



## **XIX SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INGENIERÍA ELÉCTRICA SIE 2021**

### **Implementación de una red para proporcionar servicio de Internet inalámbrico con QoS en un hotel**

#### *Implementation of a network to provide wireless Internet service with QoS in a hotel*

**Ing. Julieta Hernández Hipólito<sup>1</sup>, Dr. Eduardo de la Cruz Gámez<sup>2</sup>, M.T.I. Eloy  
Cadena Mendoza<sup>3</sup>, Dr. José Antonio Montero Valverde<sup>4</sup>, M.T.I. Jorge Carranza  
Gómez<sup>5</sup>**

- 1.- Ing. Julieta Hernández Hipólito, Estudiante de la Maestría en Sistemas Computacionales. Tecnológico Nacional de México / IT de Acapulco. Acapulco, Guerrero, México. [julietahh2410@gmail.com](mailto:julietahh2410@gmail.com)
- 2.- Dr. Eduardo de la Cruz Gámez, Docente de la Maestría en Sistemas Computacionales. Tecnológico Nacional de México / IT de Acapulco. Acapulco, Guerrero, México. [eduardo.gd@acapulco.tecnm.mx](mailto:eduardo.gd@acapulco.tecnm.mx)
- 3.- M.T.I. Eloy Cadena Mendoza, Docente de la Maestría en Sistemas Computacionales. Tecnológico Nacional de México / IT de Acapulco. Acapulco, Guerrero, México. [eloy.cm@acapulco.tecnm.mx](mailto:eloy.cm@acapulco.tecnm.mx)
- 4.- Dr. José Antonio Montero Valverde, Docente de la Maestría en Sistemas Computacionales. Tecnológico Nacional de México / IT de Acapulco. Acapulco, Guerrero, México. [jose.mv@acapulco.tecnm.mx](mailto:jose.mv@acapulco.tecnm.mx)
- 5.- M.T.I. Jorge Carranza Gómez, Docente de la Maestría en Sistemas Computacionales. Tecnológico Nacional de México / IT de Acapulco. Acapulco, Guerrero, México. [jorge.cg@acapulco.tecnm.mx](mailto:jorge.cg@acapulco.tecnm.mx)



**Resumen:** El presente artículo tiene como finalidad mostrar la implementación de una red para proporcionar servicio de Internet inalámbrico en habitaciones de un hotel en Acapulco de Juárez, Gro. Este complejo turístico solo cuenta con servicio de Internet inalámbrico en áreas comunes como alberca, restaurante y bar, el principal objetivo es implementar un servicio de Internet inalámbrico con calidad de servicio al huésped dentro de las habitaciones. Para la realización de este proyecto se implementó la tecnología *Mesh* y la metodología *Top-Down Network Design*, dando como resultado un Internet inalámbrico estable y con garantía de calidad de servicio en las habitaciones del complejo turístico.

**Palabras Clave:** Wi-Fi; Internet inalámbrico; Complejo turístico; Tecnología Mesh; *Top-Down Network Design*; Calidad de servicio.

**Abstract:** *The purpose of this article is to show the implementation of a network to provide wireless Internet service in hotel rooms in Acapulco de Juárez, Gro. This tourist complex only has wireless Internet service in common areas such as the pool, restaurant and bar, the main objective is to implement a wireless Internet service with QoS inside the rooms. To carry out this project, Mesh technology and the Top-Down Network Design methodology were implemented, resulting in a stable wireless Internet with guaranteed quality of service in the rooms of the tourist complex.*

**Keywords:** *Wi-Fi; Wireless Internet; Resort complex; Mesh technology; Top-Down Network Design; Quality of Service.*

## **1. Introducción**

Actualmente las redes inalámbricas están ganando mucha popularidad y es impresionante el aumento de dispositivos móviles que ofrecen conectividad Wi-Fi (*Wireless Fidelity*). Las redes inalámbricas se han convertido en una alternativa a las redes cableadas, su bajo costo, facilidad de instalación y la libertad que ofrecen para poder conectarse en cualquier lugar, son factores por los que cada vez las vemos más frecuentes en la vida cotidiana. Es por ello la implementación de este proyecto, el Hotel Alba Suites, ubicado en la zona tradicional de Acapulco de Juárez, Gro, inaugurado en 1952 se ha ido expandiendo debido

a la demanda turística, actualmente cuenta con 244 habitaciones, las cuales no contaban con Internet inalámbrico al servicio del huésped. En la Figura 1, muestra foto real de la ubicación de los edificios del Hotel Alba Suites.



Figura 1. Ubicación de edificios en el complejo turístico.

Hoy en día es indispensable contar con un servicio de red inalámbrica en un establecimiento, debido a la gran demanda del uso de los dispositivos móviles. Un complejo turístico ya no es solo el entorno físico (habitación, zonas comunes, albercas), sino que el cliente valora incluso más la experiencia y la conectividad como parte de la calidad del servicio.

## 2. Marco Conceptual

A continuación, se presentan las principales herramientas seleccionadas para la implementación del proyecto:

### 2.1 Tecnología *Mesh*

Es una tecnología innovadora que se compone por una estación base y sus puntos de acceso, varios nodos de red trabajan juntos para formar una red unificada que comparte la misma configuración de Wi-Fi.

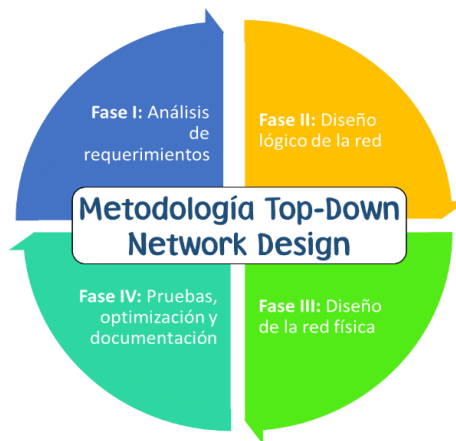
Una red *Mesh* es capaz de redirigir el tráfico por la red siempre de la forma óptima para disponer siempre de la mejor señal posible en la red. Las redes Wi-Fi *Mesh* calculan a



que nodo es mejor que se conecte en cada momento según el estado de otros nodos, los dispositivos conectados, potencia de la señal y otros muchos factores, de forma completamente transparente al usuario, el cual no tiene que preocuparse de a que nodo está conectado.

## **2.2 Metodología *Top-Down Network Design***

El diseño de red Top-Down es iterativo. Primero es importante conseguir una vista total de los requerimientos de un cliente. Posteriormente, se recopilan más detalles en cuanto a comportamiento de protocolo, exigencias de escalabilidad y/o preferencias de tecnología. El diseño de red Top-Down consta de 4 fases, las cuales se muestran en la Fig. 2



*Figura 2. Fases de la metodología Top-Down Network Design. Fuente: Elaboración propia del autor.*

### **Fase I: Análisis de requerimientos**

Se refiere al análisis de requisitos comenzando con la identificación de objetivos de negocio y requisitos técnicos; también caracteriza el estado actual de la red, incluye la arquitectura y el rendimiento de los principales de la infraestructura y sus dispositivos. Por último, se analiza el tráfico de red, incluyendo flujo de datos y carga de los equipos activos de red.

### **Fase II: Diseño Lógico de la red**

Esta fase muestra diagramas de red de acuerdo con la información tomada en la fase anterior, el plan de proyecto es actualizado con los datos más relevantes para la



implementación y se incluye la planificación de la seguridad, la red de gestión de diseño y de requisitos de acceso.

Fase III: Diseño de la red física

Durante la fase de diseño físico, se proponen las tecnologías y productos (marcas y referencias de equipos) que concuerden con el registro de diseño lógico.

Fase IV: Pruebas, Optimización y documentación del diseño de la Red

Finalmente, se aplica un plan de prueba a un piloto o prototipo, si se halla una falla se optimiza el diseño de la red y se documenta el trabajo con el diseño final. En todas las fases del diseño se recomienda retroalimentación, sugerencias, mejoras o necesidades de nuevas aplicaciones con el usuario para el monitoreo de la red.

### **3. Metodología**

A continuación, de acuerdo a la metodología *Top-Down Network Design* se hace una breve descripción de los pasos a seguir implementada al proyecto:

#### **3.1 Análisis de los requerimientos**

El complejo turístico cuenta con las siguientes características en su infraestructura, se hace mención de dichas características, posterior a una revisión:

- Cuenta con servicio de Internet inalámbrico para el servicio de los huéspedes en áreas de alberca, restaurant y bar.
- El rango de velocidad que manejan para cada dispositivo móvil que se conecte a la red inalámbrica es de 2 a 5 mbps.
- Para la administración de red cuenta con: 1 Router MikroTik, 8 Switches administrables Ubiquiti EdgeSwitch, 2 Módem de Internet a 100 Mbps Telmex con conexión de fibra, 1 Controlador Cloud Key Ubiquiti y fibra óptica para la conexión de switches.
- Cuenta con el siguiente equipo en red, el cual está conectado mediante cable UTP Cat. 6: 40 computadoras, 4 impresoras, 39 cámaras IP, 6 AP's (Access Point) UniFi.

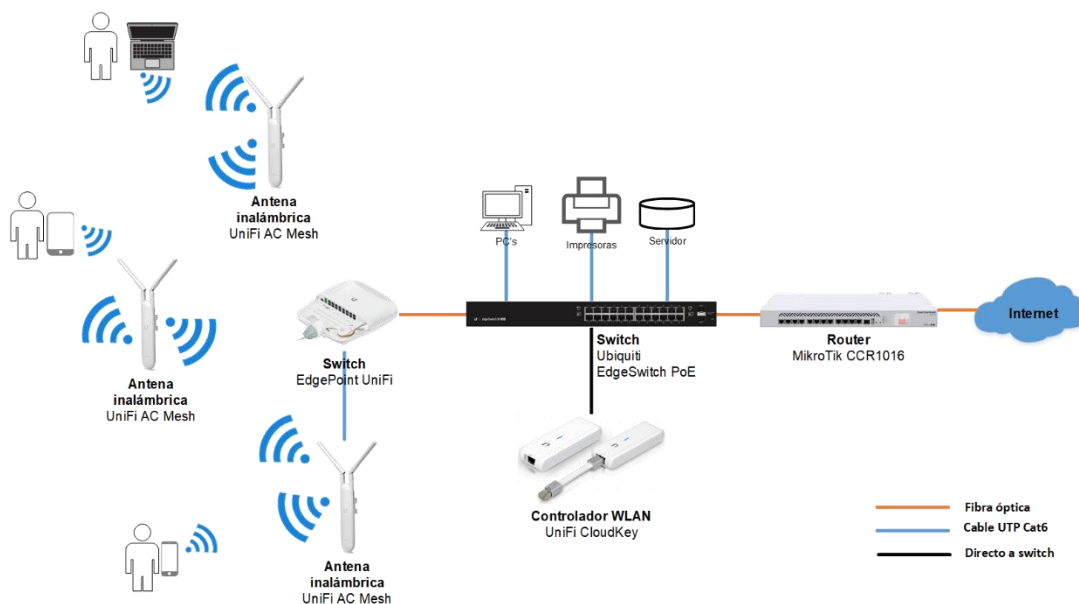
### 3.1.1 Análisis de metas del negocio

La principal meta del negocio es ofrecer servicio de Internet inalámbrico estable y eficiente en habitaciones del complejo hotelero con un presupuesto aceptable.

### 3.1.2 Análisis metas técnicas

- Escalabilidad: la implementación podrá ser escalable en medida que el complejo turístico pretenda construir más edificios.
- Rendimiento: la red será administrada para que cada dispositivo de los huéspedes cuente con hasta 3 mbps de velocidad de conexión a Internet. Esto para evitar la saturación del Internet.
- Seguridad: se implementarán VLAN's (Red de Área Local Virtual) para la red de los huéspedes, para restringir el acceso a equipos con información confidencial del complejo turístico.
- Facilidad de uso: los huéspedes podrán ingresar a la red wifi exclusivamente para ellos con solamente una contraseña.
- Adaptabilidad: se evitará incorporar elementos de diseño que hagan difícil implementar nuevas tecnologías en un futuro. Un diseño flexible podrá adaptarse a los cambios en el patrón de tráfico y requerimientos de calidad de servicio (QoS).

### 3.2 Desarrollo de diseño lógico



*Figura 3. Ejemplo de implementación de solución. Fuente: Elaboración propia del autor.*



En la Fig. 3, se muestra el esquema de implementación con los equipos que se utilizarán. Para garantizar la calidad de servicio, la red que será proporcionada a los huéspedes mediante antenas inalámbricas, tendrá un diferente direccionamiento IP a los equipos administrativos, asignado mediante *VLAN's*, esto para evitar el congestionamiento de red, y por la seguridad de la red interna del complejo turístico.

También a cada dispositivo se les dará un rango de velocidad para evitar que un solo usuario que este viendo vídeos en *streaming* o cualquier actividad que necesite mucho ancho de banda, se acapare todo el Internet para un solo dispositivo.

El Internet que se estará otorgando solamente para el uso de los huéspedes serán 2 módems de 100 Mbps cada uno, con Internet empresarial y conexión de fibra óptica.

### **3.3 Desarrollo de diseño físico**

#### *Selección de tecnologías y dispositivos para la red*

Los equipos que conforman al sistema actual del complejo turístico cuentan con características que ayudan a cumplir con el objetivo general, por lo cual, se hará uso de estos.

El área de sistemas del complejo turístico está conformada por los siguientes componentes:

1. Router MikroTik CCR1016. Recibe la conexión del ISP (Proveedor de Servicios de Internet) para repartirla a los diferentes dispositivos de red.
2. Ubiquiti EdgeSwitch. Es un switch administrable y es el encargado de distribuir la conexión de Internet de la red.
3. Controlador Ubiquiti CloudKey. Es el equipo en el que se realizan configuraciones relacionadas a la distribución de Internet en los equipos Access Point.

Áreas de conexión de Internet. Corresponden al conjunto de switch y Access Point para brindar el acceso a Internet a servicio del usuario.

1. Ubiquiti EdgePoint. Es un switch para intemperie que se ubicará en los edificios para la conexión de los AP's.
2. UniFi AC Mesh. Es la antena inalámbrica encargada de proporcionar mediante ondas el servicio de Internet inalámbrico en las habitaciones del complejo turístico.

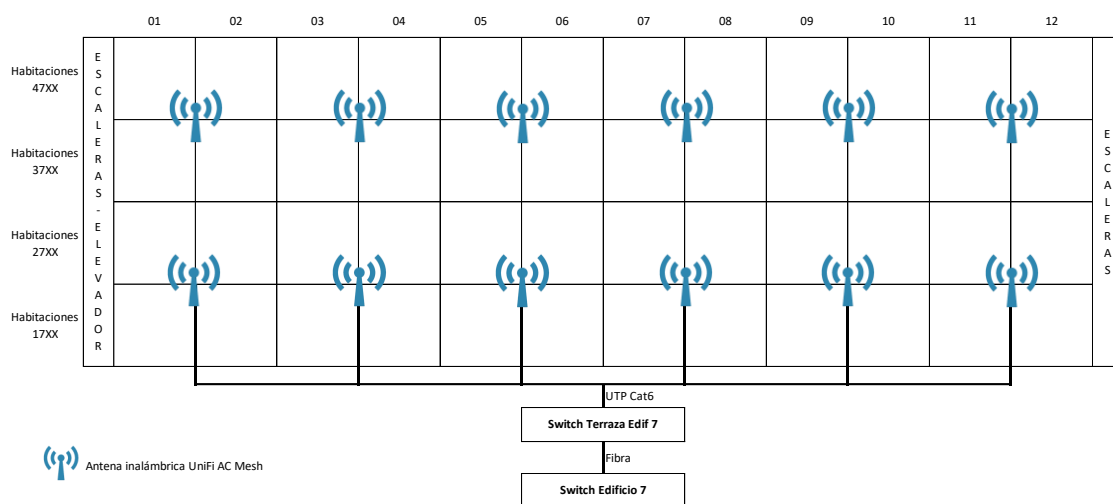
La conexión de ISP, Router y Switches es de fibra óptica multimodo que garantiza la fiabilidad y velocidad entre estos. Para el caso de algunos Access Point la conexión es a través de cable UTP Cat.6.

### 3.4 Pruebas del diseño, optimización y documentación

En la Fig. 4, se muestra un ejemplo de distribución de los AP's UniFi AC Mesh en un edificio con 12 habitaciones a lo largo y 4 a lo alto del complejo turístico.

Los AP's del primer piso del edificio van conectados mediante cable UTP Cat. 6, mientras que las antenas del piso 3 se conectan a través de tecnología *Mesh*. Las antenas inalámbricas serán ubicadas en medio de 4 habitaciones en el área de balcones, esto es para la intensidad de la señal pueda llegar con la misma potencia a las habitaciones requeridas.

Ubicación de antenas en Edificio 7



*Figura 4. Ubicación de antenas en un edificio del complejo turístico. Fuente: Elaboración propia del autor.*

A continuación, para la realización de las pruebas en las habitaciones, se hará uso de un mapa de calor, para comprobar la funcionalidad de los equipos propuestos. Se ubica una antena UniFi AC Mesh en punto propuesta en la Fig. 4, y se ingresa a la habitación a medir los dBm (decibelios-milivatio), una medida logarítmica de potencia en relación a un milivatio, usada para medir la intensidad de la señal que llega al móvil desde una red inalámbrica o celular. Esta cifra es siempre negativa, por lo cual, la señal es más potente cuanto más se acerca a cero.





Color	dBm
	Más de -48 dBm (números más pequeños) = Excelente
	Entre -49 y -55 = Muy buena
	Entre -56 y -65 = Buena/Media
	Entre -66 y -74 = Baja cobertura
	Entre -75 y -89 = Bajísima cobertura (problemas para establecer llamadas)
	A partir de -90 dBm = Sin cobertura

Tabla 1. Tabla de equivalencias aproximada para averiguar el nivel de cobertura en función de los dBm en aire recibidos. Fuente: Elaboración propia del autor

Para la medición de la intensidad de la señal, se utiliza una laptop HP con el programa instalado *Xirrus Wi-Fi Designer*, este programa recopila mediciones en tiempo real con levantamientos activos, permite cargar un plano de las instalaciones en donde están colocadas las antenas inalámbricas, en el plano se agrega la ubicación de las antenas a medir y con una computadora se desplaza por todo el mapa para que el programa capte los decibeles de la intensidad de la antena.

Es muy importante tener en cuenta diversos factores que puedan producir ruido o interferir a la señal inalámbrica que se está emitiendo de los AP's, puede ser una puerta de la habitación o simplemente la señal de otra red inalámbrica.

#### 4. Resultados y discusión

En la Fig. 5, se visualiza la ubicación de la antena inalámbrica en la parte superior izquierda y los puntos hechos con la computadora a lo largo de la habitación y la medición que marca de los decibeles. Mediante los colores, se puede notar que las mediciones están dentro del rango excelente y muy buena señal inalámbrica.

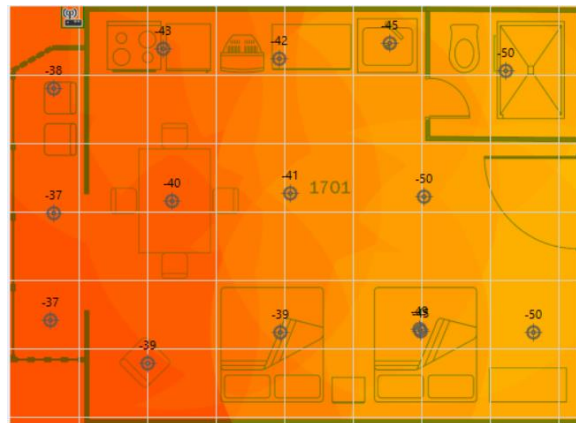


Figura 5. Prueba de intensidad de Wi-Fi en la habitación 1701. Fuente: Elaboración propia del autor.

En la Fig. 6, se muestra la prueba en otra habitación del edificio, esta habitación esta contigua a la habitación mostrada en la Fig. 5.

La antena inalámbrica está ubicada exactamente en medio de estas 2 habitaciones, y como se pueda visualizar, la intensidad de la señal no varía mucho, cambian algunos decibeles, aun así, se sigue teniendo señal excelente/muy buena en ambas habitaciones.

Las pruebas en ambas habitaciones fueron realizadas a puerta y ventanas cerradas, a excepción del área del balcón.

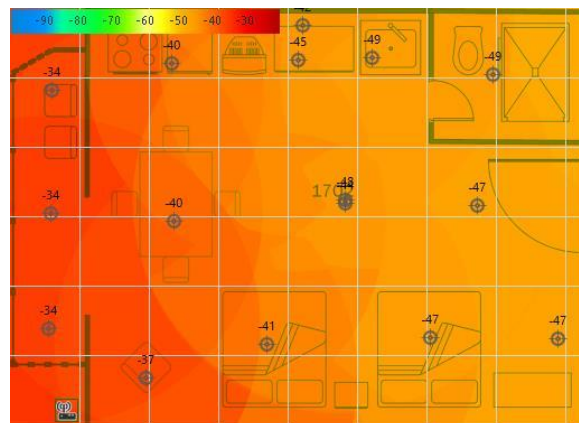


Figura 6. Prueba de intensidad de Wi-Fi en la habitación 1702. Fuente: Elaboración propia del autor.

A continuación, en la Fig. 7 se muestra otra habitación de un edificio del complejo turístico con las pruebas de potencia de señal, el rango que tiene es de -37 a -50 dBm, con esto se concluye que la ubicación de las antenas inalámbricas funcionó para todas las habitaciones del complejo, ya que cuentan con una señal muy buena/excelente.

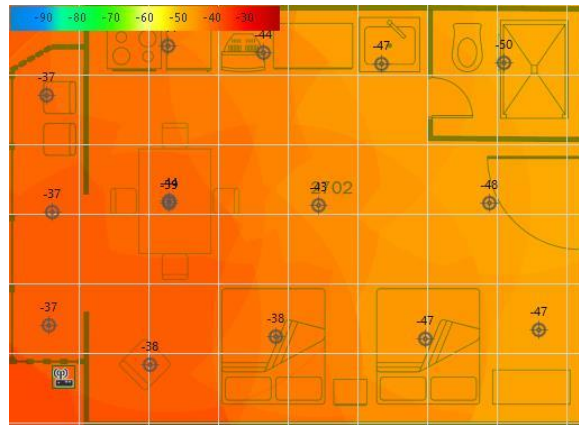


Figura 7. Prueba de intensidad de Wi-Fi en habitación. Fuente: Elaboración propia del autor

Como se mencionó anteriormente, el rango de velocidad de Internet dedicado a los huéspedes es de máximo 3 mbps, dado que así lo declaró el departamento de sistemas del complejo turístico, para evitar la saturación de equipos conectados inalámbricamente y se pueda volver deficiente la conexión de Internet. A continuación, se muestra la medición de velocidad en diferentes habitaciones de diferentes edificios. La medición de velocidad se hizo con las aplicaciones SpeedTest y Fast de Android.



Figura 8. Velocidad de Internet en interior de una habitación.



Figura 9. Velocidad de Internet en interior de una habitación.

En las mediciones no baja de 2.7 mbps el dispositivo en la habitación y hay 0% en pérdida de paquetes.

Ya depende del complejo turístico si desea incrementar la velocidad para cada dispositivo que se conecte a la red inalámbrica.

Como se mencionó con anterioridad, el complejo turístico contaba con el 10% de sus instalaciones con Internet inalámbrico, ahora con la implementación del proyecto, el complejo cuenta con el 85% cubiertas sus instalaciones con Internet inalámbrico, mostrando la cobertura en la Fig. 10. El complejo turístico pretende abarcar completamente el hotel con Internet inalámbrico. Se podrán colocar antenas inalámbricas en los puntos donde haga falta Internet, ya que el proyecto se hizo con adaptabilidad para el futuro.

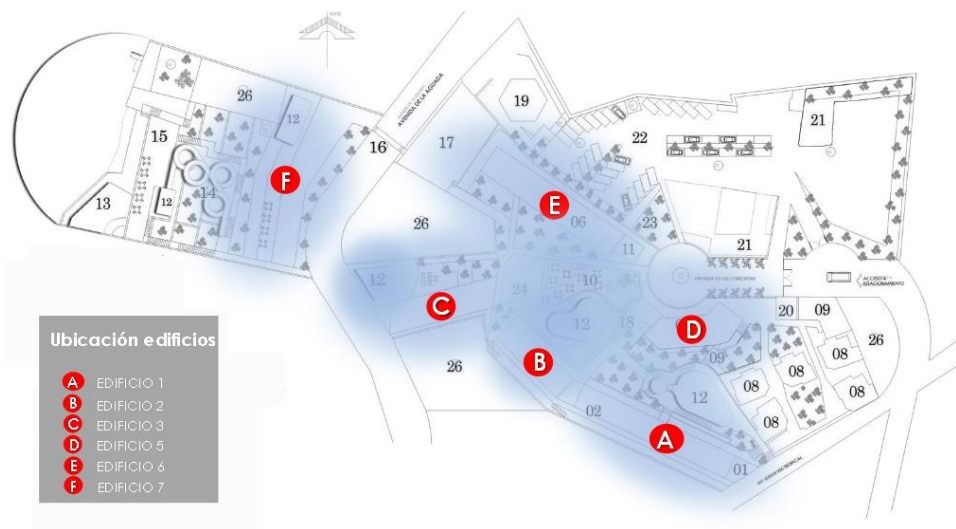


Figura 10. Cobertura de Internet posterior al proyecto.

## 5. Conclusiones

Con la investigación que se realizó al principio del proyecto, se pudo indagar en las diferentes tecnologías actuales de redes inalámbricas, el equipo que conlleva y el costo, lo que permitió elegir las más convenientes para el proyecto. Las herramientas seleccionadas fueron una buena opción para la implementación, ya que contienen las características esperadas de rendimiento, capacidad y cobertura minimizando el costo total del proyecto.

La tecnología avanza a grandes escalas, y es de suma importancia realizar proyectos con la adaptabilidad para el futuro, los beneficios con la implementación del proyecto son de



que tiene un diseño flexible para adaptarse a estas nuevas tecnologías y que podrá ser escalable en medida que el complejo turístico pretenda crecer.

## **6. Referencias bibliográficas**

1. Hipólito, J. H., Gámez, E. D., Mendoza, E. C., & Valverde, J. A. (2021). Diseño de una red para proporcionar servicio de Internet inalámbrico implementando metodología Top-Down Network Design. Cuarto Congreso de Investigación Multidisciplinario 2021.
2. Hipólito, J. H., Gámez, E. D., Mendoza, E. C., & Valverde, J. A. (2021). Propuesta de diseño e implementación de una red para proporcionar servicio de internet inalámbrico con garantía de QOS en habitaciones de un hotel. Programación Matemática y Software, 13(1), 8.
3. Priscilla Oppenheimer; Cisco Systems©. (2011). Top-Down Network Design, Third Edition. Indianapolis, IN: Cisco Press.
4. Revista Vector. (Agosto de 2019). WiFi MESH. Obtenido de Revista Vector Ingenierías + Infraestructuras + Tecnologías: <http://www.revistavector.com.mx/2019/08/05/como-mejorar-tu-conexion-de-wi-fi/>
5. SYSCOM. (2017). UniFi Mesh: Más allá de una red inalámbrica Wi-Fi convencional.
6. <sup>TM</sup>, C. N. (s.f.). Wi-Fi Designer. Obtenido de <https://www.cambiumnetworks.com/products/software/wifi-designer/>



## SEMBLANZAS



**Julieta Hernández Hipólito**, es ingeniera en Sistemas Computacionales con especialidad en Tecnologías Inteligentes en Redes de Datos por el Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Acapulco.

Dentro de su experiencia laboral trabajó en complejos turísticos tales como el Hotel Alba Suites y Grupo Vidanta en Acapulco de Juárez, Gro. en el área de sistemas como auxiliar.

Actualmente se encuentra en trámites de titulación de la Maestría en Sistemas Computacionales con especialidad en Tecnologías Web en el Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Acapulco, acreditada en el Programa Nacional de Posgrados de Calidad (PNPC) del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT).

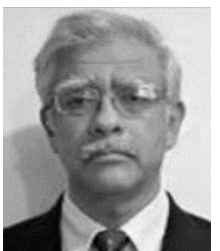


**Eduardo de la Cruz Gámez**, Doctor en Ciencias de la Computación por la Universidad Central Marta Abreu de las Villas en el 2008, de la República de Cuba. Ingeniero en Sistemas Computacionales por el Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Acapulco. Realizó una estancia de investigación (2007) en la Universidad Central

Marta Abreu de las Villas, Republica de Cuba.

Ha publicado en diversas revistas científicas y tecnológicas Nacionales e Internacionales, así como la IEEE.

Actualmente es profesor y coordinador académico de la Maestría en Sistemas Computaciones con reconocimiento Conacyt-PNPC del Instituto Tecnológico de Acapulco.

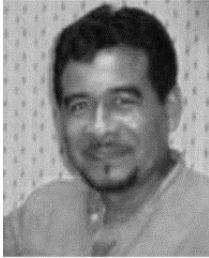


**Eloy Cadena Mendoza**, es maestro en Tecnologías de la Información por el TecNM/Instituto Tecnológico de Zacatepec (Oct/2006), Ingeniero en Comunicaciones y Electrónica/Instituto Politécnico Nacional (Nov/1984).

Actualmente Profesor Titular adscrito al Departamento de Estudios de Posgrado e Investigación del TecNM/Instituto Tecnológico de Acapulco. Participación como colaborador en diversos proyectos de investigación financiados. Pertenece al



Reconocimiento a Profesores de Tiempo Completo (Perfil Deseable PRODEP). Director de Tesis y Asesor de titulaciones a nivel licenciatura, director de 2 tesis de Maestría.



**José Antonio Montero Valverde**, Doctor en Ciencias Computacionales, por el Tec de Monterrey (2007), Maestro en Ciencias, IPN (1987), Ingeniero Electromecánico, IT de Acapulco (1983). Estancia Posdoctoral en el Instituto Nacional de Astrofísica Óptica y Electrónica, Puebla, (2010).

Actualmente es Profesor Titular adscrito al Departamento de Posgrado e Investigación del IT de Acapulco. Ha dirigido 7 proyectos financiados y participado en 8. Autor de 15 publicaciones técnico-científicas. Ha dirigido y titulado más de 40 tesis a nivel licenciatura, 1 a nivel doctorado y 3 a nivel maestría.



**Jorge Carranza Gómez**, maestro en Tecnologías de la Información por el TecNM/ Instituto Tecnológico de Zacatepec (2008), Ingeniero en Sistemas Computacionales por el TecNM/Instituto Tecnológico de Acapulco (1994). Actualmente Profesor Titular adscrito al Departamento de Estudios de Posgrado e Investigación del

TecNM/Instituto Tecnológico de Acapulco. Participación como colaborador en diversos proyectos de investigación financiados. Pertenece al Reconocimiento a Profesores de Tiempo Completo (Perfil Deseable PRODEP). Forma parte como colaborador del Cuerpo Académico: Sistemas Computacionales. Director de Tesis y Asesor de titulaciones a nivel licenciatura, director de 3 tesis de Maestría.