

Universidad de Morelos
Facultad de Ingeniería y Tecnología

MOVILIDAD INTELIGENTE:
DISEÑO WLAN UM

Trabajo de investigación
Presentada en cumplimiento parcial
de los requisitos para el grado de
Ingeniería en Electrónica y Tel.

Por

Abisay Hernández Vázquez

Noviembre 2015

MOVILIDAD INTELIGENTE:

DISEÑO WLAN UM

Trabajo de investigación
Presentada en cumplimiento parcial
de los requisitos para el grado de
Ingeniería en Electrónica y Tel.

Por

Abisay Hernández Vázquez

APROBADA POR LA COMISIÓN

Asesor Principal: M.C. Carlos Emilio
Hernández Rentería

Director de Facultad: M.C. Alejandro W.
García Mendoza

Miembro:

Coordinador de Pregrado M.C. Jair Arody
del Valle López

Miembro:

Fecha de aprobación

Tabla de contenido

I. INTRODUCCIÓN	1
A. Antecedentes	1
B. Definición del problema.....	1
C. Justificación.....	2
D. Objetivo.....	2
E. Hipótesis	2
II. FUNDAMENTOS TEÓRICOS.....	2
A. Marco Teórico.....	2
B. Estado del arte	4
III. RESULTADOS	5
A. Descripción del análisis teórico y práctico del trabajo.....	5
B. Presentación de los resultados.	6
C. Análisis de los resultados obtenidos.	13

Tabla de Figuras

Tabla de Figuras	iv
Figura 1	3
Figura 2	5
Figura 3	6
Figura 4	6
Figura 5	6
Figura 6	6
Figura 7	7
Figura 8	7
Figura 9	7
Figura 10	7
Figura 11	7
Figura 12	8
Figura 13	8
Figura 14	8
Figura 15	8
Figura 16	8
Figura 17	9
Figura 18	9
Figura 19	9
Figura 20	9
Figura 21	10
Figura 22	10
Figura 23	10
Figura 24	10
Figura 25	10
Figura 26	11
Figura 27	11
Figura 28	11
Figura 29	11
Figura 30	11
Figura 31	11
Figura 32	12
Figura 33	12
Figura 34	12
Figura 35	12
Figura 36	12
Figura 37	12

MOVILIDAD INTELIGENTE: DISEÑO WLAN UM

Abisay Hernández Vázquez,

Facultad de Ingeniería y Tecnología, Universidad
de Montemorelos

Montemorelos, Nuevo León, México

0971480@alumno.um.edu.mx

M.C. Carlos Emilio Hernández Rentería

Facultad de Ingeniería y Tecnología, Universidad
de Montemorelos

Montemorelos, Nuevo León, México

Carlos.hd@um.edu.mx

Resumen—La cobertura en un campus universitario debe de ser óptima para que el desarrollo de las actividades de los estudiantes y profesores sea el mejor, por eso esta investigación parte de un diseño físico de la red inalámbrica con el objetivo de lograr una mayor cobertura de la señal dentro de los edificios de las facultades pertenecientes a la Universidad de Montemorelos. El estudio se realiza mediante el software de simulación llamado Visual RF Plan, mismo que permite hacer un análisis de los edificios mediante planos arquitectónicos del lugar, tomando en cuenta el material de construcción, ventanas, tipo de aplicaciones y demás características importantes para la propagación de la señal. Se plantea el uso de tecnologías 802.11n y 802.11ac, de acuerdo a las ventajas que dan por el manejo de su frecuencia y la tendencia de la tecnología WI-FI, con el diseño que se propone para cada facultad se espera que la movilidad de los usuarios sea total y que tengan acceso en cualquier parte de sus facultades.

Palabras claves: 802.11ac, 802.11n, Wi-fi, Visual RF Plan, Movilidad.

I. INTRODUCCIÓN

A. Antecedentes

Wi-Fi (Wireless Fidelity), es una tecnología inalámbrica utilizada para conectar e intercambiar información entre dispositivos electrónicos sin necesidad de conectarlos mediante el uso de cables físicos. Wi-Fi pertenece al conjunto de tecnologías conocidas como Wireless (sin cables) con mayor aceptación y uso en la mayoría de los dispositivos electrónicos tales como smartphones,

tablets, PC de escritorio y laptops, cámaras digitales o consolas de videojuegos. Gracias a lo cual se puede disponer de una red de comunicación entre varios dispositivos y con acceso a Internet [1].

Wi-Fi, es una marca comercial de Wi-Fi Alliance [2], una organización que adopta y certifica que los equipos cumplen con los estándares 802.11 de las redes inalámbricas de área local. La Wi-Fi Alliance fue conocida como WECA (Wireless Ethernet Compatibility Alliance) hasta 2003 [3].

Con referencia a los estándares 802.11 los comerciales son el 802.11a, 802.11b, 802.11g, 802.11n, 802.11ac, porque son parte de las frecuencias de operación ISM (Industrial, Scientific and Medical).

B. Definición del problema

¿Se puede lograr una cobertura total y eficiente de los edificios de las facultades de la Universidad de Montemorelos?

El problema principal que es planteado es que en el campus de la Universidad de Montemorelos (UM), existen ciertas zonas que no tienen cobertura Wi-Fi o la señal que les llega es muy débil, por ejemplo en el salón 203 de la facultad de ingeniería, los salones que están en las esquinas de la preparatoria, en la Facultad de Ciencias de la

Salud (FACSA), los salones mas distantes tampoco cuentan con la cobertura optima.

Otro problema es que en los lugares donde no llega el Wi-Fi con suficiente potencia el personal de apoyo tiende a poner sus propios puntos de acceso, para poder tener cobertura, ocasionando con esto solapamiento de señales, que hacen que las que ya están asignadas tengan interferencia y por consecuencia se pierda la cobertura en los edificios.

Los alumnos no cuentan con movilidad total a la hora de cambiar de ubicación, es decir cuando ellos cambian de ubicación pierden conectividad, debido a que la distribucion actual de los puntos de acceso no es la indicada para cubrir las necesidades de la mayoría de los usuarios, y son muy pocos dispositivos para lograr una cobertura óptima, que nos permita el libre transito en el edificio.

Uno de los grandes problemas de la infraestructura de la red de la Universidad de Montemorelos es el intermitente funcionamiento de la tecnología Wi-Fi, esto ocasiona algunas dificultades tales como, la mala comunicación, el retraso en la información, y la ineficiencia de las herramientas tecnológicas útiles en la enseñanza, y el mal funcionamiento de las aplicaciones vitales en el proceso educativo, tales como el portal académico, la e42, el portal financiero, etc. Haciendo evidente la necesidad del rediseño de esta infraestructura, con el fin de lograr subsanar estas deficiencias y llevar a los usuarios a una experiencia de movilidad total.

C. Justificación

Uno de los grandes problemas que nos planteamos al hablar sobre movilidad total, es que en la actualidad los equipos personales, que usualmente se usan tienen que cumplir con dos características básicas, que son la movilidad y la portabilidad [4].

La movilidad total es la característica que ofrece la red, es no perder conexión mientras me muevo en el edificio.

La portabilidad de los dispositivos, es la característica de poder llevar a donde nosotros los necesitamos, esto ya nos lo dan nuestros dispositivos como Smartphone, Tablet, iPad y laptops.

En este caso la portabilidad de los aparatos de los usuarios no la podemos mejorar, pero la movilidad si es algo en lo que se puede ayudar, y esto implicaría tener que lograr una cobertura total en cada uno de los lugares donde los usuarios pueden estar.

El proyecto busca proporcionar una cobertura total Wi-Fi en los edificios de las facultades de la Universidad de Montemorelos, para lograr mejorar el rendimiento de la red en cuanto al funcionamiento de las aplicaciones que corren sobre la misma, tales como el portal académico, la e42, el correo electrónico, entre otras. Al mejorar la cobertura, podemos tener una mejor experiencia de movilidad dentro de los edificios.

D. Objetivo

- Mejorar la cobertura WLAN de la Universidad de Montemorelos.
- Crear un soporte para las diferentes aplicaciones y cantidad de usuarios.
- Lograr una movilidad inteligente dentro de los edificios de la Universidad de Montemorelos.
- Estandarizar tecnologías.

E. Hipótesis

Es posible diseñar un sistema inalámbrico que permita una cobertura óptima y total dentro de los edificios (facultades) de la Universidad de Montemorelos, para que los alumnos y docentes puedan tener una completa movilidad inteligente.

II. FUNDAMENTOS TEÓRICOS

A. Marco Teórico.

La tecnología 802.11 es un estándar de la IEEE [5], en el cual se basan las redes inalámbricas que usamos a diario y que comúnmente llamamos Wi-Fi.

Dentro del estándar 802.11 hay una variedad de estándares, por ahora solo se usarán las que operan en las frecuencias ISM (Industrial, Scientific and Medical) que son 802.11a, 802.11b, 802.11g, 802.11n, 802.11ac y 802.11ad [6].

El estándar de WLAN IEEE 802.11 define cómo se usa la Radio Frecuencia (RF) en las bandas de frecuencia ISM sin licencia para la capa

física y la subcapa MAC de los enlaces inalámbricos.

Con el correr de los años, se desarrollaron varias implementaciones del estándar IEEE 802.11. A continuación, se presentan estos estándares:

802.11: lanzado en 1997 y ahora obsoleto, es la especificación de WLAN original que funcionaba en la banda de 2,4 GHz y ofrecía velocidades de hasta 2 Mb/s. Cuando se lanzó, las LAN conectadas por cable funcionaban a 10 Mb/s, por lo que la nueva tecnología inalámbrica no se adoptó con entusiasmo. Los dispositivos inalámbricos tienen una antena para transmitir y recibir señales inalámbricas.

IEEE 802.11a: lanzado en 1999, funciona en la banda de frecuencia de 5 GHz, menos poblada, y ofrece velocidades de hasta 54 Mb/s. Posee un área de cobertura menor y es menos efectivo al penetrar estructuras edilicias ya que opera en frecuencias superiores. Los dispositivos inalámbricos tienen una antena para transmitir y recibir señales inalámbricas. Los dispositivos que funcionan conforme a este estándar no son interoperables con los estándares 802.11b y 802.11g.

IEEE 802.11b: lanzado en 1999, funciona en la banda de frecuencia de 2,4 GHz y ofrece velocidades de hasta 11 Mb/s. Los dispositivos que implementan este estándar tienen un mayor alcance y pueden penetrar mejor las estructuras edilicias que los dispositivos basados en 802.11a. Los dispositivos inalámbricos tienen una antena

para transmitir y recibir señales inalámbricas.

IEEE 802.11g: lanzado en 2003, funciona en la banda de frecuencia de 2,4 GHz y ofrece velocidades de hasta 54 Mb/s. Por lo tanto, los dispositivos que implementan este estándar funcionan en la misma radiofrecuencia y en el mismo rango que 802.11b, pero con el ancho de banda de 802.11a. Los dispositivos inalámbricos tienen una antena para transmitir y recibir señales inalámbricas. Es compatible con el estándar anterior 802.11b. Sin embargo, cuando admite un cliente 802.11b, se reduce el ancho de banda general.

IEEE 802.11n: lanzado en 2009, funciona en las bandas de frecuencia de 2,4 GHz y 5 GHz, y se conoce como “dispositivo de doble banda”. Las velocidades de datos típicas van desde 150 Mb/s hasta 600 Mb/s, con un alcance de hasta 70 m (0,5 mi). Sin embargo, para lograr mayores velocidades, los AP y los clientes inalámbricos requieren varias antenas con tecnología de múltiple entrada múltiple salida (MIMO). MIMO usa varias antenas como transmisor y receptor para mejorar el rendimiento de la comunicación. Se pueden admitir hasta cuatro antenas. El estándar 802.11n es compatible con dispositivos 802.11a/b/g anteriores. Sin embargo, si se admite un entorno mixto, se limitan las velocidades de datos previstas.

IEEE 802.11ac: lanzado en 2013, funciona en la banda de frecuencia de 5 GHz y proporciona velocidades de datos que van desde 450 Mb/s hasta 1,3 Gb/s (1300 Mb/s). Usa la tecnología MIMO para mejorar el rendimiento de la

Estándar IEEE	Velocidad máxima	Frecuencia	Compatibilidad con versiones anteriores
802.11	2 Mb/s	2,4 GHz	–
802.11a	54 Mb/s	5 GHz	–
802.11b	11 Mb/s	2,4 GHz	–
802.11g	54 Mb/s	2,4 GHz	802.11b
802.11n	600 Mb/s	2,4GHz y 5GHz	802.11a/b/g
802.11ac	1,3 Gb/s (1300 Mb/s)	5 GHz	802.11a/n
802.11ad	7Gb/s (7000Mb/s)	2,4GHz, 5GHz y 60 GHz	802.11a/b/g/n/ac

Figura 1

comunicación. Se pueden admitir hasta ocho antenas. El estándar 802.11ac es compatible con dispositivos 802.11a/n anteriores; sin embargo, admitir un entorno mixto limita las velocidades de datos esperadas.

IEEE 802.11ad: programado para su lanzamiento en 2014 y también conocido como “WiGig”, utiliza una solución de Wi-Fi de triple banda con 2,4 GHz, 5 GHz y 60 GHz, y ofrece velocidades teóricas de hasta 7 Gb/s. Sin embargo, la banda de 60 GHz es una tecnología de línea de vista y, por lo tanto, no puede penetrar las paredes. Cuando un usuario se mueve, el dispositivo cambia a las bandas más bajas de 2,4 GHz y 5 GHz. Es compatible con dispositivos Wi-Fi anteriores existentes. Sin embargo, si se admite un entorno mixto, se limitan las velocidades de datos previstas.

Como podemos observar en la figura 1 los estándares 802.11 tienen varias similitudes como diferencias.

Wi-Fi Alliance: Wi-Fi Alliance® [2] es una asociación comercial global del sector sin fines de lucro dedicada a promover el crecimiento y la aceptación de las redes WLAN. Es una asociación de proveedores cuyo objetivo es mejorar la interoperabilidad de los productos basados en el estándar 802.11 mediante la certificación de los proveedores por el cumplimiento de las normas del sector y la observancia de los estándares., compuesta por alrededor de 600 miembros.

Las topologías que se plantean usar se basan en ESS (Extended Service Set). En estas redes existe un dispositivo central que tiene la función de coordinar y servir de enlace para todas las tarjetas de red Wi-Fi [7].

En escenarios como residencias, campus universitarios, empresas y sitios públicos es común el uso de redes Wi-Fi, por lo que es posible que al instalar una nueva red en un área determinada su cobertura se expanda a otras zonas donde existen otras, lo que ocasiona interferencia entre ellas. La cercanía geográfica entre estas redes se traduce en bajas velocidades de transferencia, incluso si existen pocas computadoras conectadas [8].

En las implementaciones de redes Wi-Fi se debe de tomar en cuenta la estructura de los

edificios, de que materiales están hechos que tantas divisiones hay, que tantas ventanas tiene.

Las atenuaciones producidas por diferentes tipos de materiales se deben de tomar en cuenta a la hora de realizar el diseño, con el fin de lograr que la cobertura sea la indicada a las necesidades recopiladas durante el análisis.

Los Access Point son uno dispositivos de red que interconectan equipos de comunicación inalámbricos, para formar una red inalámbrica que interconecta dispositivos móviles o tarjetas de red inalámbricas.

B. Estado del arte

Otras personas también tienen problemas similares a los que nosotros planteamos y también han buscado distintas maneras de solucionarlos.

Una de las soluciones que proponen al solapamiento de señales en un el artículo de la referencia 7 es hacer un análisis de los elementos que funcionan en la frecuencia de los 2.4Ghz, que es una de las frecuencias donde operan los Access Point, tales como teléfonos inalámbricos, microondas, dispositivos de Bluetooth, dispositivos zigbee entre otros, la solución que plantan ellos fue tomar en cuenta los canales en los que funcionan, y evitar esos canales a la hora de la asignación en los Access Point [8].

En otro de los estudios que se analizó, se examina la red alámbrica y la inalámbrica y toma en cuenta la mala distribución que hay en parte del edificio y propone migrar una parte del tráfico al esquema inalámbrico y ya no por cable, argumentando que son las tendencias hacia lo inalámbrico [9], algo en lo que concuerdo con el estudio.

Otro de los temas que se consideran a la hora de un diseño son los modelos y metodos que existen, un articulo que se analiso para esta investigacion compara dos tecnologias como son las WLAN y WIMAX y toma en cuenta sus características propias a la hora del diseño de la rede [10].

Algo que se toma en cuenta a la hora del diseño de las redes inalámbricas es el QoS como lo menciona en la referencia 11 donde ellos hacen un analisis sobre esta característica [11].

III. RESULTADOS

A. Descripción del análisis teórico y práctico del trabajo.

Se realizó primero una breve investigación de las aplicaciones que se usan dentro de la Universidad de Morelos, tales como el portal académico, la e42, el correo electrónico, VoIP, etc.

Se tomó en cuenta la cantidad máxima de 100 usuarios por Access Point y en qué lugares se concentran la mayor cantidad de asociaciones, para poner un Access Point más cercano para poder repartir la carga.

Posteriormente se consiguieron los planos arquitectónicos de los edificios sujetos al proyecto y se procedió a una breve investigación de esto, obteniendo los tipos de materiales usados en las construcciones, distancias que hay entre cada uno de los pisos y demás características propias de los edificios. Al tener estos datos se realizaron los cálculos para saber que atenuación podían causar a la señal radiada por los Access Point.

De acuerdo con la información obtenida del análisis que se realizó sobre los planos arquitectónicos y del cálculo de la atenuación provocada por los materiales con que se construyeron los edificios, además del establecimiento del tipo de aplicaciones y la cantidad de usuarios que se conectan a la red inalámbrica y del lugar donde lo hacen, se establecen los puntos de mayor demanda de acceso y se toman decisiones en la

implementación de los dispositivos.

Se analizaron las tecnologías que actualmente existen en Wi-Fi y se compararon para ver cuál es la más conveniente de acuerdo a los requerimientos que existen en las facultades tanto como el de las aplicaciones como la cantidad de usuarios que se conectan a cada Access Point, se analizaron las marcas líderes en el mercado como Cisco, Ruckus, Aruba, 3com, Fortinet, y se tomaron en cuenta sus ventajas y desventajas para la implementación del proyecto.

En la figura 2 podemos observar una breve comparación entre Access Point de diferentes marcas, y las características que nos ofrecen cada marca.

Haciendo uso de los planos arquitectónicos de los edificios y tomando en cuenta los tipos de materiales usados para la construcción, se construye una simulación para determinar el tipo de Access Point que se implementará con el fin de dar acceso a todos los usuarios desde cualquier punto.

Dentro de la simulación es necesario calcular la potencia de la señal óptima que permitirá llegar a todos los usuarios dentro de los edificios, con la capacidad de proveer una conectividad eficiente sin importar el tipo de aplicación que estén ejecutando. Es importante señalar que las aplicaciones como VoIP necesitan una potencia de señal elevada para su buen funcionamiento.

Se realizó una comparación de información

	Aruba AP-205	CISCO WAP371	Ruckus Zone Flex R300	Fortinet FortiAP-221 C
Protocolos wireless	802.11a/b/g/n/ac	802.11a/b/g/n/ac	802.11a/b/g/n/ac	802.11a/b/g/n/ac
Bandas Wi-Fi	2.4 GHz , 5 GHz	2.4 GHz,5 GHz	2.4 GHz , 5 GHz	2.4 GHz , 5 GHz
Velocidades De transmission	867 Mbps	950 Mbps	866 Mbps	867 Mbps
Administración del dispositivo	Plataforma Aruba Instant con su controlador virtual mediante el sistema de gestión Aruba Airwave™	Interfaz de usuario web integrada para una configuración simple basada en navegador	La administración y configuración más simples de la industria a través de un asistente web y capacidades de implementación automatizados	plataforma FortiWiFi™ con su controlador inalámbrico integrado FortiGate®

Figura 2

sobre la potencia radiada por los Access Point, se plasmó en un plano la topología de la red propuesta para determinar los radios de cobertura de los Access Point a partir de la potencia de radiación.

Para saber el estado actual de la infraestructura Wi-Fi de la universidad se tuvo que hacer una simulación de la distribución actual.

En la figura 3 se muestra como se encuentra la distribución actual en uno de los edificios de la Universidad de Morelia.

Simulación actual

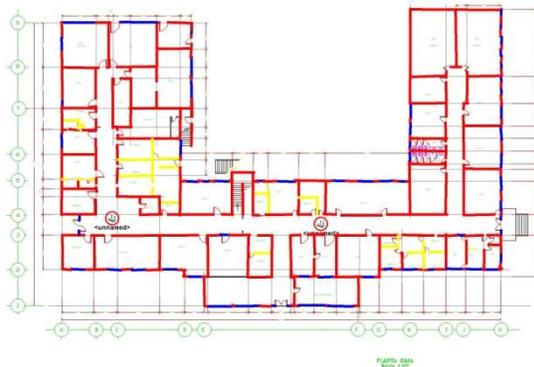


Figura 3

B. Presentación de los resultados.

A continuación, se presentan los resultados de los análisis que se hicieron en cada uno de los edificios con facultad de acuerdo a la distribución propuesta.

En la figura 4 nos muestra la escala de colores que se usara en la siguiente sección.

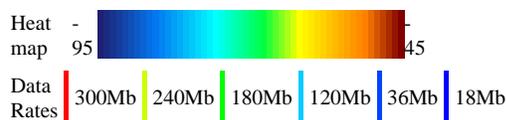


Figura 4

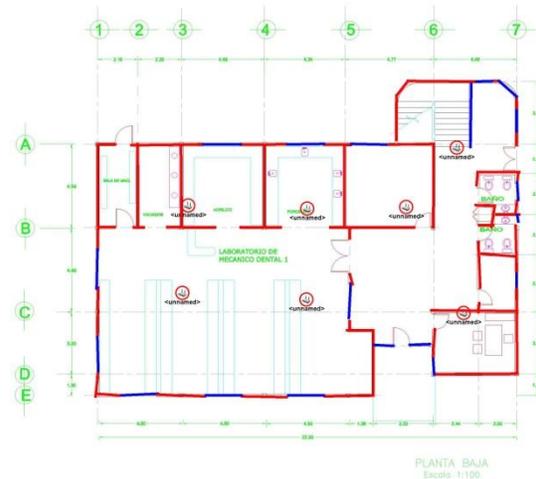


Figura 5

De acuerdo a la metodología ya descrita se realizó una simulación de los edificios con facultades UM usando el programa Visual RF Plan.

Como resultado de la simulación de varios tipos de distribución y los estudios realizados a cada una de las distribuciones simuladas, para lograr la movilidad total en el edificio de la escuela de técnico dental, el diseño a implementar será el que se muestra en la figura 5, que logra una radiación idónea como se muestra en la figura 6, también se logran velocidades estables como los muestra la figura 7.

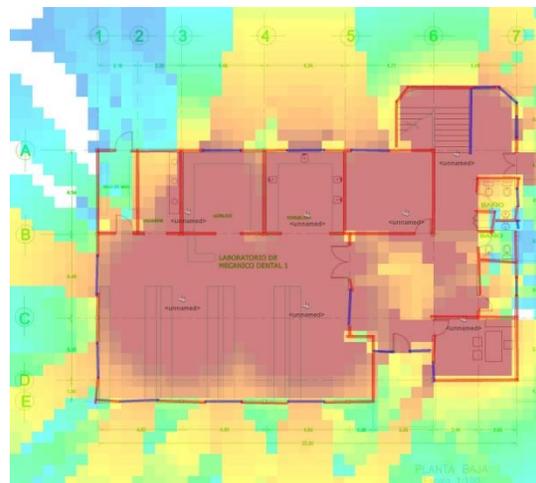


Figura 6

En la figura 6 nos muestra como es la radiación de acuerdo a la distribución de los Access Point propuesta en la figura 5, tomando en cuenta que la zona con color rojo es donde la

radicación es óptima, la zona amarilla es donde la señal radiada es aceptable, la zona verde-azul es donde la señal es más deficiente, pero se puede conectar y tener acceso a la red.



Figura 7

En la figura 7 podemos observar la cantidad de datos que se pueden transferir establemente, de acuerdo a la distribución propuesta en la figura 5, donde el color rojo es una cantidad de 300Mb o más, el verde 240 a 180 Mb y el azul 120 Mb o menos.



Figura 8

Como resultado de la simulación de varios tipos de distribución y los estudios realizados a cada una de las distribuciones simuladas, para lograr la movilidad total en el edificio de la escuela de técnico dental, el diseño a implementar será el que se muestra en la figura 8, que logra una radiación idónea como se muestra en la figura 9, también se logran velocidades estables como los

muestra la figura 10.

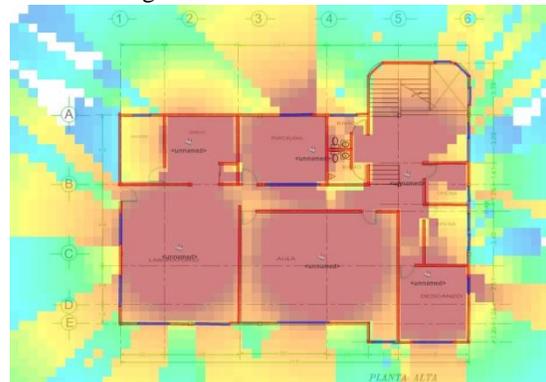


Figura 9



Figura 10

De acuerdo a los resultados que se muestran en las figuras 5-10 podemos decir que se logra una cobertura total en el área presentada.

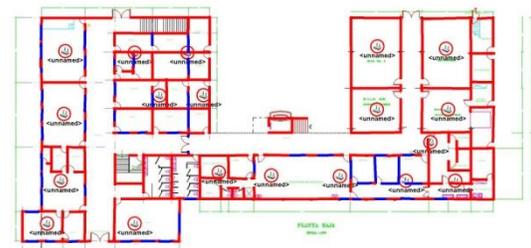


Figura 11

Como resultado de la simulación de varios tipos de distribución y los estudios realizados a cada una de las distribuciones simuladas, para lograr la movilidad total en el edificio de la Facultad de Ciencias de la Salud, el diseño a

implementar será el que se muestra en la figura 11, que logra una radiación idónea como se muestra en la figura 12, también se logran velocidades estables como los muestra la figura 13.

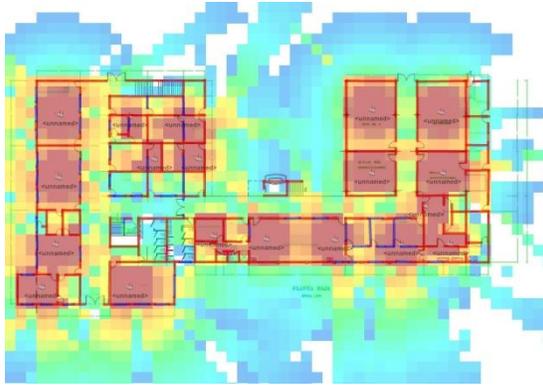


Figura 12



Figura 13

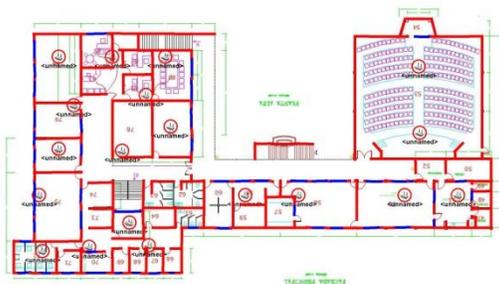


Figura 14

Como resultado de la simulación de varios tipos de distribución y los estudios realizados a cada una de las distribuciones simuladas, para lograr la movilidad total en el edificio de la

Facultad de Ciencias de la Salud, el diseño a implementar será el que se muestra en la figura 14, que logra una radiación idónea como se muestra en la figura 15, también se logran velocidades estables como los muestra la figura 16.



Figura 15



Figura 16

De acuerdo a los resultados que se muestran en las figuras 11-16 podemos decir que se logra una cobertura total en el área presentada.

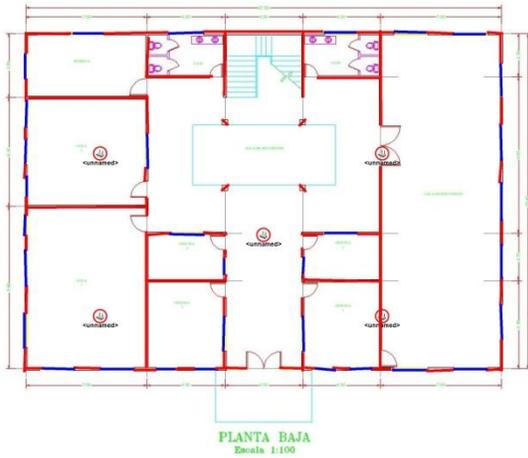


Figura 17

Como resultado de la simulación de varios tipos de distribución y los estudios realizados a cada una de las distribuciones simuladas, para lograr la movilidad total en el edificio de la Facultad de Teología, el diseño a implementar será el que se muestra en la figura 17, que logra una radiación idónea como se muestra en la figura 18, también se logran velocidades estables como los muestra la figura 19.

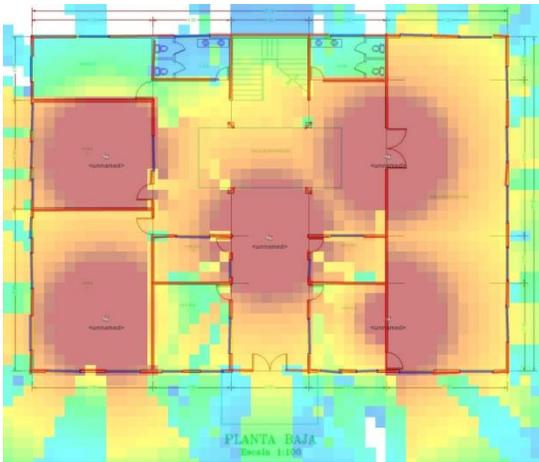


Figura 18



Figura 19

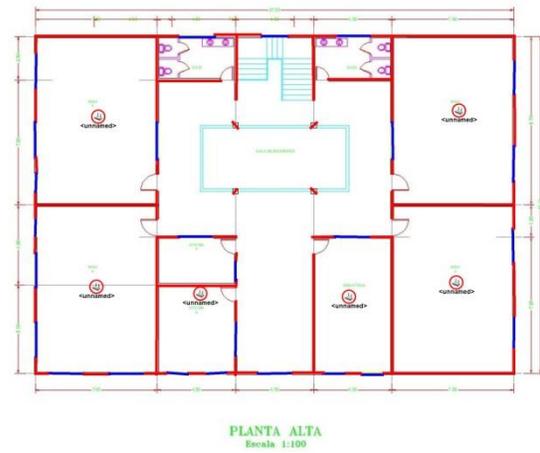


Figura 20

Como resultado de la simulación de varios tipos de distribución y los estudios realizados a cada una de las distribuciones simuladas, para lograr la movilidad total en el edificio de la Facultad de Teología, el diseño a implementar será el que se muestra en la figura 20, que logra una radiación idónea como se muestra en la figura 21, también se logran velocidades estables como los muestra la figura 22.

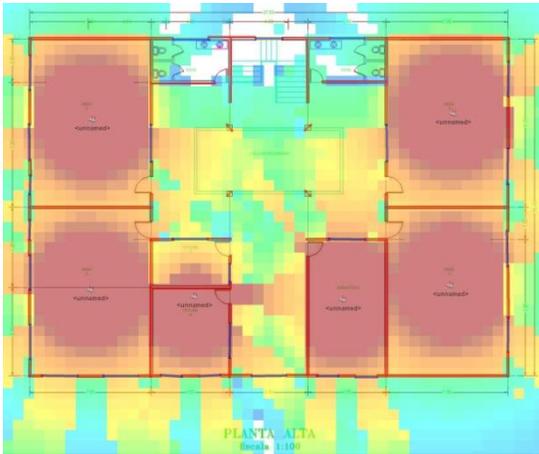


Figura 21



Figura 22

De acuerdo a los resultados que se muestran en las figuras 17-22 podemos decir que se logra una cobertura total en el área presentada.

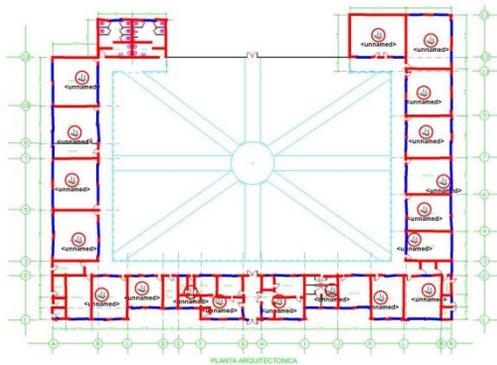


Figura 23

Como resultado de la simulación de varios tipos de distribución y los estudios realizados a

cada una de las distribuciones simuladas, para lograr la movilidad total en el edificio de la escuela de técnico dental, el diseño a implementar será el que se muestra en la figura 23, que logra una radiación idónea como se muestra en la figura 24, también se logran velocidades estables como los muestra la figura 25.

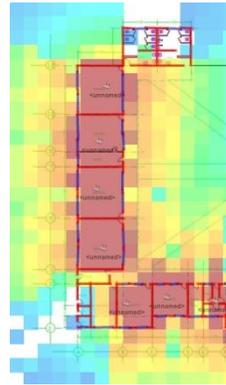


Figura 24

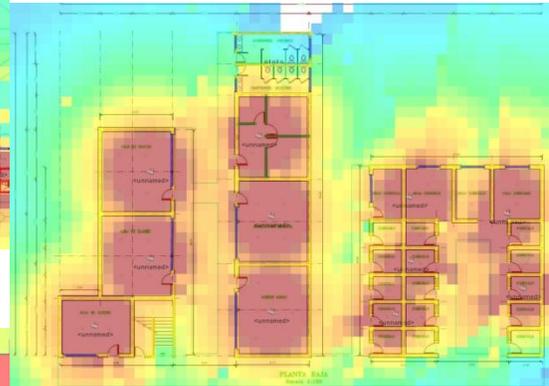


Figura 25

De acuerdo a los resultados que se muestran en las figuras 23-25 podemos decir que se logra una cobertura total en el área presentada.

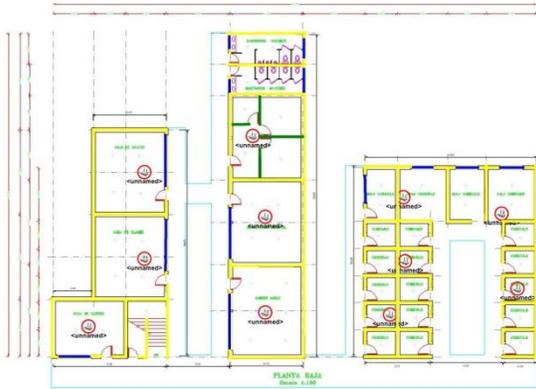


Figura 26

Como resultado de la simulación de varios tipos de distribución y los estudios realizados a cada una de las distribuciones simuladas, para lograr la movilidad total en el edificio de la escuela de técnico dental, el diseño a implementar será el que se muestra en la figura 26, que logra una radiación idónea como se muestra en la figura 27, también se logran velocidades estables como los muestra la figura 28.

Figura 27



Figura 28

De acuerdo a los resultados que se muestran en las figuras 26-28 podemos decir que se logra una cobertura total en el área presentada.

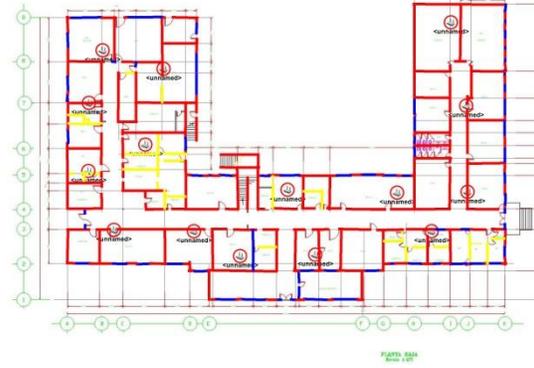


Figura 29

Como resultado de la simulación de varios tipos de distribución y los estudios realizados a cada una de las distribuciones simuladas, para lograr la movilidad total en el edificio de la escuela de técnico dental, el diseño a implementar será el que se muestra en la figura 29, que logra una radiación idónea como se muestra en la figura 30, también se logran velocidades estables como los muestra la figura 31.

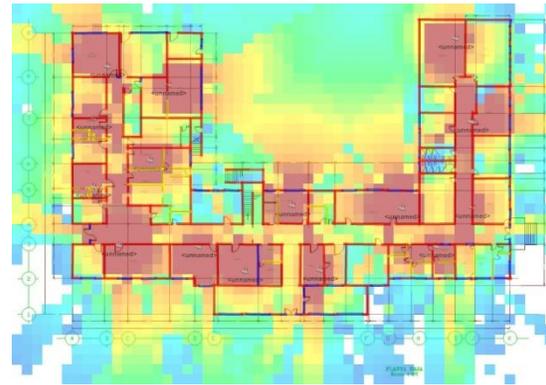


Figura 30



Figura 31

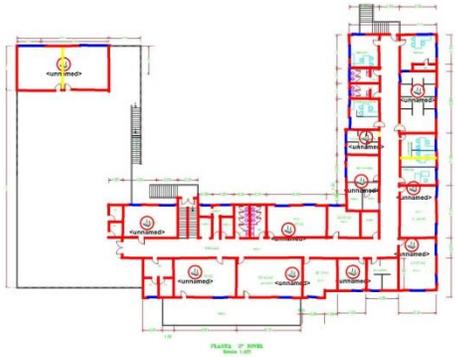


Figura 32

Como resultado de la simulación de varios tipos de distribución y los estudios realizados a cada una de las distribuciones simuladas, para lograr la movilidad total en el edificio de la escuela de técnico dental, el diseño a implementar será el que se muestra en la figura 32, que logra una radiación idónea como se muestra en la figura 33, también se logran velocidades estables como los muestra la figura 34.

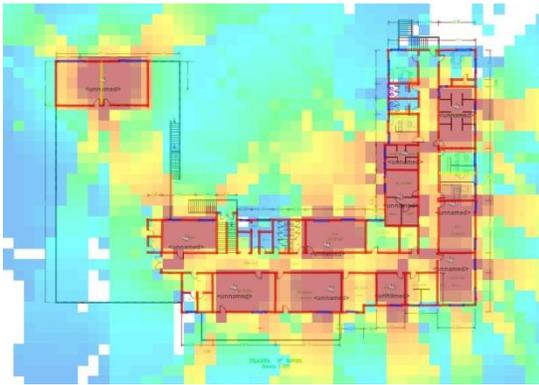


Figura 33



Figura 34

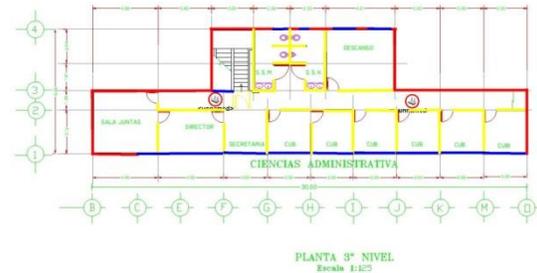


Figura 35

Como resultado de la simulación de varios tipos de distribución y los estudios realizados a cada una de las distribuciones simuladas, para lograr la movilidad total en el edificio de la escuela de técnico dental, el diseño a implementar será el que se muestra en la figura 35, que logra una radiación idónea como se muestra en la figura 36, también se logran velocidades estables como los muestra la figura 37.

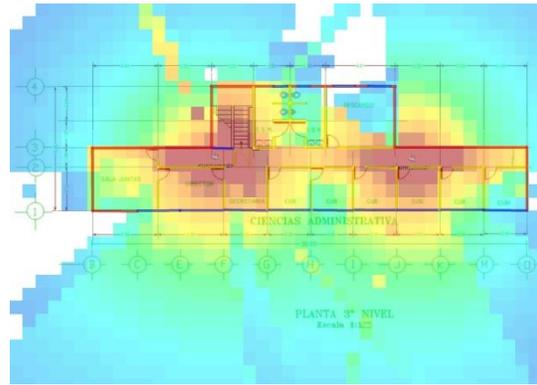


Figura 36

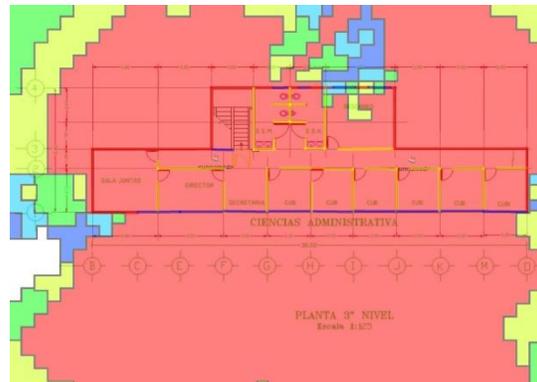


Figura 37

De acuerdo a los resultados que se muestran en las figuras 29-37 podemos decir que se logra una cobertura total en el área presentada.

C. Análisis de los resultados obtenidos.

Los resultados que se obtuvieron en las simulaciones se tomaron en cuenta los materiales de los que están contruidos los edificios, tal y como lo plantea el artículo de la referencia 9 donde se toman en cuenta las características de las WLAN a la hora de su diseño.

En nuestro caso se trató de incluir en el análisis del simulador la distribución cableada que implicaría la distribución de los Access Point, como lo plantea la referencia 8, pero por falta de conocimiento sobre el simulador no se logró hacer esa parte.

El análisis sobre las posibles interferencias que pueda haber en la radiación, como lo plantea la referencia 7, no se logró hacer dado que el simulador no permite poner teléfonos inalámbricos, impresoras inalámbricas, etc. Para lograr su simulación, sin embargo, se tomó en cuenta que en las oficinas existen estos aparatos a la hora del diseño.

En nuestro caso como solo es una simulación no pudimos hacer un análisis sobre QoS dentro de nuestro diseño, como se propone en la referencia 11.

Con las distribuciones propuestas en esta investigación se ve que la cobertura en los edificios donde hay facultades en la universidad de montemorelos, hay una clara mejora en la cobertura de la red Wi-Fi y con esto se lograra una movilidad total que es uno de los principales objetivos propuestos en esta investigación, y también se ve que la cantidad de datos que se pueden transferir va hacer estable en todo el edificio incluso a los alrededores del mismo a una corta distancia.

IV. CONCLUSIONES

La conclusión a la que se llegó, son que con el modelo de distribución propuesto se puede lograr una cobertura total en los edificios con facultades dentro de la Universidad de Montemorelos.

A su vez la distribución propuesta cubre las necesidades que se tienen actualmente en los

edificios como lo son la falta de movilidad, la poca cobertura en algunas áreas, y una velocidad estable.

REFERENCIAS

- [1] www.quees.info, «www.quees.info,» [En línea]. Available: <http://www.quees.info/quees-wifi.html>. [Último acceso: 7 Septiembre 2015].
- [2] «Wi-Fi Alliance,» Wi-Fi Alliance, [En línea]. Available: <http://www.wi-fi.org/>. [Último acceso: 13 Septiembre 2015].
- [3] definicion.de, «definicion.de,» [En línea]. Available: <http://definicion.de/wifi/>. [Último acceso: 7 Septiembre 2015].
- [4] I. P. A. L. F. Andreu, Fundamentos y aplicaciones de seguridad en redes WLAN, Barcelona, España: Marcombo, S.A., 2006.
- [5] «IEEE Standars,» IEEE, [En línea]. Available: <http://standards.ieee.org/>. [Último acceso: 13 Septiembre 2015].
- [6] I. Pole, «Radio Electronics,» [En línea]. Available: <http://www.radio-electronics.com/info/wireless/wi-fi/ieee-802-11-standards-tutorial.php>. [Último acceso: 13 Septiembre 2015].
- [7] E. L. Machín, «¿Qué es WiFi?,» *Revista Técnica de la Empresa de Telecomunicaciones de Cuba S.A.*
- [8] R. C. Guevara C., É. S. M., «Una propuesta de solución al problema de la interferencia entre redes WiFi por solapamiento de canales,» *Ciencia e ingeniería neograndina*, vol. 23, n° 2, pp. 7-17, 2013.
- [9] R. J. G. Arias, Estudio y propuesta de mejoramiento del sistema de telecomunicaciones de los laboratorios de computo de la facultad de artes y humanidades., Guayaquil, 2013.
- [10] A. Luntovsky, D. Gutter, A. Schill, «Models and methods for WLAN/WIMAX network desing».
- [11] M. del R. Cruz Felipe, R. Martínez Gómez, Y. Crespo García, «Análisis de la QoS en redes inalámbricas,» *Revista Cubana de Ciencias Informáticas*, vol. 7, n° 1, pp. 86-96, 2013.
- [12] R. Vargic, I. Kotuliak, A. Vrabel, F. Husák, «Provisioning of VoIP services for mobile subscribers using WiFi access network,» *Telecommun Syst*, pp. 1705-1711, 2013.
- [13] Y. Zhuang, Y. Li, H. Lan, Z. Syed, and N. El-Sheimy, «Wireless Access Point Localization Using Nonlinear Least Squares and Multi-Level Quality Control,» *IEEE Wireless Communications Letters*, 2015.
- [14] G. L. Agredo Méndez, V. Solarte Muñoz, P. Solarte Varney, «Modelo de trabajo para el diseño e implementación de redes en malla wifi como una solución para el acceso a banda ancha en áreas rurales,» *Gerenc. Technol. Inform.*, vol. 9, n° 23, pp. 59-73, 2009.
- [15] D. F. V. Acuña, Red inalámbrica tipo malla (wnm) estandar 802.11 de transmisión y la optimización de cobertura en los colegios de la provincia de tungurahua., Ambato, Ecuador, 2014.
- [16] A. Cuevas, C. Gracia, J. I. Moreno, I. Soto, «Los pilares de las redes 4G: QoS, AAA y Movilidad,» 2005.