capacitación que se le pide al personal es exclusivamente para que se realice un trabajo de calidad, empezando por la planificación del diseño de la red, el cuidar que este se implemente de manera correcta y no de manera defectuosa, realizando estudios del entorno, de los equipos a utilizar, de lo que podría obstaculizar la recepción de buena señal, entre otros factores.

3.3.2. Mantenición

Para un adecuado funcionamiento del sistema se recomienda realizar mantenciones cada 2 años de funcionamiento según recomendación del fabricante de cada equipo, esto se establece solo si la instalación de los equipos se hace en condiciones normales, lo cual no requiera un mantenimiento seguido.

Al terminar la instalación de los equipos y dar por terminado el trabajo, se debe tener en cuenta que al ser un sistema de instalación de una red inalámbrica, se deben cumplir ciertas normas, estas al ser bien implementadas no es necesario un mantenimiento constante, igualmente el administrador de la red debe estar pendiente de si se realiza alguna modificación o alguna reforma que tengan los equipos que se están utilizando, para así ir renovando la red según la tecnología que vaya emergiendo, e ir mejorando el sistema, haciéndolo más óptimo.

3.4. MANO DE OBRA

Además de los costos asociados a los materiales que se ocuparan, se deben considerar los costos por mano de obra, ósea por el personal que realizará el trabajo planteado.

El proyecto deberá ser ejecutado por un Técnico en Telecomunicaciones y redes o afín, certificado en redes mikrotik MTCNA el cual deberá ejecutar las tareas descritas en la tabla de procesos. (Ver Tabla 3-6).

Un técnico en telecomunicaciones y redes certificado por MTCNA recibe en promedio por concepto de remuneración mensual \$800.000.- (CLP), teniendo en cuenta que el mes tiene 180 horas laborales se puede calcular que el valor hora del técnico asciende a la suma de \$4.444.- (CLP).

El costo de los trabajadores para el proyecto asciende a la suma de \$444.400.- y se desarrollara en 13 días hábiles por un trabajador.

Tabla 3-6. Tiempo asociado a implementación del proyecto

Proceso	Hora Hombre	Valor (hora (\$) /hora)	Valor en UF
Planeación e investigación	24	106.656	3,91UF
Instalación de firewall en DTI	1,5	6.666	0,24UF
Aplicación configuración básica en firewall	1	4.444	0,16UF
Instalación de punto de red para 15 Access Point en edificios de ELINF	52,5	233.310	8,57UF
Configuración de 15 Access Points	15	66.660	2,44UF
Configuración de controlador Access Points en Firewall	3	13.332	0,49UF
Capacitación a administrador de redes	3	13.332	0,49UF
TOTAL	100H	444.400	16,32UF

Fuente: Elaboración propia, en base a tiempos estimados de planificación.

3.5. COSTO TOTAL DEL PROYECTO

Con respecto a las dos cotizaciones hechas anteriormente, se tomaron en cuenta los valores entregados por el comercio LyK SPA. (LinkStore) por ser el más accesible, teniendo los valores más bajo en comparación al otro comercio cotizado.

A continuación, se muestra el valor total del proyecto, tomando en cuenta los equipos, cableado, componentes y horas de trabajo. (Ver Tabla 3-7)

Tabla 3-7. Precio total del proyecto a implementar

Costos	Valor Unitario (\$)	Cantidad	Valor Final (\$)
Access Point Mikrotik	\$52.456.-	11	\$577.016.-
Router mikrotik RB1100AHX4	\$213.300.-	1	\$213.300.-
Inyector PoE	\$11.297.-	11	\$124.267.-
Cable de red UTP CAT6 100% Cobre(metros)	\$78.300.- (UTP 305MT)	2	\$156.600.-
Conectores RJ-45	\$2.465.- (display 10 unidades)	3	\$7.395.-
Patch Cord	\$1.826.-	12	\$21.912.-
Horas de trabajo	\$444.440.-	100H	\$444.440.-
Subtotal			\$2.098.169.-
Gasto por imprevistos (19%)			\$314.725.-
Costo total			\$2.412.894.-
Costo total UF			88,63UF

Fuente: Elaboración propia en base a costos anteriores.

- Valor UF estimado desde el día 13 de agosto, teniendo un valor de \$27.224,39 cada UF.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El estudio de red WiFi realizado en este trabajo, dio a conocer las distintas fallas que tiene la red inalámbrica actual en el Departamento de Electrotecnia e Informática (ELIF), estas fallas se pudieron dar a conocer mediante la realización de los Heat-Map tanto de RSSI y SNR, que expuso la baja intensidad de señal que llega a distintos lugares de los edificios, por lo que con la solución planteada para este problema, el integrar o remover Access Point, se espera que estas fallas puedan desaparecer, o que mejoren considerablemente.

En el capítulo 1, se explicó en qué consistían las redes inalámbricas, sus distintos tipos, y la tecnología WiFi, para concluir que debido al alcance que tiene una red WiFi es limitado para el área que se quiere cubrir, se debe recurrir a distintos dispositivos que ayuden a ampliar el área de cobertura, como los ya mencionados AP, teniendo en cuenta muchos factores que podrían afectar la funcionalidad de esta red, por lo que realizando un estudio con distintos programas, se podrá saber con exactitud donde es la mejor ubicación para colocar estos equipos, y no interfieran entre ellos, siendo esta opción la más viable para resolver la problemática planteada.

En el capítulo 2, se estableció la solución planteada, realizando los distintos estudios a la red WiFi actual dentro del Departamento de Electrotecnia e Informática. El capítulo tiene como objetivo principal mediante los estudios realizados el demostrar la problemática que se tiene actualmente, que es la baja calidad de la señal que llega a los distintos puntos de cada edificio (M, J, U y C), tanto así también como la velocidad y la cobertura que esta entrega. Se realizó el estudio de la red WiFi mediante dos Heat-Map, que indicaron la cobertura RSSI y SNR, lo que ayudo a comprobar la problemática planteada, y con el resultado de estos estudios se puede recomendar el instalar nuevos Access Point en distintos lugares de cada edificio, para tener una mayor cobertura, ya que en los lugares específicos en que los equipos actuales están instalados, no están otorgando la cobertura, señal y velocidad que se requiere para todo el edificio. Igualmente, a partir de estos estudios, se sugerirá implementar políticas de tráfico de red, ya que estas no están implementadas actualmente, para así controlar el ancho de banda por usuario, restringir el acceso a sitios específicos, y así el usuario pueda tener una mejor experiencia navegando al conectarse a la red.

Por ultimo en el capítulo 3, se expusieron los costos asociados al proyecto, realizando cotizaciones a distintos comercios para poder tener los precios más accesibles del mercado, y que no sea un proyecto con un precio muy elevado, teniendo en cuenta de que si se quiere tener una red inalámbrica de calidad, a veces no es necesario adquirir equipos de una gama alta para poder conseguirla, ya que existen marcas que ofrecen los mismos servicios por un precio más moderado y accesible para todos, siendo así la marca Mikrotik la que nos permite acceder a estos servicios y dispositivos. Por otro lado, se deben tomar en cuenta las horas que trabajará el personal, que añadirá un valor extra al valor

total de este, dando la capacitación correspondiente a cada trabajador para que la implementación de la red inalámbrica se desarrolle sin problema alguno.

BIBLIOGRAFÍA Y FUENTES DE LA INFORMACIÓN

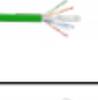
1. <http://www.maestrosdelweb.com/evolucion-de-las-redes-inalambricas/> [Consulta 29-03-2018]
2. <https://prezi.com/a9aghvc4mfb9/historia-y-evolucion-de-redes-inalambricas/> [Consulta 29-03-2018]
3. <http://www.eslared.org.ve/walc2012/material/track1/05Introduccion a las redes WiFi-es-v2.3-notes.pdf> [Consulta 30-03-2018]
4. http://www.rnds.com.ar/articulos/091/RNDS_088-090W.pdf [Consulta 30-03-2018]
5. https://www.ecured.cu/Tecnolog%C3%ADa_Wi-Fi [Consulta 30-03-2018]
6. <http://www.monografias.com/trabajos55/implementacionredwifi/implementacion-red-wifi.shtml> [Consulta 30-03-2018]
7. <http://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/9456/MonteroBaqueroJuanDavid2016.pdf?sequence=1&isAllowed=y> [Consulta 30-03-2018]
8. <http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/11138/fichero/memoria%252FCap%C3%ADtulo+3.pdf> [Consulta 31-03-2018]
9. <https://www.linksys.com/es/r/resource-center/qu%C3%A9-es-un-punto-de-acceso/> [Consulta 31-03-2018]
10. <https://www.acrylicwifi.com/blog/intensidad-senal-ruido-ubicacion-zona-cubierta-punto-acceso/#> [Consulta 11-05-2018]
11. <https://www.acrylicwifi.com/blog/mapa-de-calidad-de-senal-wifi-snr/> [Consulta 11-05-2018]
12. <https://red.agro.uba.ar/node/42> [Consulta 13-05-2018]

ANEXOS

ANEXO A: GLOSARIO

- INYECTOR PoE: Proporciona alimentación eléctrica a dispositivos ya sea que tengan integrado PoE o no, a través de un cable ethernet, se inyecta la corriente eléctrica mediante el cable.
- CABLE DE RED UTP: Permite conectar distintos dispositivos entre sí, puede ser de manera directa, o realizando una conexión entre un dispositivo con un router o switch. UTP significa, par trenzado no blindado, utilizado para diferentes conectores.
- CONECTOR RJ-45: Sirve para armar cables Ethernet, para realizar instalaciones o conexiones de diversos dispositivos.
- SERVIDOR: Un ordenador u otro dispositivo que se encarga de entregar información a distintos clientes o a otros dispositivos que estén conectados a ese ordenador.
- FIREWALL: Permite gestionar y limitar el tráfico entrante y saliente de la red, estableciendo reglas, para evitar intrusos en la red.
- HARDWARE: Conjunto de elementos físicos o materiales que constituyen una computadora o sistema informático.
- SOFTWARE: Conjunto de programas y rutinas que permiten a la computadora realizar diferentes tareas.

ANEXO B: COTIZACIÓN LINKSTORE

Item	Cant	Codigo	Imagen	Descripcion	P.Entrega	Garantia	Precio/Dcto	Valor Unit	Subtotal
I	1	RB1100AHX4.		MIKROTIK 128MB 4-1,4GHZ L6 13-1000 RACK MSD NO-SATA DUAL-PSU DB9-RS232	Inmediato	12 M	270.000 21%	213.300	213.300
II	11	CAP-AC.		MIKROTIK 2,4GHZ-N300 5GHZ-867 L4 INC-24V 2-1000-POEPASS 26DBM 2X2-2DBI	Inmediato	12 M	66.400 21%	52.456	577.016
III	11	POE-48-24W-G.		UBIQUITI GIGABIT POE 48V 24W 2-RJ45 802.3AF 220VAC UBI-POE-48-5G	Inmediato	6 M	14.300 21%	11.297	124.267
IV	12	CP6B-20L.		LINKMADE 2MT CAT6 NARANJO LSZH CABLE PATCH INYECTADO MULTIFILAR	Inmediato	12 M	2.200 17%	1.826	21.912
V	2	CB6L-UV3.		LINKMADE VERDE CAT6 UTP 305MT UNIFILAR COBRE CAJA CABLE	Inmediato	12 M	90.000 13%	78.300	156.600
VI	3	RJ6U-10U.		LINKMADE CAT6 10UN UNIFILAR RJ45	Inmediato	0 M	2.900 15%	2.465	7.395
								Total Neto	\$ 1.100.490
								IVA (19%)	\$ 209.093
								Total (IVA incluido)	\$ 1.309.583

[Click aqui ver horario atencion y despachos.](#)



Cliente : LUCAS BENJAMIN ROSENBERG DUPRE

RUT : 18.784.039-2

Telefono : 991787148

Solicitada por : LUCAS ROSENBERG

Validez de oferta : 5 días hábiles.

Los despachos a regiones son responsabilidad de la empresa externa seleccionada por el cliente.

TECNOLOGIA LK SPA - COTIZACION N°385016 / D1
Disponibilidad sujeta a stock.

Terminos de Pago : TRANSF. BANCARIA

Fecha Emision : 26-06-2018

Cotización realizada por : Cecilia del Carmen Herrera Morales

E-Mail : cecilia@linkstore.cl

ANEXO C: COTIZACIÓN NOVOLINK

NOVOLINK		Cotización		
		Ref. : PR1806-0020		
		Fecha : 26/06/2018		
		Validar fecha de término : 11/07/2018		
		Código cliente : CU1806-0010		
Emisor:		Enviar a:		
<p>Novolink Soluciones SPA. 1 Norte 461, oficina 703 2520009 Viña del Mar</p> <p>Teléfono: +56991787148 Correo: Irosenberg@novolink.cl Web: www.novolink.cl</p>		<p>Catalina Rios</p>		
Importes visualizados en Chile Peso				
Descripción	IVA	P.U.	Cant.	Base imponible
ROUTER/FIREWALL MIKORTIK RB1100AHX4	19%	367.670	1	367.670
ACCESS POINT MIKROTIK CAP2ND	19%	88.983	11	978.813
INYECTOR POE MIKROTIK	19%	12.990	11	142.890
LINKBASIC CABLE UTP 100% COBRE CAT6 (305M)	19%	88.000	2	176.000
PATCH CORD 2M	19%	3.000	12	36.000
CONECTOR RJ45 CAT6 (DISPLAY 10 UNIDADES)	19%	5.000	3	15.000
Condiciones de pago:		Acuse de recibo		Base imponible
Forma de pago:		Efectivo		Total IVA 19%
				Total
				1.716.373
				326.110
				2.042.483