

Universidad de Oriente
Facultad de Ingeniería Eléctrica
Departamento de Telecomunicaciones



TRABAJO DE DIPLOMA

Diseño e Implementación de la red Wi-Fi para el
acceso a internet en el hotel Paradisus Rio de Oro.

Autor: Carlos Rafael Cantero Trutié.

Tutor: MSc. Egberto Caballero Rosillo.

Santiago de Cuba

Junio, 2015

Universidad de Oriente
Facultad de Ingeniería Eléctrica
Departamento de Telecomunicaciones



TRABAJO DE DIPLOMA

Diseño e Implementación de la red Wi-Fi para el
acceso a internet en el hotel Paradisus Rio de Oro.

Autor: Carlos Rafael Cantero Trutié.

carlos.cantero@tle.fie.uo.edu.cu

Tutor: MSc. Egberto Caballero Rosillo.

Profesor Asistente, Departamento de Telecomunicaciones, Facultad de Ingeniería Eléctrica,

ecaballero@fie.uo.edu.cu

Santiago de Cuba

Junio, 2015



COMPROMISO DEL AUTOR

Hago constar que el presente trabajo de diploma es de mi autoría exclusivamente, no constituyendo copia de ningún trabajo realizado anteriormente y las fuentes usadas para la realización del trabajo se encuentran referidas en la bibliografía. Doy mi consentimiento a que el mismo sea utilizado por la Institución, para los fines que estime conveniente, tanto de forma parcial como total y que además no podrá ser presentado en eventos, ni publicados sin autorización del Tutor o Institución.

Firma del Autor

PENSAMIENTO

Lo más importante de este mundo no es saber donde estamos, sino hacia donde vamos.

Paulo Coelho.

DEDICATORIA

A mis padres, que han luchado, se han sacrificado y esforzado a mi lado para que yo lograra graduarme.

A mi hermana que siempre se preocupó y me extendió la mano para lo que necesitara sin pedir nada a cambio.

A mi novia que me ha demostrado ser especial, y por estar siempre dispuesta a todo por mí.

AGRADECIMIENTOS

A mis padres Cantero y Lidia que son lo más grande del mundo.

A mi hermana Natasha y mi cuñado Yasser por su ayuda incondicional que me fue vital en toda la carrera.

A mi novia Kenia que en poco tiempo me ha demostrado que es la mujer con quien quiero pasar el resto de mi vida.

A mi amigo Aismel que se convirtió en un hermano para mí, también a todos los compañeros de la carrera que de una forma u otra siempre estuvieron a mi lado.

A mi tutor Egberto, agradecerle por toda la ayuda, para hacer posible que este trabajo se hiciera.

A toda mi familia que siempre se preocuparon por mis estudios.

A todos mis amigos Jose, David, Sheila, y todos los que siempre me apoyaron y me dieron aliento para seguir adelante en mi carrera.

A todos los compañeros de ETECSA por su colaboración en la realización de este trabajo.

RESUMEN

En el presente trabajo se aborda el diseño e implementación de un servicio de conectividad a internet mediante el empleo de la tecnología Wi-Fi para el hotel Paradisus Rio de Oro en Holguín, donde se realizó la ubicación de los puntos de acceso en los cuales los clientes con el equipamiento apropiado puedan acceder a servicios de navegación y datos en banda ancha.

En el desarrollo del mismo se recogen conceptos, definiciones y características relacionados con las tecnologías y estándares de las redes inalámbricas Wi-Fi. Se describen las características del equipamiento seleccionado: los Puntos de Acceso (AP, *Access Points*) interiores y exteriores, el Controlador de Acceso (AC, *Access Control*) y se proponen las configuraciones para la seguridad en las redes diseñadas.

Son presentadas también las formas de implementación de este tipo de tecnología inalámbrica, basadas en las condiciones del espacio en el cual se pretende trabajar y el número de clientes que puedan acceder a los servicios que se brinden.

Palabras clave: Wi-Fi, punto de acceso, controlador de acceso.

ABSTRACT

The following work is about the design and implementation of a connectivity service of internet through the implementation of a Wi-Fi technology for the Rio Paradisus hotel in Holguin, where points of access were resolved and settled where the clients with appropriate equipment can access the navigation service and wide range network

In the development of the investigation, concepts definitions and characteristics related to the technology and the standards of the wireless Wi-Fi networks. The characteristics of selected equipment is described: the points of access (access points, AP) external and internal, the access controller (access of control, AC) and the configuration of the security of the designers of network is proposed.

Also has been presented the implementation ways of this wireless type of technology, based on the conditions in space on which it is intended to work and the amount of clients who can access the service it provides.

Keywords: Wi-Fi, access point, access control.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	1
CAPITULO 1 . GENERALIDADES DE LAS REDES INALÁMBRICAS.....	4
1.1 Introducción a las redes inalámbricas	4
1.2 Tipos de redes inalámbricas	6
1.3 Topologías de redes inalámbricas	7
1.4 Tecnologías para Redes Inalámbricas.....	9
1.4.1 WiMAX.....	9
1.4.2 Estándares HIPERLAN/1 y HIPERLAN/2	11
1.4.3 Estándares IEEE 802.11	11
1.5 Modos de funcionamiento en Wi-Fi.	16
1.6 Elementos básicos que componen una red Wi- Fi.	18
1.7 Seguridad en redes inalámbricas.....	21
1.7.1 Mecanismos para proporcionar seguridad	21
1.8 Motivos para el empleo de Wi-Fi.....	25
CAPITULO 2 . DESCRIPCIÓN DEL ACCESO A INTERNET MEDIANTE WI-FI EN LA PROVINCIA HOLGUÍN.....	27
2.1 Infraestructura de telecomunicaciones en Cuba.....	27
2.2 Principales servicios brindados por la red de ETECSA.	27
2.2.1 IP/MPLS.	28
2.2.2 VPLS.....	29
2.2 Descripción de la situación actual del acceso a Internet mediante Wi-Fi en Holguín.	29
2.3 Análisis de la capacidad y dimensionamiento de la red Wi-Fi.	30
2.4 Modelo de conexión.....	31
2.5 Características del equipamiento utilizado.....	34
2.5.1 Controlador de acceso.....	34
2.5.2 Router Huawei 40-8.....	35
2.5.3 Características de los conmutadores-LAN (<i>LAN-switch</i>)	36
2.5.4 Router ME-60	37
2.5.5 Conmutador S9306	38

2.5.6	Software de gestión.....	38
CAPITULO 3 . IMPLEMENTACIÓN DEL ACCESO A INTERNET MEDIANTE WI-FI EN EL HOTEL PARADISUS RIO DE ORO.....		40
3.1	Hotel Paradisus Rio de Oro.....	40
3.1.1	Conexión del Hotel Rio de Oro	43
3.1.2	Despliegue del equipamiento en la instalación.....	49
3.1.3	Análisis de la cobertura.....	52
3.2	Análisis económico.	57
3.2.1	Costos totales de inversión.	58
3.2.2	Pronóstico de ventas y comercialización.....	59
CONCLUSIONES.....		61
RECOMENDACIONES.....		62
GLOSARIO DE TÉRMINOS		65
ANEXOS		74

INTRODUCCIÓN

Las comunicaciones a lo largo de la historia han sido indispensables para todos los seres humanos, en especial la utilización de las redes de datos específicamente el internet, utilizado para múltiples aplicaciones, como son las redes sociales, el comercio electrónico, video bajo demanda y varios servicios de banda ancha frecuentemente usados por los usuarios de las Redes. En consecuencia a este fenómeno se hace necesaria la expansión de los accesos a las redes aplicando tecnologías poco costosas, que tengan una fácil y rápida implementación y muy importante que sean capaces de asumir las velocidades de transmisión requeridas por las distintas aplicaciones en los tiempos modernos.

Las redes inalámbricas constituyen una de las mejores opciones a tener en cuenta para la implementación o expansión de redes en locales que requieran del servicio siendo WI-FI una adecuada solución en áreas pequeñas.

La tecnología Wi-Fi es un mecanismo de conexión de dispositivos electrónicos de forma inalámbrica a un costo menor que las redes cableadas. Los dispositivos habilitados con Wi-Fi, tales como: una computadora personal (PC, *Personal Computer*), una consola de videojuegos, un teléfono móvil celular, un reproductor de audio digital o casi cualquier otro equipo electrónico pueden conectarse a Internet o a otra red diferente a través de un punto de acceso de red inalámbrica [1].

La norma IEEE 802.11 es que define a esta tecnología que según han ido evolucionando sus estándares han mejorado sus características. Esta norma fue diseñada para sustituir el equivalente a las capas física y MAC de la norma 802.3 correspondiente a Ethernet y es totalmente compatible con los servicios de las redes locales cableadas 802.3.

Wi-Fi es una tecnología alternativa a las soluciones de acceso de fibra o cobre y constituye además un estándar maduro y que continúa en desarrollo, con la capacidad de brindar servicios inalámbricos punto a multipunto de banda ancha, permitiendo cualquier tipo de servicio basado en IP [2].

Las demandas de accesos a altas velocidades a las redes de datos y en especial a Internet, han empujado el desarrollo de las redes de acceso de banda ancha las cuales cobran cada vez mayor importancia dentro de las sociedades modernas y en particular las soluciones inalámbricas Wi-Fi por su movilidad, facilidad y rapidez en su instalación en ausencia de una infraestructura cableada.

Una de las ventajas de implementar redes inalámbricas que basan su tecnología en la combinación de técnicas novedosas tales como el empleo de OFDM (*Orthogonal Frequency División Multiplexing*), DSSS (*Direct Sequence Spread Spectrum*), así como de antenas inteligentes (MIMO, *Multiple-input Multiple-output*), es que permite transmitir sin tener línea de visibilidad directa, posibilitando el uso de terminales de usuarios interiores, con las técnicas mencionadas lográndose, robustez y velocidad de transmisión, control automático de potencia que disminuye interferencias y proporciona el ahorro de energía, etc.

Antecedentes del problema

El turismo hoy en día constituye una importante fuente de ingreso de capital para cualquier país del mundo, no estando Cuba exento a esta situación. El país ha desarrollado esta esfera de la economía en todo el territorio nacional, con planes de expandir aún más con la construcción de nuevas instalaciones así como el mejoramiento y aumento de la calidad de los servicios ofrecidos en las ya existentes.

El hotel Paradisus Rio de Oro ubicado en la provincia de Holguín en el polo turístico Playa Esmeralda de la costa norte, es un hotel cinco estrellas de la cadena Gaviota, el cual es visitado por clientes de alta clase social que demandan el acceso a internet, ya que para ellos ese servicio se ha convertido indispensable en su vida cotidiana, ya sea para comercio, entretenimiento o fines sociales.

Los clientes exigen mayores velocidades de conexión y el acceso a la red en toda el área del hotel ya que al solo estar disponible las PC con conexión a Internet que se ofrecen en el Cybercafé, uno ubicado en un área cercana al lobby y el otro ubicado en la Planta Real, el acceso a la red dispuesta por el hotel se les hace difícil en ocasiones, debido a que tienen que trasladarse de cualquier área del hotel que se encuentren hacia las antes mencionadas y en ocasiones estos locales están llenos impidiéndole el uso de la red y el acceso a Internet.

Debido al fuerte incremento del mismo en el país se ha hecho necesario mejorar las redes existentes así como el diseño de nuevas redes tanto cableadas como inalámbricas que den cumplimiento a los requerimientos y exigencias de los clientes que visitan la instalación y exigen un servicio de excelencia. Siendo la tecnología WI-FI la que se implementa en el hotel para mejorar la velocidad de la conexión y cobertura de red y así aumentar sustancialmente los puntos de acceso que hoy en día es una de las principales quejas e inquietudes.

Problema:

La insatisfacción de los clientes del hotel Paradisus Rio de Oro con los servicios de red ofrecidos en el mismo.

Objeto de Estudio:

Red de acceso inalámbrica del hotel Paradisus Rio de Oro.

Objetivo general:

Diseñar e implementar una red inalámbrica, mediante el estándar 802.11, que permita a los clientes del hotel Paradisus Rio de Oro el acceso a internet.

Objetivos Específicos:

1. Analizar los fundamentos teóricos-técnicos fundamentales de un sistema Wi-Fi.
2. Realizar una caracterización del acceso a internet mediante Wi-Fi en la provincia Holguín, así como la geografía del terreno ocupado por el hotel y la red existente en el mismo.
3. Realizar el diseño e implementación de la red inalámbrica para el acceso a internet en el hotel.
4. Realizar un análisis de cobertura mediante el empleo de herramientas especializadas.

CAPITULO 1 . GENERALIDADES DE LAS REDES INALÁMBRICAS

La actualidad y futuro de las telecomunicaciones están marcados por el empleo y desarrollo de las tecnologías inalámbricas. Esta situación es un producto lógico de la comodidad y el alto grado de movilidad que brindan este tipo de estándares, los cuales promueven entre sus principales atractivos la posibilidad de disfrutar de una gran cantidad de servicios incluido el acceso y la navegación por Internet sin reparar en las restricciones impuestas por las conexiones físicas.

En este capítulo se describen las redes inalámbricas, también se analizará las principales características, topologías y servicios del estándar 802.11.

1.1 Introducción a las redes inalámbricas

El uso de las tecnologías inalámbricas define el presente y futuro de las telecomunicaciones en el mundo. Este sobregiro hacia estas tecnologías es debido a la comodidad y el alto grado de movilidad que brindan este tipo de redes, los cuales promueven entre sus principales atractivos la posibilidad de disfrutar de una gran cantidad de servicios incluido el acceso y la navegación por Internet sin el inconveniente encontrado en las restricciones impuestas por las conexiones físicas. Aun así, esta tecnología tiene limitaciones en las velocidades de transmisión alcanzables y debilidades referentes a la seguridad [2].

El espectro electromagnético no es más que la distribución energética del conjunto de las ondas electromagnéticas. Las ondas electromagnéticas se agrupan bajo distintas denominaciones según su rango de frecuencia. El espectro radioeléctrico es un recurso natural ampliamente utilizado. Las grandes industrias de la comunicación invierten grandes sumas de dinero para obtener licencias que permitan operar en parte de este, es por ello que este recurso ha adquirido no solo una importancia económica sino también estratégica. Su uso está regulado por la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT), de manera que las tareas de planificación, gestión y control están normadas.

El espectro radioeléctrico se subdivide en bandas de frecuencias que incluyen las bandas ISM (*Industrial, Scientific and Medical*) que permite operar fundamentalmente en las bandas 900 MHz, 2,4 GHz y 5.8 GHz y las bandas UNII (*Unlicensed National Information Infrastructure*) que permiten el uso sin licencia de otras porciones del espectro de 5 GHz, esta última está definida y regulada únicamente en EEUU, otros países utilizan una nomenclatura distinta y otras reglas para el uso de estas frecuencias.

En la Tabla 1.1 se muestran las denominaciones de las bandas de alta frecuencia del espectro radioeléctrico, especificando en la Tabla 1.2 una lista de las denominaciones de las bandas en el rango de las microondas.

Tabla 1.1: Bandas de Frecuencia del Espectro Radioeléctrico.

Nombre	Abreviatura	Frecuencias	Longitud de onda
Alta frecuencia	HF	3-30MHz	100m – 10m
Muy alta frecuencia	VHF	30-300MHz	10m – 1m
Ultra alta frecuencia	UHF	300-3000 MHz	1m – 100 mm
Súper alta frecuencia	SHF	3-30 GHz	100 mm – 10 mm
Extra alta frecuencia	EHF	30-300 GHz	10 mm – 1 mm

Tabla 1.2 Lista de bandas en el rango de microondas.

Banda	Frecuencias(GHz)
L	1 – 2
S	2 – 4
C	4 – 8
X	8 – 4
Ku	12 – 18
K	18 – 27
Ka	27 – 40

El uso de las tecnologías de acceso inalámbrico es apropiado en lugares donde los dispositivos a interconectar no permanezcan en un solo lugar o donde la topología del terreno imposibilite un despliegue adecuado de las redes cableadas. Con el creciente uso de esta tecnología no se pretende remplazar las redes cableadas, sino crear un entorno de red donde se utilicen sistemas de altas velocidades con diferentes modalidades de acceso. En este tipo de estructura se puede considerar que el sistema cableado sea la parte principal y la inalámbrica le proporcione movilidad al equipo, permitiendo que el operador pueda desplazarse dentro de un rango determinado.

1.2 Tipos de redes inalámbricas

Al igual que las redes tradicionales cableadas, existen cuatro tipos de redes inalámbricas clasificadas según su alcance como se muestra en la Figura 1.1.

- Redes inalámbricas de área personal (WPAN, *Wireless Personal Area Network*).
- Redes inalámbricas de área local (WLAN, *Wireless Local Area Network*).
- Redes inalámbricas de área metropolitana (WMAN, *Wireless Metropolitan Area Network*).
- Redes inalámbricas de área amplia (WWAN, *Wireless Wide Area Network*).

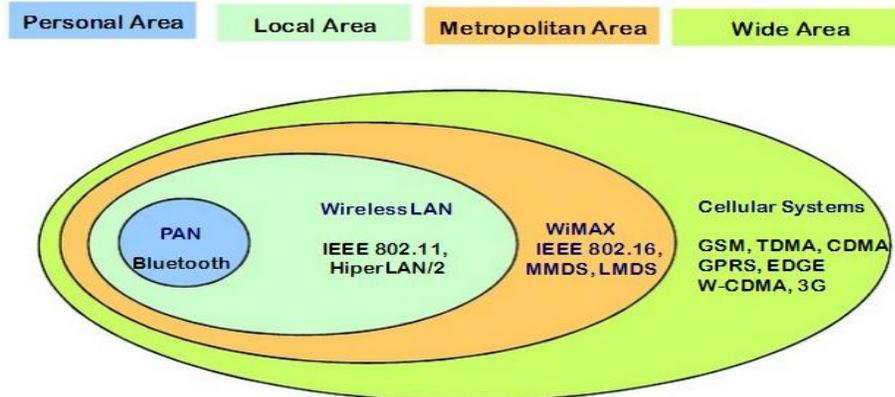


Figura.1.1 Clasificación de las redes inalámbricas.

WWAN (Wireless Wide Area Network): las redes inalámbricas de área amplia son capaces de cubrir distancias de hasta miles de kilómetros, brindando servicio a un país o a un continente. En estas redes se encuentran tecnologías como UMTS (*Universal Mobile Telecommunications System*), GPRS (*General Packet Radio Service*), EDGE (*Enhanced Data Rates GSM of Evolution*), CDMA200 (*Carrier Sense Multiple Access*), GSM (*General Packet Radio Service*).

WMAN (Wireless Metropolitan Area Network): para redes de área metropolitana se encuentran tecnologías basadas en WiMAX (*Worldwide Interoperability for Microwave Access*) es decir, Interoperabilidad Mundial para Acceso con Microondas, un estándar de comunicación inalámbrica basado en la norma IEEE 802.16.

WLAN (Wireless Local Area Network): en esta tercera categoría se encuentran las redes que proporcionan cobertura en varios metros o en decenas de metros. En las redes de área local se encuentran tecnologías inalámbricas basadas en HIPERLAN (*High Performance Radio LAN*), es válido mencionar que en este grupo se encuentran las redes Wi-Fi.

WPAN (Wireless Personal Area Network): estas redes comprenden desde 1 metro hasta 30 metros. Son redes de cobertura personal que posibilita la interconexión de los teléfonos móviles de una casa y las computadoras mediante un aparato central. Existen tecnologías basadas en Bluetooth (basado en la especificación IEEE 802.15.1) y ZigBee (basado en la especificación IEEE 802.15.4 y utilizado en aplicaciones como la domótica, que requieren comunicaciones seguras con tasas bajas de transmisión de datos y maximización de la vida útil de sus baterías, bajo consumo).

1.3 Topologías de redes inalámbricas

La sencillez y flexibilidad de las redes inalámbricas es el motivo por el cual una LAN implementada con esta tecnología no presente mucha complejidad. Esta gran variedad de configuraciones ayuda a que este tipo de redes se adapte a casi cualquier necesidad. Es frecuente encontrar redes mixtas, es decir, que no esté definida ninguna topología de red en específico; sin embargo toda red inalámbrica compleja está constituida por la combinación de uno o más de los siguientes tipos de conexiones:

Punto a Punto.

Estos enlaces pueden usarse para extender su red a grandes distancias. En la Figura 1.2 se muestra un ejemplo de un enlace punto a punto.

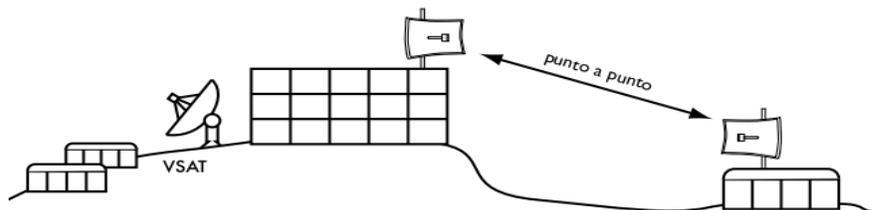


Figura.1.2 Enlace Punto a Punto.

Una red punto a punto es el modelo más simple de red inalámbrica. En este tipo de enlaces se emplean habitualmente conexiones dedicadas de alto rendimiento o enlaces de interconexión de alta capacidad. Este tipo de enlace es fácil de instalar, pero resulta difícil crear con ellos una red grande [3].

Los enlaces punto a punto ofrecen el mayor caudal posible entre todas las configuraciones debido a que hay muy poca contienda por el uso del canal.

Punto a Multipunto.

Cuando más de un nodo debe comunicarse con un punto central tenemos una red punto a multipunto [3]. En la Figura 1.3 se muestra un ejemplo de un enlace punto a multipunto.

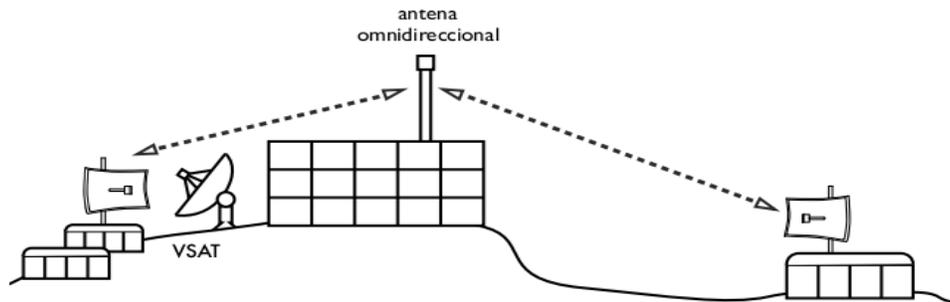


Figura. 1.3. Enlace Punto-a-Multipunto.

La red punto a multipunto es la topología más común. El diseño de redes punto a multipunto es muy diferente de las redes punto a punto, no se puede simplemente reemplazar una antena parabólica por una omnidireccional y esperar que eso sea todo. La transición de punto a punto a una red punto a multipunto aumenta la complejidad porque ahora se tienen múltiples nodos que compiten por los recursos de la red. El resultado neto es que el caudal total disminuye [4].

Multipunto a Multipunto.

Cuando cada nodo de una red puede comunicarse con cualquier otro se tiene una red multipunto a multipunto, también conocida como red en malla o *Ad-Hoc* [5]. En la siguiente figura se muestra una red multipunto a multipunto.

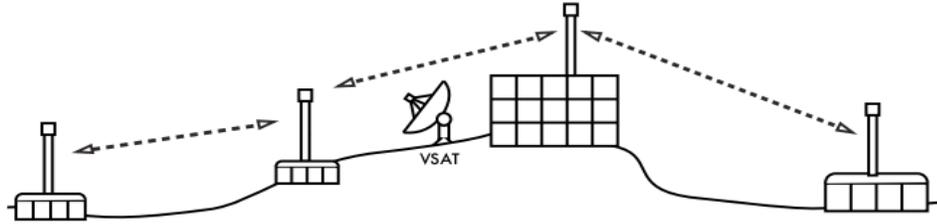


Figura.1.4 Enlace Multipunto a Multipunto.

Las redes multipunto a multipunto son más complejas, pero también más flexibles que las redes punto a multipunto. Una dificultad obvia de este tipo de topología son los conflictos relacionados con la selección del canal a utilizar, puesto que cada nodo se comunica con todos los demás, sólo se puede usar un canal en una malla dada.

Cada una de las topologías anteriores tiene sus ventajas e inconvenientes y deben ser aplicadas apropiadamente al problema que se desea resolver.

1.4 Tecnologías para Redes Inalámbricas

El instituto de ingenieros eléctricos y electrónicos (IEEE, *Institute of Electrical and Electronics Engineers*), el instituto de estándar de telecomunicaciones europeo (ETSI, *European Telecommunications Standards Institute*) y una alianza de tecnología HomeRF fomentan los estándares de redes inalámbricas.

Algunos de los productos del IEEE más conocidos son el grupo de estándares para redes LAN/MAN IEEE 802 que incluye el de Ethernet (IEEE 802.3) y el de redes inalámbricas (IEEE 802.11) [6].

1.4.1 WiMAX.

La tecnología WiMAX (*Worldwide Interoperability for Microwave Access*) es un estándar de redes inalámbricas que trata la interoperabilidad de los productos basados en el estándar IEEE 802.16. WiMAX ofrece mayor alcance y ancho de banda que la familia de estándares de Wi-Fi y ofrece una alternativa a las instalaciones *backhaul* por cable y a la última milla, aparte de ofrecer áreas de cobertura extensas [7].

WiMAX está pensado para proporcionar radios de 50 km con velocidades de 70 Mbps.

Una red WiMAX se puede emplear para brindar acceso inalámbrico a una zona amplia en la que se despliegan redes Wi-Fi, solucionando así la dificultad del acceso del último tramo hasta el domicilio del usuario [8].

Este estándar presenta varias ventajas, fundamentalmente entorno a la dimensión tecnológica así como a los precios, puesto que el costo de las estaciones base son considerablemente más bajos en comparación con sistemas como LMDS y MMDS. Asimismo WiMAX puede transmitir sin mucha latencia que es el principal problema de las tecnologías basadas en satélites, en las que las transmisiones de voz y video se ven afectadas.

Existen varios estándares en WiMAX. En la Tabla 1.3 se relacionan los más conocidos [7]:

Tabla 1.3 Estándares WiMAX.

Estándar WiMAX	Aprobado	Frecuencia(GHz)	Finalidad
IEEE802.16	Diciembre de 2001	10 - 66	-
IEEE 802.16 a	Enero de 2003	2 - 11	Banda ancha fija
IEEE 802.16 - 2004	Junio de 2004	2 - 66	Soporte para usuarios
IEEE 802.16 - 2005	Diciembre de 2005	2 - 6	Añadir movilidad

Algunas de las ventajas de WiMAX son:

- Brinda una mayor productividad a mayores distancias.
- Es independiente de protocolo, es decir, puede transportar IP, Ethernet, ATM, TDM, T1/E1 y otros.
- Opera tanto en bandas bajo licencia (2.4GHz y 3.5GHz) como en bandas libres (5.8GHz, 8GHz y 10.5GHz).
- Instalación de estaciones base sencilla y económica en relación con otros tipos de tecnologías como LMDS y MMDS.
- Presenta anchos de banda flexibles que permiten usar espectros licenciados y exentos de licencia.

1.4.2 Estándares HIPERLAN/1 y HIPERLAN/2

El ETSI planteó el estándar HIPERLAN (*High-Performance Radio Local Area Network*) en 1992 para dirigir la necesidad de la comunicación inalámbrica de corto alcance a alta velocidad. HiperLan1 es similar a IEEE 802.11a (5 GHz) y es diferente de IEEE 802.11b/g (2,4 GHz). El estándar cubre las capas física y MAC como el IEEE 802.11. Las principales características de este estándar son las siguientes:

- Presenta un rango de 50 m.
- Tiene baja movilidad (1.4 m/s).
- Soporta tráfico asíncrono y síncrono.
- Sonido 32 Kbps, latencia de 10ns.
- Video 2 Mbps, latencia de 100ns.
- Transmisión de datos a 10 Mbps.

Las especificaciones funcionales de HIPERLAN/2 se completaron en el mes de febrero de 2000. La versión 2 fue diseñada como una conexión inalámbrica rápida para muchos tipos de redes ejemplo: red *backbone* UMTS, redes ATM (*Asynchronous Transfer Mode*) e IP (*Internet Protocol*). También funciona como una red doméstica como HIPERLAN/1. HIPERLAN/2 usa la banda de 5 GHz y una velocidad de transmisión de hasta 54 Mbps. Soporta dos modos de operación básicos: modo centralizado y modo directo. El primero se aplica a la topología de red celular donde cada celda de radio es controlada por un AP (*Access Point* – Punto de acceso) que cubre una cierta área geográfica. En este modo se comunican los terminales móviles entre sí o con el núcleo de la red por medio del AP y es usado principalmente en aplicaciones comerciales de interior y de exterior donde el área que se ha de cubrir es más grande que una celda de radio. El segundo se aplica a la configuración de red en modo Ad-Hoc de ambientes de hogares privados y donde toda el área que sirve se cubre por una celda de radio. Los terminales móviles en una red residente de celda única pueden intercambiar datos directamente entre sí, en este modo el AP controla la asignación de recursos de radio a los terminales móviles.

1.4.3 Estándares IEEE 802.11

El estándar original IEEE 802.11 lanzado en julio 1997 especifica CSMA/CA (*Carrier Sense Multiple Access/Collision Avoidance*) como método de acceso al medio. Todas las enmiendas del IEEE 802.11 se basan en el mismo método de acceso. Sin embargo,

CSMA/CA es un método de acceso muy ineficaz puesto que sacrifica ancho de banda para asegurar una transmisión confiable de los datos. Esta limitación es inherente a todas las tecnologías basadas en CSMA, incluyendo la CSMA/CD (*Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection*) utilizada en Ethernet. El estándar IEEE 802.11 especifica tasas de datos de 1 y 2 Mbps, transmitidas vía infrarrojo (IR) y un rudimentario sistema de cifrado (WEP, *Wired Equivalent Privacy*), opera en la banda de 2,4 GHz.

Wi-Fi es una de las tecnologías de comunicación inalámbrica más populares de hoy en día, es un mecanismo de conexión de dispositivos electrónicos de forma inalámbrica. Esta tecnología surgió por la necesidad de establecer un mecanismo de conexión inalámbrica que fuese compatible entre los distintos dispositivos.

Las redes Wi-Fi se basan en los estándares 802.11 que definen el uso de los dos niveles inferiores de la arquitectura OSI (capas física y de enlace de datos), especificando sus normas de funcionamiento en una WLAN. Los protocolos de la rama 802.x definen la tecnología de redes de área local y redes de área metropolitana [9].

La norma 802.11 ha sufrido diferentes extensiones para obtener modificaciones y mejoras. De esta manera aparecen las siguientes especificaciones:

IEEE 802.11a: alcanza velocidades de hasta 54 Mbps. Utiliza el mismo juego de protocolos de base que el estándar original, opera en la banda de 5 GHz y utiliza 52 *Orthogonal Frequency Division Multiplexing (OFDM)* alcanzando para redes inalámbricas velocidades reales de aproximadamente 20 Mbps. La velocidad de datos se reduce a 48, 36, 24, 18, 12, 9 o 6 Mbps en caso necesario. Este estándar tiene 12 canales sin solapa, 8 para red inalámbrica y 4 para conexiones punto a punto. Cuenta con la capacidad para admitir hasta 512 usuarios por punto de acceso.

Sus principales ventajas son su velocidad y el uso de la banda de frecuencia de los 5 GHz, lo cual provoca poca interferencia. Sus principales desventajas son su incompatibilidad con los estándares 802.11b y 802.11g, la no incorporación de QoS (*Quality of Service*), lo que al principio impediría ofrecer transmisión de voz y contenido multimedia en línea, la no disponibilidad de esta frecuencia en Europa dado que esta frecuencia está reservada a la HyperLAN2 y la parcial disponibilidad de la misma en Japón.

IEEE 802.11 b: alcanza velocidades de 11 Mbps y utiliza el mismo método de acceso definido en el estándar original CSMA/CA. Opera en la banda de frecuencia de los 2.4

GHz. Debido al espacio ocupado por la codificación del protocolo CSMA/CA, en la práctica, la velocidad máxima de transmisión con este estándar es de aproximadamente 5,9 Mbps sobre TCP (*Transmission Control Protocol*) y 7,1 Mbps sobre UDP (*User Datagram Protocol*). Entre las desventajas fundamentales del estándar se encuentra que al igual que IEEE 802.11a, no brinda calidad de servicio. Además en la banda en la que opera (2.4 GHz) funcionan teléfonos inalámbricos, teclados, hornos microondas y dispositivos Bluetooth; lo cual puede provocar interferencias. En el lado positivo está su rápida adopción por parte de una gran comunidad de usuarios debido principalmente a los bajos precios de sus dispositivos, la gratuidad de la banda que usa y su disponibilidad en el mundo.

A partir de estos dos estándares y debido sobre todo a la gran aceptación que tuvo el IEEE 802.11b comenzaron a desarrollarse nuevas versiones mejoradas de las anteriores como fue la especificación IEEE 802.11 g.

IEEE 802.11g: se basa en la compatibilidad con los dispositivos IEEE 802.11b de modo que buena parte del proceso de diseño del estándar lo tomó el hacer compatibles los dos estándares. Este utiliza la banda de 2,4 GHz (al igual que el estándar IEEE 802.11b) pero opera a una velocidad teórica máxima de 54 Mbps, que en promedio es de 22,0 Mbps de velocidad real de transferencia, similar a la del estándar IEEE 802.11a. Sin embargo, en redes bajo el estándar g la presencia de nodos bajo el estándar b reduce significativamente la velocidad de transmisión.

Actualmente se venden equipos con esta especificación, con potencias de hasta medio watt, que permite hacer comunicaciones de hasta 50 km con antenas parabólicas o equipos de radio apropiados [10].

IEEE 802.11n: opera en las frecuencias de 2.4 GHz y 5 GHz lo cual proporciona compatibilidad con las versiones anteriores. Este estándar fue ratificado en 2009 con una velocidad teórica máxima de 600 Mbps en capa física. Las mejoras que propone este estándar en cuanto a velocidad, se debe gracias a la tecnología MIMO (*Multiple Input – Multiple Output*), que permite utilizar varios canales a la vez para enviar y recibir datos gracias a la incorporación de varias antenas. En la actualidad la mayoría de productos son de la especificación b o g. Actualmente ya existen varios productos que cumplen el estándar n con un máximo de 300 Mbps (80-100 estables).

En la actualidad Wi-Fi certifica un conjunto de estándares de la familia IEEE 802.11, es decir, existen varios tipos de Wi-Fi basado cada uno de ellos en un estándar IEEE 802.11 aprobado. Los estándares certificados para Wi-Fi se muestran en la Tabla 1.3.

Tabla 1.3 Comparación entre tecnología WLAN inalámbricas.

Protocolo	Frecuencia (GHz)	Throughput (Mbps)	Veloc Máx (Mbps)	Alcance Indoor (Metros)	Alcance Outdoor (Metros)
802.11	2.4 GHz	0.9	2.0	~20	~100
802.11a	5.0	23	54	~35	~120
802.11b	2.4	4.3	11	~38	~140
802.11g	2.4	19	54	~38	~140
802.11n	2.4 5.0	74	600	~75	~250

En el alcance *Indoor (interior)* hay que tener en cuenta el número y el tipo de paredes y otro tipo de obstáculos, sin embargo en el alcance *Outdoor (exterior)* las pérdidas están incluidas.

El resto de los estándares de la familia IEEE 802.11 son variantes de la versión original de la norma, es decir estos estándares corresponden a versiones mejoradas que contienen extensiones de su versión anterior.

IEEE 802.11c: es utilizado para la comunicación de dos redes distintas o de diferentes tipos, así como puede ser tanto conectar dos edificios distantes el uno con el otro o conectar dos redes de diferente tipo a través de una conexión inalámbrica. El estándar combinado IEEE 802.11c no ofrece ningún interés para el público general, es solamente una versión modificada del estándar IEEE 802.1d.

IEEE 802.11d: constituye un complemento al nivel de control de Acceso al Medio en IEEE 802.11 para proporcionar el uso a escala mundial de las redes WLAN del estándar IEEE 802.11. Permite que distintos dispositivos intercambien información en rangos de frecuencia según lo que se permite en el país de origen del dispositivo.

IEEE 802.11e: con el estándar IEEE 802.11e, la tecnología IEEE 802.11 soporta tráfico en tiempo real en todo tipo de entornos y situaciones. Su objetivo es introducir nuevos

mecanismos a nivel de la capa MAC (*Media Access Control*) para soportar los servicios que requieren garantías de QoS.

IEEE 802.11f: es una recomendación para proveedores de puntos de acceso que permite que los productos sean más compatibles. Permite a un usuario itinerante cambiarse claramente de un punto de acceso a otro mientras está en movimiento sin importar las marcas de los puntos de acceso que se usan en la infraestructura de la red.

IEEE 802.11h: el objetivo de este estándar es cumplir los reglamentos europeos para redes WLAN a 5 GHz. Los reglamentos europeos para la banda de 5 GHz requieren que los productos tengan control de la potencia de transmisión y selección de frecuencia dinámica. Además intenta resolver problemas derivados de la coexistencia de las redes IEEE 802.11 con sistemas de Radar y/o Satélite.

IEEE 802.11i: mejora el nivel MAC de IEEE 802.11 incrementando la seguridad y los mecanismos de autenticación. El estándar abarca los protocolos IEEE 802.1x, TKIP (*Temporal Key Integrity Protocol*), y AES (*Advanced Encryption Standard*). Se implementa en WPA2 (*Wi-Fi Protected Access 2*).

IEEE 802.11j: este estándar es equivalente al IEEE 802.11h, en la regulación japonesa.

IEEE 802.11k: permite a los conmutadores y puntos de acceso inalámbricos calcular y valorar los recursos de radiofrecuencia de los clientes de una red WLAN, mejorando así su gestión. Está diseñado para ser implementado en software, para soportarlo el equipamiento WLAN sólo requiere ser actualizado. Como es lógico, para que el estándar sea efectivo, han de ser compatibles tanto los clientes (adaptadores y tarjetas WLAN) como la infraestructura (puntos de acceso y conmutadores WLAN).

IEEE 802.11p: este estándar opera en el espectro de frecuencias de 5,9 GHz y de 6,2 GHz, especialmente indicado para automóviles. Es la base de las comunicaciones dedicadas de corto alcance en Norteamérica. La tecnología de corto alcance permite el intercambio de datos entre vehículos e infraestructuras en carretera.

IEEE 802.11r: su principal característica es permitir a la red que establezca los protocolos de seguridad que identifican a un dispositivo en el nuevo punto de acceso antes de que abandone el actual y se pase a él. Esta función, que una vez enunciada parece obvia e indispensable en un sistema de datos inalámbricos, permite que la transición entre nodos demore menos de 50 milisegundos.

Teniendo en cuenta que Wi-Fi es una de las tecnologías de comunicación inalámbrica más populares de hoy en día, es válido analizar aspectos importantes en su configuración y otras características que es de suma importancia describir.

1.5 Modos de funcionamiento en Wi-Fi.

Los dispositivos Wi-Fi pueden operar en alguno de los siguientes modos:

- Infraestructura (AP).
- Cliente (también llamado managed o estación).
- Ad-Hoc (usado en redes en malla).
- Monitor (no usado normalmente para comunicaciones).
- Otros modos no IEEE 802.11 (por ejemplo Mikrotik Nstreme o Ubiquiti AirMAX).

Cada modo tiene restricciones de operación específicas, y los radios sólo pueden operar en un modo en un momento determinado. Los radios Wi-Fi pueden operar en uno sólo de estos modos en un momento determinado. Esto significa que el mismo radio no puede funcionar simultáneamente como AP y como cliente. Existen enrutadores inalámbricos que aceptan más de un radio en cuyo caso se puede tener un radio funcionando como AP y otro como cliente. Esto se usa a menudo en redes en malla para aumentar el rendimiento. Existe una modalidad especial en Wi-Fi llamada WDS (*Wireless Distribution System*), que permite que varios AP se comuniquen entre sí por radio, pero a expensas de una considerable reducción del caudal y es frecuente encontrar problemas de interoperabilidad entre fabricantes, por lo que no se recomienda utilizar esta modalidad.

Los clientes no pueden comunicarse directamente con otros clientes, sino a través de un AP cuya área de cobertura los abarque. Un problema frecuente es cuando dos usuarios que están en el mismo ambiente, uno de ellos puede acceder a la red y el otro no. Si el AP está muy lejos, y una computadora portátil (*laptop*) tiene mejor antena (mayor sensibilidad) que la otra, será esta la única que tenga acceso; esto puede ocurrir aunque los dos clientes estén cerca uno del otro.

Modo Infraestructura.

El modo de infraestructura (también llamado modo AP o maestro) se usa para instalar una red con un punto de acceso que conecta a diferentes clientes. El AP crea una red con un

nombre específico (denominado SSID ó ESSID) y un canal sobre el cual se ofrecen los servicios de la red. Los dispositivos Wi-Fi en modo maestro pueden comunicarse sólo con los dispositivos asociados a ellos que estén en modo cliente.

Modo Cliente.

El modo cliente es llamado también modo *managed*. Los dispositivos inalámbricos en modo cliente se unirán a una red creada por el maestro y automáticamente cambiarán el canal para ajustarse al del maestro. Los radios en modo cliente no pueden comunicarse directamente entre sí y sólo se pueden comunicar con el maestro al cual están asociados.

En ocasiones a un dispositivo en modo cliente se le llama también “Estación” o “CPE” (*Customer-premises equipment or customer-provided equipment*).

Modo Ad-Hoc.

El modo Ad-Hoc se usa para crear redes en malla donde:

- No hay dispositivos en modo master (AP)
- Se realiza la comunicación directamente entre todos los nodos

Los dispositivos deben estar dentro de su rango de cobertura para poder comunicarse y deben escoger un nombre de red y canal común. El modo Ad-Hoc se usa para crear una red en malla, es decir una red multipunto a multipunto donde no hay ningún master. El modo Ad-Hoc también puede usarse para conectar dos laptops equipados con Wi-Fi sin utilizar un AP. En este modo cada tarjeta inalámbrica se comunica directamente con sus vecinas. Algunos fabricantes no implementan adecuadamente el modo Ad-Hoc con lo que la interoperabilidad puede verse comprometida.

Modo Monitor.

El modo Monitor se usa para escuchar pasivamente todo el tráfico en un canal dado. Es útil para analizar los problemas en un enlace inalámbrico, observar el uso del espectro en una zona y realizar tareas de mantenimiento y de seguridad.

En este modo se usan ciertas herramientas para escuchar pasivamente todo el tráfico que circula en un determinado canal. Esto ayuda en el análisis de los problemas de una red y en la observación del uso local del espectro. El modo monitor no se usa para comunicaciones normales.

1.6 Elementos básicos que componen una red Wi- Fi.

La mayoría de las redes Wi-Fi están compuestas por los elementos que a continuación se relacionan:

Punto de acceso

Un punto de acceso inalámbrico (WAP, *Wireless Access Point*) en redes de computadoras es un dispositivo que interconecta dispositivos de comunicación inalámbrica para formar una red inalámbrica. Normalmente un WAP también puede conectarse a una red cableada, y puede transmitir datos entre los dispositivos conectados a la red cable y los dispositivos inalámbricos [4].



Figura.1.6 Punto de acceso WiFi de tres antenas.

Son los encargados de crear la red, están siempre a la espera de nuevos clientes a los que dar servicios. El punto de acceso recibe la información, la almacena y la transmite entre la WLAN (Wireless LAN) y la LAN cableada. Los puntos de acceso inalámbricos tienen direcciones IP asignadas, para poder ser configurados.

Router.

Un "router" es un dispositivo *hardware* o *software* de interconexión de redes de computadoras que opera en la capa tres (nivel de red) del modelo OSI. Este dispositivo interconecta segmentos de red o redes enteras y hace pasar paquetes de datos entre redes tomando como base la información de la capa de red.

El "router" toma decisiones lógicas con respecto a la mejor ruta para el envío de datos a través de una red interconectada y luego dirige los paquetes hacia el segmento y el puerto de salida adecuados. Sus decisiones se basan en diversos parámetros [8].

Antenas.

Las antenas se emplean en aquellas ocasiones en que las distancias entre los usuarios sea tal que se imposibilite la transmisión por falta de potencia de la señal. Normalmente el

tipo de antena a utilizar se elige según la topología de los puntos a unir. Por ejemplo para una topología punto a punto utilizaremos una antena direccional que concentre la potencia en un determinado sentido. Para una topología Punto-Multipunto utilizaremos una Antena Omnidireccional en el centro geográfico de la red y antenas direccionales apuntando a este centro en los puntos circundantes.

Puente de red.

Dispositivo de interconexión de redes de computadoras que opera en la capa 2 (nivel de enlace de datos) del modelo OSI.

Interconecta segmentos de red (o divide una red en segmentos) haciendo la transferencia de datos de una red hacia otra con base en la dirección física de destino de cada paquete. El término *bridge*, formalmente, responde a un dispositivo que se comporta de acuerdo al estándar IEEE 802.1d [3].

En definitiva, un bridge conecta segmentos de red formando una sola subred (permite conexión entre equipos sin necesidad de *routers*). Funciona a través de una tabla de direcciones MAC detectadas en cada segmento al que está conectado. Cuando detecta que un nodo de uno de los segmentos está intentando transmitir datos a un nodo del otro, el bridge copia la trama para la otra subred, teniendo la capacidad de desechar la trama (filtrado) en caso de no tener dicha subred como destino. Para conocer por donde enviar cada trama que le llega (encaminamiento) incluye un mecanismo de aprendizaje automático por lo que no necesitan configuración manual.

Cliente inalámbrico.

Un cliente inalámbrico (*wireless*) es un sistema que se comunica con un punto de acceso o directamente con otro cliente inalámbrico. Generalmente los clientes inalámbricos solo poseen un dispositivo de red: la tarjeta de red inalámbrica.

Tarjetas inalámbricas.

Son dispositivos que se instalan al lado del usuario inalámbrico de la red. La tarjeta de red inalámbrica puede ser de distintos modelos en función de la conexión necesaria a la computadora [3]:

Tarjeta PCMCIA: son un modelo muy utilizado en ordenadores portátiles, aunque en un principio la mayor parte de estas solo eran capaces de llegar hasta la tecnología del IEEE

802.11b, actualmente ya existen tarjetas PCMCIA con tecnología IEEE 802.11n. En la siguiente figura se muestra un ejemplo de una tarjeta PCMCIA.



Figura.1.7 Tarjeta PCMCIA.

Tarjeta PCI: las tarjetas PCI (*Peripheral Component Interconnect-Interconexión de Componentes Periféricos*) para Wi-Fi se agregan a las computadoras de sobremesa, permiten un acceso muy eficiente, la única desventaja de este tipo de tarjeta es que requiere abrir la computadora. En la figura se muestran ejemplos de tarjetas PCI.



Figura.1.8 Tarjeta PCI.

Tarjetas USB para WiFi: son el tipo de tarjetas más moderno que existe y más sencillo para conectar a una PC, ya sea de sobremesa o portátil, haciendo uso de todas las ventajas que tiene la tecnología USB, además la mayor parte de las tarjetas USB actuales permiten utilizar la tecnología g de Wi-Fi, incluso algunas ya ofrecen la posibilidad de utilizar la tecnología 802.11n.



Figura.1.9 Tarjetas USB.

1.7 Seguridad en redes inalámbricas

El acceso sin necesidad de cables, es la principal razón que hace tan populares a las redes inalámbricas, pero es a la vez el problema más grande de este tipo de redes en cuanto a seguridad se refiere. Cualquier equipo que se encuentre a 100 metros o menos de un punto de acceso, podría tener acceso a la red inalámbrica. Las redes inalámbricas son cómodas para que un atacante acceda de forma anónima de modo que estas redes ofrecen una vía para violar la privacidad de los usuarios del servicio. En estas redes resulta relativamente fácil realizar un análisis de la misma. Además los usuarios pueden conectarse a redes que se encuentren abiertas (dentro del área de cobertura) ya sea por confusión o voluntariamente lo cual puede ser muy peligroso para la seguridad de las organizaciones.

Los intrusos malintencionados o piratas informáticos (*hacker*) son una de las principales amenazas debido a su alto grado de conocimiento, son muy peligrosos y podrían acceder a información sensible, realizar el robo de credenciales o simplemente tomar el control de otros equipos.

La vulnerabilidad de las redes es clasificada en categorías para poder implementar medidas para eliminarlas al máximo posible:

- **Físicas:** se relaciona con la posibilidad de entrar o acceder físicamente al sistema para robar, modificar o destruir el mismo.
- **Naturales:** se refiere al grado en que el sistema puede verse afectado por desastres naturales o ambientales que pueden dañar el sistema.
- **Tecnológicas** (hardware): ciertos sistemas requieren la posesión de algún tipo de herramienta o tarjeta para poder acceder a los mismos.
- **Configuración** (software): ciertos fallos o debilidades del software del sistema hacen más fácil acceder al mismo y lo hacen menos fiable.

1.7.1 Mecanismos para proporcionar seguridad

A pesar de la vulnerabilidad de estas redes se han desarrollado algunos mecanismos para proporcionar seguridad en las mismas.

Entre estos se destacan:

Filtrado por direcciones MAC.

Consiste en suministrar a cada AP un listado de direcciones MAC de los equipos que están autorizados a conectarse a la red. De esta manera los equipos ajenos a esta lista serán rechazados.

En muchos de los casos generalmente la dirección MAC no se transmite encriptada, y obviamente puede ser capturada por un *hacker*. Existen programas en Internet que permiten “imitar” y cambiar esta dirección MAC de modo que si esta es capturada, toda la seguridad del sistema queda desarticulada. La dirección MAC es una característica del hardware (no del usuario), si un hardware (PC, PDA, USB, etc.) se pierde o es robado, el que lo posea podrá tener libre acceso a la red inalámbrica pues pasaría el control del filtro. Estas son las principales desventajas de este método.

WEP (*Wired Equivalent Privacy*).

La idea de los promotores del estándar IEEE 802.11b consistía en encriptar el tráfico entre puntos de acceso y estaciones móviles para compensar así la falta de seguridad que se obtiene al enviar la información por un medio compartido como lo es el aire. Los puntos de acceso y dispositivos Wi-Fi incluyen la opción de encriptar las transmisiones con el protocolo de encriptación WEP. Este protocolo permite establecer una clave secreta en el AP, que es compartida con los clientes Wi-Fi. Con esta clave, con el algoritmo RC4 y con un vector de inicialización se realiza la encriptación de los datos transmitidos por radio frecuencia.

A medida que fue aumentando la difusión de las redes inalámbricas Wi-Fi, se fueron detectando graves problemas de seguridad informática en este protocolo. Entre los que se pueden mencionar:

1. El vector de inicialización, es demasiado corto (24 bits – hacen falta menos de 5000 paquetes para tener un 50% de posibilidades de dar con la clave) esto ocasiona que en redes inalámbricas Wi-Fi con mucho tráfico se repita cada cierto tiempo (no hay protección contra la repetición de mensajes).
2. Hay algunos dispositivos clientes muy simples que el vector de inicialización que generan es cero y luego 1 y así sucesivamente.
3. Las claves que se utilizan son estáticas y se deben cambiar manualmente. No es fácil modificarlas frecuentemente

4. No tiene un sistema de control de secuencia de paquetes. Varios paquetes de una comunicación pueden ser robados o modificados sin que se sepa.

Esta situación generó la aparición de múltiples aplicaciones capaces de *crackear* la seguridad WEP en poco tiempo. Según la capacidad de los equipos utilizados, la habilidad del *hacker* y el tráfico de la red inalámbrica Wi-Fi se puede tardar desde 15 minutos a un par de horas en descifrar una clave WEP.

WAP (*Wireless Application Protocol*).

Es un estándar abierto internacional para aplicaciones que utilizan las comunicaciones inalámbricas, por ejemplo: acceso a servicios de Internet desde un teléfono móvil.

La Alianza Wi-Fi, estaba interesada en buscar una rápida solución a los inconvenientes de WEP. Además se buscaba que la solución WAP funcionara con los AP y dispositivos Wi-Fi vendidos a miles y miles de usuarios. Por este motivo se decidió desarrollar dos soluciones. Una rápida y temporal que se denominó WPA y otra más definitiva para aplicar en nuevos AP, y no en los existentes, que se llamó WPA2.

El WPA (primera fase del estándar IEEE 802.11i) fue aprobado en abril de 2003. Desde diciembre de 2003 fue declarado obligatorio por la Alianza Wi-Fi. Esto quiere decir que todo AP inalámbrico que haya sido certificado a partir de esa fecha, ya debe soportar “nativamente” WPA. Existen 2 versiones de WPA, una “home” o “Personal” que es para uso casero y otra más robusta denominada “*Enterprise*”; esta no viene activada por defecto y debe ser activada durante la configuración. Los AP antiguos “emparchados” o actualizados de WEP a WPA se vuelven más lento, generalmente si aumenta la seguridad, disminuye el rendimiento.

WPA2 (*Wi-Fi Protected Access 2*).

Es un sistema para proteger las redes inalámbricas (Wi-Fi); creado para corregir las vulnerabilidades detectadas en WPA. WPA2 ya no se basa en un parche temporal sobre el algoritmo RC4 y, en su lugar, utiliza el algoritmo de encriptación AES-recomendado por el Instituto Nacional de Estándares y Tecnología, de los más fuertes y difíciles de *crackear* en la actualidad. Este algoritmo de encriptación requiere de un hardware más robusto, por lo tanto los AP antiguos no se pueden utilizar con WPA2. WPA2 es requisito obligatorio para todos los productos Wi-Fi desde Marzo de 2006.

VPN (*Virtual Private Network*).

Las VPN son una herramienta diseñada para proteger las comunicaciones. Las VPN crean un túnel criptográfico entre dos puntos. La encriptación se realiza mediante el protocolo IPSec de la IETF (*Internet Engineering Task Force*). VPN se difundió cuando se comenzó a tomar conciencia de la debilidad de la seguridad Wi-Fi debido a las carencias del protocolo WEP. Se basa fundamentalmente en “tirar” un túnel entre el cliente de la red inalámbrica Wi-Fi y el servidor. De esta manera queda protegida la conexión con IPSec que es un método de encriptación robusta.

Estándar IEEE 802.1x.

Durante los primeros años de este siglo (XXI), cuando solo existía la encriptación WEP y antes de que fuera desarrollado el estándar de seguridad IEEE 802.11i con la encriptación WPA y WPA2, el IEEE comenzó a buscar soluciones que fueran capaces de mejorar la seguridad de Wi-Fi. El resultado buscado se consiguió adaptando el estándar IEEE 802.1x que se había aprobado en 2001 para redes cableadas. En 2004 se finalizó la adaptación para redes inalámbricas Wi-Fi. Este estándar de seguridad en redes se basa en el control de acceso a puertos.

El estándar IEEE 802.1x constituye la columna vertebral de la seguridad Wi-Fi y es imprescindible y muy recomendable su utilización en toda la red empresarial que pretenda lograr una seguridad robusta. Este estándar introduce importantes cambios en el esquema de seguridad Wi-Fi entre los que se encuentran:

1. Se necesita autenticar a los usuarios antes de conectarse a una red inalámbrica Wi-Fi.
2. La autenticación se realiza mediante un servidor de tipo RADIUS (Remote Authentication Dial-In User Service).
3. La autenticación se realiza con un protocolo conocido como EAP (Extensible Authentication Protocol).

El estándar IEEE 802.1x introduce algunos cambios importantes con respecto a otros modelos. En el esquema de IEEE 802.1x, se autentica a los usuarios y no al dispositivo. La otra diferencia importante es que con IEEE 802.1x, los puntos de acceso no pueden “autorizar” a nadie a acceder a la red. Para la función de autorización se utiliza un servidor RADIUS.

En IEEE 802.1x el puerto no se abre y no se permite la conexión hasta que el usuario esté autenticado. El estándar define 3 elementos:

Servidor de autenticación: generalmente es un servidor RADIUS, es el que verificará las credenciales de los usuarios.

Autenticador: es el dispositivo que recibe la información del usuario y la traslada al servidor de autenticación (esta función la cumple el punto de acceso).

Terminal: es una aplicación “cliente” que suministra la información de las credenciales del usuario al Autenticador.

1.8 Motivos para el empleo de Wi-Fi.

Entre las múltiples ventajas que poseen se destacan [11].

- No es necesario el uso de cables.
- Movilidad, facilidad de instalación, flexibilidad y escalabilidad.
- Permite el uso múltiple de la red por varios usuarios al mismo tiempo
- La Wi-Fi Alliance asegura que la compatibilidad entre dispositivos con la marca Wi-Fi es total, con lo que en cualquier parte del mundo podremos utilizar la tecnología Wi-Fi con una compatibilidad total.

De este modo las aplicaciones que se pueden encontrar actualmente son múltiples también, entre estas destacan la implementación de redes de área local en edificios históricos, de difícil acceso y en general en entornos donde la solución cableada es inviable. El acceso a la información mientras el usuario se encuentra en movimiento, solución requerida en hospitales, fábricas, almacenes, etc. Además se pueden emplear como redes locales para situaciones de emergencia o congestión de la red cableada [2].

Todas estas razones vuelven a las redes Wi-Fi la solución idónea para aquellos casos en que la solución cableada resulta inviable ya sea por razones arquitectónicas o simplemente por encontrarse en un entorno donde resulta menos sencilla su implementación. Las redes Wi-Fi son además una solución más rentable y menos costosa si se tiene en cuentas las facilidades en torno a la movilidad que pueden tener los equipos terminales que a ella se conecten.

Los hoteles aparecen como potenciales utilizadores del Wi-Fi, ya que esta tecnología en un hotel aparece como un valor añadido que ofrecer a sus clientes, pues posibilita la conexión a internet inalámbrica desde las habitaciones y espacios comunes. Se trata de

un servicio que cada día se incorpora más a la oferta hotelera, y que puede llegar a ser diferenciador a la hora de contratar un hotel.

A pesar de estas razones Wi-Fi presentan los problemas intrínsecos de toda tecnología inalámbrica. Las desventajas más significativas que este tipo de red pueden presentar son [12]:

- La señal puede bloquearse o presentar interferencias, lo que puede conllevar a fallas en la conexión.
- Es vulnerable a los ataques de usuarios ajenos y en ocasiones resulta fácil el hackeo de las seguridades.
- Distancia limitada para la recepción de la señal.
- El consumo de electricidad es bastante alto comparado con otros estándares, haciendo la vida de la batería corta.
- El sistema Wi-Fi tiene una menor velocidad en comparación a una conexión con cables, debido a las interferencias y pérdidas de señal que el ambiente puede acarrear.
- Esta tecnología no es compatible con otros tipos de conexiones sin cables como Bluetooth, GPRS, UMTS y otros.

CAPITULO 2 . DESCRIPCIÓN DEL ACCESO A INTERNET MEDIANTE WI-FI EN LA PROVINCIA HOLGUÍN.

En este capítulo se describe el acceso a Internet mediante Wi-Fi en la provincia de Holguín, analizando las particularidades del modelo de conexión utilizado. Además se describen las principales características del equipamiento instalado. Se explican las dos variantes de comercialización de servicios inalámbricos ofertados por ETECSA y distintos modos de empleo del equipamiento para diseñar el topológico de conexión.

2.1 Infraestructura de telecomunicaciones en Cuba.

En la actualidad la Empresa de Telecomunicaciones de Cuba (ETECSA) constituye el principal proveedor de servicios de red y maneja el total de la infraestructura de telecomunicaciones en el país.

Teniendo en cuenta el desarrollo de las tecnologías de las telecomunicaciones, ETECSA ha apostado por la implementación de un *backbone* IP/MPLS (*Internet Protocol - MultiProtocol Label Switching*) en su red, el cual se espera que absorba todos los servicios actualmente soportados por el *backbone* ATM /Frame Relay.

A través de la red IP/MPLS se brinda a los clientes, los servicios de implementación de VPN (*Virtual Private Network*) y VPLS (*Virtual Private LAN Services*) a nivel de red (capa 3 del modelo OSI).

2.2 Principales servicios brindados por la red de ETECSA.

Los principales servicios que brinda ETECSA a través de su red son IP/MPLS (*Internet Protocol - MultiProtocol Label Switching*), VPLS (*Virtual Private LAN Service*), a continuación se hace una descripción de los mismos.

2.2.1 IP/MPLS.

MPLS son las siglas de *Multiprotocol Label Switching*, es un mecanismo de transporte de datos estándar creado por la IETF (Grupo de Trabajo de Ingeniería de Internet) y definido en el RFC 3031. Opera entre la capa de enlace de datos y la capa de red del modelo OSI. Está diseñado para operar sobre cualquier tecnología en el nivel de enlace, facilitando así la migración a las redes ópticas de próxima generación, basadas en infraestructuras SDH/SONET y DWDM [23].

MPLS está reemplazando rápidamente a *Frame Relay* y ATM como la tecnología preferida para llevar datos de alta velocidad y voz digital en una sola conexión. No sólo proporciona una mayor fiabilidad y un mayor rendimiento, sino que a menudo puede reducir los costos generales mediante una mayor eficiencia de la red. Su capacidad para dar prioridad a los paquetes que transportan tráfico de voz hace que sea la solución perfecta para llevar las llamadas VoIP.

La tecnología MPLS ofrece un servicio orientado a conexión es decir que: mantiene un estado de la comunicación entre dos nodos y mantiene circuitos virtuales.

Introduce una serie de mejoras entre las que se encuentran: redes privadas virtuales (VPN), ingeniería de tráfico y mecanismos de protección frente a fallos.

MPLS sirve para administrar la calidad de servicio al definir 5 clases de servicios (CoS) [13]:

- Video. La clase de servicio para transportar video tiene un nivel de prioridad más alto que las clases de servicio para datos.
- Voz. La clase de servicio para transportar voz tiene un nivel de prioridad equivalente al de video, es decir, más alto que las clases de servicio para datos.
- Datos de alta prioridad (D1). Ésta es la clase de servicio con el nivel de prioridad más alto para datos. Se utiliza particularmente para aplicaciones que son críticas en cuanto a necesidad de rendimiento, disponibilidad y ancho de banda.
- Datos de prioridad (D2). Esta clase de servicio se relaciona con aplicaciones que no son críticas y que tienen requisitos particulares en cuanto a ancho de banda.
- Los datos no prioritarios (D3) representan la clase de servicio de prioridad más baja.

Elementos que componen una red MPLS:

- LER (*Label Edge Router*): elemento que inicia o termina el túnel (pone y quita cabeceras).
- LSR (*Label Switching Router*): elemento que conmuta etiquetas.
- LSP (*Label Switched Path*): nombre genérico de un camino MPLS (para cierto tráfico o FEC).
- LDP (*Label Distribution Protocol*): un protocolo para la distribución de etiquetas MPLS entre los equipos de la red.
- FEC (*Forwarding Equivalence Class*): nombre que se le da al tráfico que se encamina bajo una etiqueta.

2.2.2 VPLS.

Servicio de LAN privada virtual, VPLS, siglas de *Virtual Private LAN Service*, también conocido como servicio de LAN transparente (TLS, del inglés, *Transparent LAN Service*), es una VPN punto a multipunto de capa dos que permite conectar múltiples sitios de usuario, a través de la simulación de una red de área local (LAN). Todos los sitios del cliente pertenecientes a una entidad VPLS parecen estar en la misma LAN, sin importar sus localizaciones, tal y como si estuvieran interconectadas a través de un gran conmutador Ethernet [14].

VPLS se basa en el reenvío de tramas Ethernet. La red del proveedor de servicios, por tanto, puede reenviar la información basándose solamente en sus direcciones MAC o teniendo en cuenta además las etiquetas de LAN virtual (*Virtual LAN Tag*, según su denominación en inglés).

2.2 Descripción de la situación actual del acceso a Internet mediante Wi-Fi en Holguín.

ETECSA en la provincia de Holguín brinda un servicio de acceso a internet con tecnología inalámbrica mediante un modelo de asociación con clientes del sector hotelero. En dicha asociación la empresa se encarga de proveer solución tecnológica y de conectividad y el socio hotelero vende las tarjetas prepago. La Empresa ofrece dos variantes de negocio:

Variante A de comercialización: ETECSA provee el enlace sin costo, asume la gestión de todo el equipamiento (*Access Control-Controlador de acceso* y puntos de acceso) y

provee las tarjetas y gestión de la autenticación de las mismas (AAA); así como la instalación, gestión y mantenimiento de los puntos de acceso; con una retribución del 80% para ETECSA y 20% para el *partner* además de 10 cuc mensuales por AP y 20 cuc AC).

Variante B de comercialización: ETECSA provee el enlace sin costo, asume la gestión del AC y provee las tarjetas y gestión de la autenticación de las mismas (AAA) con una retribución del 80% para ETECSA y 20% para el socio. El socio a su vez garantiza la instalación y mantención de la red de acceso inalámbrica.

Los hoteles de la provincia de Holguín en los que se brindará el servicio de navegación en Internet mediante Wi-Fi, pertenecen a la cadena Gaviota, y en los mismo se opta por utilizar la Variante A.

2.3 Análisis de la capacidad y dimensionamiento de la red Wi-Fi.

Con el objetivo de realizar una adecuada proyección del sistema inalámbrico a montar se procedió a efectuar el análisis de la capacidad y el dimensionamiento de la red inalámbrica a montar.

Para obtener la capacidad del sistema se tuvo en cuenta a la cadena Gaviota de Holguín ya que la misma es la principal proveedora de este servicio en la provincia, como elemento fundamental al Hotel Paradisus Rio de Oro que es una de las instalaciones más grande de la provincia de Holguín.

Con el estudio de esta situación se llegó a la conclusión de que el sistema propuesto debe brindar como promedio capacidad a 100 usuarios concurrentes, para lo cual se tuvo en cuenta además el hecho de que un posible crecimiento de la red no afectara el rendimiento de los equipos involucrados en la prestación del servicio.

Una consideración importante a tener en cuenta es que como promedio los puntos de acceso del proveedor *BROWAN* ofrecen conectividad a 25 usuarios de manera simultánea, entonces se tiene que como promedio para el establecimiento de los enlaces en los hoteles se necesitan como mínimo 2 AP.

Si a esto añadimos que con el empleo del estándar 802.11g se logra que los puntos de acceso ofrezcan una velocidad máxima de 54 Mbps pero una velocidad real de aproximadamente 22 Mbps, entonces se obtiene que:

A pesar de estas consideraciones hay que tener en cuenta las características tecnológicas en las que vive nuestro país en la actualidad, que limitan en gran medida el desarrollo de este tipo de tecnologías y de otros servicios brindados por ETECSA.

En Holguín ETECSA brinda servicio de acceso a internet a una buena cantidad de usuarios por lo que el ancho de banda asignado a la provincia para dichas funciones debe ser compartido también entre otros tipos de servicios como servicios de la telefonía móvil, servicios multimedia, etc. Esto trae consigo que la capacidad del enlace para el establecimiento del servicio de acceso a Internet mediante Wi-Fi para los hoteles de Gaviota se vea limitada no por la velocidad que brinda del tipo de estándar Wi-Fi a emplear (22Mbps en el caso de 802.11g), sino por la distribución del ancho de banda que realiza ETECSA, que decidió asignar en este caso para dicho enlace 10 Mbps de capacidad.

Teniendo en cuenta estos requerimientos entonces se tiene que:

$$V_{usuario} = V_{real\ enlace} / n^{\circ} estimado\ usuarios * AP$$

$$V_{usuario} = 10Mbps / 25 usuarios$$

$$V_{usuario} = 400kbps$$

Dichos cálculos demuestran que a pesar de las limitaciones presentes en la implementación de la tecnología en el país, se obtuvo una velocidad igualmente adecuada para prestar un servicio eficiente y con calidad para la navegación en Internet, en el caso extremo en que se encuentren empleando el servicio simultáneamente un total de 25 usuarios por punto de acceso.

2.4 Modelo de conexión.

Es válido mentar antes de explicar el modelo de conexión de la red Wi-Fi hasta el Controlador de Acceso ubicado en el hotel, los siguientes elementos a tener en cuenta:

VLAN: una VLAN (*Virtual LAN*) es un método para crear redes lógicas independientes dentro de una misma red física. Son útiles para reducir el tamaño del dominio de difusión y ayudan en la administración de la red, separando segmentos lógicos de una red de área local que no deberían intercambiar datos usando la red local [15].

Funciones de las VLAN.

- Optimización del Ancho de Banda: crean dominios de *broadcast* más pequeños.
- Seguridad: permiten desarrollar un nivel de seguridad más alto, ya que no permiten que la información salga del mismo grupo de trabajo.
- Balance de carga: combinado con ruteo, determinan la mejor ruta hacia un destino.
- Aíslan las fallas: reducen el impacto de problemas en la red. Un *loop* o una tormenta de *broadcast* pueden conducir a la falla de toda una red.

Servidores AAA: el término **AAA** en seguridad informática corresponde a un tipo de protocolos que realizan tres funciones: autenticación, autorización y contabilización (*Authentication, Authorization and Accounting*). La arquitectura AAA permite el acceso de los usuarios legítimos conectarse a la red e impide el acceso no autorizado. La expresión protocolo AAA no se refiere por tanto a un protocolo en particular, sino a una familia de protocolos que ofrecen los tres servicios citados anteriormente [16].

La autenticación es el proceso por el que una entidad prueba su identidad ante otra. Autorización se refiere a la concesión de privilegios específicos a una entidad o usuario basándose en su identidad, los privilegios que solicita, y el estado actual del sistema. La contabilización se refiere al seguimiento del consumo de los recursos de red por los usuarios.

NMS: un sistema de gestión de red (NMS) es un conjunto de herramientas de hardware y/o software que permiten supervisar los componentes individuales de una red dentro de un marco de gestión de red más grande. Permite identificar qué dispositivos están presentes en una red, su monitoreo y supervisión, así como, el seguimiento de los indicadores de rendimiento, entre los que se incluyen la utilización de ancho de banda, pérdida de paquetes, latencia, la disponibilidad y el tiempo de actividad de *routers*, *switches* y otros dispositivos [11].

A continuación se muestra un esquema de la variante de conexión seleccionada para el modelo de conexión mediante Wi-Fi en Holguín. El mismo se muestra hasta los AC, ubicados en el centro telefónico:

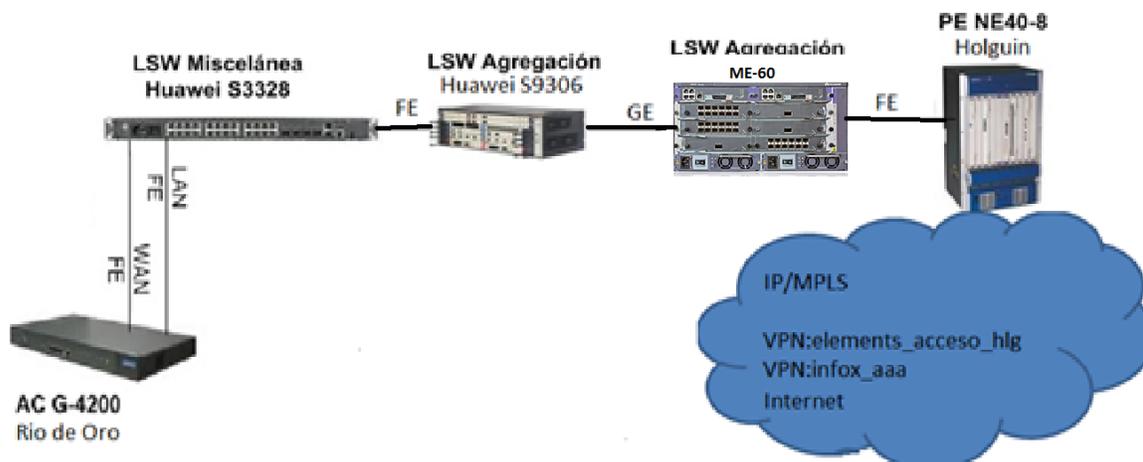


Figura. 2.1. Esquema actual de servicio de Internet mediante Wi-Fi en Holguín.

El enlace entre los hoteles y el Centro de Telecomunicaciones Holguín para garantizar la conectividad entre los elementos de la red WIFI, entiéndase AP y AC, se logra a través de conmutadores-LAN conectados a través de sus interfaces ópticas por enlaces punto a punto entre cada hotel y el Centro Telefónico utilizando la red de fibra óptica existente en la provincia.

En los hoteles se han ubicado conmutadores para garantizar la distribución de los AP y para dar servicio a los mismos. Estos conmutadores Quidway Huawei S3328 se enlazan con otro existente en el Centro Telefónico, el cual a su vez está conectado a través de un enlace troncal con el conmutador de gran porte S9306, elemento de agregación de la red de transporte de Holguín, hacia la red IP/MPLS.

Los AC se encuentran conectados a través de interfaces *Fast Ethernet* al conmutador Huawei Quidway S3328, una interface LAN para subtender los conmutadores de los sitios donde se brinda el servicio WiFi y la WAN para llegar a través de la Red IP/MPLS hacia los servidores AAA. Todos estos enlaces operan en capa 2 usando VLAN, configurando una VLAN de servicio para la red Wi-Fi, que es la que se distribuye hasta los sitios donde se encuentran ubicados los AP y las VLAN de Autenticación, Gestión y Navegación desde el AC hacia el INFOX_AAA, VPN_ELEMENTOS_ACCESO_GR e Internet, respectivamente, a través de la red IP/MPLS.

2.5 Características del equipamiento utilizado.

La red de acceso de Holguín está equipada por los proveedores Huawei y Alcatel. Específicamente para la instalación de redes inalámbricas con tecnología Wi-Fi, ETECSA ha adquirido equipos de Huawei y de *BROWAN Communications*, como parte de una política nacional que tiene que ver con lograr tanto compatibilidad como homogeneidad entre los equipos con que se implementa este tipo de tecnología.

Browan ha mostrado mejores resultados, por lo que en gran parte del país la utilización de los equipos patentados por este proveedor es muy usual. Este proveedor es capaz de proporcionar una solución de diseño y productos como puntos de acceso, controladores de acceso y sistemas de gestión de red así como capacidad de software y hardware de diseño y personalización. Un factor fundamental en su selección lo constituyen los beneficios económicos que se derivan de la adquisición de dichos productos ya que los mismos son de fácil montaje y mantenimiento además de poseer precios más rentables en comparación con los productos que se adquieren de otros tipos de proveedores.

2.5.1 Controlador de acceso.

Es el encargado de gestionar los recursos de radio. Intercambia mensajes de control con el servidor AAA (*Authentication, Authorization and Accounting*) y los AP, con el objetivo de autenticar a los usuarios conectados a la red. Establece las políticas de tráfico y las listas de control de acceso por Mac y/o IP. Implementa funciones de un servidor DHCP (*Dynamic Host Configuration*), asigna dinámicamente direcciones IP a los usuarios y/o a elementos de la red Wi-Fi. Además provee funciones de servidor WEB para la representación de los usuarios.

A continuación se muestra el AC *BROWAN G-4200*, modelo que se utiliza en ETECSA en la Figura 2.2.



Figura.2.2 Controlador de Acceso G-4200.

Características:

- Autenticación de usuarios con UAM (Método de Acceso Universal), 802.1x/EAPoLAN, dirección MAC, Cliente AAA Radius y servidor proxy con soporte EAP.
- Soporta hasta 200 usuarios conectados simultáneamente.
- Traducción de direcciones universal (UAT), soporte de proxy web WISPr compatible, accede a través de un navegador Web con SSL / TLS Ilimitado.
- Lista Blanca (zona de jardín amurallado, sitios web gratuitos).
- Bienvenida, inicio de sesión, y cierre de sesión personalizables, soporte XML (interno, externo) y HTML.
- Enrutamiento IP con IPsec y PPTP *pass-through*, NAT, reenvío de puertos.
- Ancho de banda por usuario a través de la gestión de RADIUS WAN protocolos: PPP, DHCP cliente, Servidor DHCP, Cliente VPN.
- La gestión remota a través de SNMP v1, proxy SNMP, HTTPS, SSH, Telnet, consola Gestión de subred para la gestión remota AP.

2.5.2 Router Huawei 40-8

Es el *router* frontera de la red IP/MPLS. Se encarga de recibir el tráfico en la provincia y entregarlo a la red IP/MPLS y viceversa. Soporta ruteo estático y protocolos de enrutamiento dinámicos como son el caso de RIP, OSPF, IS-IS y BG-4. Soporta multidifusión VPN y QoS [17].

En la Tabla 2.1 se muestra las principales características del enrutador NE40-E

Tabla 2.1 Principales características del enrutador NE40-E (fuente [4])

Características	NE 40E-8
Capacidad de procesamiento de CPU SRU	1GHZ
Boot ROM Capacidad de SRU	1 MB
SDRM Capacidad de SRU	1 GB
NVRAM	512 KB
Capacidad de conmutación	640 Gbit/s
Capacidad de interfaces	160 Gbit/s
Ranuras LPU	8
Ranuras SRU	2

Ranuras SFU	2
Velocidad máxima por LPU	2 X Gbps
Dimensiones (A X L X H)	442mm x 669 mm x886mm
Potencia Máxima de Consumo	2200 W

En la Figura 2.3 se muestra el enrutador NE40E-8.



Figura 2.3. Router NE40E-8.

2.5.3 Características de los conmutadores-LAN (*LAN-switch*)

Son dispositivos que permiten la conexión de distintas redes de área local (LAN) y que se encargan de determinar el destino de los datos. Cuentan con varios puertos RJ45 integrados, que pueden ser desde 4, 8, 16, 24 hasta 32 y permiten la regeneración de la señal y son compatibles con la mayoría de los sistemas operativos de red [18].

A continuación se muestran algunas características del Quidway Huawei 3328:

- 24 interfaces 10/100Base-Tx.
- 2 interfaces SFP 1000Base-x.
- 2 interfaces combo 10/100/1000Base-T o 100/1000Base-x.
- Fuente de alimentación de AC o de DC.

En la Figura 2.4 se muestra el *switch* Quidway Huawei 3328.



Figura.2.4. LAN switch Quidway Huawei 3328.

2.5.4 Router ME-60

El control ME-60 multi-servicio Gateway se caracteriza como el mejor sujetador en la industria. La primera marca fue desplegada en 2002, y 23,600 sets se han desplegado. La serie se compone de 3 modelos ME-60 sofisticados para la venta: ME60-X3, ME60-X8 y ME60-X16, que tienen 3, 8 y 16 ranuras de entrada y salida respectivamente.

Las series Huawei ME60 son perfectos tanto reparando punto de presencia (SPOP) de nodo de protocolo entre redes / MPLS de la red, de sostenes de acceso de servicio de banda ancha, o el nodo de fondo de redes del campus, dando capacidades de actuación que conduce industria, de monitorización y evolución excelente de servicio para fomentar el desarrollo de servicios de clientes. Como una gerencia de servicio y plataforma diferente con actuación alta, el ME60 encuentra requisitos diversos para mecanismos de operación de servicio. El ME60 asegura corrida muy fácil y fidelidad de servicios diversos. Basados en las soluciones con ME60, los clientes pueden construir una red de oriente futuro e inteligente de protocolo entre redes de banda ancha [19].

Huawei ME-60 ha sido reconocido por gran capacidad y enorme concurrentes suscriptores, confiabilidad excepcional hacer servicios sin parar, y servicios completos teniendo solución.

El ME60 provee una tasa poderosa de esquema de sesión, lo cual depende de 300 suscriptores por segundo en cada ranura sola, y hasta 1200 suscriptores por segundo en cada chasis solo. La tasa de esquema NAT Session está arriba para 2M por segundo con junta CGN, lo cual le da los servicios continuos y la experiencia excelente a los suscriptores, en la Figura 2.5 se muestra un ejemplo de ME-60.



Figura 2.5 Router ME-60.

2.5.5 Conmutador S9306

Los conmutadores S9300 son una serie de conmutadores de enrutamiento Terabit. La serie S9300 contiene el Modelos S9303, S9306 y S9312, que tienen funciones similares.

El S9306 es un portador chasis con seis ranuras de servicio, es altamente redundante para satisfacer las clases portador, requisitos para una alta disponibilidad [20].

Además de probar el chasis interruptor y *blades* instalados son capaces de alcanzar los puntos de referencia y estándares que se esperan de un vehículo sistema de clases, el S9306 demostró ser más resistente y redundante que otros interruptores de su grado.

La característica S9306 LACP muestra *trunking Ethernet* con la convergencia nominal. El *chasis* interruptor es capaz de soportar enlaces hasta 128 Ethernet grupos a través de la fibra, cobre, y combinación de conexiones, demostrando su diversidad, mostraron que todos tenían baja latencia mantenido baja velocidad de línea.

El S9306 presenta una alta disponibilidad ya que permite es uso de varios módulos de alimentación uno de estos módulos puede ser remplazados sin tener que apagar ni reiniciar el sistema. Esta característica puede ahorrar el tiempo de inactividad de la red, un aspecto muy importante en el negocio para mantener corriendo de manera eficiente.

2.5.6 Software de gestión.

En la Empresa de Telecomunicaciones ETECSA existen varios *software* para la gestión que permiten supervisar los elementos de la red, cada una de estas aplicaciones poseen ciertas características que le permiten al supervisor tener el conocimiento necesario del estado de la red, entre ellos podemos mencionar el U2000 que fue diseñado para gestionar de forma eficaz y uniforme el transporte, acceso y equipos IP, este *software* es utilizado tanto por los especialistas como por los supervisores de la red.

Los Controladores de Acceso son supervisados utilizando el *WhatsUp Gold 8.0*, este *software* permite la creación de mapas y la gestión de toda la infraestructura de una red, de sus servidores y recursos virtuales.

Otro *software* de mucha utilidad es el MRTG siglas del inglés *Multi Router Traffic Grapher*, que permite supervisar la carga de tráfico de interfaces de red. MRTG genera un informe en formato HTML con gráficas que proveen una representación visual de la evolución del

tráfico a lo largo del tiempo. Con este *software* se realizan los estudios del tráfico de los controladores de acceso de la red Wi-Fi.

CAPITULO 3 . IMPLEMENTACIÓN DEL ACCESO A INTERNET MEDIANTE WI-FI EN EL HOTEL PARADISUS RIO DE ORO

A lo largo y ancho de la isla cubana, Gaviota dispone de instalaciones hoteleras de playa, ciudad y naturaleza, diseñadas con el propósito de complacer los más exigentes gustos, con un servicio personalizado, avalado por la calidad con que se brinda y la vinculación de estas a la cultura e idiosincrasia cubanas, siendo estos los rasgos que la distinguen.

Estudios realizados en algunos hoteles de la cadena mostraron que entre los principales servicios de intereses de la comunidad de usuarios que accedían se encuentra el servicio de acceso a Internet, centrado principalmente en el uso del correo electrónico y la navegación web. Teniendo en cuenta las facilidades que se obtienen mediante el empleo de redes inalámbricas de área local se previó el montaje de redes Wi-Fi en los mismos para brindar los servicios requeridos.

En este capítulo se describe el diseño e implementación del acceso a Internet mediante Wi-Fi en el hotel Paradisus Rio de Oro. Se realiza un levantamiento del hotel, lo que permitió determinar la mejor ubicación de los puntos de acceso. Además se realiza un estudio de cobertura para validar la ubicación del equipamiento instalado. También se elabora una valoración económica del equipamiento utilizado, analizando los principales factores que influyen en la recuperación de la inversión.

3.1 Hotel Paradisus Rio de Oro.

Rodeado de exuberante vegetación tropical y frente a una de las barreras coralinas más bellas del mundo, se encuentra el hotel 5 estrellas Paradisus Río de Oro. El complejo está situado en Playa Esmeralda, dentro del Parque Natural Bahía de Naranjo, en la costa nororiental de la provincia de Holguín, 56 km de la ciudad capital. Recomendado para eventos, incentivos, bodas y lunas de miel.

Capítulo 3. Implementación del acceso a internet mediante Wi-Fi en el hotel Paradisus Rio de Oro.

El hotel Paradisus Rio de Oro fue construido en 1998, ubicado en la playa con un total de 300 habitaciones, con 4 piscinas. Tiene 5 restaurantes y 2 bares uno ubicado en un área cercana al lobby y otro en la piscina, no contiene ningún edificio por lo cual ocupa un área extensa aproximadamente de 15000 m².

En vista a mejorar el servicio a Internet en el Hotel se instalarán puntos de acceso y todo el equipamiento necesario para brindar acceso inalámbrico; de modo que los usuarios puedan acceder a la red mediante cualquier dispositivo provisto de algún adaptador inalámbrico (portátil, PDA, tablet, entre otros).

En la Figura 3.1 se muestra un esquema general del hotel, en el que se delimita el área donde se implementa la red Wi-Fi, ya que el hotel ocupa un área tan extensa solo se implementó por ahora en el área cercana al lobby donde se encuentra el bar, las tiendas, el teatro los locales de reservaciones los cuales son locales de interés común y frecuentados por todos los clientes.

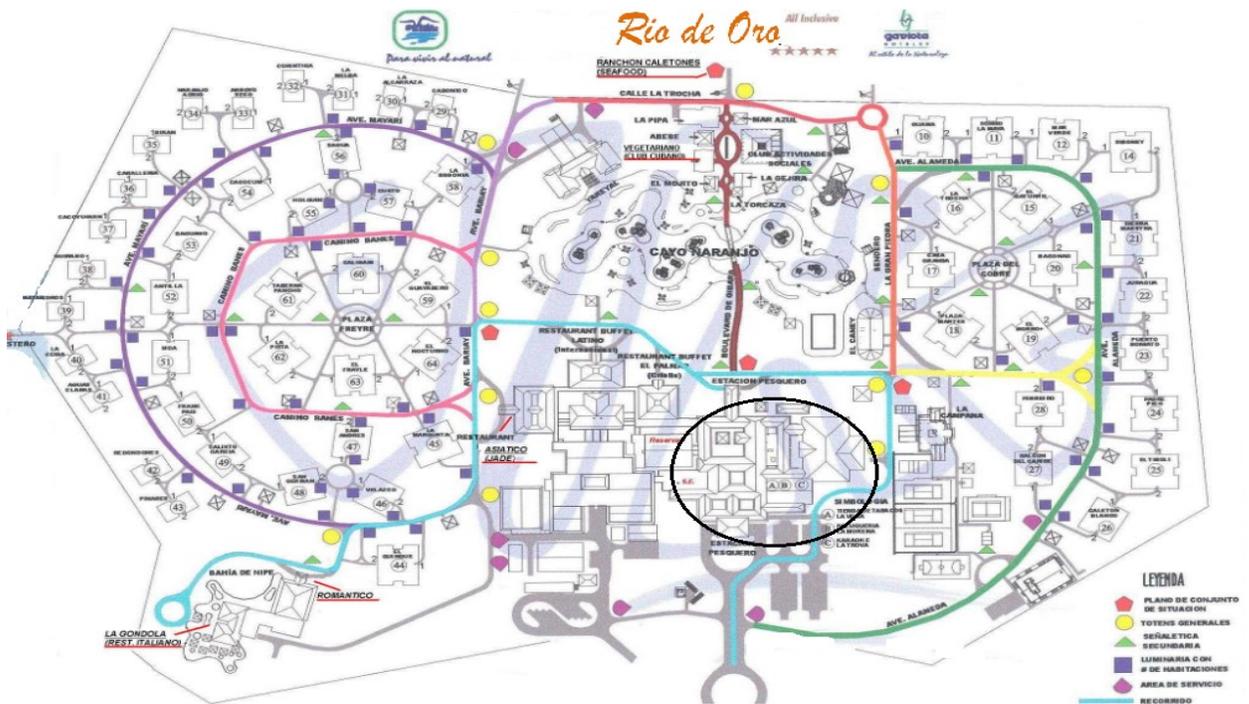


Figura.3.1 Esquema general del Rio de Oro.

Capítulo 3. Implementación del acceso a internet mediante Wi-Fi en el hotel Paradisus Rio de Oro.

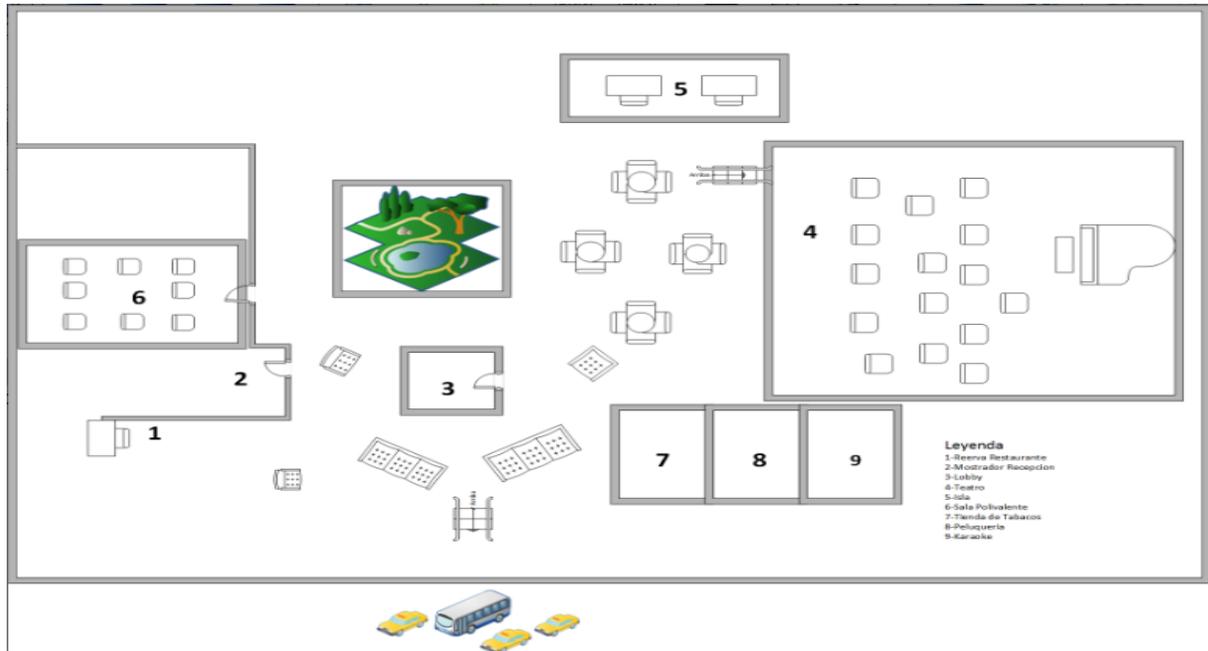


Figura.3.2 Esquema del area donde se implementa la red WiFi.

El área representada anteriormente está compuesta por el lobby, vario locales de reservaciones tanto para restaurantes como excursiones y giras, bares, teatro, tiendas y locales de descanso donde los clientes suelen pasar tiempo para descansar, por lo que se optó por implementar la red en esta área en primera instancia ya que es una de las áreas del hotel con mayor concurrencia de huéspedes.

El hotel posee un servicio de Internet por acceso cobre a una velocidad de 256 Kbps en un Cibercafé ubicado en un área cercana al lobby, la comunidad de usuarios es muy amplia y la institución no cuenta con los recursos disponibles para satisfacer las demandas de todos los usuarios.

En la Figura 3.3 se representa topologicamente como se encuentra conectado el hotel a internet actualmente.

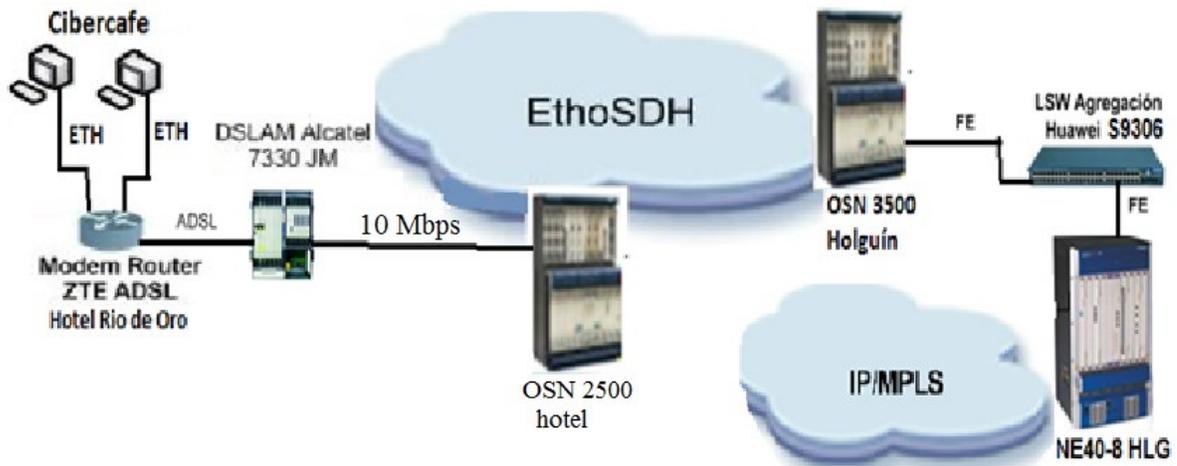


Figura.3.3 Conexión a internet existente en el hotel.

3.1.1 Conexión del Hotel Rio de Oro

Para la implementación de la solución de conectividad a Internet mediante tecnología Wi-Fi en el hotel Paradisus Rio de Oro, se tuvieron en cuenta varias consideraciones de suma importancia como son, la ubicación de los AP en las zonas donde se obtenga la mejor cobertura posible, así como el desarrollo del trabajo de instalación y montaje con la cultura técnica necesaria, de forma tal que se preserven las características arquitectónicas de la instalación en que se está implementando el servicio.

ETECSA decidió asignar en este caso para dicho enlace 10 Mbps de capacidad, teniendo en cuenta que se conecten aproximadamente 40 usuarios simultáneamente, y los AP soportan 25 usuarios como máximo, se calcula si se obtiene una velocidad igualmente adecuada para prestar un servicio eficiente y con calidad para la navegación en Internet.

Teniendo en cuenta estos requerimientos entonces se tiene que:

$$V_{\text{usuario}} = V_{\text{real enlace}} / n^{\circ} \text{ estimado usuarios} * AP$$

$$V_{\text{usuario}} = 10 \text{ Mbps} / 25 \text{ usuarios}$$

$$V_{\text{usuario}} = 400 \text{ kbps}$$

Capítulo 3. Implementación del acceso a internet mediante Wi-Fi en el hotel Paradisus Rio de Oro.

Dichos cálculos demuestran que a pesar de las limitaciones presentes en la implementación de la tecnología, se obtuvo una velocidad igualmente adecuada para prestar el servicio de navegación en Internet, en el caso extremo en que se encuentren empleando el servicio simultáneamente un total de 25 usuarios por punto de acceso.

Atendiendo a las características topológicas del terreno y al análisis de la mayor concentración de personas en determinadas áreas del Hotel, se propuso la instalación de 3 AP:

- 1- 3 AP (Indoor BW1330)
- 2- 1 conmutador (switch TPE-80WS.).

Los 3 AP fueron distribuidos en las zonas que cubren el área del lobby, uno en reserva restaurante, otro en la isla y uno tercero en el salón de conferencias ubicado en la sala polivalente. La conexión de los mismos al Conmutador TPE-80WS situado en el armario de telecomunicaciones en el local de informática del hotel, se efectuó a través de interfaces *Fast Ethernet*.



Figura 3.4. Ubicación del TPE-80WS en el armario de telecomunicaciones.

Capítulo 3. Implementación del acceso a internet mediante Wi-Fi en el hotel Paradisus Rio de Oro.

La red Wi-Fi implementada en el hotel funciona en modo infraestructura (también llamado modo AP o maestro), se implementó para instalar la red con un punto de acceso que conecte a diferentes clientes. El AP crea una red con un nombre específico y un canal sobre el cual se ofrecen los servicios de la red.

No se implementó ningún mecanismo de seguridad de los estudiados anteriormente en la misma, ya que la red está diseñada para aceptar a cualquier usuario que desee conectarse con un equipo terminal.

El conmutador *Power Ethernet* ofrece una gran flexibilidad para gran variedad de aplicaciones de red, a menor costo. Proporciona hasta 8 puertos RJ-45 Ethernet de 10 Mbps, 100 Mbps y 1000 Mbps en los cuales garantiza la máxima velocidad.



Figura 3.5. Conmutador TPE-80WS.

Para aumentar el ancho de banda el cual es requerido por las aplicaciones, soporta hasta 4 grupos de enlaces con un máximo de 8 puertos en un tronco con la función de proporcionar redundancia de respaldo cuando uno o algunos troncos presenten mal funcionamiento de los puertos. Soporta RSTP, IGMP y DHCP. Tiene control de flujo.

La conexión con el Centro de Telecomunicaciones Holguín se estableció mediante la utilización de fibra óptica, aprovechando el enlace de fibra existente entre este último y la instalación hotelera. Este enlace se empleará en el establecimiento de la conexión con el conmutador-LAN 3328, el cual se conecta desde el AC del hotel Paradisus Rio de Oro instalado en el hotel hasta ETECSA.

En la Figura 3.6 se muestra la conexión para brindar servicio a Internet mediante Wi-Fi en el hotel.

Capítulo 3. Implementación del acceso a internet mediante Wi-Fi en el hotel Paradisus Rio de Oro.

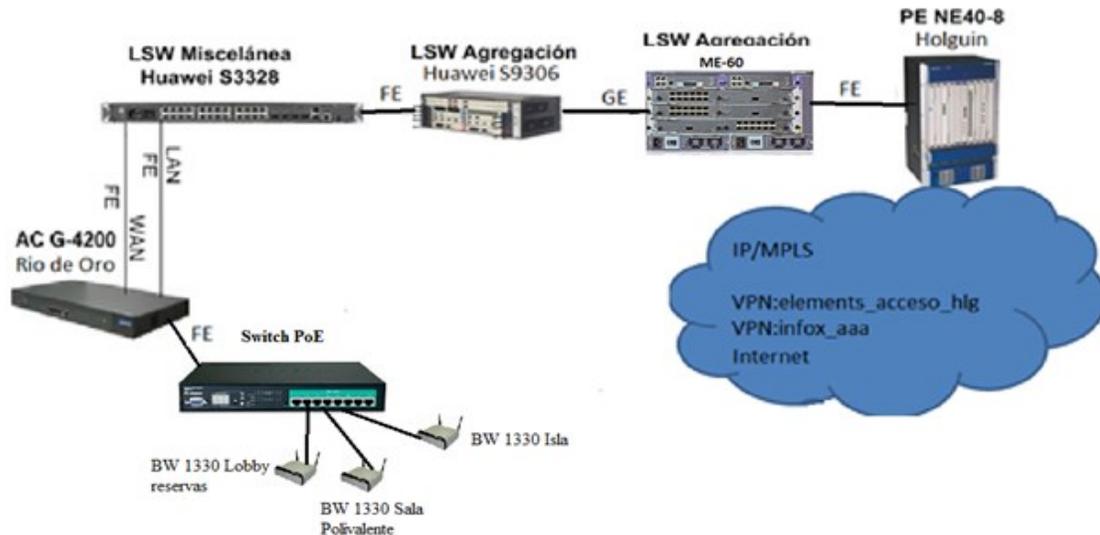


Figura 3.6. Conexión para el Hotel Rio de Oro.

Los AP se encuentran conectados a través de interfaces *Fast Ethernet* al AC a una velocidad de 100Mbps, esta misma conexión se utiliza en todas las conexiones internas del hotel, el enlace con ETECSA es limitado a 10Mbps por fibra óptica.

A continuación se describen los modelos de AP empleados en el montaje de la red Wi-Fi en el hotel Paradisus Rio de Oro.

Características del AP Indoor BW1330:

El dispositivo BW 1330 del fabricante Browan es un AP inalámbrico utilizado para interiores que además realiza las funciones de AC. Es de alto rendimiento en velocidad así como en potencia de la señal. Este dispositivo dispone de una LAN inalámbrica de alta velocidad, un puerto LAN, un puerto WAN *Power Ethernet* para el control de acceso. Entre las características principales de BW 1330 se puede decir que es compatible con los estándares 802.11 b y 802.11g con velocidades desde 1Mbps a 54Mbps pertenecientes a la tecnología Wi-Fi, los cuales funcionan concurrentemente. Realiza control de acceso para redes de acceso público dando servicio simultáneamente hasta 100 usuarios, permitiéndoles enrutamiento a la red, donde toma el control de la

Capítulo 3. Implementación del acceso a internet mediante Wi-Fi en el hotel Paradisus Rio de Oro.

autenticación, contabilidad y el direccionamiento. La arquitectura que presenta le permite dar cobertura en lugares de distintas dimensiones, como se muestra en la Figura 3.7.



Figura 3.7. Punto de Acceso Interior BW 1330 de fabricante Browan.

Cabe destacar que este Punto de Acceso soporta varios métodos de autenticación seguros de inicio de sesión como el navegador Web, la autenticación MAC, tarjetas conocidas como módulo de identidad del abonado (SIM: *Subscriber Identity Module*), el POP3, entre otros. Cumple con las recomendaciones de la Alianza Wi-Fi. También ha sido probado para la interoperabilidad con RADIUS y varios servidores de aplicaciones Web como Funk, *AirPath*, *Wi-Ficom*, *iPass*. Por razones de seguridad, los operadores y proveedores envían todo el tráfico AAA y la gestión a través de una VPN al centro de operaciones de red. Usa un sistema de distribución inalámbrico (WDS: *Wireless Distribution System*). En cuanto a la seguridad brinda la opción de trabajar ya sea con el protocolo WPA o WPA2. Tiene conectores para antenas externas lo que posibilita mayor cobertura. La potencia de radiofrecuencia de salida es ajustable y la sensibilidad del receptor es alta llegando a ser de -91dBm a 1Mbps.

Al contar con un servidor Web este Punto de Acceso permite una interacción flexible con servidores de aplicaciones Web comunes, lo que facilita el aprovisionamiento de servicios diferenciados con la gestión de ancho de banda, servicios basados en localización y personalizado.

Características Principales:

- Compatible con 802.11b+g.
- Velocidades de transmisión de 1 a 54 Mbps.

Capítulo 3. Implementación del acceso a internet mediante Wi-Fi en el hotel Paradisus Rio de Oro.

- Soporta WPA/WPA2 (Wi-Fi Protected Access).
- Conectores R-TNC para antenas externas.
- Potencia de salida de RF ajustable.
- Receptor con alta sensibilidad (hasta -91 dBm a 1Mbps).
- Un puerto WAN y uno LAN de 10/100 Mbps con auto detección.

Acceso de los usuarios al servicio.

Cuando el usuario desea conectarse a la red del hotel deberá intentar acceder a través de un dispositivo inalámbrico (suplicante), que puede ser una laptop, un móvil u otro dispositivo terminal, este se conectará al punto de acceso donde la relación señal/ruido (S/N) sea la mayor. Una vez conectado se solicita una dirección IP mediante el protocolo DHCP al AC, el cual se encarga de asignar dicha dirección de forma dinámica. Una vez que al cliente se le ha asignado una dirección IP tendrá acceso a la página de bienvenida, de la cual se muestra una imagen en la Figura 3.8.

En esta página se le informa al cliente que debe introducir las credenciales (usuario y contraseña) de la tarjeta prepago o la cuenta permanente de navegación internacional del servicio Nauta. Una vez que el AC recibe las credenciales del usuario que intenta acceder al servicio (Internet) se las envía al servidor de autenticación (AAA) encargado de validar su identidad y de acuerdo a eso permitirle o negarle el ingreso a la red. Una vez que el suplicante esté validado, puede entonces acceder a la red y utilizar todos los recursos y servicios que esta tenga disponible (navegación internacional).

Capítulo 3. Implementación del acceso a internet mediante Wi-Fi en el hotel Paradisus Rio de Oro.

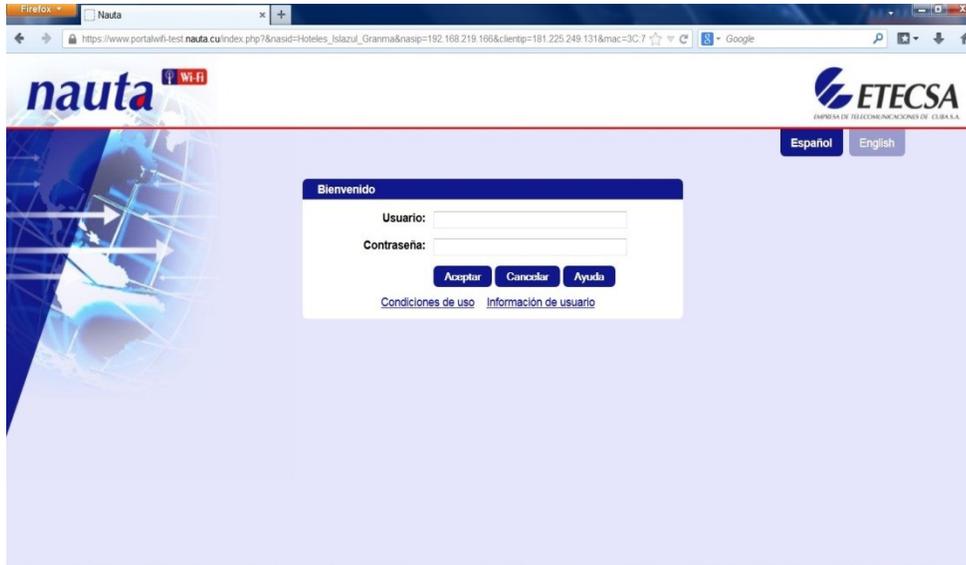


Figura. 3.8. Página de bienvenida para el acceso a internet.

3.1.2 Despliegue del equipamiento en la instalación.

Dentro del hotel se partirá desde el local de comunicaciones, donde se aprovechará el gabinete del hotel para colocar el Access Controller y el switch central (4 puertos ópticos) con tecnología PoE (*Power over Ethernet*), el cual alimentará el AP del lobby de reservaciones, el de la sala polivalente, y el de la Isla. Es necesario que el hotel garantice el respaldo energético para el AC y el *switch PoE*.

El primer AP que se montó fue el que está ubicado en la Isla. Se decidió montar un AP en esta zona del hotel ya que como se mencionó anteriormente constituye un área a la cual concurre una gran cantidad de los visitantes del hotel, además se encuentra enclavada en una posición bastante cercana a otras zonas de importancia de la entidad como son el bar, la piscina, el teatro ver Figura 3.9.

Capítulo 3. Implementación del acceso a internet mediante Wi-Fi en el hotel Paradisus Rio de Oro.



Figura.3.10 Ubicación del AP-La Isla.

El segundo AP instalado fue el del lobby de reservaciones el cual le brindara cobertura al lobby, las tiendas, el bar y el recibidor del hotel, mostrado en la Figura 3.11.



Figura.3.11 Ubicación del AP-Lobby de Reservaciones.

Capítulo 3. Implementación del acceso a internet mediante Wi-Fi en el hotel Paradisus Rio de Oro.

El último AP ubicado fue el de la sala polivalente, la instalación del servicio Wi-Fi en la zona es de suma importancia, ya que en este local se desarrollan las reuniones durante los eventos que tienen como sede al hotel y otras actividades realizadas en el local, ver Figura 3.11.



Figura.3.11 Ubicación del AP-Sala Polivalente.

Un usuario que desea conectarse a la red del Hotel deberá encender su dispositivo inalámbrico (suplicante), este se conectará al punto de acceso donde la relación S/N (señal/ruido) sea la mayor. Un vez conectado se solicita una dirección IP mediante el protocolo DHCP al AC, este a su vez le asigna una dirección IP de forma dinámica.

Distribución del cableado.

Para la distribución del cableado en la instalación, se tuvieron en cuenta las normas del cableado estructurado.

El cableado estructurado es un método de cableado sistemático. Este consiste en crear un sistema de cableado organizado que pueda ser fácilmente comprendido por los instaladores, administradores de red y cualquier otro técnico que trabaje con cables. Para

Capítulo 3. Implementación del acceso a internet mediante Wi-Fi en el hotel Paradisus Rio de Oro.

ello se basa en tres reglas fundamentales: la primera es buscar una solución de conectividad completa, la segunda es planificar el crecimiento futuro de las redes y la tercera es mantener la libertad de opción de proveedores [21].

Específicamente en el hotel se tuvieron en cuenta fundamentalmente las normas ANSI/TIA/EIA-568-A, ANSI/TIA/EIA-568-B y ANSI/TIA/EIA-607-A. Todas estas normas dictan las pautas a tener en cuenta para la instalación del cableado vertical y horizontal, para los requerimientos de instalaciones de sistemas de puesta a tierra y otros elementos importantes necesarios para el montaje de redes eficientes.

Durante la distribución de los enlaces se tuvieron en cuenta varias consideraciones con el cableado como lograr que la distancia de las conexiones entre los AP y el switch PoE fuese inferior a los 90 metros, que los radios de curvatura no fuesen de menos de 90° ni mayores de 270°, alejar los cables de las fuentes de interferencia electromagnética y de radio frecuencia, como pueden ser motores eléctricos o transformadores, cables de corriente alterna y aires acondicionados.

3.1.3 Análisis de la cobertura.

El análisis de la cobertura da una medida de la calidad de la señal en el área que se desea brindar el servicio. Para este análisis se utilizó el software Ekahau HeatMapper y el adaptador de red inalámbrica Qualcomm Atheros AR5B95 Wireless Network Adapter.

El software Ekahau HeatMapper es una herramienta gratuita disponible solo para Microsoft Windows. Para su funcionamiento solo necesita la misma placa de red inalámbrica con la que se conecta a la red Wi-Fi (soporta las normas IEEE802.11 a/b/g/n). Además de localizar los puntos en los que la señal es más fuerte, también detecta cualquier dispositivo que funcione como un punto de acceso. El software muestra la RSSI (Received Signal Strength). RSSI es una escala de referencia (en relación a 1 mW) para medir el nivel de potencia de las señales recibidas por un dispositivo en las redes inalámbricas. La escala tiene al valor 0 (cero) como centro y este representa 0 RSSI, o 0 dBm. Generalmente la escala se expresa dentro de valores negativos; cuanto mayor sea

Capítulo 3. Implementación del acceso a internet mediante Wi-Fi en el hotel Paradisus Rio de Oro.

el valor modular, mayor será la pérdida de señal. Particularmente en el caso de las redes Wi-Fi un nivel de 0 dBm es igual a 1 mW.

Para la interpretación de los diferentes valores aportados por el software se analizaron las siguientes consideraciones ver la Tabla 3.1.

Tabla 3.1 Modo de operación del Ekahau HeatMapper.

Nivel de Potencia radiada (dBm)	Clasificación del enlace	Banda de color asignada	Consideraciones
-40 a -60	Enlace excelente	Verde oscuro	Señal óptima con tasas de transferencia estables
-60 a -70	Enlace bueno	Verde claro	Señal estable con tasas de transferencia menores
-70 a -80	Enlace normal-bajo	Amarillo	Señal medianamente buena aunque puede sufrir problemas por efectos atmosféricos.
Menor que -80	Enlace mínimo	Naranja o rojo	Señal mínima aceptable para el establecimiento de la conexión

Para realizar el análisis se realizó un desplazamiento por la instalación donde estaba operando la red inalámbrica. Este desplazamiento se fue señalando en el mapa y luego el software automáticamente asignó las bandas de colores para representar los niveles de la señal radiada por cada uno de los AP. A continuación se muestra una imagen del análisis realizado sobre el AP que se ubicó en el área de reservaciones en la Figura 3.12.

Capítulo 3. Implementación del acceso a internet mediante Wi-Fi en el hotel Paradisus Rio de Oro.

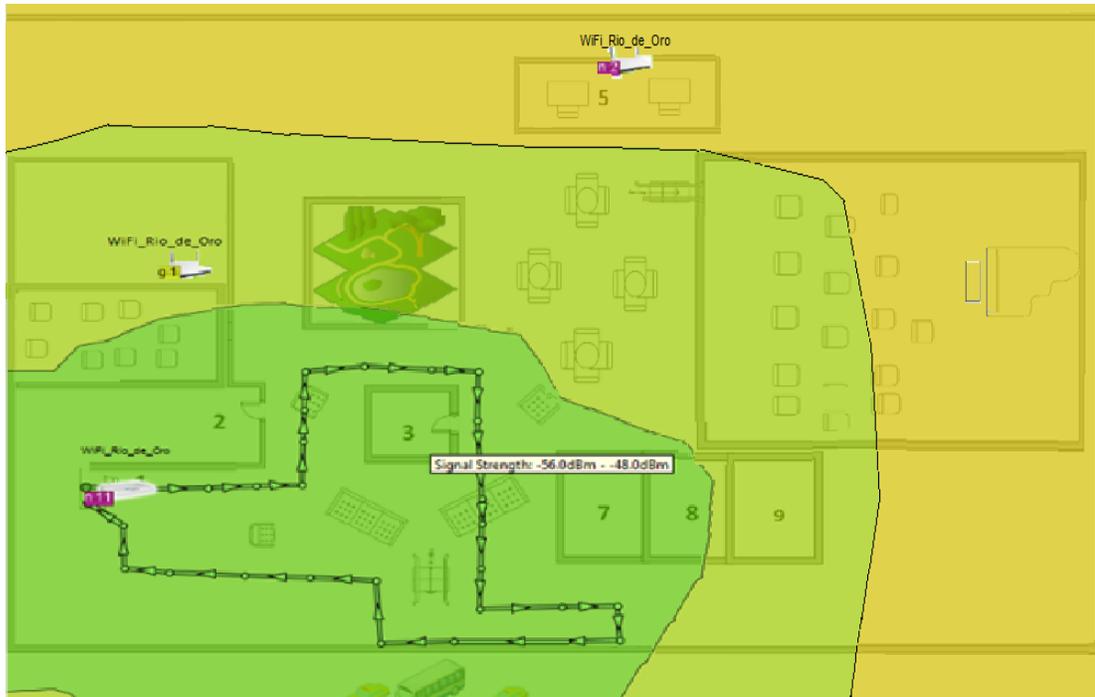


Figura.3.12 Análisis de cobertura realizado sobre el AP-Reservaciones.

Este análisis demuestra las excelentes condiciones de conexión que brinda este AP tanto en el área del lobby, como en el bar y en las tiendas, donde se obtienen tasas de transferencia de datos estables (de -48 dBm a -56 dBm), lo que se corresponde con un enlace óptimo, teniendo en cuenta las consideraciones anteriores y con lo que se cumplen las perspectivas de instalación del equipo en esta área del hotel.

El análisis brinda además información de las características de la señal en otras zonas de la instalación, como es el caso del área de la isla y la piscina. Tal y como se puede observar la señal proveniente del AP-reservaciones en la isla es mucho más débil aproximadamente -80dBm a causa de la distancia y del nivel de potencia que radia, ello provoca que este AP no proporcione una conexión estable en dicha área e incluso que se llegue a perder su señal.

Sin embargo esta situación de inestabilidad en estas áreas a causa de la débil señal proveniente del AP-reservaciones se solucionó con la instalación del AP ubicado en la

Capítulo 3. Implementación del acceso a internet mediante Wi-Fi en el hotel Paradisus Rio de Oro.

isla, el cual también proporcionara una buena conexión al área del teatro el bar y el área de la piscina que está detrás de la isla, del cual se brinda un análisis a continuación en la Figura 3.13.

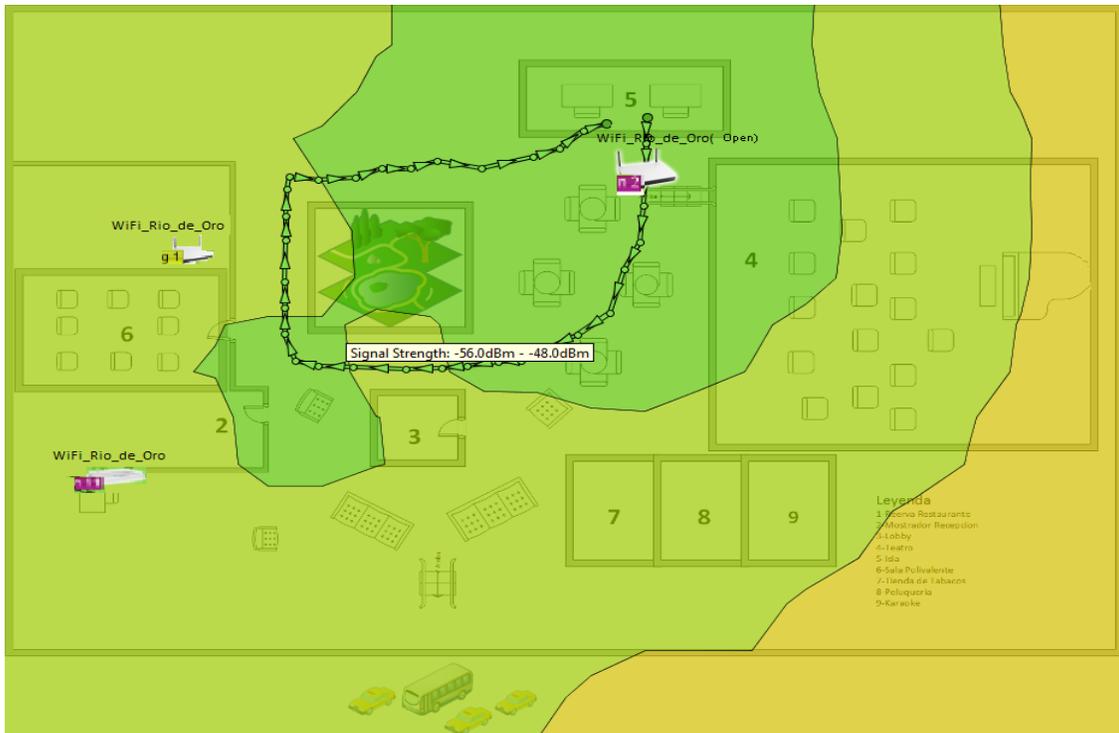


Figura.3.13. Análisis de cobertura realizado sobre el AP-Isla.

Como se observa en la Figura 3.13, las zonas verdes predominan en la mayor parte el área de la isla, obteniéndose en esta zona señales en el orden de los -48 dBm a -56 dBm, lo que se corresponde con un enlace excelente o bueno y con lo que se logra brindar un servicio de conexión eficiente de modo que cualquier usuario conectado puede desplazarse sin perder la conexión.

Otra herramienta empleada en el análisis de cobertura para escanear las áreas en las que se deseaba brindar cobertura fue el software inSSIDer V2.1. El software inSSIDer V2.1 es un software libre que permite realizar un análisis de RF en zonas donde se encuentra implementada una red inalámbrica. El procedimiento consistió en instalar el

Capítulo 3. Implementación del acceso a internet mediante Wi-Fi en el hotel Paradisus Rio de Oro.

software en una computadora portátil y realizar un desplazamiento en el área de estudio con el objetivo de detectar posibles señales de radiofrecuencia interferentes.

El mismo brinda información importante del dispositivo inalámbrico que provee la señal; esta información comprende los niveles de potencia en dBm que radia cada antena (RSSI), el canal de operación, el nombre de la red (SSID), el tipo de seguridad implementado, la dirección MAC, el tipo de red implementada, etc.

Para realizar dicho análisis se tuvo en cuenta configurar los AP en los canales 1, 6 y 11, donde cada canal ocupa un ancho de banda de 20 MHz. Este tipo de configuración permite obtener el máximo rendimiento de radiofrecuencia posible pues la transmisión de la señal se efectúa por canales no solapados, lo que evita el efecto de la interferencia cocanal. De esta forma se decidió que el AP de las reservaciones se configurara en el canal 11, el de la sala de polivalente en el canal 1 y el de la isla en el canal 6.

En la Figura 3.14 se muestra el análisis de RF realizado con el inSSIDer V2.1 en el área del lobby del hotel. Este análisis muestra las características de radio de la instalación, donde no se obtuvieron señales interferentes que pudieran afectar el desempeño de la red.



Figura. 3.9 Análisis de RF empleando el inSSIDer V2.1 realizado en el hotel Rio de Oro.

3.2 Análisis económico.

Para determinar si el proyecto es factible económicamente se tienen que tener en cuenta criterios de evaluación de sumo interés, uno de ellos es el valor neto actualizado o valor actual neto (VAN).

VAN: se trata de medir en dinero corriente el grado de mayor riqueza que tendrá el inversionista en el futuro si emprende el proyecto. Se define como el valor actualizado del flujo de ingresos netos obtenidos durante la vida útil económica del proyecto a partir de la determinación por año de las entradas y salidas de divisas en efectivo, desde que se incurre en el primer gasto de inversión durante el proceso inversionista hasta que concluyen los años de operación o funcionamiento de la inversión.

$$VAN = (FC_0 * a_0) + (FC_1 * a_1) + \dots + (FC_j * a_j) + \dots + (FC_n * a_n)$$

$$\text{o sea } VAN = \sum_{j=0}^n FC_j a_j$$

Donde: FC es la corriente de liquidez neta de un proyecto, o ingreso neto, positivo o negativo que se obtiene en los años 0,1, 2, 3, ... , n; a es el factor de actualización en los años 1,2, 3, ... , n, correspondiente a la tasa de actualización que se utilice.

Se parte del año cero porque se consideran desde los primeros gastos de inversión, es decir el análisis se realiza a partir del período de construcción.

Otro aspecto importante a tener en cuenta para analizar la rentabilidad del proyecto es el período de recuperación (PR).

PR: este indicador mide el número de años que transcurrirán desde la puesta en explotación de la inversión, para recuperar el capital invertido en el proyecto mediante las utilidades netas del mismo, considerando además la depreciación y los gastos financieros. En otros

Capítulo 3. Implementación del acceso a internet mediante Wi-Fi en el hotel Paradisus Rio de Oro.

términos se dice que es el período que media entre el inicio de la explotación hasta que se obtiene el primer saldo positivo o período de tiempo de recuperación de una inversión.

Una forma sencilla de cálculo se realiza a partir de la siguiente fórmula.

$$PR = t_n + \frac{SA_1}{SA_1 + SA_2} - m$$

Dónde: t_n es el número de años con saldo acumulado negativo desde el primer gasto anual de inversión (incluyendo la construcción), SA_1 es el valor absoluto del último saldo acumulado negativo, SA_2 es el valor absoluto del primer saldo acumulado positivo, m es el período de tiempo de la construcción y el montaje.

3.2.1 Costos totales de inversión.

El análisis económico está sustentado fundamentalmente a partir de los precios que establece el proveedor BROWAN para los puntos de acceso y los conmutadores. Los precios para este equipamiento son variables debido a que en el mercado internacional no hay un precio fijo. En la Tabla 3.2 se muestra el equipamiento empleado con sus respectivos precios.

Tabla 3.1. Costo del equipamiento.

	Material	U/M	Ctdad	Precio	Importe
1	PUNTO ACCESO BROWAN BW-1330 2,4 GHZ	U	3	336.06	1008.18
2	GATEWAY CONTROL ACCESO BROWAN G-4200	U	1	394.26	394.26
3	CABLE R&M U/UTP CAT 6LSOH (R35057)	M	200	0.42	84
4	PLUG MODULAR 8 CONTACTOS RJ45	U	20	0.11	2.2
5	CONECTOR MACHO RJ114VIAS P/CABLE D/LINEA	U	4	0.03	0.12
6	SWITCH TRENDNET 8 PUERTOS TPE-80WS	U	1	425.3	425.3
7	SWITCH Q-WAY LS-S2309TP-EI-AC (02351370)	U	1	341.70	341.7
8	TAPE PLASTICO 3/4X18 U 0.58 USD Z218	U	1	0.58	0.58

Capítulo 3. Implementación del acceso a internet mediante Wi-Fi en el hotel Paradisus Rio de Oro.

9	BRIDAS PLASTICAS 4,6X360(320 24)	U	100	0.06	6
10	GRAPA P/CABLE COAXIAL 9MM (1*100)EUREKAS	U	2	3.32	6.64
11	MANGUERA FLEXIBLE P/REDES		75	0,95	75,95
	TOTAL				2344.93

También es importante tener en cuenta otros gastos que se hicieron para implementar la red, tanto como la dieta y hospedaje de los trabajadores de ETECSA encargados del montaje de la red y el combustible gastado en el tiempo de trabajo en el hotel.

Tabla 3.1. Otros Gastos.

	Gastos	Total
1	Combustible	363cuc
2	Dieta y hospedaje	1000cuc
Total de inversión		3707.93

3.2.2 Pronóstico de ventas y comercialización

La Empresa de Telecomunicaciones emplea un modelo de negocio para la instalación de redes inalámbricas. Este modelo se basa en el aporte por parte de ETECSA de una solución integral de conexión a Internet con tecnología inalámbrica y el socio comercializa las tarjetas prepago.

Para ello ETECSA:

- Provee e instala el enlace.
- Garantiza el equipamiento e instala la WLAN brindando además servicio de mantenimiento.
- Suministra las tarjetas para la navegación y gestiona la autenticación.
- No cobra el enlace.
- Otorga al socio una comisión del 20 % de las ventas de tarjetas.
- Cobra una cuota mensual de 10.00 CUC por AP instalado.

Capítulo 3. Implementación del acceso a internet mediante Wi-Fi en el hotel Paradisus Rio de Oro.

- Cobra una cuota mensual de 20.00 CUC por arrendamiento del AC que da servicio al hotel.

Luego de analizar los aspectos anteriormente señalados, se pronostica que con una venta mensual aproximada a 100 tarjetas, ETECSA ingresará anual un aproximado de 4900 CUC.

El proyecto cubre sus costos y es rentable, esto se sustentó luego de calcular el VAN cuyo valor es positivo, exactamente de 9255.61 CUC. Al determinar el periodo de recuperación, es menor que un año, lo que nos da la alta rentabilidad de la inversión, por la rápida recuperación del capital invertido lo que tiene particular importancia en el análisis económico del proyecto.

CONCLUSIONES.

1. Luego del análisis de los diferentes estándares de Wi-Fi se determinó que el 802.11g es el más adecuado para la red a diseñar por su alcance y tasas de transmisión de datos.
2. Luego de analizar las características del local, se definieron los lugares específicos y la cantidad de AP necesarios para brindar el servicio de internet, ubicando uno en el local de reserva de restaurante, otro en la isla y un tercero en la sala polivalente lográndose así dar cobertura al área de interés en la implementación de la red Wi-Fi.
3. Luego del análisis de cobertura mediante el empleo de las herramientas informáticas Ekahau HeatMapper e inSSIDer V2.1, se comprobó que con la cantidad de AP propuesta se le daría cobertura al área de interés.
4. Luego de realizar una valoración económica se demostró que la red inalámbrica instalada es factible en correspondencia con sus prestaciones.

RECOMENDACIONES.

- Utilizar este trabajo como guía de estudio, para la elaboración de futuros proyectos de diseño y montaje de sistemas inalámbricos empleando tecnología Wi-Fi.
- Analizar la posibilidad de aumentar el área de cobertura de la red Wi-Fi, mediante la colocación de más puntos de acceso, para brindar el servicio en otras zonas de la instalación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- [1] A. Tanenbaum, *Redes de Computadoras*, Cuarta ed., 2003.
- [2] M. Oliver, *Redes de Area Local Inalambricas segun el estandar IEEE 802.11*, U. P. d. Cataluña, Ed., Cataluña: Departamento de Matematica Aplicada y Telematica, 2000.
- [3] S. Buettrich, *Topologias e Infraestructura Básica de Redes Inalámbricas*, Tricalcar, 2007.
- [4] Á. Gutiérrez, diciembre 2014. [En línea]. Available: <http://windowsespanol.about.com/od/RedesyDispositivos/tp/Usb-Wi-Fi.htm>.
- [5] A. House, *Multicarrier Techniques for 4G Mobile Communications*, R. Prasad, Ed., 2003.
- [6] A. G. Vaca, *Redes Inalambricas (LAN)*, Apatzingan: Instituto Tecnológico Superior de Apatzingan.
- [7] R. L. Barnés, *Red basada en acceso inalambrico(Wi-Fi y WiMAX)*, Madrid: Universidad Autonoma de Madrid, 2008.
- [8] 2015. [En línea]. Available: redsinfronteras.org.
- [9] S. M. Gast. [En línea]. Available: <http://www.agapea.com/libros/802-11-Wireless-Networks-The-Definitive-Guide-isbn-0596100523-i.htm>.
- [10] 2012 Diciembre. [En línea]. Available: <http://www.wi-fi.org>.
- [11] 2014. [En línea]. Available: [Whatis.com](http://whatis.com).
- [12] A. C. Muñoz, *REDES INALÁMBRICAS Y SEGURIDAD EN REDES*, Sevilla: Universidad de Sevilla, 2010.
- [13] M. O. T. García, *MPLS. El futuro de las redes IP*, U. T. d. Pereira, Ed., Pereira: Facultad de Ingenierías Eléctricas, Electrónica, Física y de Sistemas, 2008.
- [14] I. Cisco, *Virtual Private LAN Service (VPLS)*, 2013.
- [15] C. F. E. Hernández, *Redes Locales Virtuales*, 2004.
- [16] J. A. G. Guiza, *Diseño e implementación de arquitectura, conectividad y seguridad AAA en UDNET*, 2010.
- [17] A. R. Domingo, noviembre 2014. [En línea]. Available: http://exa.unne.edu.ar/.../MONOGRAFIA_DE_SEGURIDAD_EN_REDES_WI-FI.pdf.

- [18] diciembre 2014. [En línea]. Available: informaticamoderna.com.
- [19] abril 2015. [En línea]. Available: http://www.huanetwork.com/huawei-me60-x8-me0p08basa30-price_p1696.html.
- [20] abril 2015. [En línea]. Available: http://www.huawei.com/ucmf/groups/public/documents/attachments/hw_093969.pdf.
- [21] « Aspectos básicos de networking,» *CCNA Exploration 4.0*, vol. Suplemento de cableado estructurado, 2009.
- [22] R. H. Sampieri, C. F. Collado y P. B. Lucio, *Metodología de la Investigación*, Irapuato: McGraw Hill, 2006.
- [23] gnbfxgnx, cbnxn, bvnbv b: cbnxbn, xcbnxbc.
- [24] [En línea]. Available: <http://www.agapea.com/libros/802-11-Wireless-Networks-The-Definitive-Guide-isbn-0596100523-i.htm>.

GLOSARIO DE TÉRMINOS

(Inglés, Español)

A

AAA (*Authentication, Authorization and Accounting* – Autenticación, Autorización y Contabilización): es una familia de protocolos que ofrecen los servicios de Autenticación, Autorización y Contabilización. AAA se combina a veces con auditoría, convirtiéndose entonces en AAAA.

AC (*Access Control* – Controlador de Acceso): es un dispositivo encargado de autenticar a los usuarios conectados a una red. Intercambia mensajes de control con el servidor AAA estableciendo políticas de tráfico y las listas de control de acceso por Mac y/o IP. Implementa funciones de un servidor DHCP y provee funciones de servidor WEB para la representación de los usuarios.

Ad-Hoc: es un modo para crear redes inalámbricas multipunto a multipunto también conocida como red en malla. Cada nodo de una red puede comunicarse con cualquier otro.

AP (*Access Point* – Punto de Acceso): es un dispositivo que interconecta dispositivos de comunicación alámbrica para formar una red inalámbrica.

AES (*Advanced Encryption Standard* – Esquema de Encriptación Avanzada): es un esquema de cifrado por bloques adoptado como un estándar de cifrado por el gobierno de los Estados Unidos. Desde 2006, el AES es uno de los algoritmos más populares usados en criptografía simétrica.

ATM (*Asynchronous Transfer Mode* – Modo de Transferencia Asíncrona): es una tecnología de telecomunicación desarrollada para hacer frente a la gran demanda de capacidad de transmisión para servicios y aplicaciones.

B

Backbone (dorsal de Red): se refiere a las principales conexiones troncales de Internet.

GLOSARIOS DE TERMINOS

Bluetooth: se una especificación industrial para Redes Inalámbricas de Área Personal (WPAN) que posibilita la transmisión de voz y datos entre diferentes dispositivos mediante un enlace por radiofrecuencia en la banda ISM de los 2,4 GHz.

BSSID(*Basic Service Set Identifier* – Servicio Básico de Identificación de Paquetes): es un nombre de identificación único de todos los paquetes de una red inalámbrica (Wi-Fi) para identificarlos como parte de esa red.

C

CPU (*Central Processing Unit* – Unidad Central de Procesamiento): es el componente principal del ordenador y otros dispositivos programables.

CPE (*Customer Premises Equipment* – Equipo Local del Cliente): es un equipo de telecomunicaciones usado tanto en interiores como en exteriores para originar, encaminar o terminar una comunicación.

CSMA/CA (*Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance* – Acceso Múltiple con Escucha de Portadora y Evasión de Colisiones): es un protocolo de control de acceso a redes que permite que múltiples estaciones utilicen un mismo medio de transmisión.

CSMA/CD (*Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection* – Acceso Múltiple con Escucha de Portadora y Detección de Colisiones): es un protocolo de acceso al medio compartido, donde los dispositivos de red escuchan el medio antes de transmitir.

D

dBi: es una unidad para medir la ganancia de una antena en referencia a una antena isótropa teórica.

DECT (*Digital Enhanced Cordless Telecommunications* – Telecomunicaciones Inalámbricas Mejoradas Digitalmente): es un estándar ETSI para teléfonos inalámbricos digitales, comúnmente utilizado para propósitos domésticos o corporativos. También puede ser utilizado para transferencias inalámbricas de datos.

DHCP (*Dynamic Host Configuration Protocol* – Protocolo de Configuración Dinámica de Host): es un protocolo de red que permite a los clientes de una red IP obtener sus parámetros de configuración automáticamente.

GLOSARIOS DE TERMINOS

DSL: (*Digital Subscriber Line* – Línea de Suscripción Digital): es una tecnología que proporciona el acceso a Internet mediante la transmisión de datos digitales a través de los cables de una red telefónica local.

DSLAM: es un multiplexor localizado en la central telefónica que proporciona a los abonados acceso a los servicios DSL sobre cable de par trenzado de cobre. El dispositivo separa la voz y los datos de las líneas de abonado.

E

EDGE (*Enhanced Data Rates for GSM Evolution* – Tasas de Datos Mejoradas para la Evolución de GSM): es una tecnología de la telefonía móvil celular, que actúa como puente entre las redes 2G y 3G.

ETSI (*European Telecommunications Standards Institute* – Instituto Europeo de Normas de Telecomunicaciones): es una organización europea que certifica normas de telecomunicaciones.

EAP (*Extensible Authentication Protocol* – Protocolo de Autenticación Extensible): es una autenticación *framework* usada habitualmente en redes WLAN punto a punto.

ETECSA: Empresa de Telecomunicaciones de Cuba.

G

GPRS (*General Packet Radio Service* – Servicio General de Paquetes Vía Radio): es una extensión del Sistema Global para Comunicaciones Móviles GSM para la transmisión de datos mediante conmutación de paquetes.

GSM: (*Global System for Mobile Communications* – Sistema Global para las Comunicaciones Móviles): es un sistema estándar, de telefonía móvil digital.

H

HIPERLAN : es un estándar global para anchos de banda inalámbricos LAN que operan con un rango de datos de 54 Mbps en la frecuencia de 5 GHz.

Hotspot (Puntos Calientes): es un lugar que ofrece acceso a Internet a través de una red inalámbrica y un enrutador conectado a un proveedor de servicios de Internet.

I

GLOSARIOS DE TERMINOS

ISM (*Industrial, Scientific and Medical* – Industrial, Científica y Médica): se refiere a las bandas reservadas internacionalmente para uso no comercial de radiofrecuencia electromagnética en áreas industrial, científica y médica.

IEEE (*Institute of Electrical and Electronics Engineers* – Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos): es una asociación técnico-profesional mundial dedicada a la estandarización.

IETF (*Internet Engineering Task Force* – Grupo de Trabajo de Ingeniería de Internet): es una organización internacional abierta de normalización, que tiene como objetivo el contribuir a la ingeniería de Internet, actuando en diversas áreas, como transporte, encaminamiento, seguridad.

IP (*Internet Protocol* – Protocolo de Internet): es un protocolo de comunicación de datos digitales clasificado funcionalmente en la capa de red según el modelo internacional OSI.

L

LAN (*Network Area Local* – Red de Área Local): la topología de red define la estructura de una red. Una parte de la definición topológica es la topología física, que es la disposición real de los cables o medios. La otra parte es la topología lógica, que define la forma en que los *hosts* acceden a los medios para enviar datos.

M

MAC (*Media Access Control* – Control de Acceso al Medio): es el conjunto de mecanismos y protocolos a través de los cuales varios dispositivos de una red se ponen de acuerdo para compartir un medio de transmisión común.

MIMO (*Multiple-Input Multiple-Output* – Múltiple Entrada Múltiple Salida): Se refiere específicamente a la forma como son manejadas las ondas de transmisión y recepción en antenas para dispositivos inalámbricos. MIMO aumenta la eficiencia espectral de un sistema de comunicación inalámbrica por medio de la utilización del dominio espacial.

NAT (*Network Address Translation* – Traducción de Dirección de Red): es un mecanismo utilizado por enrutadores IP para intercambiar paquetes entre dos redes que asignan mutuamente direcciones incompatibles.

NIST (*National Institute of Standards and Technology* - Instituto Nacional de Normas y Tecnología): es una agencia de la Administración de Tecnología del Departamento de Comercio de los Estados Unidos.

GLOSARIOS DE TERMINOS

NTP (*Network Time Protocol* – Protocolo de Sincronización de Red): es un protocolo de Internet para sincronizar los relojes de los sistemas informáticos a través del enrutamiento de paquetes en redes con latencia variable.

O

OFDM (*Orthogonal Frequency Division Multiplexing* - Multiplexación por División de Frecuencias Ortogonales): es una multiplexación que consiste en enviar un conjunto de ondas portadoras de diferentes frecuencias, donde cada una transporta información, la cual es modulada en QAM o en PSK.

OSI (*Open System Interconnection* - Modelo de Interconexión de Sistemas Abiertos): es el modelo de red descriptivo, que fue creado por la Organización Internacional para la Estandarización (ISO) en el año 1980.

P

PDA (*Personal Digital Assistant* - Asistente Digital Personal): es una computadora de mano originalmente diseñada como agenda electrónica (calendario, lista de contactos, bloc de notas y recordatorios) con un sistema de reconocimiento de escritura.

PC (*Personal Computer* - Computadora Personal): es una microcomputadora diseñada en principio para ser usada por una sola persona a la vez.

PCI (*Peripheral Component Interconnect* - Interconexión de Componentes Periféricos): es un bus de ordenador estándar para conectar dispositivos periféricos directamente a su placa base.

PCMCIA (*Personal Computer Memory Card International Association* – Asociación Internacional de Tarjetas para Computadora Personal): son tarjetas de memoria para ordenadores personales que permiten añadir al ordenador nuevas funciones. Existen muchos tipos de dispositivos disponibles en formato de tarjeta PCMCIA: módems, tarjetas de sonido, tarjetas de red Internacional para Tarjetas de Memoria de Computadoras Personal.

PPP (*Point-to-point Protocol* - Protocolo Punto a Punto): es un protocolo de nivel de enlace estandarizado en el documento RFC 1661. Comúnmente usado para establecer una conexión directa entre dos nodos de red.

GLOSARIOS DE TERMINOS

PoE (*Power over Ethernet* - Alimentación a través de Ethernet): es una tecnología que incorpora alimentación eléctrica a una infraestructura LAN estándar mediante el cableado ethernet. Permite que la alimentación eléctrica se suministre a los AP.

Q

QoS (*Quality of Service* - Calidad de Servicio): es el rendimiento promedio de una red de telefonía o de computadoras, particularmente el rendimiento visto por los usuarios de la red.

R

RADIUS (*Remote Authentication Dial-In User Service* – Servicio Remoto de Autenticación de Usuarios): es un protocolo de autenticación y autorización para aplicaciones de acceso a la red o movilidad IP.

RF (Radiofrecuencia): es el término radiofrecuencia, también denominado espectro de radiofrecuencia.

S

SSH (*Secure Shell* – Intérprete de Órdenes Segura): es el nombre de un protocolo y del programa que lo implementa, y sirve para acceder a máquinas remotas a través de una red.

SNMP (*Simple Network Management Protocol* - Protocolo Simple de Administración de Red): es un protocolo de la capa de aplicación que facilita el intercambio de información de administración entre dispositivos de red.

STP (*Spanning Tree Protocol*): es un protocolo de red de nivel 2 del modelo OSI (capa de enlace de datos). Su función es la de gestionar la presencia de bucles en topologías de red debido a la existencia de enlaces redundantes.

SSID (*Service Set Identifier* – Servicio de Identificación de Paquetes): es un nombre incluido en todos los paquetes de una red inalámbrica Wi-Fi para identificarlos como parte de esa red.

SNIFFER: analizador de paquetes para capturar las tramas de una red de computadoras.

T

GLOSARIOS DE TERMINOS

TCP (*Transmission Control Protocol* – Protocolo de Control de Transmisión): es uno de los protocolos fundamentales en Internet. Es un protocolo de comunicación orientado a conexión fiable del nivel de transporte.

TKIP (*Temporal Key Integrity Protocol* – Protocolo Temporal de Seguridad Integrada): es también llamado *hashing* de clave WEP, WPA, incluye mecanismos del estándar emergente 802.11i para mejorar el cifrado de datos inalámbricos.

U

UDP (*User Datagram Protocol* – Protocolo de Datagrama de Usuario): es un protocolo del nivel de transporte basado en el intercambio de datagramas (Encapsulado en la capa 4 del Modelo OSI). Permite el envío de datagramas a través de la red sin que se haya establecido previamente una conexión.

UMTS (*Universal Mobile Telecommunications System* – Sistema universal de Telecomunicaciones Móviles): es una de las tecnologías usadas por los móviles de tercera generación, sucesora de GSM.

USB (*Universal Serial Bus–Bus–Universal en Serie*): es un estándar industrial desarrollado a mediados de los años 1990 que define los cables, conectores y protocolos usados en un bus para conectar, comunicar y proveer de alimentación eléctrica entre ordenadores y periféricos y dispositivos electrónicos.

UTP (*Unshielded Twisted Pair* – Par Trenzado no Blindado): son cables de pares trenzados sin blindar que se utilizan para diferentes tecnologías de redes locales. Son de bajo costo y de fácil uso, pero producen más errores que otros tipos de cable y tienen limitaciones para trabajar a grandes distancias sin regeneración de la señal.

V

VLAN (*Virtual LAN–Red de Área Local Virtual*): es un método para crear redes lógicas independientes dentro de una misma red física.

VPLS (*Virtual Private LAN Service–Servicio de LAN Privada Virtual*): es una forma de proporcionar Ethernet multipunto a multipunto basado en la comunicación sobre redes IP / MPLS.

VPN (*Virtual Private Network–Red Privada Virtual*): es una tecnología de red que permite una extensión segura de la red local sobre una red pública o no controlada como Internet.

GLOSARIOS DE TERMINOS

Permite que la computadora en la red envíe y reciba datos sobre redes compartidas o públicas como si fuera una red privada con toda la funcionalidad, seguridad y políticas de gestión de una red privada.

W

WDS (*Wireless Distribution System* – Sistema de Distribución Inalámbrico): es un sistema que permite la interconexión inalámbrica de puntos de acceso en una red IEEE 802.11.

WEB o WWW (*World Wide Web* – Red Informática Mundial): comúnmente conocida como la web, es un sistema de distribución de documentos de hipertexto o hipermedios interconectados y accesibles vía Internet.

WECA (*Wireless Ethernet Compatibility Alliance* – Alianza para la Compatibilidad de Redes Inalámbricas): es una empresa creada en 1999 por Nokia y Symbols Technologies (entre otras empresas), con el fin de fomentar la compatibilidad entre tecnologías Ethernet inalámbricas bajo la norma 802.11 del IEEE.

WEP (*Wired Equivalent Privacy* – Privacidad Equivalente a Cableado): es el sistema de cifrado incluido en el estándar IEEE 802.11 como protocolo para redes Wireless que permite cifrar la información que se transmite.

Wi-Fi: es un mecanismo de conexión de dispositivos electrónicos de forma inalámbrica.

WiMAX (*Worldwide Interoperability for Microwave Access* – Interoperabilidad Mundial para Acceso por Microondas): es una norma de transmisión de datos que utiliza las ondas de radio en las frecuencias de 2,3 a 3,5 GHz y puede tener una cobertura de hasta 60 km.

WPA (*Wi-Fi Protected Access* - Acceso Wi-Fi Protegido): es un sistema para proteger las redes inalámbricas (Wi-Fi); creado para corregir las deficiencias del sistema previo WEP (*Wired Equivalent Privacy*).

WPA2: es una versión de WPA considerada la versión certificada del estándar de la IEEE.

WLAN (*Wireless Local Area Network* – Red de Área Local Inalámbrica): es un sistema de comunicaciones inalámbricas flexibles, muy utilizadas como alternativa a las redes de área local cableadas o como extensión de éstas.

WMAN (*Wireless Metropolitan Area Network* – Red Inalámbrica de Área Metropolitana): es una red inalámbrica que da cobertura en un área geográfica extensa.

GLOSARIOS DE TERMINOS

WPAN (*Wireless Personal Area Network* – Red Inalámbrica de Área Personal): es una red inalámbrica para la comunicación entre distintos dispositivos (computadoras, puntos de acceso a internet, teléfonos celulares, PDA, dispositivos de audio, impresoras) cercanos al punto de acceso.

WWAN (*Wireless Wide Area Network* – Red Inalámbrica de Área Amplia): es un término que se utiliza en informática para designar la conexión de nodos sin necesidad de una conexión física (cables), ésta se da por medio de ondas electromagnéticas.

ANEXOS

Anexo 1. Canales de la banda de 2.4 GHz.

Tabla A1.1. Relación entre canales y frecuencia en la banda de 2.4 GHz.

Canal	Frecuencia
1	2.412GHz
2	2.417GHz
3	2.422GHz
4	2.427GHz
5	2.432GHz
6	2.437GHz
7	2.442GHz
8	2.447GHz
9	2.452GHz
10	2.457GHz
11	2.462GHz
12	2.467GHz
13	2.472GHz
14	2.484GHz

Anexo 2. Configuración del AC G-4200.

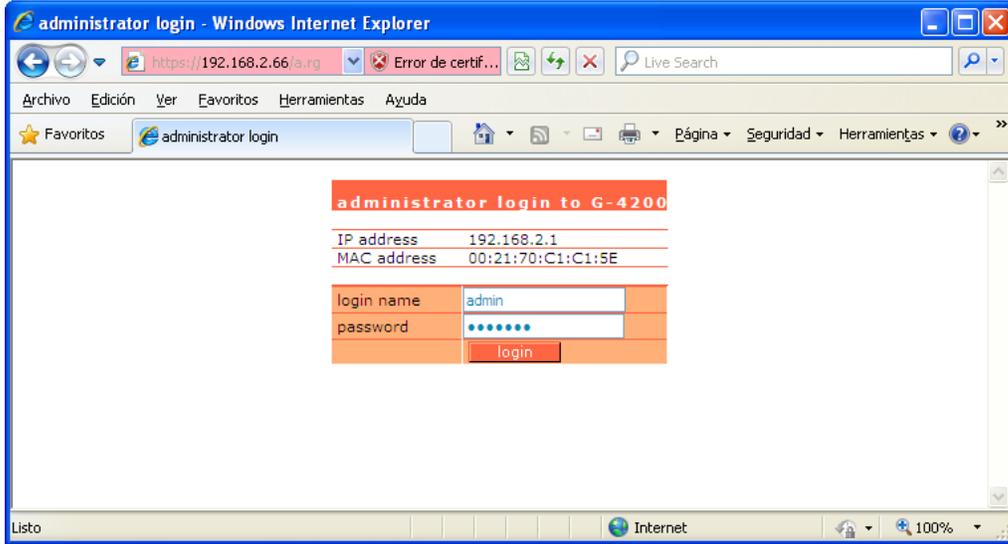


Figura A2.1. Login de Entrada para la configuración del AC G-4200.

network interface user interface system connection built-in AAA	
configuration access status reset update	
device statistics	
description	value
device name:	Gemtek Systems, SMB PAC, model: G-4200
firmware version:	G4200.GSI.2.22.0131
device status:	running
currently connected administrators:	admin @ 192.168.2.1 Idling: 00:00:00
uptime:	00:06:13
software runtime:	00:05:55
total memory:	63280 kB
free memory:	34548 kB
average load:	1min: 0.99
	5min: 0.71
	15min: 0.32
connected clients number:	0
connected clients input bytes:	0 bytes
connected clients output bytes:	0 bytes
WAN (ixp1)	
description	value
IP address:	192.168.2.66
netmask:	255.255.255.0
gateway:	192.168.2.1
MAC:	00:90:4B:BD:FE:98
DNS servers:	202.96.209.5
RX/TX:	31207/41371
LAN (ixp0)	
description	value
IP address:	192.168.3.1
netmask:	255.255.255.0
MAC:	00:90:4B:BD:FE:97
RX/TX:	0/0
services	
description	value
VLAN:	disabled
management subnet:	disabled
route:	disabled
port forwarding	disabled
DHCP servers:	enabled
RADIUS proxy:	disabled
remote authentication:	disabled

Figura A2.2. Interfaz Principal de Configuración con los datos por defecto.

Anexo 3. Fotos del hotel Paradisus Rio de Oro.



Figura A3.1. Ubicación Geográfica del Hotel.



Figura A3.2. Foto satelital del Hotel.



Figura A3.3. Entrada Hotel Rio de Oro.