
Colegio de Ciencia y Tecnología

Propuesta de Modificación de la red wifi del Plantel San Lorenzo Tezonco

T E S I S

Que para obtener el título de:
Licenciado en Ingeniería en Sistemas Electrónicos
y de Telecomunicaciones

P r e s e n t a :

Jorge Alberto Cárdenas Hernández

D i r e c t o r :

Dr. Julio César Salas Torres

C o d i r e c t o r :

Dr. Fausto Jarquín Zárate

Ciudad de México, febrero de 2021.

SISTEMA BIBLIOTECARIO DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE LA CIUDAD DE MÉXICO COORDINACIÓN ACADÉMICA

RESTRICCIONES DE USO PARA LAS TESIS DIGITALES

DERECHOS RESERVADOS[©]

La presente obra y cada uno de sus elementos está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor; por la Ley de la Universidad Autónoma de la Ciudad de México, así como lo dispuesto por el Estatuto General Orgánico de la Universidad Autónoma de la Ciudad de México; del mismo modo por lo establecido en el Acuerdo por el cual se aprueba la Norma mediante la que se Modifican, Adicionan y Derogan Diversas Disposiciones del Estatuto Orgánico de la Universidad de la Ciudad de México, aprobado por el Consejo de Gobierno el 29 de enero de 2002, con el objeto de definir las atribuciones de las diferentes unidades que forman la estructura de la Universidad Autónoma de la Ciudad de México como organismo público autónomo y lo establecido en el Reglamento de Titulación de la Universidad Autónoma de la Ciudad de México.

Por lo que el uso de su contenido, así como cada una de las partes que lo integran y que están bajo la tutela de la Ley Federal de Derecho de Autor, obliga a quien haga uso de la presente obra a considerar que solo lo realizará si es para fines educativos, académicos, de investigación o informativos y se compromete a citar esta fuente, así como a su autor ó autores. Por lo tanto, queda prohibida su reproducción total o parcial y cualquier uso diferente a los ya mencionados, los cuales serán reclamados por el titular de los derechos y sancionados conforme a la legislación aplicable.

Dedicatoria

Jorge Alberto Cárdenas Hernández

A mis padres que me apoyaron a lo largo de este camino y siempre me dieron su mano en momentos difíciles y me dieron ánimos de continuar con este sueño.

A todos los profesores que formaron parte de mi vida estudiantil y que compartieron sus conocimientos conmigo.

A mi novia Leonor por apoyarme incondicionalmente y motivarme a ser mejor persona.

... «El futuro mostrará los resultados y juzgará a cada uno de acuerdo a sus logros» ... Nikola Tesla

Jorge Alberto Cárdenas Hernández

A la vida por darme una nueva oportunidad, y por poner en mi camino a personas importantes que le han dado sentido a este sueño y me han motivado a dar lo mejor de mí en todos los aspectos.

A mi madre Ana María y mi padre Hipólito por sus múltiples consejos y por apoyo para jamás rendirme.

A mis hermanos que han sido un ejemplo a seguir en muchos aspectos de la vida, que me motivaron en sinfín de ocasiones a continuar los estudios y llegar a ser profesionalista.

A mis compañeros y compañeras con quienes compartí muchos momentos tanto personales como académicamente, me llevo buenos aprendizajes de todos mis compañeros y compañeras.

*«Si tuviera la suerte de alcanzar alguno de mis ideales,
sería en nombre de toda la humanidad».*

Nikola Tesla

Agradecimientos

A mi amada universidad que me dio la oportunidad de terminar una ingeniería, que a cambio de nada me ofreció todo, que durante mi estancia en la UNIVERSIDAD AUTONOMA DE LA CIUDAD DE MEXICO (UACM) me brindo momentos inolvidables, que me abrió un nuevo horizonte de conocimientos, agradezco enormemente a todos y cada uno de las y los profesores que me acompañaron en este arduo camino.

Que al haber formado parte del V consejo universitario traté de regresar algo de lo mucho que la universidad me ha dado.

A mi director de tesis... que me dio el apoyo para poder llegar a este punto y concluir satisfactoriamente esta ingeniería.

A mi codirector de tesis Que también me dio la mano para poder culminar este trayecto.

Índice general

Dedicatoria	I
Agradecimientos	VI
Introducción	1
1. OBJETIVOS GENERALES Y JUSTIFICACION	7
1.1. Objetivo particular	7
1.2. Justificación	8
1.3. Panorama del trabajo	9
2. Antecedentes	11
2.1. Las telecomunicaciones y el internet	11
2.2. ¿Cuándo surgió el internet?	16
2.2.1. Modelo TCP/IP	17
2.2.2. Modelo OSI	17
2.3. Internet en México	19
2.4. Red Inalámbrica	20
2.5. Fundamentos del wi-fi	23
2.5.1. Tipos de tecnologías inalámbricas	23
2.5.2. ¿Qué es el WiFi?	27
2.6. Ventajas del wifi	27
2.7. Desventajas del wifi	28
2.8. Estándar IEEE	28
2.8.1. IEEE 802.11	28
2.8.2. Norma 802.11b	28
2.8.3. Norma 802.11a	29
2.8.4. Norma 802.11g.	29
2.8.5. Norma 802.1n	29
2.8.6. Norma 802.11 ac	30
2.9. Frecuencia en wifi	30
2.9.1. Wifi a 2.4GHz	30

2.9.2. Wifi a 5GHz	30
2.10. Problemas en una red wifi	31
2.11. Ventajas y desventajas de las bandas de los 2.4GHz y 5GHz.	32
2.12. Modos de operación en una red inalámbrica	32
2.13. Seguridad En La Red Wifi	34
2.14. Cuello De Botella	35
3. Análisis de la red wifi actual	37
3.1. El plantel San Lorenzo Tezonco	37
3.2. Red wi-fi del plantel	38
3.3. Análisis por planta	38
3.3.1. Planta baja	38
3.3.2. Primer piso	39
3.3.3. Segundo piso	40
3.3.4. Tercer piso	40
3.3.5. Cuarto piso	41
3.4. Consideraciones	42
4. Diseño y configuración	45
4.1. Elección del estándar y frecuencia ideal para el plantel San Lorenzo Tezonco.	46
4.2. Planificación del sistema	46
4.2.1. Cálculo del número de AP's	46
4.3. Puntos a considerar:	47
4.4. Puntos de acceso por piso	48
4.4.1. Primer piso	48
4.4.2. Segundo piso	49
4.4.3. Tercer piso	49
4.4.4. Cuarto piso	50
4.5. Equipos necesarios	50
4.5.1. Puntos de doble banda (2.4 GHz- 5GHz)	50
4.5.2. Router Gigabit	51
4.6. Inyector POE(power over ethernet)	52
4.7. Esquema general del edificio	53
4.8. Configuración Final De Los Equipos	54
4.9. Pruebas finales	61
4.9.1. Simulación de la red	61
4.10. Conexión de dispositivos	63
4.11. Estado de dispositivo	64

5. PROPUESTAS	67
5.1. Propuesta 1	67
5.2. Propuesta 2	68
5.3. Propuesta 3	68
5.4. Análisis de las propuestas	69
5.5. Conclusiones	70
Bibliografía	73

Índice de figuras

1.	Grafica de usuarios por nivel de estudio	1
2.	Datos de navegacion	2
2.1.	Diagrama de conexión satelital	15
2.2.	Antena	15
2.3.	Modelo TCP/IP y modelo OSI	18
2.4.	Tipos de redes	23
2.5.	Conexión por bluetooth	24
2.6.	Conexión por infrarrojo	24
2.7.	Conexión inalámbrica de área local	25
2.8.	Red inalámbrica de área metropolitana	26
2.9.	Red inalámbrica de área amplia	27
2.10.	Canales de frecuencias	31
2.11.	Representacion del modo ad hoc	33
2.12.	Representacion del modo infraestructura	33
2.13.	Cuello De Botella	35
3.1.	Señal en el edificio A salón 102	39
3.2.	Señal en el pasillo	40
3.3.	Señal dentro del salón	41
3.4.	Señal actual 4to piso	41
3.5.	Velocidades por antena	42
3.6.	Tabla de consumo	42
4.1.	Punto de acceso de doble frecuencia	51
4.2.	Router Gigabit	52
4.3.	Inyector POE para la alimentación de los puntos de acceso	52
4.4.	Panorama general de conexión	53
4.5.	Conexión del router y el punto de acceso	54
4.6.	Inicio sesion router	55
4.7.	Firmware actualizado a la última versión	55
4.8.	Punto agregado al router	56
4.9.	Inicio de sesión en el punto de acceso	56

4.10. FirmwareAP	57
4.11. Agregar nuevo SSID	57
4.12. Contraseña SSID	58
4.13. SSID's Por colegio	58
4.14. Ancho de banda limitado por usuario	59
4.15. Puntos de acceso que están conectados al router	60
4.16. Calendario activo	60
4.17. Simulación de las conexiones para los puntos de acceso	61
4.18. Configuración de los dispositivos en la simulación	62
4.19. Conexión exitosa entre los dispositivos	63
4.20. Paquetes recibidos	63
4.21. Clientes conectados al punto de acceso y bandas de frecuencia en uso	64
4.22. Estado de la red	64
4.23. Señal emitida por el punto de acceso	65
4.24. Interferencia.	65
4.25. Prueba de velocidad.	66
5.1. Tabla de propuestas	69

Capítulo 1

Introducción

Las redes inalámbricas hoy en día juegan un papel muy importante en el mundo, quien iba a pensar que ahora podemos disfrutar de conexiones inalámbricas para poder cargar y descargar archivos, hacer video llamadas, video conferencias, ver películas, acceder a redes sociales, etc. y que hoy en día es muy difícil prescindir de una conexión de este estilo. Vivimos en una época donde la tecnología ha avanzado a pasos agigantados, pasamos de usar computadoras gigantescas que ocupaban mucho espacio, a usar mini computadoras, laptops o usar smartphone todo en la palma de nuestra mano, así mismo las redes han ido evolucionando con el pasar del tiempo, hoy en día en muchos lugares podemos disfrutar de una conexión inalámbrica y tener acceso al mundo digital en internet, así mismo podemos disfrutar de miles y miles de aplicaciones que usan una conexión a internet.

Los datos de la Encuesta Nacional sobre Disponibilidad y Uso de Tecnologías de la Información en los Hogares de 2019, indica que el 70.1 por ciento de la población de seis años o más en México es usuaria de Internet. así mismo según datos del INEGI, de la población con estudios universitarios el 96.4 por ciento se conecta a la red, mientras que del grupo de personas con estudios de educación básica se conecta el 59.1 por ciento. Como lo podemos ver en la siguiente figura gracias a datos del INEGI.

Fuente:<https://www.inegi.org.mx/>

Las principales actividades realizadas en Internet durante 2019 son: Entretenimiento (91.5 por ciento), Información (90.7 por ciento), Comunicarse (90.6 por ciento). Otras como para acceder a redes sociales y para apoyar la educación 87.8 por ciento y capacitación con 83.8 por ciento. En la siguiente figura podemos observar estos valores.

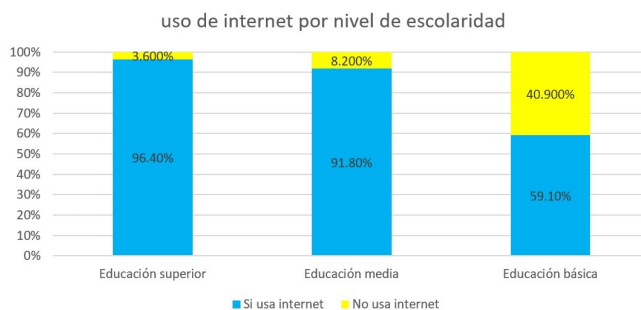


Figura 1.1: Grafica de usuarios por nivel de estudio

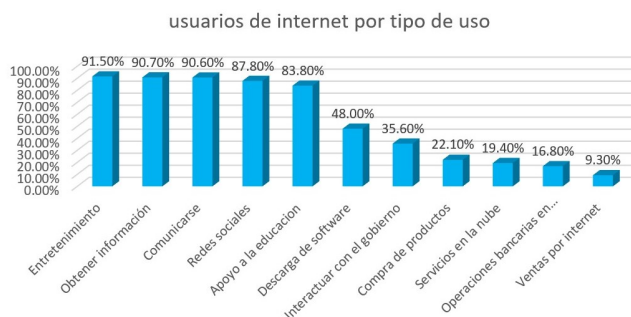


Figura 1.2: Datos de navegacion

Fuente:<https://www.inegi.org.mx/>

Cabe mencionar que estos datos son obtenidos a través del INEGI y son meramente estadísticos.

Hoy en día la mayor parte de ciudadanos hace uso del internet, como podemos ver, los estudiantes de universidad son los que más usan el internet, analizando este panorama se decide que este trabajo esté enfocado en ofrecer una conexión óptima para los estudiantes y docentes del plantel San Lorenzo Tezonco.

Sabiendo el alcance que tiene la tecnología de red inalámbrica y las necesidades de los alumnos como de los docentes es necesario implementar una red que funcione de manera adecuada.

Dentro de este proyecto se darán diferentes propuestas para las diferentes situaciones laborales y/o académicas dentro del plantel san Lorenzo Tezonco.

Por otra parte hago mención de que el análisis presentado en este trabajo se enfocó en el edificio A, ya que este edificio es el mas transitado y en el cual hay mas alumnos

tomando clases, por otra parte, debo mencionar que el alcance de este proyecto es altamente escalable, por lo que sin problemas se puede llevar a cabo en los tres edificios de clases del plantel, así mismo haciendo una visión al futuro (especialmente porque hay edificios en obra negra aun) este proyecto puede proporcionar internet a esos edificios que aun no han sido terminados.

Así mismo al final de este trabajo en la sección de propuestas se hará una comparación entre las tres diferentes configuraciones de esta red, poniendo en claro qué ventajas tiene una sobre la otra, así como de comparar en que situaciones sería viable una configuración u otra, en ese sentido debo mencionar que las tres propuestas tienen similitudes, aunque están pensadas para diferentes necesidades en el día a día de la vida en nuestro plantel. Finalmente después de realizar las comparativas entre las propuestas llegaremos a elegir a la que se adapte más a nuestras necesidades.

En nuestra casa de estudios aparte de la vida académica se llevan a cabo diversos eventos, festivales, congresos, ponencias, eventos donde la comunidad aledaña ingresa a nuestra casa de estudios, etc. Es por esto que la conexión a internet que se ofrecerá dentro del plantel debe de ser diferente y se tiene que pensar en optimizar de una forma más eficaz esta red para poder tener así una buena conexión, como lo mencione anteriormente en las tres propuestas se hará una comparativa de funcionalidades, de situaciones en las que la demanda de internet será mayor o menor, así como verificar la viabilidad de cada una de las propuestas, dependiendo de sus beneficios y/o carencias.

Dentro del primer capítulo mencionaré cuales son los objetivos de este trabajo, finalizando con la justificación del mismo.

Tengo que hacer mención que el interés principal de este tema va más allá de obtener el título de licenciatura gracias a esta tesis, si no que viendo las necesidades y dificultades que sufrimos tanto estudiantes, como docentes dentro del plantel por la falta de una conexión optima a internet, hace que quiera regresar algo del conocimiento que obtuve dentro de esta grandiosa casa de estudios, es por esta razón que opte por este tema, el cual pienso que de alguna u otra forma será benéfico para nuestra comunidad del plantel San Lorenzo Tezonco Este proyecto se enfocó en hacer énfasis del por qué es necesario hacer un análisis de la red actual, ya que esto sería un parte aguas para este trabajo para finalmente poder dar propuestas que satisfagan la necesidad de los estudiantes, docentes y administrativos.

Continuando con el segundo capítulo nos adentraremos en el mundo del internet, sus

inicios y evolución, así mismo veremos cuál fue el punto de partida para que México tuviera conexión a internet, a que velocidades se podía llegar y cuáles eran las funciones a las que se podía acceder con esas capacidades. Por otra parte veremos cómo es que funciona el internet (protocolos) y para finalizar nos adentraremos en el mundo de las redes inalámbricas (ventajas, desventajas, frecuencias, estándares, capacidades, etc.).

Por otra parte, en el tercer capítulo analizaremos la ubicación de nuestro plantel, así como el estado actual de la red wifi del plantel San Lorenzo Tezonco.

veremos los problemas que tiene actualmente así mismo veremos las ventajas y desventajas que esta red tiene. Todo esto se realizará mediante un análisis físico (ubicación de los puntos de acceso, ancho de banda disponible, capacidad soportada por punto de acceso, cobertura en tiempo real proporcionada por los puntos de acceso actuales).

Por otra parte haremos mención de las consideraciones que debemos tomar para que nuestra red wifi funcione de la mejor manera, todas estas medidas nos serán de utilidad más adelante para poder elegir el estándar y la frecuencia a la que trabajaremos para poder dar propuestas sólidas y funcionales para este proyecto.

En el cuarto capítulo desarrollaremos la configuración de esta red wifi, cabe mencionar que después de hacer el análisis de esta red en el capítulo anterior se opta por montar la nueva red dentro de la infraestructura que existe actualmente, esto con la finalidad de optimizar los recursos, también en este punto nos enfocamos a elegir el estándar y la frecuencia a la que trabajaran los equipos que seleccionaremos. Por otra parte, nos enfocaremos también en realizar el cálculo de cuántos puntos de acceso usaremos en cada nivel para después con esos resultados hacer una lista de equipos (puntos de acceso, Router, switch, inyector Poe) que tengan las características necesarias según nuestras necesidades.

Y finalmente en este capítulo procederé a realizar la configuración de estos equipos, limitando ancho de banda, frecuencia y estándar de trabajo, horario de funcionamiento, creaciones de SSID, simulaciones, y pruebas finales, etc.

Para finalizar dentro de este capítulo se harán diferentes propuestas que cubran las necesidades tanto de estudiantes como de docentes y administrativos considerando las diferentes necesidades de los mismos.

Cabe mencionar que estas propuestas fueron pensadas y realizadas gracias a los datos que no arrojó el análisis de la red existente, así como las simulaciones y las pruebas finales del capítulo anterior, de esta manera se hará una comparación entre las propuestas para finalmente decidir cual sería la mas adecuada a nuestras necesidades.

Capítulo 2

OBJETIVOS GENERALES Y JUSTIFICACION

Este capítulo está enfocado a mencionar la necesidad de tener una red en óptimas condiciones, las necesidades de los estudiantes y docentes cada día son mayores hablando académicamente, hoy en día muchas herramientas que se necesitan para el estudio las encontramos en internet es por eso que en este capítulo se mencionan tanto el objetivo y la justificación de este proyecto no solo a las y los estudiantes, si no también a las y los docentes.

2.1. Objetivo particular

Hacer un análisis detallado de la red wifi que actualmente está en funcionamiento en el plantel San Lorenzo Tezonco, realizando una inspección física del área en donde están colocados los puntos de acceso, la intensidad que emiten, la cantidad de usuarios que soportan, detectar mediante software de uso libre la velocidad que proporciona para la conexión y si son dispositivos que soportan doble banda (2.4GHz y 5GHz). Esto sería una buena idea ya que actualmente muchos dispositivos trabajan en la banda de 2.4GHz y esto se traduce en que esta banda se satura y tiene mucha interferencia, ya que muchos de los dispositivos trabajan a esta frecuencia como lo son mouse inalámbricos, manos libres, celulares, laptops, tablets, etc. Así mismo cabe mencionar que, como ya se había mencionado anteriormente, la universidad está rodeada de viviendas que pueden ocasionar interferencia con sus redes inalámbricas

Realizar el levantamiento de la información necesaria para establecer las características con las que debe contar la red Wi-Fi. Hacer una propuesta que cubra con todos

los requerimientos del uso de wifi tanto de estudiantes como de docentes, ya que ac-

tualmente esta herramienta es muy necesaria para tener un conocimiento más amplio.

2.2. Justificación

El presente trabajo se enfocará en el análisis e implementación de una red de wifi usando diferentes puntos de acceso, así como modificar la zona en donde están instalados actualmente los que están en funcionamiento.

Además de la necesidad de estar actualizados al día hace que una conexión a internet sea necesaria para poder avanzar en los estudios en cualquier grado académico y en cualquier área de estudio.

El hecho de que el alumno y los profesores estén actualizados de información día a día hace que una conexión eficaz a internet sea una necesidad, dado el hecho de que se tiene que hacer consultas de información, así como realizar carga y descargas de documentos, entrega de tareas, trabajos finales, revisión de documentales por streaming, etc.

Este plan está pensado en las personas que carecen de una conexión a internet desde sus hogares, ya que existen alumnos que permanecen más tiempo en el plantel para poder realizar la entrega de trabajos o la visualización de documentales que están en internet.

El principal problema radica en la ineficiente conexión a internet que proporciona el plantel a los alumnos y docentes y, por otra parte, que los actuales puntos de acceso con los que cuenta la universidad no soportan tantos usuarios conectados.

De esta manera se estudiaron las posibilidades de que el plantel cuente con una conexión eficaz con el fin de dar una solución accesible, no tan costosa y que cumpla con las funcionalidades básicas que requieren los profesores y alumnos que son:

- Cobertura: Tener una cobertura en la mayor parte del plantel para que los alumnos, docentes y administrativos tengan una buena conexión para fines académicos respectivamente.
- Velocidad: Ofrecer una velocidad de transmisión (subida y bajada) de calidad por usuario.

- Escalabilidad: Llevar a cabo este proceso para que a futuro el sistema crezca, tanto en velocidad como en un aumento de número de usuarios o accesos, teniendo en cuenta la creciente de matrículas año con año.
- Seguridad y Fiabilidad: Hacer uso de un sistema fiable.
- Gestión Centralizada: Hacer una gestión centralizada de los puntos de acceso para un mejor control.
- Adaptabilidad: Adaptar la red existente a la nueva.

En este caso adoptando los avances tecnológicos hacen que, tanto los profesores puedan impartir de una manera más dinámica sus clases, como los alumnos tengan fácil acceso a información para fortalecer sus conocimientos de formación profesional.

La enseñanza y el aprendizaje dentro de las aulas se ha venido modificando con la llegada de estas tecnologías haciéndose valer de una herramienta primordial como lo es el internet conectado a laptops, smartphones, tablets, etc.

2.3. Panorama del trabajo

Este trabajo se enfocó en analizar la red wi-fi que esta actualmente en funcionamiento dentro del plantel San Lorenzo Tezonco, se logró observar los problemas comunes que tiene esta red, la mayoría de estos problemas surgen debido a la falta de mantenimiento de los puntos de acceso, por otra parte, se logra observar que los dispositivos que están colocados tienen mucha interferencia, lo que causa que la red wi-fi no funcione de manera correcta, causando graves problemas de conexión de los dispositivos que usan esta red.

Así mismo mediante el análisis de esta red, se logró observar que el ancho de banda proporcionado hacia los dispositivos no está limitado, lo que causa que algunos dispositivos gocen de una conexión estable y otros más tengan problemas para poder cargar o descargar archivos, libros, contenido multimedia que muchas ocasiones los estudiantes tienen que consultar en internet, lo que causa frustración y pérdida de tiempo tanto para los alumnos, como para los profesores ya que muchas veces estando en las aulas se necesita de este contenido para poder continuar con las clases.

La finalidad de este trabajo es dar una propuesta que sirva para tener una red wifi en

óptimas condiciones y minimizar la pérdida de conexión a la red.

Una vez que se realizó el análisis físico del área en donde está en funcionamiento la red inalámbrica se procedió a realizar un mapeo de calor de wifi, esto con la finalidad de observar el funcionamiento actual de la red wifi que tantos problemas a causado dentro de esta casa de estudios, tanto para los alumnos como para los docentes.

Capítulo 3

Antecedentes

En este capítulo veremos un poco acerca de la historia del internet en México, que fue lo que dió pie a que México tuviera su primera conexión a internet, así mismo veremos como funciona el internet, los tipos de conexión, así como los diferentes tipos de redes inalámbricas que existen hoy en día.

por otra parte dentro de esta sección haré mención de las ventajas y desventajas de las redes inalámbricas, los tipos de estándares que se usan en este tipo de redes, así como en que bandas de frecuencia trabajan cada uno de estos y los problemas que pueden llegar a presentarse en este tipo de redes, también se hará mención del tipo de seguridad que estas redes ofrecen y como poder evitar los cuellos de botella que pudieran presentarse en estas redes.

3.1. Las telecomunicaciones y el internet

Las telecomunicaciones han existido desde hace mucho tiempo, a través del tiempo la humanidad ha desarrollado la capacidad de poder comunicarse y de transmitir información de un lugar a otro por diferentes medios de comunicación, superando así los diversos obstáculos a los que nos hemos enfrentado, basta voltear a ver a la historia de nuestros antepasados, su tipo de comunicaciones mediante señales de humo, sonido de tambores, etc. Este tipo de comunicaciones podían recorrer en menor tiempo el envío del mensaje a otra persona, en comparación de que si el emisor iba personalmente a entregar dicho mensaje.

La palabra Telecomunicaciones la podemos definir como comunicación a distancia, aunque en la actualidad esta palabra solo se asocia a medios electrónicos, que envían información de un sitio a otro por cualquier medio.

La humanidad ha pasado por grandes evoluciones, y las telecomunicaciones no son la excepción, pasamos de los golpes de tambor a pulsos eléctricos para transmitir mensajes, como ejemplo tenemos que en 1753 un escritor anónimo de la revista Scots magazine había propuesto algún dispositivo capaz de transmitir pulsos eléctricos a través de alambres para transmitir mensajes, esto sería reflejado como el prototipo del telégrafo , pero no fue sino hasta la década de 1830 cuando finalmente se logró esta meta, y hasta la década de 160 se logró establecer por primera vez a nivel mundial, a finales de esa década ya era posible enviar mensaje a todos los continentes a excepción de la Antártida.

Continuando con los avances tecnológicos, se encontró la manera de convertir los sonidos a señales eléctricas, y fue que mediante los pulsos eléctricos se pudo transmitir la voz humana de un lugar a otro. Este gran desarrollo culminó con la invención del teléfono y que a mediados de la década de 1870 este dispositivo le dio la primicia a Alexander Graham Bell para obtener la patente del teléfono.

Explicando el funcionamiento de manera sencilla este dispositivo, el micrófono incorporado en el teléfono recoge las vibraciones producidas por el sonido al hablar y las convierte en pulsos eléctricos, y, el amplificador incorporado hace lo inverso. En un principio el teléfono era un medio de comunicación punto a punto, es decir que mediante un cable se conectaban dos dispositivos en diferentes lugares y la conexiones solo era entre esos dispositivos, para ampliar este sistema se implementaron los conmutadores ubicados en centrales telefónicas (ese procedimiento en un inicio era de manera manual), con el pasar del tiempo esta tecnología se mejoró y se logró que este procedimiento se produjera de manera automática.

En 1893 Nikola Tesla, que para mí fue uno de los más grandes inversores realizó la primera demostración pública de transmisión de mensaje mediante señales electromagnéticas sin necesidad de cables. Posteriormente Guillermo Marconi abrió el camino para la comercialización del telégrafo de manera inalámbrica en sistema de transmisión de radiofrecuencias.

En 1920 comenzaron a surgir las radio transmisoras y gracias a esto ya era posible transmitir la voz humana y otros sonidos a los radios.

Décadas después en 1950, el desarrollo de la televisión, permitió enviar imágenes y sonidos y es así como comenzó una era de comunicación masiva mediante la radio y la televisión, permitiendo así que muchas personas accedieran de una manera rápida y eficaz a la información que acontecía en esa época.

Por otra parte la invención de las computadoras fue algo inesperado como un medio de telecomunicaciones en la segunda mitad del siglo XX, en un principio las computadoras fueron creadas para procesar datos y no para telecomunicaciones.

En México el problema de legislación, prohibía la transmisión de señales codificadas a través de medios públicos de telecomunicaciones, la llamada ley de Vías Generales de Comunicación publicada en el diario oficial de la federación el 19 de febrero de 1940, debido a que aun en la década de 1980 esa ley aún estaba vigente no se podía enviar información en este medio, ya que la información enviada y recibida por una computadora era codificada.

Derivado de esto la primer red comercial en México se llamó Telpac y era operada por el gobierno a través de la secretaria de comunicaciones y transporte (SCT), esta era una red de conmutación de paquetes que empleaba el protocolo de telecomunicaciones X.25, esta red contaba con 7 nodos ubicados en la Ciudad de México (antes llamado Distrito Federal), Monterrey, Guadalajara, Hermosillo, Mazatlán, Puebla y Villahermosa, cabe mencionar que una computadora aislada podía acceder a esta red mediante un permiso que previamente se solicitaba a la secretaria de comunicaciones y transporte(SCT), el usuario tenía que contar con un terminal adecuado, es decir tenía que contar con módems homologados es decir, que estos módems tenían que estar dentro de una lista de módems aprobados por la por la misma secretaria de comunicaciones y transporte, así mismo el usuario tenía que contar con una línea telefónica que pudiera conectarse a la computadora.

Por otra parte la doctora Gloria Koenigsberger presentó una propuesta a la universidad autónoma de México (UNAM) para poder conectarse de manera remota a la Space Physisc Analysis Network (red SPAN), todo esto derivado de su visita al Goddard Space Flight center de la nasa, sin recibir respuesta alguna de la NASA, sin embargo la national science foundation (NSF) que poseía una red satelital propia (NSFnet) contacto con la doctora, ya que universidades como la de Massachussets usaban el telescopio de san pedro mártir y así invito a la Doctora y sus colaboradores a sumarse a sus trabajos.

La NSFnet era una red compuesta por unos 30,000 nodos por todo el mundo y que ya usaban el protocolo TCP/IP.

Pero, ¿qué fue lo que impulso la primera conexión de la UNAM? Un astrónomo de Ian

Sheldon descubrió por accidente un punto luminoso en el cielo (la primer supernova que podía ser vista sin un telescopio desde 1604), por otra parte Peter Shames, jefe del departamento de sistemas del instituto del telescopio espacial (el mismo que ahora recibe información del telescopio HUBBLE y que provee datos a la NASA) tuvo una conversación con la doctora koenigberger para preguntarle si el satélite Morelos tenía alcance hasta Chile, esto con la finalidad de transferir datos que se estaban obteniendo de la supernova para así hacerlos llegar a Estados Unidos, pero como ya mencionamos arriba en México había problema para la transmisión de datos codificados por líneas públicas además que los satélites no tenían permitido hacer comunicaciones transfronterizas (en ese entonces los únicos que podían hacer eso eran los satélites del consorcio Intelsat), pero todo se derrumbó cuando se confirmó que el satélite solo tenía alcance hasta para el sur de Venezuela.

México no ayudó a la transferencia de información de la supernova, pero la decisión del gobierno chileno sentó un precedente para los alcances del satélite Morelos, gracias a que el gobierno chileno decidió poner a prueba los alcances de la norma que solo Intelsat podía hacer comunicaciones transfronterizas. y es así como decidieron hacer una estación terrestre para enviar la información a centros de investigación europeos y estadounidenses.

Un año después la SCT dio luz verde a las comunicaciones transfronterizas con la condición de que solo fuera con fines científicos y de investigación. En enero de 1988 se estableció la conexión entre la NSF y la NASA con México, bajo 5 condiciones:

- La conexión se haría mediante el sistema de satélites Morelos.
- se instalaría un nodo en la ciudad de México específicamente en ciudad universitaria en el instituto de astronomía, un nodo en el ITESM campus estado de México y el nodo central se pondría en el centro nacional de investigación atmosférica (NCAR en Boulder, en donde a su vez estaba el nodo central para la red satelital de universidades de Estados Unidos (USAN) que era la puerta de entrada a la NSFnet
- los gastos en Boulder correrían a cargo de la NASA y la NSF, y la UNAM y el ITESM fincarían sus estructuras necesarias
- los propósitos de este proyecto era exclusivamente académico
- El acceso al enlace internacional no podía negarse a ninguna institución educativa o de investigación

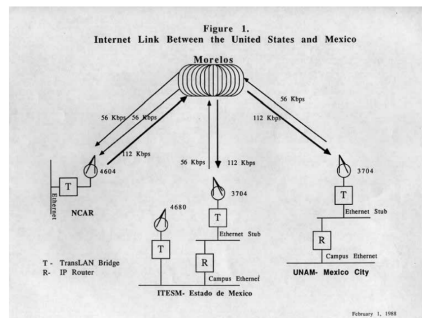


Figura 3.1: Diagrama de conexión satelital

Fuente: Los inicios de internet en México, Koenigsberger, Gloria, 2014, Página 163.

La computadora seleccionada para la transmisión vía TCP/IP fue la SUN 3/260, claro tras haber sido aprobada por la secretaria de comunicaciones y transportes.

Fue así que tras muchos trámites burocráticos y búsqueda de financiamientos, el 25 de abril de 1989 la UNAM instaló una antena de 3.7M de diámetro que permitiría el enlace entre la Red UNAM y la NSFnet.

No fue sino hasta el 20 de julio cuando una enigmática frase se envió después de realizar la primera prueba exitosa a una tasa de 64Kbps, el mensaje fue: "este primer mensaje es un pequeño paso para nosotros y es un gran paso para la universidad", en alusión a la frase que dijo Neil Armstrong ya que ese mismo día era el vigésimo aniversario del día en que Neil Armstrong descendió de la escalera del módulo para pisar la superficie lunar, sin duda alguna un gran logro para la UNAM.



Figura 3.2: Antena

Fuente: Los inicios de internet en México, Koenigsberger, Gloria Colección: 2014, Página 196

El internet hoy es día es una herramienta fundamental para casi cualquier persona, basta con tener una computadora o algún dispositivo que tenga acceso a este medio y disfrutar de infinidad de contenido que podemos encontrar al navegar, esto en la actualidad se dice fácil, pero, ¿Cómo fue en sus inicios? Para responder esta pregunta tenemos que adentrarnos a la historial del internet y como fue evolucionando con el pasar de los años.

Antes de proseguir con la historia del internet, debemos hacer mención de la primera computadora digital, la cual fue creada en el año 1946 gracias a John William Mauchly y John Presper Eckert, la cual fue nombrada: ENIAC (Electronic Numerical Integrator And Computer).

Esta computadora tenía unas dimensiones exageradas a comparación con las computadoras de hoy en día, esto debido a la tecnología de esa época, Ocupaba una habitación de 6m x 12m, y pesaba alrededor de 27 toneladas, se tardó en construir 30 meses, debido a que estaba compuesto por 7.200 diodos de cristal, 1.500 relés, 70.000 resistencias, 10.000 condensadores y alrededor de 5 millones de soldaduras todas hechas a mano. Esta computadora formaba parte de la Primera Generación de Computadoras (1951-1958) y que para procesar la información de usaban tubos de vacío o bulbos.

Fuente: Historia de la Computación, Carlos Alberto Garrido Lopez, Guatemala, Octubre 2008.

Años después en 1953 la empresa IBM “International Business Machines Corporation” decidió incursionar en la fabricación de ordenadores, que, aunque no eran mejores que los ordenadores sucesores del ENIAC (UNIVAC) lograron sobrepasar las ventas de los demás fabricantes logrando tener ventas por encima de los 1000 millones de dólares.

Pero, a todo esto, ¿Cuándo surgió el internet y cómo funciona? En este apartado veremos estas dos incógnitas resueltas.

3.2. ¿Cuándo surgió el internet?

El origen de la idea de esta herramienta data del año 1958 cuando en los estados unidos se fundó la RED DE LA AGENCIA PARA LOS PROYECTOS DE INVESTIGACION AVANZADA (ARPA) por sus siglas en ingles “Advanced Research Projects Agency Network”, el objetivo de esta agencia era crear conexiones directas entre ordenadores. Hasta el año 1967 nació el proyecto “ARPANET”, en donde se creó la primera conexión entre ordenadores en Estandford y UCLA. Esto fue creciendo poco a poco

y en 1971 fue cuando se logra establecer conexión entre 23 puntos. ¿Como funciona internet?

3.2.1. Modelo TCP/IP

En 1983 la organización ARPA decidió que los integrantes de la red adoptaran el protocolo TCP/IP, pero, ¿Qué es TCP/IP?, es grupo de protocolos de red para la transferencia de datos en las redes, entre equipos informáticos e internet. Por un lado, tenemos a TCP que es un Protocolo de Control de Transmisión y permite establecer una conexión y el intercambio de datos entre dos ordenadores. Y por otro lado tenemos IP que es un protocolo de internet, que utiliza direcciones series de cuatro octetos con formato de punto decimal por ejemplo 192.168.0.1. en otras palabras, es la dirección de un ordenador. En conjunto permiten el intercambio de información en una red de manera fiable, dentro de este modelo tenemos 4 niveles que son:

- Nivel de enlace o acceso a la red: Se encarga de ofrecer la posibilidad de acceso físico a la red y especifica el modo en que los datos deben enrutarse independientemente del tipo de red utilizado.
- Nivel de red o internet: Es considerada la capa as importante ya que engloba los protocolos IP, ARP, ICMP, IGMP y RARP y se encarga de proporcionar el paquete de datos y administras las ip
- Nivel de transporte: este nivel permite conocer el estado de la transmisión, así como los datos de enrutamiento y utilizan los puertos para asociar un tipo de aplicación con un tipo de dato.
- Nivel de aplicación: Suministra las aplicaciones de red que se comunican con las capas anteriores (con protocolos TCP o UDP).

3.2.2. Modelo OSI

Años más tarde en 1977 se creó el modelo OSI como estándar este modelo cuenta con 7 niveles que son:

- 1.- FISICA: Esta capa describe los medios mecánicos, eléctricos, funcionales y de procedimiento para activar, mantener y desactivar conexiones físicas para la transmisión de bits hacia y desde un dispositivo de red.
- 2.-ENLACE DE DATOS: Enlace de datos: Esta capa administra la notificación de errores, la topología y el control de flujo. Esta capa reconoce identificadores especiales que son únicos para cada host, tales como las direcciones físicas (BIA)

o las direcciones de control de acceso a medios (MAC). Los paquetes de la Capa 3 se colocan en tramas que contienen estas direcciones físicas de los hosts de origen y de destino. (Cisco 2002)

- 3.-RED: Realiza el direccionamiento y elige la mejor ruta
- 4.-TRANSPORTE: Esta capa toma el archivo de datos y lo divide en segmentos para facilitar la transmisión. Esta capa también es la que provee confiabilidad en el transporte entre los dos hosts.
- 5.-SESION: Esta capa establece, mantiene y administra conversaciones, denominadas sesiones, entre dos o más aplicaciones de distintas computadoras. Así mismo se encarga de mantener las líneas abiertas durante la sesión, y de desconectarlas cuando esta termina.
- 6.-PRESENTACION: Proporciona una representación común de los datos transferidos entre los servicios de la capa de aplicación
- 7.- APLICACION: Esta capa contiene protocolos utilizados para comunicaciones proceso a proceso. Información general protocolo tcp/ip modelo osi (CISCO 2002).

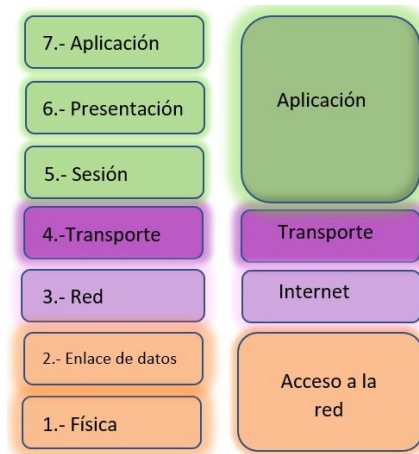


Figura 3.3: Modelo TCP/IP y modelo OSI

Con la llegada del TCP/IP las redes personales educativas y comerciales comenzaron a tener acceso a la información de la que se disponía en internet, dejó de ser una red “privada” a una red para todos gracias a WWW (world wide web) gracias al CERN (consejo europeo para la investigación nuclear de Suiza).

En el año 1967 Andries Van Dam creó el primer sistema de hipertexto, pero no fue

sino hasta el año 1987 hypercad lo introdujo en las computadoras Apple. Por otro lado en el año 1982 el estudiante de 15 años programó el primer virus informático llamado Elk Cloner para los Apple II.

Durante el año 1972 Ray Tomlinson creó el correo electrónico básico, convirtiéndose así en la aplicación más importante en la década. Tal fue el impacto que el ARPANET se alejaba más del uso militar y se apegaba más al uso científico de divulgación de información, gracias a esto en 1974 más de 50 universidades estaban conectadas a ARPANET.

A principios de los 90's empezó el auge del internet, en 1993 el gobierno quitó la prohibición y permitió la integración de redes y proveedores privados, por lo que el 30 de abril de ese año la web se convirtió en dominio público.

Más tarde en el año 1994 el primer buscador fue creado llamado webcrawler. Derivando años después los demás motores de búsqueda como Google (1996) Yahoo etc. En este punto un gran número de personas ya tenían acceso a internet, lamentablemente los tiempos de carga y descarga durante la conexión estaban muy limitados, es decir las velocidades eran mucho más inferiores a las que tenemos hoy en día.

Esta herramienta en la actualidad no solo nos ofrece un mundo de entretenimiento, sino también muchas, pero muchas posibilidades de realizar actividades como compras online, pago de servicios, citas médicas y sobre todo obtener conocimientos culturales, académicos entre otros, más aún para los estudiantes de las diferentes instituciones.

3.3. Internet en México

La historia del internet en México se remonta a finales de la década de los 80's. En el ITESEM (Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey) logró conectarse a BITNET mediante líneas conmutadas a través de una línea telefónica privada analógica de 4 hilos a 9600 bits por segundo, finalmente en 1989 se enlazó mediante internet a la universidad de Texas en San Antonio mediante la misma línea privada.

Por otra parte, la Universidad Autónoma de México (UNAM) accedió a internet mediante un enlace vía satélite a una velocidad de 54Kbps con el centro de investigación atmosférica de Boulder, Colorado, volviéndose este enlace el segundo nodo de internet en México. Tiempo después ambas universidades (UNAM e ITESEM) se interconectarían mediante el uso de líneas privadas analógicas a 9600bps, velocidad en esa época para poder mandar correos electrónicos y acceso remoto.

Tiempo después otras instituciones educativas se fueron incorporando, universidades de Veracruz, estado de México, saltillo ya se conectaban al ITESEM para poder acceder a internet. Por otra parte, en un organismo llamado RED-MEX (que era dirigido por una asociación civil), se discutían los procedimientos, estatutos y políticas para el control de la red en México, pero tiempo más tarde otro organismo denominado MEXNET estableció en 1992 que la velocidad hacia las ramas troncales de internet(backbone) fuera de 56Kbps.

Un año después el CONACyT se logra conectar mediante enlace satelital al centro nacional de investigación atmosférica, en ese mismo año se establece el primer Network Access point(NAP).

No fue sino hasta el año 1994 que gracias a la RTN (Red Tecnológica Nacional) que se logró un enlace a 2Mbps, en este mismo año se abre una gran puerta en el ámbito comercial ya que se inició una nueva era de desarrollo para el país y gracias a esto no solo las instituciones educativas o de investigación (recordemos que en un principio solo este tipo de instituciones tenían acceso) gozarían de una conexión, si no también empresas o personas.

En 1996 en TELMEX se registran 17 enlaces privados convirtiendo a TELMEX como el principal proveedor de servicios de internet (ISP).

El internet resalta porque se trata de una herramienta que facilita a las personas el acceso rápido a cantidades inmensas de información, a un costo relativamente bajo (en la actualidad). hoy en día esta herramienta es de suma importancia para casi cualquier ámbito tanto laboral como académico.

3.4. Red Inalámbrica

Para entrar de lleno al tema de redes inalámbricas es necesario remontarnos a la época en la que fueron sentadas las bases para que esto fuera posible. En 1942 en plena segunda guerra mundial la actriz austriaca Hedy Lamarr cuyo nombre real era Hedwig Eva María Keisler(1913-2000) y el músico norteamericano George Antheil(1900-1959) patentaron la idea que tuvieron acerca del espectro expandido (tecnología que ocupa ondas de radio para el intercambio de datos usando el medio radioeléctrico), la idea principal de su patente era que en vez de realizar una transmisión siempre por la misma frecuencia, se usaran diferentes frecuencias ya preestablecidas y hacer que esa frecuencia cambiara dado un corto periodo de tiempo para así evitar ser interceptados. El mayor inconveniente para ellos era la tecnología de su época.

A pesar de que los militares norteamericanos le dieron uso en la década de los 70s, no fue hasta los años 90 en la era de la tecnología de radio digital cuando esta herramienta

tubo un uso comercial.

En los inicios de uso y comercialización de productos wifi era habitual que cada fabricante usaba soluciones particulares, esto hacía que la compatibilidad entre diferentes productos fuera casi nula. Para normalizar esta situación se desarrolló un sistema que fuera adoptado por todos los fabricantes como un sistema común, de esta forma se creó la asociación WECA (Wireless Ethernet Compability Alliance) que actualmente es conocida como WIFI Alliance, el objetivo principal de esta asociación fue designar una marca que permitiera fomentar la tecnología inalámbrica y asegurarse de que los equipos fuera compatibles entre sí.

Esto certifica bajo la norma IEEE 802.11 que los equipos tienen interoperabilidad, esto quiere decir que los equipos que trabajen bajo el sello de WIFI Alliance pueden trabajar juntos independientemente del fabricante.

Para poder dar una descripción adecuada de una red inalámbrica, debemos tener una visión completa de cuáles son los aspectos que debemos tomar en cuenta ante el diseño y la implementación de este tipo de proyecto y cuáles son las posibilidades reales para que este se lleve a cabo. Los proyectos de redes inalámbricas constan de dos partes, por un lado, todo lo referente a las radiocomunicaciones y por otro la telemática (combinación de la informática y de la tecnología de la comunicación para el envío y la recepción de datos).

Una vez que se ha realizado el análisis correspondiente en cuanto a la banda de frecuencias y el estándar que vamos a utilizar tendremos el número de canales disponibles y con esto podemos calcular el número de puntos de acceso que serán necesarios para poder proporcionar este servicio. Así también esto dependerá del área que se tiene que cubrir, así como la cantidad de usuarios, pensado primordialmente para proporcionar el servicio en los edificios de estudiantes.

Por otra parte, debemos tomar en cuenta el diseño de la arquitectura de la red cableada (LAN) para poder tener la conexión a internet o comunicación con la red existente.

Podemos nombrar de una manera resumida algunos aspectos a tomar en cuenta:

- Cálculo del número de puntos de acceso y radios de cobertura basado en la

estructura del edificio.

- Predicción de la demanda de tráfico.
- Estudio de propagación.
- Asignación de velocidades de transmisión de carga y descarga.
- Telemática
- Cableado y conexión al router principal.
- Segmentación mediante VLANs.
- Método de asignación de direcciones IP.
- Seguridad, autenticación, permisos, etc.

Debemos destacar que si una red wi-fi no tiene un diseño adecuado y una planificación de los recursos, así como una instalación adecuada se pueden presentar problemas como los siguientes:

- Interferencias con otras redes que usen el mismo estándar o equipos de trabajo que estén dentro de esas bandas de frecuencia.
- Falta de cobertura o una cobertura deficiente en cada edificio.
- Red deficiente además de complejidades técnicas y costo final si se realiza un cálculo erróneo en los puntos de acceso.
- Menor velocidad de wi-fi si se selecciona un estándar no adecuado para este proceso.
- Problemas de movilidad debido a los procesos de itinerancia entre Ap y AP.

Para poder entrar de lleno a este tema es necesario tener claros el concepto de wi-fi y el tipo de estándares y las normas existentes proporcionados por el IEEE. ya que el resultado dependerá de la norma elegida. en la siguiente sección nombraré los estándares y normas que podrían ser de utilidad para este trabajo.

3.5. Fundamentos del wi-fi

3.5.1. Tipos de tecnologías inalámbricas

Existen diferentes tipos de tecnologías de redes inalámbricas, a continuación, se enlistan la señal que emiten.

- WPAN: Red inalámbrica de área personal.
- WLAN: Red de área local inalámbrica.
- WMAN: Red inalámbrica de área metropolitana.
- WWAN: Red inalámbrica de área amplia.



Figura 3.4: Tipos de redes

Cada una de estas redes tiene características y funcionalidades diferentes, además, se pueden agrupar en dos segmentos (corto y largo alcance).

WPAN

Este tipo de red inalámbrica está basada en el estándar IEEE 802.15 y permiten una comunicación en un rango de distancias muy cortas (Bluetooth, alrededor de 10 metros en condiciones ideales, es decir es espacio libre de obstáculos, recordemos que por el hecho de ser una red inalámbrica existe pérdida de potencia de la señal debido a los obstáculos (paredes, columnas, objetos de metal, etc) con los que pueda encontrarse en el camino. Así mismo este tipo de red trabaja en la frecuencia de 2.4GHz, esto quiere decir que puede causar interferencias en una red wi-fi que trabaje a la misma

frecuencia. Los usos más comunes de esta red son: transferencia de datos de dispositivo móvil a otro, uso de teclado o mouse para computadoras, auriculares, etc.

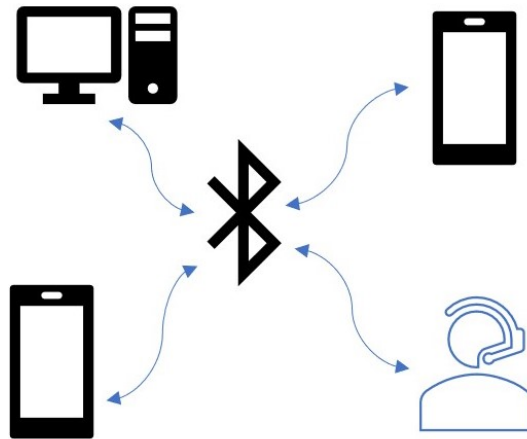


Figura 3.5: Conexión por bluetooth

Por otra parte también encontramos La asociación de datos por infrarrojo(IrDA), este es un tipo de enlace punto a punto , así mismo tiene un bajo consumo de energía y está diseñado para trabajar a corta distancia(alrededor de 1 metro, por otra parte, cabe mencionar que este tipo de enlace tiene otra limitante además de la distancia como lo es su forma en la que transmite la información, ya que tiene un Angulo de menos de 30 grados.



Figura 3.6: Conexión por infrarrojo

WLAN

Este tipo de redes de área local están destinadas a proporcionar conectividad inalámbrica con un rango mayor que WPAN, se utilizan comúnmente en los hogares, oficinas pequeñas, etc. Trabajan dentro del estándar IEEE 802.11, mas adelante hablaremos de este estandar.

La red inalámbrica de área local ofrece a sus usuarios mayor movilidad que WPAN, así mismo esta red trabaja en la frecuencia de 2.4 GHz o 5GHz y la velocidad de transmisión dependerá del tipo de estándar, cabe mencionar que este tipo de red está bajo licencia de la wifi Alliance, esto garantiza la interoperabilidad de los equipos sin importar el fabricante.



Figura 3.7: Conexión inalámbrica de área local

WMAN

A este tipo de red también se le conoce como WiMAX (Worldwide Interoperability for Microwave Access), esta red se basa en el estándar IEEE 802.16, este tipo de comunicación cuenta con una topología punto- multipunto, la velocidad a la que pueden llegar este tipo de redes es de 70Mbps dentro de una distancia mucho mayor que WPAN y WLAN.

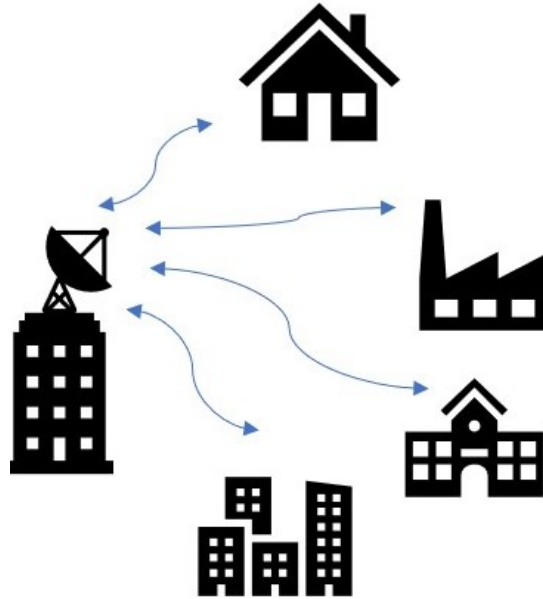


Figura 3.8: Red inalámbrica de área metropolitana

WWMAN

Este tipo de redes son las que mayor alcance tienen (más de 50 kilómetros), para este tipo de redes existen dos variantes:

- **Telefonía móvil:** El área de cobertura de estas redes se divide en celdas, los usuarios dispositivos de móviles se conectan a una estación base y la estación base se conecta a una central de conmutación de telefonía móvil que une el teléfono móvil y la red cableada de telefonía. Existen diferentes generaciones de telefonía móvil.

La primera generación 1G fue diseñada solo para llamadas y era analógica. La segunda generación 2G ya estaba basada en la tecnología digital y gozaba de la infraestructura de red GSM, esta red no solo proporcionaba enlaces de llamada, si no también incorporó mensajes de texto con una velocidad de datos de 64Kbps, tiempo después se generó la tecnología 2.5G también conocida como 2.5G GPRS y alcanzaba una velocidad hasta de 144Kbps. Años más tarde, en el año 2000, llegó la tercera generación 3G esta tecnología alcanzaba velocidades de hasta 2Mbps, después su evolución, la generación 3.5G llegaba a una velocidad de hasta 14Mbps esta infraestructura ya contaba con transferencia de datos multimedia para navegación por internet.

La cuarta generación 4G llegó para revolucionar aún más las conexiones móviles, esta generación ofrece velocidades hasta de 1Gbps. Actualmente en México las diferentes operadoras de telefonía móvil no cubren por completo el territorio nacional de la red 4G, ya que, el reporte obtenido desde opensignal arroja que la compañía AT-T cubre el 90 por ciento del territorio, por otra parte, Telcel cubre apenas el 86.1 por ciento, mientras que movistar cubre el 79.6 por ciento.

- **Satelite** Un enlace inalámbrico también puede realizarse a través de los satélites, debido a que se encuentran a gran altura estos pueden cubrir mayor territorio y llegar a lugares remotos donde no se cuenta con algun servicio de red.

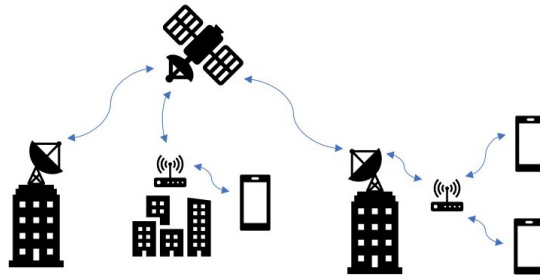


Figura 3.9: Red inalámbrica de área amplia

3.5.2. ¿Qué es el WiFi?

El WI-FI es un acrónimo de Wireless Fidelity, Wi-Fi es una marca de la Wi-Fi Alliance, una organización comercial fabricantes de hardware y software cuyo objetivo es promover el uso de la tecnología 802.11 y velar por su interoperabilidad Es una implementación del estándar IEEE 802.11x (a/b/g/n/ac). Trabaja sobre las bandas de frecuencias libres de 2.4GHz y 5GHz.

3.6. Ventajas del wifi

Son muchas las ventajas que tenemos gracias a una red WI-FI a continuación nombro algunos:

- **Internet inalámbrico:** Gracias a esta tecnología no es necesario el uso de cables
- **Acceso extendido:** Una red WI-FI se puede extender mediante diferentes dispositivos como puntos de acceso, extensores de red, etc.
- **Reducción de costos:** Este tipo de redes reduce el costo en una cantidad considerable

- Movilidad: Se puede navegar desde dispositivos móviles en cualquier parte donde llegue la cobertura de la red WI-FI
- Flexibilidad: permite llegar a lugares donde el cable de red no puede.

3.7. Desventajas del wifi

- Fallas de conexión: Dependiendo la distancia que exista entre el dispositivo móvil y el router la conexión puede no ser de la mejor calidad ya que la señal se ve afectada si el medio por el que se transmite encuentra obstáculos.
- Distancia limitada: Los routers están limitados a ciertas distancias, dependiendo del estandar en el que trabajen
- Facilidad de hackeo: A principios las redes wi-fi eran muy vulnerables, afortunadamente hoy dia este problema no es muy común.

En el siguiente apartado veremos los estándares a los que podemos acceder a la hora de tener una red WI-FI.

3.8. Estándar IEEE

3.8.1. IEEE 802.11

Este es un estándar para redes inalámbricas definido por el Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE). Se trata de un instituto de investigación y desarrollo, de gran reconocimiento y prestigio, cuyos miembros pertenecen a decenas de países entre profesores y profesionales de las nuevas tecnologías.

El estándar IEEE 802.11 es un estándar en continua evolución, debido a que existen muchos grupos de investigación, trabajando en paralelo para mejorar el estándar, a partir de las especificaciones originales. Dentro del estándar hay definidos una serie de variantes que se resumen a continuación:

3.8.2. Norma 802.11b

La norma 802.11b trabaja en la banda de 2,4 GHz y permite obtener una velocidad de hasta 11 Mbps. Surgió como una evolución de la 802.11 en el año 1999, con el objetivo de solventar el problema de velocidad que esta presentaba. Con la adopción de esta nueva norma se popularizaron las redes Wi-Fi pues la velocidad que ofrece, aun estando lejos de la red cableada, la hace apta para los usos más comunes. Añadido a esto, los costes de fabricación disminuyeron y los equipos fueron asequibles para un

gran número de empresas y particulares.

Inicialmente, el 802.11 se pensó para redes locales inalámbricas (WLAN) de corto alcance pensadas para entornos SOHO (Small Office – Home Office), pero la necesidad de comunicar dispositivos portátiles a velocidad de transmisión elevada ha llevado a plantear e incluso llevar a la práctica la creación de redes inalámbricas de mayor envergadura.

3.8.3. Norma 802.11a

Es un estándar también conocido como Wi-Fi5. Su misión es crear un estándar de WLAN en la banda de 5 GHz, capaz de alcanzar tasas de hasta 54 Mbps. Se publicó en el 1999. A pesar de las ventajas de la tecnología debido a la banda de frecuencia utilizada, su adopción ha sido muy lenta. En un principio la calidad de los sistemas 802.11a presentó problemas en cuanto a fiabilidad, lo cual, junto a un precio elevado debido al mayor coste y dificultad de fabricación de los elementos necesarios para construir estos sistemas, retrasó su implantación en un primer momento.

3.8.4. Norma 802.11g.

La norma 802.11g Esta norma fue aprobada en el año 2003. Pretende desarrollar una extensión de la 802.11b, highspeed PHY, capaz de mantener la compatibilidad con la 802.11b. El objetivo inicial de este era alcanzar al menos 20 Mbps y se ha conseguido llegar hasta los 54 Mbps. La principal ventaja de esta tecnología reside en la mayor velocidad aportada y la compatibilidad con la base de equipos Wi-Fi conformes a la norma 802.11b ya instalados.

Por otra parte, cabe mencionar que, si la red wi-fi se compone de varias celdas, aunque solo una de ellas tenga clientes 802.11b los puntos de acceso estarán funcionando en modo de compatibilidad b/g esto hará que se tenga un menor rendimiento en la red. Debido a estas razones es recomendable evitar usar el modo compatibilidad.

3.8.5. Norma 802.1n

Este estándar fue aprobado en el año 2009, ofrece velocidades de transferencia de dato de hasta 600Mbps usando la técnica de multiplexación por división de frecuencia ortogonal (OFDM, Orthogonal Frequency División Multiplexing) este estándar trabaja

bajo las bandas de 2.4GHz y 5GHz, garantizando una completa compatibilidad.

3.8.6. Norma 802.11 ac

Es una evolución del protocolo 802.11, en diciembre de 2012 se lanzó el estándar IEEE 802.11ac que es una propuesta de mejora a la norma IEEE 802.11n que se viene utilizando actualmente. Entre las características principales tenemos que la velocidad de transmisión es mucho mayor, alcanzando hasta los 1.3 Gbps gracias al movimiento de información vía tres flujos de 433Mbps cada uno. Por su velocidad, el estándar también se conoce como Wi-Fi 5G o Wi-Fi Gigabit.

Cuenta con un radio de cobertura más amplio entre 90-100 metros además de que funciona con la banda de los 5 GHz ofrece más canales sin interferencia además de que esta menos poblada, por lo tanto, tiene mejor radio de funcionamiento y mayor estabilidad.

3.9. Frecuencia en wifi

3.9.1. Wifi a 2.4GHz

- Usado en los protocolos 802.11 b/g/n. US: canales 1-11, EU: canales 1-13, Japón: canales 1-14.
- En el caso de US, solo hay 3 canales que no están solapados (1, 6, 11).
- Banda congestionada por el uso de telefonía inalámbrica, controles remotos, bluetooth, microondas, etc.
- Mayor rango de cobertura.

3.9.2. Wifi a 5GHz

Usado en los protocolos 802.11 a/n/ac

- Bandas: U-NII-1, U-NII-2, U-NII-2 extendido, U-NII-3.
- En el caso de US, hay 24 canales no solapados de 20MHz de ancho de banda.
- Menor rango de cobertura.

3.10. Problemas en una red wifi

Este es un medio que viaja por el aire a través del espectro radioeléctrico, en condiciones óptimas viaja libremente, pero en realidad esta señal se ve afectada por diversos factores que se enlistan a continuación:

- **Perdidas por espacio libre y dispersión:** Las pérdidas por este medio se denominan al fenómeno de separación de las ondas de distinta frecuencia al atravesar un material. Todos los medios materiales son más o menos dispersivos, y la dispersión afecta a todas las ondas.
- **Absorción** En física, la absorción de la onda es el proceso por el cual dicha radiación es captada por algún tipo de material.
- **Reflexión:** La reflexión es el cambio de dirección de un rayo o una onda que ocurre en la superficie de separación entre dos medios, de tal forma que regresa al medio inicial.
- **Refracción:** Las ondas de radio están expuestas a sufrir desviaciones en su trayectoria cuando atraviesan de un medio a otro con distinta densidad.
- **Ruido:** Básicamente es la interferencia que se produce entre equipos aledaños que trabajan a frecuencias similares.

La banda de los 2.4 GHz es una banda que se encuentra muy saturada debido a que numerosos equipos trabajan a esta frecuencia incluyendo routers smartphones etc. En esta banda existen 13 canales disponibles en la actualidad cada uno de ellos ocupa un espectro de 5MHz. El canal 1 ocupa la frecuencia de 2.412 MHz, mientras que el canal 13 llega hasta 2.472 MHz. Cada canal abarca en realidad un abanico de 20 MHz, pero se superponen entre sí, generando interferencias y problemas de cobertura. Este tipo de solapamiento es el que hace que sea recomendable usar los canales 1, 6 u 11 para el WiFi.

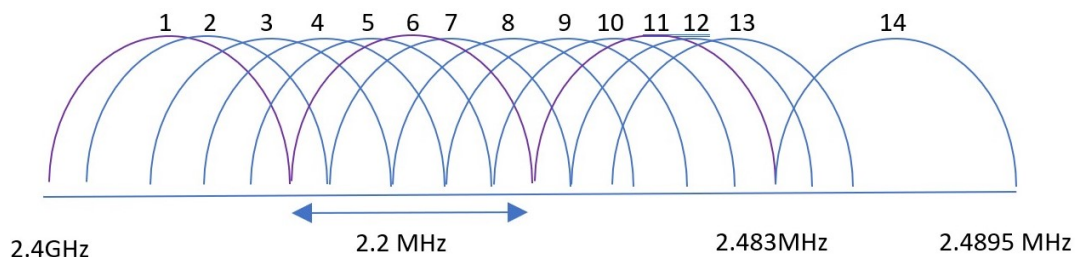


Figura 3.10: Canales de frecuencias

3.11. Ventajas y desventajas de las bandas de los 2.4GHz y 5GHz.

Ahora bien, ya que tenemos un conocimiento de la banda de los 2.4GHz y 5GHz hablaremos de las ventajas o desventajas de ambas bandas.

Las redes de 5GHz operan en un espectro más amplio por lo tanto tienen un mayor número de canales que no están compartidos con alguna otra red. Mientras que en la banda de 2.4GHz solo tiene 80MHz de ancho de banda.

En la banda de 5GHz cada canal tiene 20MHz, esto garantiza una mayor velocidad.

La red de 2.4GHz es mas popular entre los usuarios ya que la banda de 5GHz suele ser más cara de implementar.

Por otra parte, es esencial mencionar que una de las desventajas principales que tiene la banda de los 5GHz es el rango de cobertura, ya que cuanto más sea alta la frecuencia de la señal wifi menor será el rango que abarque. Esto ocurre en caso contrario en la banda de los 2.4GHz Otra desventaja de la banda de 5GHz es que debido a su alta frecuencia es el traspaso de la señal a través de objetos sólidos, esto hace que se limite su uso en interiores. Además, la cobertura de un punto de acceso 802.11n es más irregular que la cobertura de los puntos de acceso basados en 802.11 a/b/g. Esto puede dar lugar a agujeros de cobertura más alto y, posiblemente, interferencias en el mismo canal.

3.12. Modos de operación en una red inalámbrica

Dentro del estándar 802.11 se definen dos modos de conexión fundamentales para una red inalámbrica, a continuación, se describirán ambos.

Modo Ad hoc

Este modo también es conocido como punto a punto y es un método para que los clientes inalámbricos puedan establecer una conexión directa entre sí. Todos los nodos en una red Ad hoc se pueden comunicar directamente con otros usuarios, cabe mencionar que cuando los clientes operan en este modo, no es necesario involucrar un punto de acceso central. Dentro de una red bajo el estándar 802.11 este modo es denotado como un conjunto de servicios básicos independientes (IBSS) A continuación se muestra una representación de este modo.

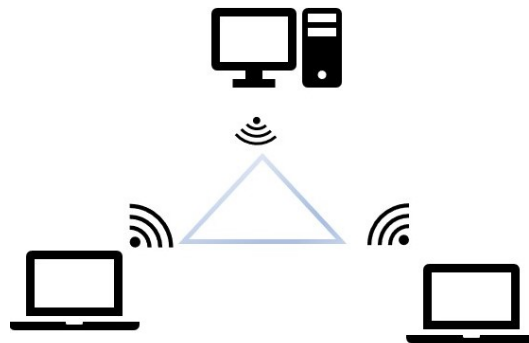


Figura 3.11: Representación del modo ad hoc

Modo Ad hoc

En este modo, a diferencia de ad hoc se cuenta con un elemento central de coordinación (punto de acceso o estación base), En este caso para lograr una conexión entre clientes y puntos de acceso, todos se deben configurar con el mismo SSID, cabe mencionar que si los puntos de acceso se conectan en una red cableada, los clientes inalámbricos pueden acceder a la red fija a través del punto de acceso, por otra parte se recomienda que para maximizar la capacidad total de esta red, no se configuren el mismo canal en todos los puntos de acceso. Este tipo de modo bajo el estándar 802.11 también es conocido como conjunto de servicios básicos (BSS) o como maestro y cliente.



Figura 3.12: Representación del modo infraestructura

3.13. Seguridad En La Red Wifi

Como sabemos las redes wifi están diseñadas para dar conectividad a un corto o medio alcance, un gran número de las redes wifi instaladas son planificadas sin tomar en cuenta la seguridad de estas, como lo son las redes abiertas que podemos encontrar en diversos sitios, haciendo que estas redes queden vulnerables ante el intento de acceder a ellas por terceras personas, esto conlleva a que la información que circula por estas redes quede expuesta a personas malintencionadas. Afortunadamente los equipos que tenemos hoy en día ya cuentan con una configuración de fabrica para que nuestra red quede totalmente protegida. El acceso no autorizado a una red wifi puede ser muy peligroso para los propietarios de las redes wifi, el problema más obvio es poder acceder a nuestra red, así mismo accediendo a la red wifi pueden monitorizar y registrar toda la información que circula por la red, así como también información personal y contraseñas entre otras cosas. Para evitar este tipo de problemas debemos contar con una seguridad fiable como:

- Realizar cambios frecuentes de la contraseña de acceso y utilizar diversos caracteres, minúsculas, mayúsculas y números.
- Modificar el SSID que viene predeterminado.
- Realizar la desactivación del broadcasting SSID y DHCP.
- Configurar los dispositivos conectados con su IP (indicar específicamente qué dispositivos están autorizados para conectarse).
- Utilización de cifrado: WPA2.

Existen varias formas de poder cifrar nuestra red mediante los siguientes estándares de seguridad:

- WEP: Este tipo de seguridad cifra los datos en nuestra red de forma que sólo el destinatario deseado pueda acceder a ellos. Los cifrados de 64 y 128 bits son dos niveles de seguridad WEP. WEP codifica los datos mediante una “clave” de cifrado antes de enviarlo al aire. Este tipo de cifrado no está muy recomendado debido a las grandes vulnerabilidades que presenta ya que cualquier cracker puede conseguir sacar la clave, incluso aunque esté bien configurado y la clave utilizada sea compleja.
- WPA: Este tipo de seguridad presenta mejoras como generación dinámica de la clave de acceso. Las claves se insertan como dígitos alfanuméricos.
- WPA2 Este tipo de seguridad es una mejora relativa a WPA. En principio es el protocolo de seguridad más seguro para Wi-Fi en este momento. Sin embargo, requieren hardware y software compatibles, ya que los antiguos no lo son.

3.14. Cuello De Botella

Las conexiones a internet hoy en día consumen un gran ancho de banda de nuestra red, ya que mucho contenido que se descarga tiene un mayor tamaño, a pesar de esto es posible aislar el cuello de botella que se nos puede generar en nuestra red teniendo en cuenta los siguientes pasos:

- Confirmar cuello de botella debemos detectar durante horas pico el desempeño de nuestra red, verificar si estos problemas se producen con regularidad y que el proveedor de internet confirme que el servicio proporcionado funcione adecuadamente.
- verificación verificar que las tarjetas inalámbricas estén funcionando de manera correcta
- Inspección de Infraestructura Realizar una revisión de todos los cables para garantizar que estén en óptimas condiciones para funcionar.
- Monitorización Realizar un chequeo de nuestra red mediante software para observar el tráfico de nuestra red.

Por otra parte, debemos mencionar que todos los equipos de nuestra red deben ser compatibles al mismo nivel, es decir si nosotros utilizamos un punto de acceso con capacidad gigabit, los demás equipos tanto los switches y routers deben tener de igual forma la capacidad de entregar conexión gigabit mediante su puerto, de esta manera se garantiza que el cuello de botella de nuestra red sea casi nulo, esto dependerá de la demanda del tráfico en nuestra red creada por los usuarios. a continuación se muestra una representación de un cuello de botella en la red.

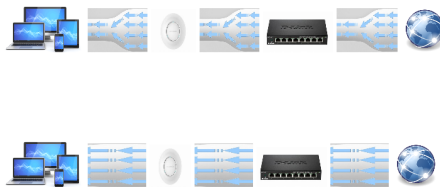


Figura 3.13: Cuello De Botella

Capítulo 4

Análisis de la red wifi actual

En este capítulo realizaremos un análisis a fondo de la red wifi existente, así como de la ubicación del plantel y los problemas que presenta la red ya que alrededor del plantel existen redes inalámbricas domésticas que crean interferencias.

Una vez realizado esto, se procederá a realizar una inspección física en cada nivel del edificio A, se tomará en cuenta la ubicación exacta de cada punto de acceso que esta en funcionamiento actualmente, así como la intensidad que emiten, el ancho de banda que proporcionan, entre otros aspectos que son fundamentales para poder dar una propuesta sólida en la sección de propuestas de este trabajo.

Por otra parte, en este mismo capítulo se tomarán en consideración las necesidades de los estudiantes y docentes para posteriormente en el cuarto capítulo poder realizar un diseño óptimo de la red, así como también de una configuración que cubra estas necesidades.

Cabe mencionar que este trabajo solo se enfocó en el análisis del edificio A, ya que este edificio es el que mas estudiantes y docentes alberga, aun así, este proyecto es altamente escalable, por lo que funcionaria para los otros dos edificios, así como también para los edificios que aún no están terminados.

4.1. El plantel San Lorenzo Tezonco

El plantel ubicado en Calle Prolongación San Isidro No. 151, Col. San Lorenzo Tezonco, Alcaldía Iztapalapa, México, D.F., C.P. 09790 está ubicado en una zona rodeada por viviendas por lo que es fácil suponer que la principal banda saturada será la de los 2.4 GHz, así mismo los inconvenientes que presenta la banda de los 5GHz no es favorable ya que los edificios están hechos de un material bastante rígido (metal y

tabique).

De lo que se trata es usar el menor número de puntos de acceso sin perder calidad y cobertura. Por ende, la propuesta de seleccionar un estándar compatible con ambas bandas no está descartada y tal vez será la mejor elección para este plantel.

Por lo tanto, el estándar a usar será el 802.11ac wave 2 ya que como lo había mencionado anteriormente este tipo de estándar dispone de ambas bandas (2.4GHz y 5GHz) lo que hará que la pérdida de datos y las velocidades se vean lo menos afectadas posibles por interferencias.

vspace0.5cm

4.2. Red wi-fi del plantel

El siguiente análisis se realizó en el edificio A en todos los niveles. Se logró observar el tráfico de personas en cada nivel así como el horario en el que el uso de la red WI-FI es mayor.

A continuación se enlista el análisis de cada piso

4.3. Análisis por planta

4.3.1. Planta baja

En este nivel encontramos las oficinas de registro escolar, salas de auto acceso para los alumnos (las cuales están conectadas a internet vía cable LAN, también contamos con el aula de certificación, así como de servicio médico, las cuales también cuentan con internet vía cable LAN, por último, encontramos salones que funcionan como laboratorios de cómputo. En ese sentido posemos apreciar que en la planta baja todas las computadoras están conectadas vía cable LAN. por ende se deduce que la necesidad en este nivel no es necesaria en comparación de los demás niveles, por otra parte cabe mencionar que los puntos de acceso que se coloquen en el primer piso sea suficiente para proporcionar internet a la planta baja.

4.3.2. Primer piso

En este nivel encontramos el mayor flujo de personas en el edificio, ya que este nivel cuenta con salida hacia el puente que conecta con los demás edificios, así como con el "domo". En este nivel contamos con 16 salones y los puntos de acceso que están colocados actualmente se encuentran en los salones A102, A105, A111 y A115 respectivamente. Después de realizar el análisis de la señal se logran observar las deficiencias en la red, derivadas de la falta de mantenimiento, así como la desconfiguración de los puntos de accesos.

Cabe mencionar que algunos salones no están habilitados para tomar clase como tal, es por esta razón que solo se tomaran en cuenta 13 salones para el cálculo de puntos de acceso que se colocarán.

Después de haber realizado un estudio de la red wifi actual en este piso, se determina que es inestable, dado que algunos de los puntos de acceso no funcionan correctamente, o que definitivamente no dan conexión a internet, por otra parte la ubicación de dichos puntos de acceso parece estar de manera aleatoria, ya que en algunos casos se encuentran muy cerca unos de otros.

Para realizar estas pruebas se usó la aplicación para dispositivos móviles llamada Wifi heat map (disponible para dispositivos Android) esta aplicación es de uso libre y se instaló en diferentes dispositivos móviles, la aplicación cuenta con una opción para realidad aumentada usando la cámara del dispositivo para hacer un recorrido y ver la intensidad de la señal en los puntos por los en los que se va caminando, cabe mencionar la mayoría de las mediciones arrojaron resultados negativos, ya que aun teniendo conectividad esta era deficiente, como lo podemos ver en la siguiente figura tomada en tiempo real.

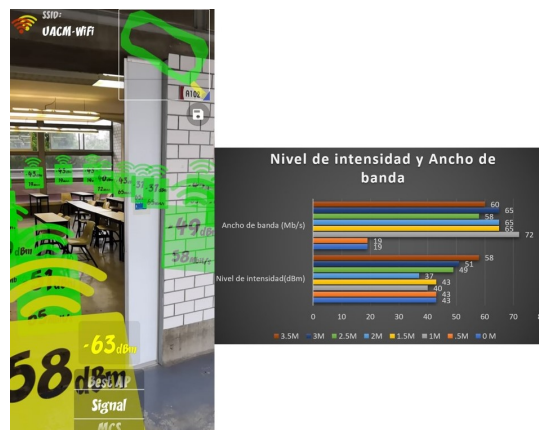


Figura 4.1: Señal en el edificio A salón 102

Cabe mencionar que en esta muestra podemos observar que el ancho de banda no está limitado y esto puede ocasionar que algunos dispositivos consuman un mayor ancho de banda, dejando así a otros dispositivos con menor ancho de banda disponible, ocasionando así, que la conexión sea menor.

4.3.3. Segundo piso

Para el segundo piso de igual forma contamos con 16 salones y el único punto de acceso (visible) se sitúa en el salón A210, así mismo algunos salones están destinados a otras actividades y el flujo de gente es menor que el del primer piso. El resultado del análisis de la red actual podemos observar que el ancho de banda no está limitado, por lo que a algunos usuarios les da más y a otros menos, esto se muestra en la siguiente figura:



Figura 4.2: Señal en el pasillo

4.3.4. Tercer piso

Para el tercer piso el flujo de personas es similar al del primer piso, en este nivel se cuenta actualmente con 3 puntos de acceso distribuidos en los salones A-305, A-308 y A-315 respectivamente, otro aspecto a tomar en cuenta es que en este nivel existen salones en los cuales no hay actividades tan concurridas como en aulas de clase normal, estos son el A-301 que es el cubículo del consejo universitario y el aula de idiomas A-302. En la siguiente figura podemos observar que aun estando dentro de un salón

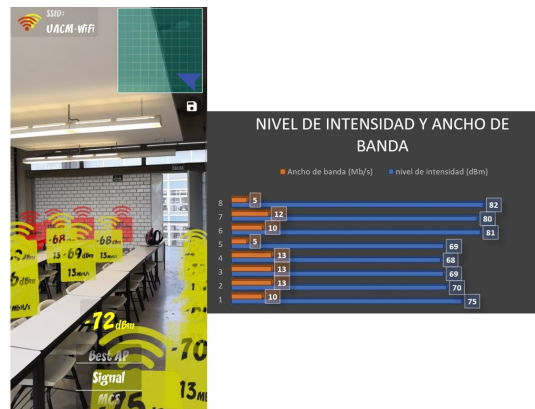


Figura 4.3: Señal dentro del salón

en el que se encuentra un punto de acceso la conexión no es óptima como se esperaría.

4.3.5. Cuarto piso

Para el cuarto piso solo se cuenta con laboratorios, se considera que no siempre están llenos, por ende, el flujo de personas es menor que al de los otros pisos. el resultado del análisis de la señal es el siguiente:



Figura 4.4: Señal actual 4to piso

De manera similar podemos ver que el ancho de banda proporcionado es distinto al de los demás pisos, así mismo se muestra que las conexiones al wifi en este nivel no son óptimas.

Teniendo en cuenta estos resultados se da la propuesta de que el ancho de banda sea

limitado para cada usuario para que todos los usuarios tengan disponible el mismo ancho de banda para que la red funcione de una mejor manera.

4.4. Consideraciones

Teniendo este panorama se debe tomar en cuenta el tipo de configuración de las antenas de los dispositivos, en la siguiente figura podemos observar el tipo de configuración y las velocidades que pueden alcanzar los dispositivos para las diferentes configuraciones dentro del estándar 802.11n y 802.11ac.

Configuración	Velocidad 802.11 (teórica)	Velocidad 802.11ac (teórica)
1x1	150Mbps	435Mbps
2x2	300Mbps	867Mbps
3x3	450Mbps	1.3Gbps

Figura 4.5: Velocidades por antena

Fuente: <http://blog.grandstream.com/es/definiendo-las-necesidades-de-ancho-de-banda>

Cabe mencionar que dichas velocidades son teóricas y dependen de las capacidades de cada dispositivo, recordemos que por el hecho de estar en un medio compartido entre más dispositivos estén conectados a la red tendrá un impacto al rendimiento diferente independientemente de la cobertura del punto de acceso.

Dicho lo anterior debemos tomar en cuenta cuantos, que tipo de dispositivos y que aplicaciones estarán usando la red wifi, esto con la finalidad de tener un ancho de banda equitativo y que sea óptimo para su uso.

En la siguiente tabla observamos los diferentes dispositivos y el ancho de banda que pueden requerir para un buen funcionamiento.

dispositivos	Ancho de banda mínimo(consultas)	Ancho de banda mínimo (navegación moderada)	Ancho de banda alto (video conferencias)	Nivel mínimo de cobertura optimo
Laptop	-100Kbps	100Kbps-500Kbps	500Kbps-2Mbps	-75dB
Smartphone	-100Kbps	100Kbps-500Kbps	500Kbps-2Mbps	-67dB
Tablet	-100Kbps	100Kbps-500Kbps	500Kbps-2Mbps	-67dB

Figura 4.6: Tabla de consumo

Fuente: <http://blog.grandstream.com/es/definiendo-las-necesidades-de-ancho-de-banda>

Teniendo en cuenta el panorama de la red actual del plantel en el próximo capítulo entraremos de lleno a la elección del estándar que se usará para la red, así como el cálculo del número de puntos de acceso.

Capítulo 5

Diseño y configuración

En este capítulo entramos de lleno al diseño de esta red, cabe mencionar que para economizar costos, esta red se montara sobre la infraestructura actual, así mismo en este capítulo elegiremos el estándar y la frecuencia a la que se trabajará en esta red wifi, todo esto se realizará mediante una planificación del sistema en cuanto al número de puntos de acceso que se usaran, cabe mencionar que este capítulo es uno de los mas importantes, ya que en este encontraremos información acerca de cómo realizar el cálculo de puntos de acceso que se necesitan por cada piso del edificio en cuestión, así como de otros equipos necesarios para el funcionamiento de esta red.

Cabe mencionar que nuevamente se hará una inspección piso por piso para saber la ubicación en la que se podrían colocar los puntos de accesos nuevos.

Por otra parte se procederá a realizar un esquema general de conexión en este edificio, para finalmente proceder a la configuración de los equipos, en esta configuración encontraremos como crear los SSID (Service Set Identifier) necesarios que usaremos en la red (1 por cada colegio y otro para docentes y administrativos), también realizaremos un horario de trabajo en el cual esté en funcionamiento nuestra red wifi (para reducir consumo energético), elección de estándar, banda de frecuencia, etc, también se realizarán simulaciones y pruebas finales para verificar que este proyecto sería viable para nuestro plantel.

Como una nota especial tengo que mencionar que los equipos que seleccioné para este proyecto son adecuados a comparación de los que están instalados actualmente, ya que una de las principales características de los equipos que seleccioné es que cuentan con señal a doble banda es decir trabajan a 2.4GHz y a 5GHz, esto hace que la banda de frecuencia de 2.4GHz no se sature como lo hace actualmente.

5.1. Elección del estándar y frecuencia ideal para el plantel San Lorenzo Tezonco.

El plantel está ubicado en una zona rodeada por viviendas por lo que es fácil suponer que la principal banda saturada será la de los 2.4 GHz, así mismo los inconvenientes que presenta la banda de los 5GHz no es favorable ya que los edificios están hechos de un material bastante rígido (metal y tabique).

De lo que se trata es usar el menor número de puntos de acceso sin perder calidad y cobertura. Por ende, la propuesta de seleccionar un estándar compatible con ambas bandas no está descartada y tal vez será la mejor elección para este plantel.

Por lo tanto, el estándar a usar será el 802.11ac wave 2 ya que como lo había mencionado anteriormente este tipo de estándar dispone de ambas bandas (2.4GHz y5GHz) lo que hará que la perdida de datos y las velocidades se vean lo menos afectadas posibles por interferencias.

vspace0.5cm

5.2. Planificación del sistema

Una vez que hemos seleccionado el estándar adecuado, procedemos a determinar el número total de AP's necesarios para proporcionar un servicio de internet eficaz. Una vez más hago mención de que el número de AP's dependerá del número de usuarios y del área que se desea cubrir, tomando en cuenta los diferentes fenómenos que hacen que la señal se degrade.

Por otra parte cabe mencionar que la red cableada actual de la UACM servirá para montar esta red WI-FI.

5.2.1. Cálculo del número de AP's

Para saber cuántos AP's necesitaremos es necesario hacer un estimado del número de posibles usuarios conectados al mismo tiempo en cada piso del edificio.

Así mismo para poder continuar con este proyecto es necesario tener en cuenta algunos parámetros como condiciones iniciales del análisis de cobertura:

- N: Número máximo de usuarios conectados a la red por cada planta
- Ce capacidad efectiva de los puntos de acceso.
- Cg: Capacidad garantizada por usuario. Tasa de transferencia mínima que se le garantiza a un usuario en el caso de que F sea máximo. En nuestro caso tomaremos 1 Mbps.
- Fs: Factor de simultaneidad. es el número máximo de usuarios que conectados usando la red al mismo tiempo. Se utilizará un factor de simultaneidad del 30 por ciento, para las zonas en que se considera que existan más usuarios que usan la red inalámbrica al mismo tiempo y para el resto de os usuarios se considerará un factor del 20 por ciento.
- Fe: Factor de escalabilidad. Debido a un previsible aumento de la demanda de usuarios. conectados a la red, se utilizará un factor de escalabilidad del 10 por ciento.
- C: Capacidad necesaria por cada planta.

A continuación daré seguimiento al cálculo de puntos de acceso por cada piso del edificio A del plantel San Lorenzo Tezonco

5.3. Puntos a considerar:

Este edificio es uno de los más transitados de todo el plantel, pero en la planta baja solo hay salones de auto acceso (salas de cómputo), oficinas administrativas (registro escolar, certificación) y enfermería del plantel. por lo tanto se considera que en este nivel la conexión solo será alámbrica ya que los equipos conectados en esta red son por cable.

En el primer piso, contamos en su mayoría con aulas para clases, a excepción de un par de salones por ejemplo el A-101 que se usa para otras actividades, en este salón, se considera que no hay tantos alumnos como en un salón de clases normal.

En el segundo piso también en su mayoría son salones de clases a excepción del ultimo salón de este piso que se usa como audiovisual. En el tercer piso contamos la mayoría de aulas son puros salones de clases a excepción de algunas aulas que se ocupan como cubículo de consejeros(A-301), laboratorio de idiomas(A-302).

En estos tres pisos se considera una media de 25 alumnos por aula, así mismo se considera que algunos alumnos portan más de un dispositivo para conectarse a internet.

En el cuarto piso contamos con puros laboratorios para alumnos de ingeniería y también para alumnos de promoción de la salud, se considera que no siempre están ocupados los laboratorios, por ende la congestión en esta zona es menor.

5.4. Puntos de acceso por piso

5.4.1. Primer piso

En este nivel contamos con 16 salones, en los cuales actualmente los puntos de acceso están situados en: A102, A105, A111 y A115 Cabe mencionar que algunos salones no están habilitados para tomar clase como tal, es por esta razón que solo se tomaran en cuenta 13 salones. se considera una unidad media por salón de 25 estudiantes (el cupo de cada salón es de 30 alumnos, pero en algunos casos existe un número menor a este).

Teniendo estos parámetros calculamos el número de puntos de acceso:

$$N = \text{número total de alumnos} = 13 * 25 = 325$$

Así mismo con el factor de simultaneidad tenemos:

$$C = N * f_s * c_g = 325 * .30 * 1 = 97.5 \text{ Mbps}$$

El número de puntos de acceso necesarios para este nivel será el siguiente: $C * F_e / C_e = 97.5 \text{ Mbps} * 1.0 / 30 = 3.25$ quiere decir que necesitamos 4 puntos de acceso para esta planta.

Después de haber realizado un estudio de la red wifi actual en este piso, se determina que es inestable, dado que algunos de los puntos de acceso no funcionan correctamente, o que definitivamente no dan conexión a internet, por otra parte la ubicación de dichos puntos de acceso parece estar de manera aleatoria, ya que en algunos casos se encuentran muy cerca unos de otros.

Cabe mencionar que en esta muestra podemos observar que el ancho de banda no está limitado y esto puede ocasionar que algunos dispositivos consuman un mayor ancho de banda, dejando así a otros dispositivos con menor ancho de banda disponible, ocasionando así, que la conexión sea menor.

5.4.2. Segundo piso

Para el segundo piso de igual forma contamos con 16 salones y el único punto de acceso (visible) se sitúa en el salón A210, así mismo algunos salones están destinados a otras actividades y el flujo de gente es menor que el del primer piso.

Teniendo en cuenta estos parámetros se procede al cálculo de puntos de acceso de este nivel.

vspace0.5cm

De igual forma que en el primer piso tenemos que:

$$N=12*25=300$$

Teniendo en cuenta el factor de que los usuarios este conectados al mismo tiempo tenemos:

$$C=N*F_s*C_g=300*.3*1=90\text{Mbps}$$

Para finalizar el cálculo en este piso tomamos en cuenta el factor de escalabilidad del 10 por ciento tenemos:

vspace0.5cm

$C*F_e/C_e=90\text{Mbps}*1.0/30=3$ quiere decir que necesitamos 3 puntos de acceso para este nivel.

5.4.3. Tercer piso

Para el tercer piso el flujo de personas es similar al del primer piso, en este nivel se cuenta actualmente con 3 puntos de acceso distribuidos en los salones A-305, A-308 y A-315 respectivamente, otro aspecto a tomar en cuenta es que en este nivel existen salones en los cuales no hay actividades tan concurridas como en aulas de clase normal, estos son el A-301 que es el cubículo del consejo universitario y el aula de idiomas A-302, de la misma forma que el primer nivel solo se tomaran en cuenta 13 salones para clase con una media de alumnos de 25 por salón, por ende el número total de alumnos en este piso es $N=325$

Al igual que en los dos anteriores pisos procedemos al cálculo de número de puntos de acceso necesarios para esta planta.

$$N=325$$

Ahora bien, tomando en cuenta el factor de simultaneidad tenemos:

$$C=N*Fs*Cg=325*.3*1= 97.5Mbps$$

Por ultimo en este nivel tomamos el factor de escalabilidad al 10 por ciento.

$C*Fe/Ce= 97.5Mbps*1.0/30=3.25$ al igual que en el primer piso quiere decir que necesitamos 4 puntos de acceso para esta planta.

5.4.4. Cuarto piso

Para el cuarto piso solo se cuenta con laboratorios, se considera que no siempre están llenos, por ende, el flujo de personas es menor que al de los otros pisos. Además, este nivel también cuenta con conexión por cable LAN. por lo tanto no se considera necesario tener puntos de acceso en este nivel.

De esta manera podemos seleccionar un ancho de banda de 1 Mbps a 1.5Mbps ya que dentro del plantel el uso de videoconferencias es casi nulo.

En el siguiente apartado mencionare los equipos que requeriremos para este proyecto.

5.5. Equipos necesarios

Una vez teniendo los resultados del análisis y de cuantos puntos de acceso se necesitan procedemos a la configuración de dichos equipos, en este punto tengo que mencionar algo muy importante, los dispositivos seleccionados para este proyecto cubren totalmente las necesidades que tenemos en nuestro plantel. Por ende, haremos uso de los siguientes dispositivos:

5.5.1. Puntos de doble banda (2.4 GHz- 5GHz)

Este dispositivo cuenta con:

- Estándar 802.11 ac wave -2 (enterprise)
- Rendimiento inalámbrico de 1.27Gbps y 2 puertos Gigabit alámbricos.
- Tecnología MU-MIMO 2x2:2 de doble banda con formación de haces.
- Soporta más de 450 dispositivos Wi-Fi simultáneos.

- Alcance de Cobertura 165 metros.
- Interfaces de Red 2 puertos Ethernet 10/100/1000 Base-T con detección automática.
- Puertos Auxiliares 1 puerto USB 2.0, 1 agujero de reinicio, 1 candado Kensington.
- Dimensiones 180 x 180 x 40 mm
- Bandas de Frecuencia Radio 2.4GHz: 2.400 - 2.4835 GHz Radio 5GHz: 5.150 - 5.250 GHz, 5.725 - 5.850 GHz (FCC, IC, RCM)

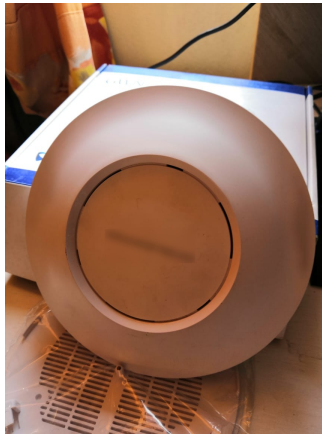


Figura 5.1: Punto de acceso de doble frecuencia

5.5.2. Router Gigabit

Este dispositivo cuenta con las siguientes características:

- Enterprise multi-wan VPN 7 puertos Gigabit(2 WAN + 5 LAN).
- Master de aprovisionamiento incorporado para controlar una gran cantidad de Puntos de Acceso.
- Interfaz Web Intuitiva para monitorear/aprovisionar centralmente toda la red.
- VPN con aceleración de hardware incluyendo PPTP, L2TP/IPSec y OpenVPN.



Figura 5.2: Router Gigabit

5.6. Inyector POE(power over ethernet)

Este dispositivo cuenta con las siguientes características:

- Enchufe de entrada de CC.
- 2 Puertos Ethernet LAN (RJ-45).
- Control de energía.
- Corriente de salida 0.5 A a 24 volts.
- Energía sobre Ethernet (PoE).
- Ethernet rápido, Gigabit Ethernet.
- Ethernet LAN, velocidad de transferencia de datos 100,1000 Mbit/s.



Figura 5.3: Inyector POE para la alimentación de los puntos de acceso

En su defecto se usara un switch con 16 puertos lan+POE(plug and play), esto para economizar la compra de los inyectores para alimentación de los ap's, aprovechando el plug and play del switch para optimizar tiempos de configuración, ya que esa configuración se gestionara desde el router, mas adelante veremos el procedimiento a realizar.

5.7. Esquema general del edificio

Una vez teniendo esto claro procedemos a realizar un panorama de la conexión en el edificio. En la siguiente figura podremos observar dicha conexión.

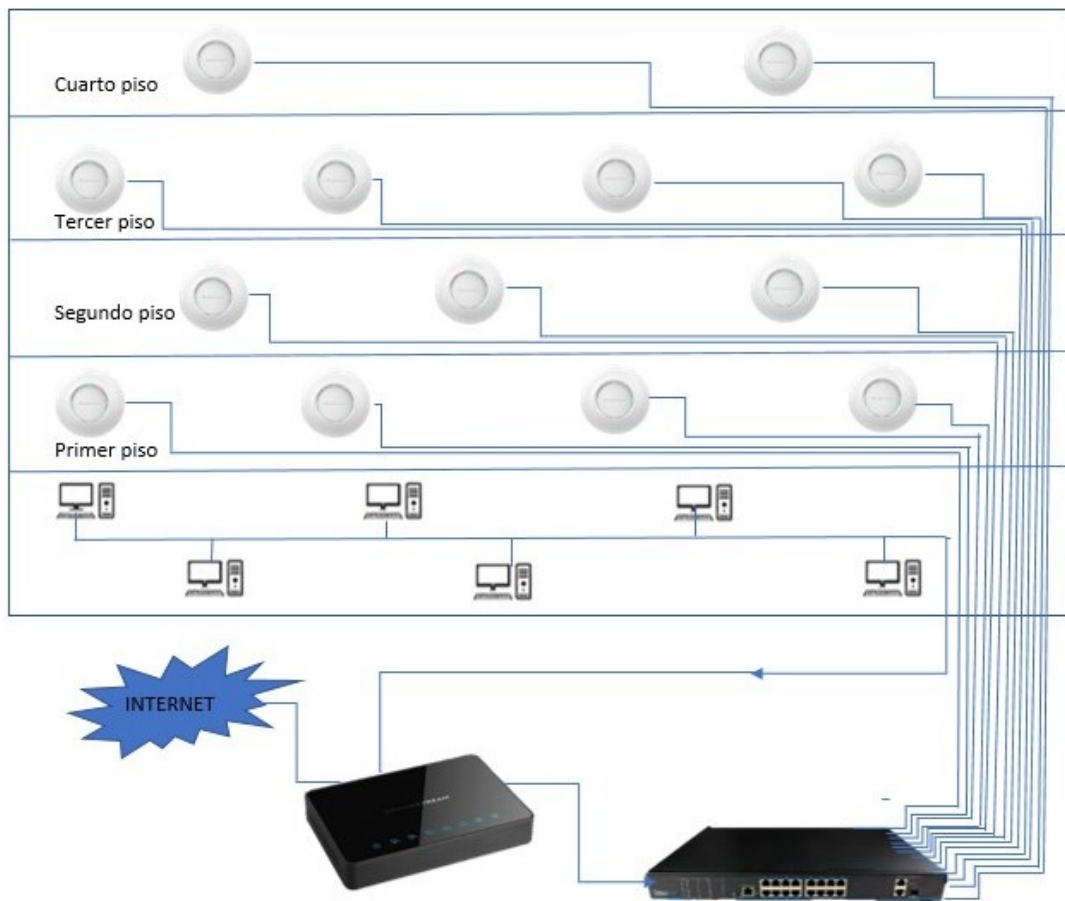


Figura 5.4: Panorama general de conexión

Ahora, teniendo claro los equipos que usaremos para este proyecto, procedemos a la configuración de nuestros equipos.

5.8. Configuración Final De Los Equipos

Una vez que ya tenemos claro este panorama, se procede a la conexión y configuración de los equipos.

1. Conectar el cable de red al puerto WAN1 de nuestro router Gigabit.
2. En nuestro inyector POE conectar un cable de red del puerto LAN a cualquier puerto LAN de nuestro router.
3. Inyector POE: Conectaremos un extremo del cable de red al puerto POE de nuestro inyector y el otro extremo lo conectaremos a nuestro punto de acceso de doble banda (cabe mencionar que para fines de este proyecto solo usaremos el inyector POE, por lo tanto, nuestro punto de acceso será alimentado mediante ese dispositivo).

Después de haber hecho estas conexiones procedemos a energizarlos en la siguiente figura se muestra cómo deben quedar con sus leds indicadores encendidos.



Figura 5.5: Conexión del router y el punto de acceso

Una vez que ya estén prendidos los dispositivos empezaremos por configurar nuestro router. A continuación tendremos que entrar a la dirección web: 192.168.1.1 Nos pedirá la contraseña y nombre de usuario que por defecto vienen como admin y admin respectivamente. Una vez introducidas nos pedirá cambiar la contraseña por seguridad.

En la siguiente figura se observa el inicio de sesión ya con la contraseña nueva.

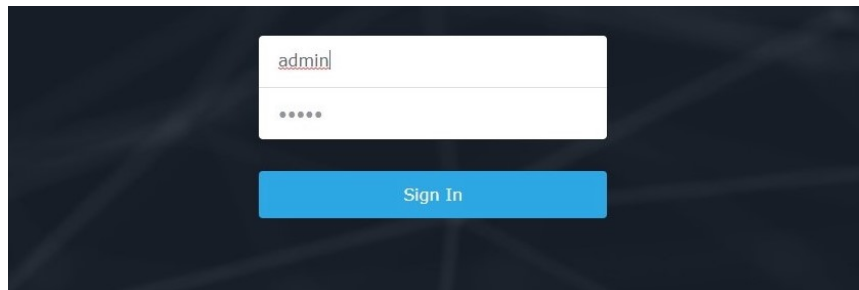


Figura 5.6: Inicio sesion router

Inmediatamente de cambiar la contraseña del administrador, debemos actualizar el firmware a la versión más reciente, este punto es importante ya que los dispositivos vienen con un firmware de fabrica el cual esta desactualizado, cabe mencionar que si no se realiza este proceso el equipo no funcionara de manera adecuada, este proceso se hace a través de la pestaña maintenance y después en la sección upgrade como se muestra en la siguiente figura.

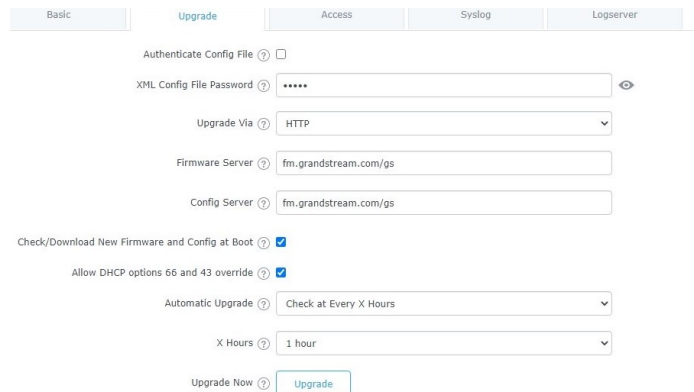


Figura 5.7: Firmware actualizado a la última versión

El siguiente paso es agregar nuestro punto de acceso al router Gigabit mediante la herramienta discover ap, cabe mencionar que esta herramienta es muy intuitiva y el agregar el punto es muy sencillo, al finalizar nos quedará de la siguiente manera:

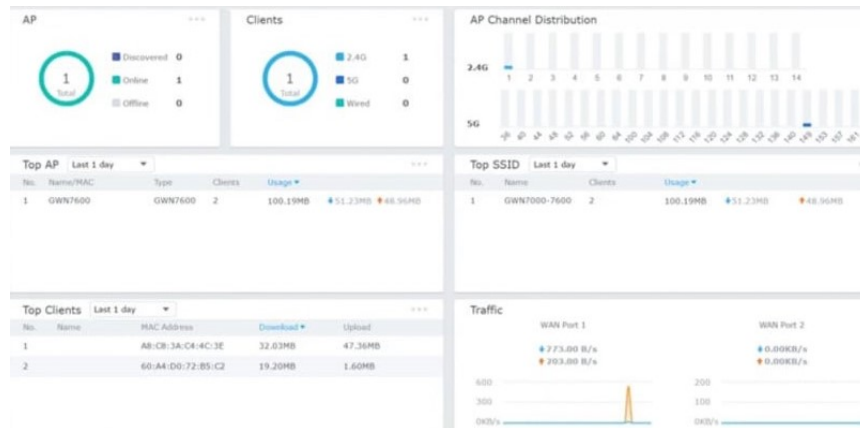


Figura 5.8: Punto agregado al router

De manera similar lo haremos con nuestro punto de acceso, para esto necesitamos la dirección mac que se ubica en la etiqueta de nuestro punto de acceso(00:0b:82:f2:e7:34) y la escribimos de la siguiente manera: https://gwn_000b82f2e734.local/ como se muestra en la siguiente figura

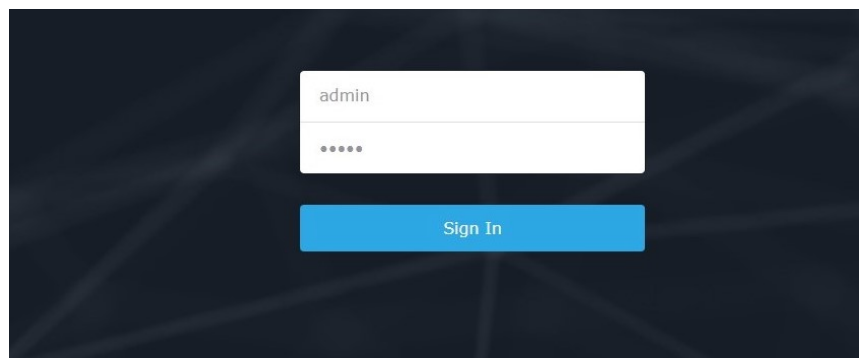
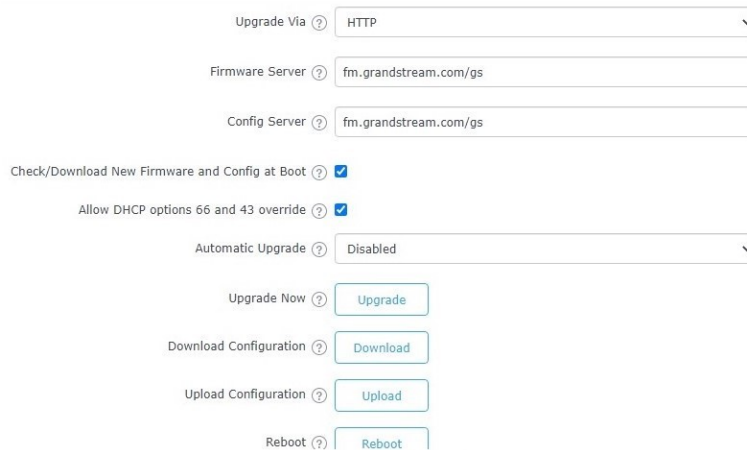


Figura 5.9: Inicio de sesión en el punto de acceso

De igual forma la contraseña y el usuario vienen por defecto como admin y admin respectivamente, es recomendable cambiar la contraseña del administrador.

Una vez dentro de la interfaz del punto de acceso tendremos que actualizar el firmware a la versión más reciente, al igual que nuestro dispositivo anterior es necesario este procedimiento para que el dispositivo funcione adecuadamente. Al final nuestro dispositivo quedará de la siguiente manera.

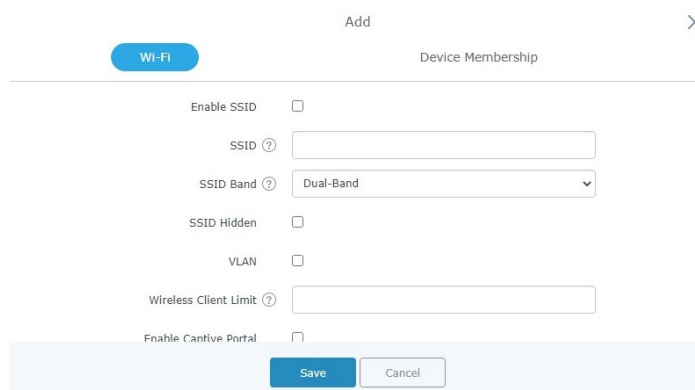


The screenshot shows the FirmwareAP configuration interface. It includes the following elements:

- Upgrade Via:** A dropdown menu set to "HTTP".
- Firmware Server:** A text input field containing "fm.grandstream.com/gs".
- Config Server:** A text input field containing "fm.grandstream.com/gs".
- Check/Download New Firmware and Config at Boot:** A checkbox that is checked.
- Allow DHCP options 66 and 43 override:** A checkbox that is checked.
- Automatic Upgrade:** A dropdown menu set to "Disabled".
- Upgrade Now:** A button labeled "Upgrade".
- Download Configuration:** A button labeled "Download".
- Upload Configuration:** A button labeled "Upload".
- Reboot:** A button labeled "Reboot".

Figura 5.10: FirmwareAP

Una vez actualizado el firmware a la versión más reciente podemos crear los diferentes SSID que se proponen por colegio, esto con la finalidad de que cada colegio tenga su propia red y la distribución del ancho de banda a usar sea el mismo para todos los usuarios. En la siguiente imagen se muestra el proceso.



The screenshot shows the "Add" dialog for creating a new SSID. It includes the following elements:

- Wi-Fi:** A blue button.
- Device Membership:** A text label.
- Enable SSID:** A checkbox that is unchecked.
- SSID:** A text input field.
- SSID Band:** A dropdown menu set to "Dual-Band".
- SSID Hidden:** A checkbox that is unchecked.
- VLAN:** A checkbox that is unchecked.
- Wireless Client Limit:** A text input field.
- Enable Captive Portal:** A checkbox that is unchecked.
- Save:** A blue button.
- Cancel:** A white button.

Figura 5.11: Agregar nuevo SSID

En esta sección podemos configurar todos y cada uno de los SSID que vamos a usar, por ejemplo: podemos configurar para que nuestro punto de acceso trabaje a doble banda o priorizando una u otra banda (si un equipo que se conecta al wifi puede usar la banda de 5Ghz, automáticamente el AP lo mandará al uso de dicha banda, si no trabajara mediante la banda de 2.4Ghz), así mismo dentro de este apartado se coloca la contraseña para dicho SSID como se muestra en la siguientes figuras.

Figura 5.12: Contraseña SSID

Para que nuestro SSID esté en funcionamiento tenemos que marcar la casilla enable SSID y después en la pestaña device membership lo agregamos al lado derecho para que así el SSID funcione correctamente.

Este mismo procedimiento lo haremos para todos y cada uno de los SSID que crearemos (1 por cada colegio).

Una vez que los hemos configurado tendremos la siguiente imagen.

Name	Wi-Fi	Security Mode	MAC Filtering	Captive Portal	Actions
CCyH	✓	WPA2	Disabled	✗	
DOCENTES UACH	✓	WPA2	Disabled	✗	
uacm CCYT	✓	WPA2	Disabled	✗	
uacm CHYCS	✓	Open	Disabled	✗	
uacm wifi	✓	Open	Disabled	✗	

Figura 5.13: SSID's Por colegio

Cabe mencionar que en el apartado de portal cautivo aparece una "x", esto quiere decir que el portal cautivo esta deshabilitado.

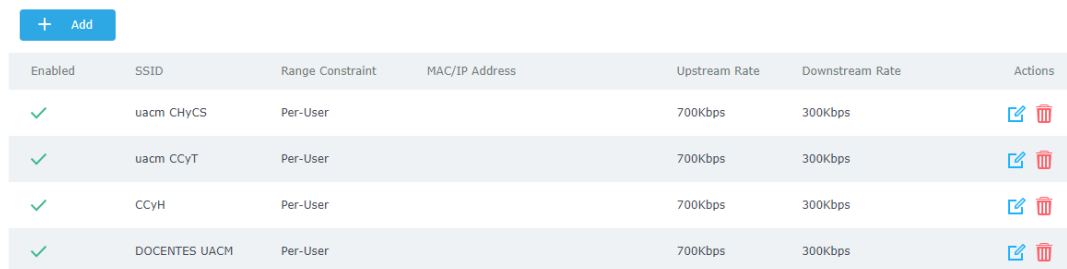
En este caso el portal cautivo se podría habilitar para personas ajenas a la universidad, como por ejemplo cuando hay algún festival, algunas conferencias, etc. esto sería

de utilidad para aquellas personas que solo van de visita por algunas cuantas horas a nuestra casa de estudios, en ese sentido se procedería a la activación del portal cautivo, para darles acceso a internet por un tiempo determinado.

Después de la configuración de los SSID's, procedemos a limitar el ancho de banda, aquí tenemos diferentes opciones para dicho propósito, limitar el ancho de banda por usuario, limitar el ancho de banda por SSID, limitar el ancho de banda por mac o por dirección IP. Para este proyecto se optó limitar el ancho de banda por usuario. Nos dirigimos al apartado de bandwidth rules, una vez ahí seleccionamos el(los) SSID que queremos limitar y seleccionamos la opción "por usuario", más abajo podemos limitar el ancho de subida como de bajada, como lo vimos anteriormente usaremos un valor medio para una navegación no tan ligera ni tan pesada.

De esta forma tenemos 1.5 Kbps de bajada y 700 Kbps de subida, de esta manera nos aseguramos de que todos tengan el mismo ancho de banda y puedan disfrutar de una buena conexión a internet. una vez realizada la configuración nos mostrara la siguiente imagen.

En este punto se considera el ancho de banda que recomiendan los fabricantes de











Enabled	SSID	Range Constraint	MAC/IP Address	Upstream Rate	Downstream Rate	Actions
✓	uacm CHyCS	Per-User		700Kbps	300Kbps	 
✓	uacm CCyT	Per-User		700Kbps	300Kbps	 
✓	CCyH	Per-User		700Kbps	300Kbps	 
✓	DOCENTES UACM	Per-User		700Kbps	300Kbps	 

Figura 5.14: Ancho de banda limitado por usuario

estos dispositivos para tener una conexión eficiente.

Por otra parte, en la siguiente figura podemos visualizar los puntos de acceso que están conectados a nuestro router, cabe mencionar que esta herramienta es muy útil ya que nos muestra datos como la distribución de los canales, que puntos de acceso tienen más carga de trabajo, así como cuantos usuarios están conectados.

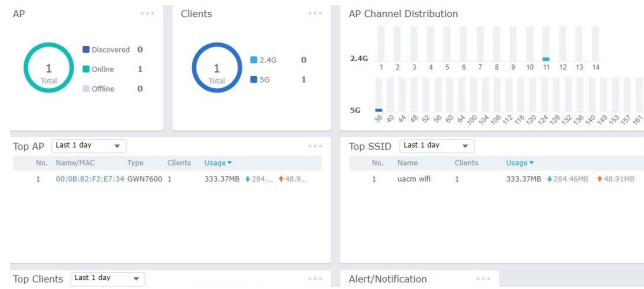


Figura 5.15: Puntos de acceso que están conectados al router

Continuando con las configuraciones, existe una herramienta que también es de suma utilidad para economizar costos, esto es el modo calendario, con esta herramienta podemos crear un horario de trabajo para reducir el consumo eléctrico por cada punto de acceso, es decir que los puntos de acceso dejaran de emitir señal wi-fi a partir de cierto horario y comenzaran a emitirlo nuevamente al comienzo de una jornada nueva.

El horario de funcionamiento de los puntos de acceso se considera 1 hora antes de la primera clase del día (7:00am) y termina hora después de la última clase (10:00pm). Este horario será funcional de lunes a viernes, en caso de que existan actividades en fin de semana, se puede agregar una fecha especial para dichas actividades en días de asueto. Con esta propuesta de funcionamiento de los puntos de acceso, se reducirá el costo energético que genera nuestra red wi-fi, así mismo la vida útil de los puntos de acceso se prolongara ya que solo estarán en funcionamiento solo en horas en que los estudiantes y docentes están dentro del horario de clases de la universidad. Para configurar nuestro horario nos dirigimos a la pestaña Schedule, damos clic en New Shedule y a continuación seleccionamos los días en que estará activo nuestro horario, así mismo las horas en que el punto de acceso estará en funcionamiento. En la siguiente imagen muestro el resultado de configuración de este calendario.

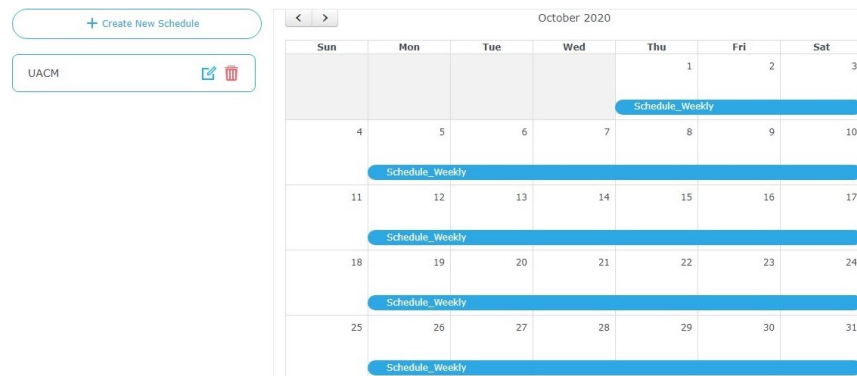


Figura 5.16: Calendario activo

Cabe mencionar que de la misma forma se pueden configurar los led's de cada punto de acceso para que se prendan o apaguen cuando el AP deja de emitir los SSID's.

5.9. Pruebas finales

5.9.1. Simulación de la red

Para verificar que nuestra red será funcional, antes de pasar a una prueba real se optó por realizar una simulación mediante software, para esta simulación usamos puntos de acceso, switches terminales y creando ping entre los dispositivos para verificar que la conexión será exitosa. En la siguiente figura se muestran las conexiones en la simulación.

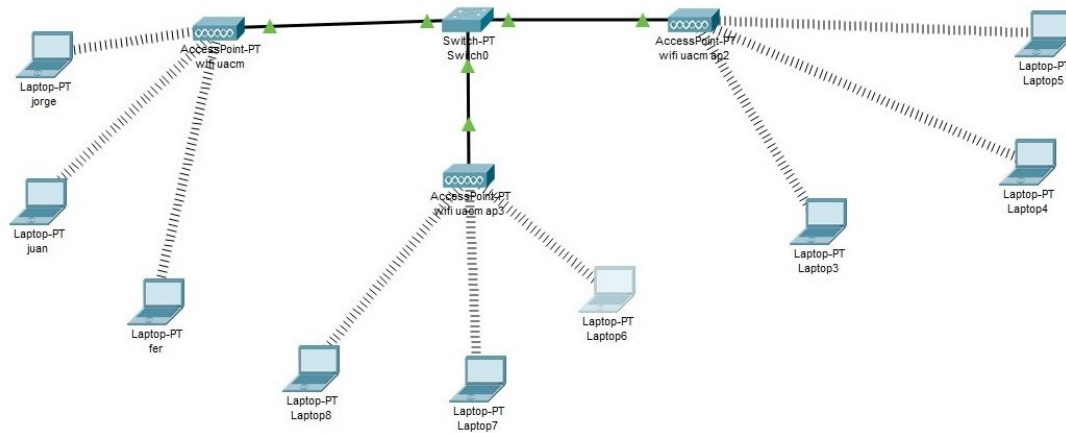


Figura 5.17: Simulación de las conexiones para los puntos de acceso

En este apartado cada punto de acceso se configuró de forma similar a la real, ya que en la simulación no existen los dispositivos exactos ya que el fabricante de de estos dispositivos no cuenta actualmente con una herramienta de simulación para sus productos, por otra parte, se seleccionaron productos lo más cercanos a las características de los puntos de acceso de doble banda.

Cada dispositivo se configuró de tal manera que todos estuvieran dentro de la misma red, en la siguiente figura se muestra dicho procedimiento.

Cabe mencionar que este procedimiento se realizó con todos los dispositivos de la si-

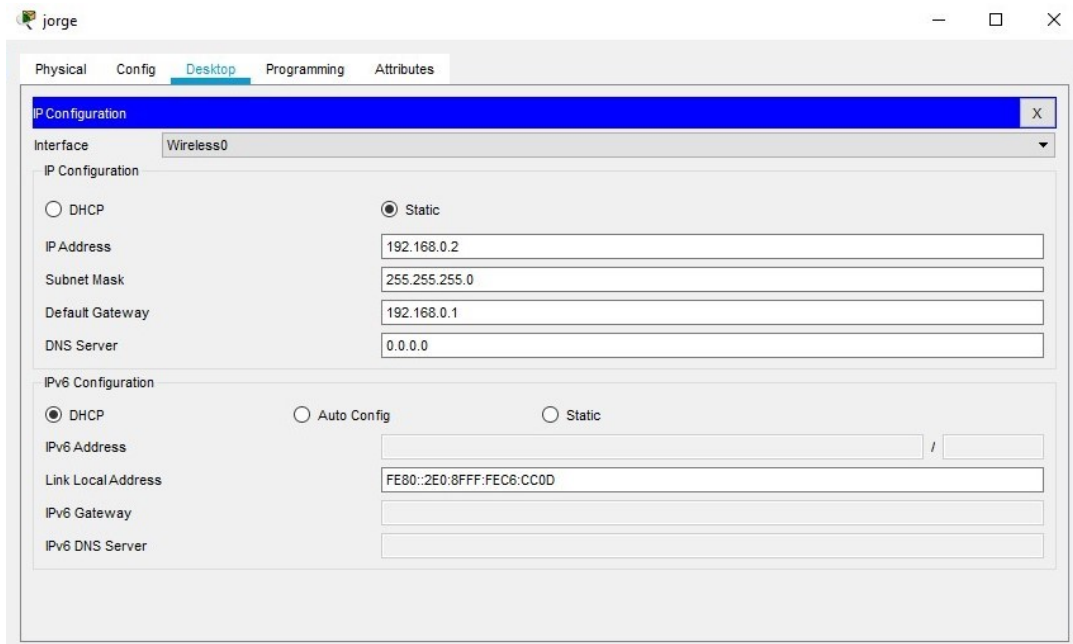


Figura 5.18: Configuración de los dispositivos en la simulación

mulación.

Dentro de estas configuraciones que se les realizó a cada dispositivo en la simulación se encuentran el tipo de antena, el estándar, si son dispositivos móviles, laptop etc. Así mismo a cada dispositivo se le colocó un nombre para identificarlos dentro de la simulación para poder identificar más rápido si tenía o no algún problema.

Después de estas configuraciones, se realizó un ping con cada dispositivo mediante la ventana de CMD para verificar que la conexión fuera exitosa.

En la siguiente figura se muestra que nuestra conexión no generó error alguno, lo que quiere decir que la conexión es exitosa.

A continuación, se muestra una tabla en donde se muestra el número de paquetes enviados, recibidos y la pérdida de estos.

Con los resultados obtenidos mediante la simulación, podemos observar que la conexión entre los dispositivos y el punto de acceso es buena, ya que no tuvimos pérdida de paquetes en ninguna conexión, por otra parte podemos observar que la latencia

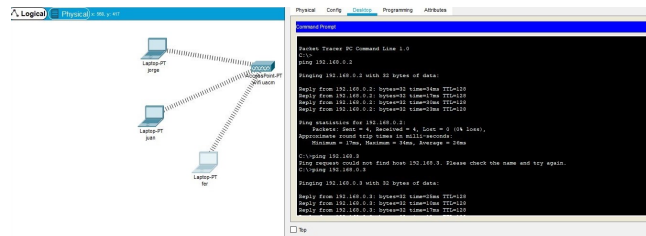


Figura 5.19: Conexión exitosa entre los dispositivos

Dispositivo	Paquetes enviados	Paquetes recibidos	Paquetes perdidos	% de paquetes perdidos	Tiempo (ms)
1	4	4	0	0	34ms
2	4	4	0	0	25ms
3	4	4	0	0	17ms
4	4	4	0	0	10ms

Figura 5.20: Paquetes recibidos

del envío de paquetes oscila entre 10 ms y 34 ms, cabe mencionar que estos datos de latencia en la simulación pueden variar en la vida real, ya que va a depender de muchos factores externos, como interferencias, cuantos dispositivos estén conectados a la red, así como también el tipo de estructura que existe en el edificio (muros, metal etc.) estos factores atenuarán un poco la señal.

5.10. Conexión de dispositivos

Para finalizar se realizaron pruebas de conectividad a nuestro punto de acceso, dichas pruebas se realizaron mediante diferentes dispositivos conectados de manera simultánea, para ver que realmente el ancho de banda al que tiene acceso cada dispositivo es eficiente, cada dispositivo se sometió a cargas y descargas de archivos así como visualización en HD de contenido multimedia, ningún dispositivo presentó algún problema de conexión a la red wifi, en la siguiente imagen muestro los dispositivos conectados a la red, gracias a la interfaz del fabricante, podemos ver también en que frecuencias están conectados los dispositivos como también el tiempo que tienen conectados a la red.

MAC	Hostname	OS	Type	IP Address	Radio/Chann	Status	RSSI	SSID	AP	Throughput	Aggregate	Actions
E8:B4:C8:3F:ES:...	android-58...	Android	Wire...	192.168.1.82	2.4GHz 11	Online	-28	uacm wifi	uacm ap	TX:42B/s 00:08:82:F2:E7:...	TX:25.98MB RX:240.20...	[Icons]
9C:5C:F9:95:2F:...	android-fc...		Wire...	192.168.1.107	5GHz 36	Online	-48	uacm wifi	uacm ap	TX:60B/s 00:08:82:F2:E7:...	TX:108.44... RX:632.77...	[Icons]
18:3D:A2:7E:FE:...	DESKTOP-...	Windows	Wire...	192.168.1.187	5GHz 36	Online	-63	uacm wifi	uacm ap	TX:1.08KB/s 00:08:82:F2:E7:...	TX:504.15... RX:1.50KB/s	[Icons]
7C:A1:77:FC:D0:...	android-ds...		Wire...	192.168.1.250	2.4GHz 11	Online	-35	uacm wifi	uacm ap	TX:3B/s 00:08:82:F2:E7:...	TX:11.86MB RX:107.17...	[Icons]
90:2B:D2:A8:B1:...	HUAWEI_n...	Android	Wire...	192.168.1.144	5GHz 36	Online	-45	uacm wifi	uacm ap	TX:953B/s 00:08:82:F2:E7:...	TX:161.48... RX:81.63K...	[Icons]

Showing 1-5 of 5 records. Per Page: 10

Figura 5.21: Clientes conectados al punto de acceso y bandas de frecuencia en uso

5.11. Estado de dispositivo

Dentro de nuestro router podemos ver el estado del servicio que se está otorgando, esta es una herramienta útil ya que podemos ver la carga en nuestra red en tiempo real dentro de la aplicación de tráfico de la red. En la siguiente figura se muestra el estado de tráfico de nuestra red.

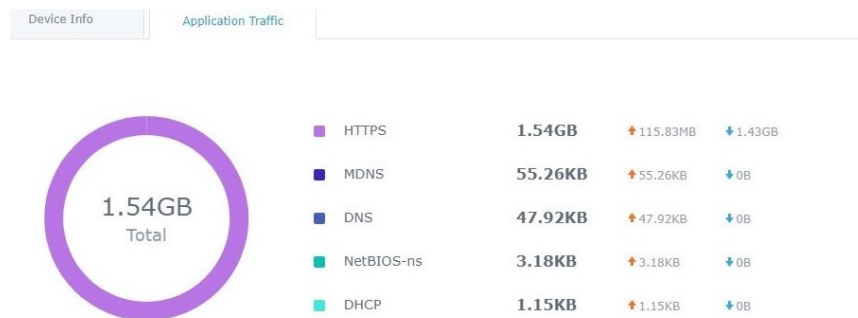


Figura 5.22: Estado de la red

Siguiendo con las pruebas usando una aplicación móvil (wifi heatmap) pudimos crear un entorno para ver el área de cobertura de nuestro punto de acceso, cabe mencionar que en dicha aplicación se realizaron una serie de configuraciones para poder medir la intensidad de la señal, la velocidad y la interferencia que existe. Se seleccionó como señal fuerte a -45dBm (rojo) y a señal débil como -80dBm (amarillo). en la siguiente figura se muestra el resultado de dicha exploración.

Por otra parte también verificamos que no existiera interferencia entre redes cercanas, en la siguiente figura se muestra que no existe interferencia, ya que el punto de acceso

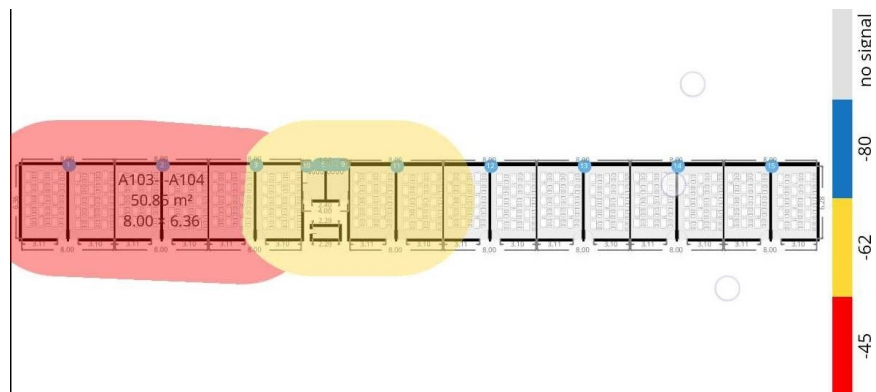


Figura 5.23: Señal emitida por el punto de acceso

se auto programó para seleccionar el canal más estable.

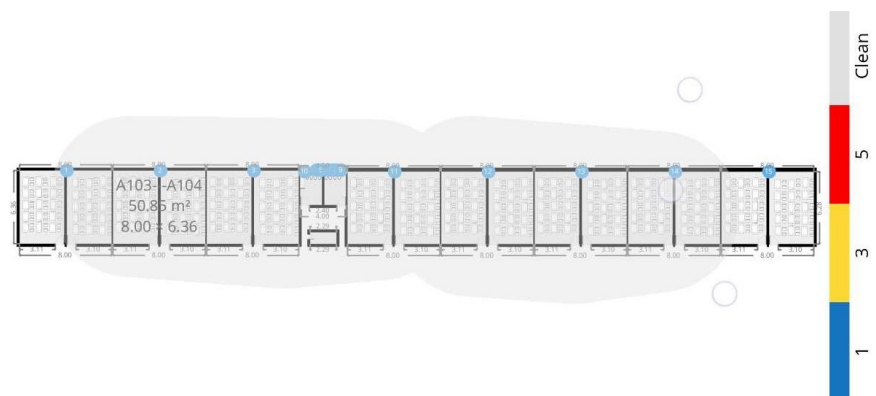


Figura 5.24: Interferencia.

Después de estas pruebas de cobertura, se procede a realizar la prueba de velocidad, usando un navegador web accediendo a la siguiente dirección <https://www.test-velocidad.com/> el cual nos mide la velocidad a la que tenemos derecho, cabe mencionar que esta medición no se tomó cerca del AP, para demostrar el alcance que tiene y si mantiene un rango de cobertura óptimo. En la siguiente figura podemos observar el resultado.

Con esta prueba podemos observar que efectivamente el ancho de banda de decidimos proporcionar si se ve limitado, por lo que todos los usuarios de la red tendrán el mismo ancho de banda.

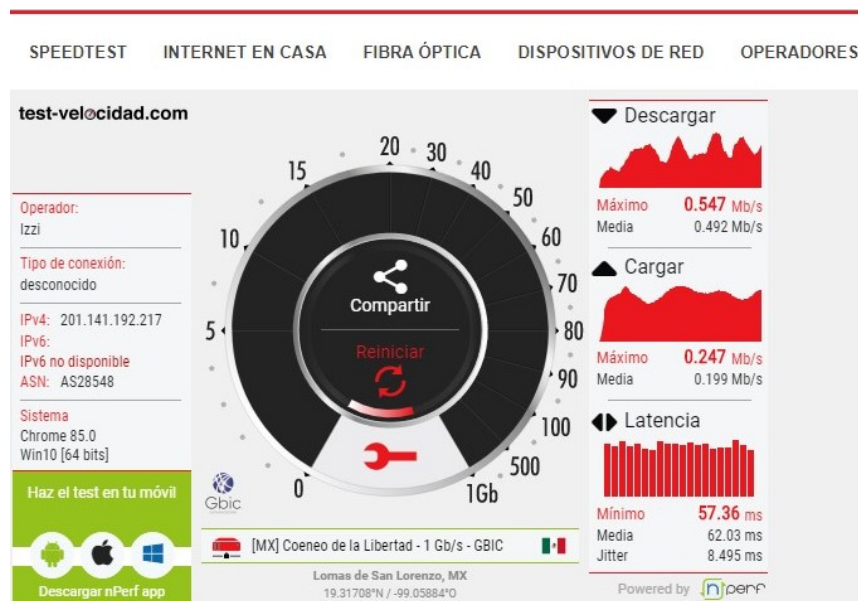


Figura 5.25: Prueba de velocidad.

Así mismo cabe mencionar que este test de velocidad puede proporcionar resultados diferentes dependiendo el servidor que se use para dicha prueba ya que en internet existen muchos sitios para poder realizar este test.

Capítulo 6

PROPUESTAS

Después de haber raizado el análisis de la red existente, verificar las carencias que se tienen actualmente, las necesidades que tanto estudiantes y docentes tienen se procede a realizar 3 propuestas para que este proyecto tenga un mayor alcance mediante equipos que funcionen a doble banda.

Como lo vimos en los capítulos anteriores, serán necesarios 11 puntos de acceso para un edificio, 4 en el primer piso, 3 en el segundo piso y 4 en el tercer piso, esto con base en los cálculos del número de usuarios que estarán en cada nivel, la planta baja y el cuarto piso gozan de conexión por cable. Teniendo este panorama se propone lo siguiente:

6.1. Propuesta 1

Después de haber raizado el análisis de la red existente, verificar las carencias que se tienen actualmente, las necesidades que tanto estudiantes y docentes tienen se procede a realizar 3 propuestas para que este proyecto tenga un mayor alcance mediante equipos que funcionen a doble banda.

Como lo vimos en los capítulos anteriores, serán necesarios 11 puntos de acceso para un edificio, 4 en el primer piso, 3 en el segundo piso y 4 en el tercer piso, esto con base en los cálculos del número de usuarios que estarán en cada nivel, la planta baja y el cuarto piso gozan de conexión por cable. teniendo este panorama se propone lo siguiente:

- Se propone la creación de 1 SSID por cada colegio de la universidad, así como un SSID exclusivo para los docentes y administrativos con su respectiva contraseña.
- Una red de uso libre como la que está actualmente.
- Realizar una limitación del ancho de banda por cada usuario (como lo vimos en capítulo anterior), esto para que todos los usuarios tengan derecho al mismo

ancho de banda, con esto evitamos el problema que se presenta con la red actual que no está limitada.

- Calendario de actividades dentro de la UACM, para que los puntos de acceso solo funcionen dentro del horario de clases, esto con la finalidad tener un ahorro energético y al mismo tiempo alargar la vida útil de los puntos de acceso.

6.2. Propuesta 2

Esta propuesta es similar a la anterior añadiendo otros elementos que en ciertos escenarios puedan ser útiles.

- Se propone la creación de 1 SSID por cada colegio de la universidad, así como un SSID exclusivo para los docentes y administrativos con su respectiva contraseña.
- Una red de uso libre como la que está actualmente.
- Realizar una limitación del ancho de banda por cada usuario (como lo vimos en capítulo anterior, esto para que todos los usuarios tengan derecho al mismo ancho de banda, con esto evitamos el problema que se presenta con la red actual que no está limitada.
- Calendario de actividades dentro de la UACM, para que los puntos de acceso solo funcionen dentro del horario de clases, esto con la finalidad tener un ahorro energético y al mismo tiempo alargar la vida útil de los puntos de acceso.
- Creación del portal cautivo(para visitas),esto con la finalidad de no saturar los demás SSID's, cabe mencionar que esto solo serviría en casos de festivales, conferencias o algún evento que se desarrolle dentro del plantel y lleguen personas ajenas a nuestra casa de estudios.

6.3. Propuesta 3

tomando en consideración que ciertos alumnos deben descargar o subir archivos, contenido multimedia mas pesados se da la siguiente propuesta

- Se propone la creación de 1 SSID por cada colegio de la universidad, así como un SSID exclusivo para los docentes y administrativos con su respectiva contraseña.
- Realizar una limitación del ancho de banda para los demás usuarios
- Calendario de actividades dentro de la UACM, para que los puntos de acceso solo funcionen dentro del horario de clases, esto con la finalidad tener un ahorro energético y al mismo tiempo alargar la vida útil de los puntos de acceso.
- Creación del portal cautivo (para visitas)

- Creación del portal cautivo (para alumnos y/o docentes que requieran un mayor ancho de banda)

6.4. Análisis de las propuestas

Si bien podemos observar que en las 3 propuestas se usarían 11 puntos de acceso para un edificio debo mencionar que la configuración que se les da a cada una de las propuestas es diferente.

Todas y cada una cuentan con 1 SSID por colegio así como un calendario de funcionamiento para la red wifi (para economizar consumo energético), pero en la propuesta 3 se toman en cuenta algunas situaciones que si bien no se dan siempre, no dejan de ser un punto a tomar en cuenta, esto es, que en algunas ocasiones en algunas materias se necesita de un ancho de banda mayor ya que los archivos que se suben o se bajan son muy pesados, por lo que en esta propuesta se decide crear un portal cautivo que proporcione un mayor ancho de banda que solo funcione durante la hora de esa clase.

En la siguiente tabla se muestran las opciones de cada propuesta.

Propuesta 1	Propuesta 2	Propuesta 3
SSID por colegio	SSID por colegio	SSID por colegio
SSDI para docentes	SSDI para docentes	SSDI para docentes
Red libre	Red libre	N/A
Limitación de ancho de banda	Limitación de ancho de banda	Limitación de ancho de banda
Calendario de funcionamiento	Calendario de funcionamiento	Calendario de funcionamiento
N/A	Portal cautivo para visitas	Portal cautivo para visitas
N/A	N/A	Portal cautivo clases especiales (mayor ancho de banda)

Figura 6.1: Tabla de propuestas

Haciendo la comparación de la propuesta 1 con la propuesta 2 nos damos cuenta que de manera similar tendríamos un SSID por cada colegio y uno para docentes/administrativos, por otra parte, en la propuesta 1 tenemos una red “abierta” para que cualquier persona se pueda conectar, si bien esto en cierta medida es bueno para poder conectarse a internet, por otro lado, esto haría que nuestra red quede vulnerable a robo de datos o alternaciones. Por esta razón la propuesta 1 queda descartada.

Haciendo la comparación de la propuesta 2 con la 3 de igual forma nos damos cuenta que son similares, aunque en la propuesta 3 tenemos un par de opciones en la configuración que a mi parecer se adaptan mas a las necesidades de la comunidad de nuestro plantel, esto es: al crear un portal cautivo para las visitas nos garantiza que las personas ajenas a la universidad solo podrán acceder a nuestra red por cierto tiempo(esto

dependerá de la duración del evento o de la razón de su visita a nuestro plantel), por otra parte el portal cautivo para clases especiales hace referencia a las clases en donde se requiere un mayor ancho de banda de la red, es por esto que la persona encargada de administrar la red deba crear un SSID que solo funcionaría el tiempo que dure dicha clase en que se necesite un mayor ancho de banda para carga y descarga de archivos pesados, videos multimedia, streaming, etc.

Una vez mencionado esto podemos ver que la opción que se adapta mas a nuestras necesidades es la propuesta numero 3, cabe mencionar que esta propuesta se puede modificar en un futuro cuando los edificios que están en obra negra estén terminados y listos para ser usados.

6.5. Conclusiones

Al haber terminado las pruebas tanto físicas como simuladas, los resultados son positivos, teniendo en cuenta que los dispositivos que seleccioné eran productos básicos para economizar costos, por otra parte este es un sistema escalable y a futuro puede mejorar aún más con la incorporación de nuevas tecnologías, este proyecto fue creado principalmente por la demanda estudiantil que muchos están más de 12 horas en el plantel por tener una conexión a internet, ya que en su casa carecen de una conexión.

Otro punto que se debe volver a mencionar es que este es un sistema centralizado es decir que todos los puntos de acceso se pueden gestionar desde el punto de acceso maestro y gracias a esto, los encargados del área tendrán un ahorro de tiempo en la administración o soluciones de problemas en la red.

Algunos aspectos que tengo que mencionar respecto a este trabajo, es la falta de información proporcionada por el área de telecomunicaciones de la universidad, tanto en la sede administrativa Dr. García Diego, como en el plantel San Lorenzo, después de haber conseguido la información acerca de la red actual era evidente una propuesta de modificación y cambio de equipos principalmente de los puntos de acceso, ya que como lo mencione con anterioridad hay muchos que están en "línea"pero no dan conexión a internet.

Por otra parte, tengo que hacer mención de algunos problemas con los que me encontré al realizar las pruebas tales como la actualización de los equipos al firmware más reciente, ya que si no se les hace la actualización la red tendrá fallos como la falta de internet o desconexión del punto de acceso.

También derivado de la pandemia, adquirir los productos que usé en este proyecto se volvió un poco complicada, ya que muchos de los establecimientos para poder adquirir

estos dispositivos se encontraban cerrados y realizar la compra de estos por internet, se traducía en una espera de más de 1 mes para que los productos fueran enviados, afortunadamente en cuanto los establecimientos abrieron los productos se pudieron comprar de manera inmediata para así poder terminar con las pruebas físicas de este proyecto.

Como una conclusión final y creo que la más importante es dejar en claro que un campus universitario (o cualquier otro centro de estudios) debe contar con una red de internet eficiente, ya que los alumnos deben tener claros los conocimientos y muchas veces se necesita consultar información en línea, así como también estar actualizados en nuevas informaciones y tecnologías. Espero de alguna forma que un proyecto similar se lleve a cabo en todos los planteles de la Universidad Autónoma de la Ciudad de México.

Bibliografía

- [1] <https://www.wi-fi.org/who-we-are>
- [2] <https://www.wi-fi.org/who-we-are/our-brands>
- [3] <http://blog.grandstream.com/es/definiendo-las-necesidades-de-ancho-de-banda>
- [4] https://academy.grandstream.com/contents/online_trainings
- [5] http://www.grandstream.com/support/faq/gwn_series
- [6] https://www.ra-ma.es/libro/wi-fi-como-construir-una-red-inalambrica-2a-edicion_49504/
- [7] https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/aproposito/2020/EAP_Internet20.pdf
- [8] Como construir una red wifi, Carballar, José Antonio, Alfaomega,2005, madrid.
- [9] Redes de computadoras primera edición, marzo 2004, Fundación per a la Universitat Oberta de Catalunya, José María Barceló Ordinas, Jordi Íñigo Griera, Ramon Martí Escalé, Enric Peig Olivé y Xavier Perramon Tornil.
- [10] Guía de primer año, Academia de Networking Cisco Systems,CCNA1 y 2 (Libro, 2004)
- [11] Los inicios de internet en México, Koenigsberger, Gloria Colección: Coediciones universitarias Editorial: DGDC-CIC-IA-DGTIC, UNAM Priemra Edición Año: 2014
- [12] 802.11 Wirless Network, The Definitive Guide, Second Edition,Gast ,Matthew,2005
- [13] 802.11ac: A Survival Guide,wifi at gigabit and beyond O'Reilly Media, Inc, Matthew S. Gast,2013

