

**DISEÑO DE UNA RED HACIENDO USO DE TECNOLOGÍA INALÁMBRICA
PARA EL EDIFICIO CAMILO TORRES DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE
SANTANDER**

**RAÚL JOSÉ MARTELO GÓMEZ
EDGAR JOSÉ ORTEGA LASTRE**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
ESPECIALIZACIÓN EN TELECOMUNICACIONES
BUCARAMANGA
2006**

**DISEÑO DE UNA RED HACIENDO USO DE TECNOLOGÍA INALÁMBRICA
PARA EL EDIFICIO CAMILO TORRES DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE
SANTANDER**

**RAÚL JOSÉ MARTELO GÓMEZ
EDGAR JOSÉ ORTEGA LASTRE**

**Proyecto de grado presentado como requisito parcial para optar al título de
Especialista en Telecomunicaciones**

**Director
Magíster Samuel Pinzón B.**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
ESPECIALIZACIÓN EN TELECOMUNICACIONES
BUCARAMANGA
2006**

Dedico primeramente a Dios, ya que sin Él nada puedo hacer. Dios es quien concede el privilegio de la vida y por ende todo lo que se hace en ella.

A Mi viejo Victor, quien intrínsecamente me ha inculcado, sobre todo lo que puedo hacer o he soñado que podría hacer, debo comenzar; porque la osadía lleva en sí, el poder y magia para culminarlo.

A mi Madre Piedad, por enseñarme que muchas veces se trabaja toda la vida para avanzar un metro, pero que lo importante es realmente avanzar, porque así es que se hacen las grandes montañas, cuando avanzan siglos a siglos y crecen metro a metro.

A mis hermanos, quienes con sus alegrías y tristezas me enseñan moralejas no solo para el día a día, sino para el mañana; ellos saben que son motivo para desvivirme.

A Janeth, espero que tengas claro que siento por ti, lo que los ángeles llaman dicha celeste, los demonios tormento infernal, y los hombres amor.

A La universidad Industrial de Santander, la cual me enseñó mucho más que el saber hacer. Donde lo primero es saber ser y saber conocer.

A Cartagena, Mi terruño que aunque ausente, siempre la llevo por dentro y mostrando siempre el orgullo, felicidad y transparencia en el momento de expresar las cosas como lo exige el ser costeño.

A Bucaramanga, por brindarme la oportunidad de conocer de cerca la idiosincrasia de sus santandereanos y todo lo que su cultura encierra, no todo es malo.

A mis enemigos, los cuales me hacen crecer de manera acelerada.

A todos mis compañeros, brothers, compañeros de parranda, etc, etc, etc..aquí se encuentran todos los que por X o Y no pude colocar arriba.

Raúl José

Con amor a mi maravillosa esposa Flor María, con mucha felicidad y con el mayor cariño a nuestro hijo Jorge Esteban, fuente de nuestra mayor alegría, con respeto y admiración a mi familia que proporciona la fuerza y perseverancia para hacer que la vida valga realmente la pena, gracias Dios.

Edgar José

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	1
1. GENERALIDADES SOBRE REDES INALÁMBRICAS WLAN	2
1. GENERALIDADES SOBRE REDES INALÁMBRICAS WLAN	2
1.1 CONCEPTO ¿QUÉ ES UNA RED INALÁMBRICA?	2
1.1.1 Acceso a la red en áreas comunes	2
1.1.2 Limitaciones físicas	3
1.1.3 Arquitectura de la red	3
1.1.4 Conexión entre edificios	3
1.1.5 Seguridad	3
1.2 ESTADO DEL ARTE	4
1.3 ESTÁNDARES DE LAS REDES INALÁMBRICAS	4
1.4 REGLAMENTACIÓN	6
1.4.1 Aplicación y desarrollo	8
1.4.2 Interferencias.	8
2. DISEÑO DE LA RED INALÁMBRICA	10
2.1 CARACTERIZACIÓN DEL LUGAR	10
2.2 METODOLOGÍA	11
2.3 REQUERIMIENTOS DE LA RED	21
2.4 CONFIGURACIÓN DE DISPOSITIVOS	22
2.4.1 Instalación del punto de acceso (Configuración).	22
2.4.2 Configuración por defecto del punto de acceso	24
2.4.3 Administración y Configuración Web	24
2.4.4 Modos de operación	28
2.5 INSTALACIÓN CLIENTE ADAPTADOR	29
2.5.1 Usando la utilidad para configurar su red.	29
2.6 TRÁFICO (PROYECCIÓN)	33
2.7 PLANIFICACIÓN DE CAPACIDAD (COBERTURA)	34
2.8 CÁLCULO DEL ENLACE ENTRE EDIFICIO BIBLIOTECA CENTRAL Y EDIFICIO CAMILO TORRES	35
3. PRESUPUESTO	36
3.1 COSTO DE REQUERIMIENTOS	36
CONCLUSIONES	38
BIBLIOGRAFÍA	39

LISTA DE FIGURAS

	Pág
Figura 1. Red de área local inalámbrica WLAN 802.11	2
Figura 2. Plano Edificio	11
Figura 3. Interconexión de Biblioteca Central y Edificio Camilo Torres	12
Figura 4. Interconexión de pisos de Edificio Camilo Torres	13
Figura 5. Cobertura de APs repetidores	14
Figura 6. Cobertura de Puntos de Acceso por Piso	15
Figura 7. Configuración de puntos de acceso	16
Figura 8. Configuración de puntos de acceso por piso	17
Figura 9. Mediciones de Cobertura de Puntos de Acceso por piso.	18
Figura 10. Distribución de Puntos de Acceso del Cuarto Piso.	19
Figura 11. Distribución de Puntos de Acceso de los pisos uno, dos y tres.	20
Figura 12. Esquema completo de red inalámbrica en el Edificio Camilo Torres.	21
Figura 13. Inicio y Autenticación.	25
Figura 14. Configuración básica APs.	26
Figura 15. Modos de Operación	28
Figura 16. Icono de Cliente - Barra de Estado	29
Figura 17. Icono utilidad de configuración	30
Figura 18. Ventana utilidad cliente	30
Figura 19. Ventana configuración avanzada	32
Figura 20. Ventana de Estado de conexión	33

LISTA DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1. Comparación de los estándares 802.11	6
Cuadro 2. Equipos Requeridos	22
Cuadro 3. Panel Frontal de APs	23
Cuadro 4. Panel Posterior de APs.	23
Cuadro 5. Configuración por defecto de APs.	24
Cuadro 6. Costo de equipos requeridos y mano de obra	36

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo A. Guía de Usuario de Puntos de Acceso	40
Anexo B. Tarjeta Inalámbrica	41
Anexo C. Tarjeta Inalámbrica USB	42

SUMMARY

1. TITLE: DESIGN NETWORK MAKING USE OF WIRELESS TECHNOLOGY FOR CAMILO TORRES BUILDING'S OF UIS *

2. AUTHOR: RAÚL JOSÉ MARTELO GÓMEZ
EDGAR JOSÉ ORTEGA LASTRE * *

3. KEY WORDS:

Design, Point access.

4. DESCRIPTION

A wireless network of data is a group of computers, or of any other computer device, communicated to each other by means of solutions that they don't require the use of interconnection cables. The use of a wireless network is practically identical to that of a wired network. The computers that make part of it, can communicate to each other and to share of all kinds of resources. Files, directory, printers can be shared, diskettes resourdes, or even the access to other networks, like it can be Internet. For the user in general difference doesn't exist among being connected between a wired net and a wireless network. For all the above-mentioned, the wireless solutions occupying a more outstanding place inside the horizon of the possibilities that has two computer teams to intercommunicate are little by little.

The readiness of the wireless technology and of the wireless net (WLAN) it can enlarge the freedom of the student body of the Industrial University of Santander, which will be the users in network; however, together the freedom, the wireless networks also bear a new group of challenges and at the same time they become an important technological and economic alternative to implant in the Building Camilo Torres of the Industrial University of Santander justified in a bigger covering, because every time they become mobile users, that which is possible when using portable computers and wireless networks cards. This allows the user to travel to different locations, rooms of meetings, corridors, lobbies, coffee shops, classrooms. And still to have access to the data in networks. Without a wireless access, the user would have to take wires and to find a network point to be connected.

* Project of Degree

**Facultad the Engineering Physic - Mechanical. School of Electrical, Ele4ctronic and Telecommunications. Project of Degree Master of Telecommunications, PINZON, Samuel. MsC.

RESUMEN

1. TÍTULO: DISEÑO DE UNA RED HACIENDO USO DE TECNOLOGÍA INALÁMBRICA PARA EL EDIFICIO CAMILO TORRES DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER*

2. AUTOR: RAÚL JOSÉ MARTELO GÓMEZ
EDGAR JOSÉ ORTEGA LASTRE**

3. PALABRAS CLAVES:

Red área local Inalámbrica, Puntos de acceso.

4. DESCRIPCIÓN

Una red inalámbrica de datos es un conjunto de ordenadores, o de cualquier otro dispositivo informático, comunicados entre sí mediante soluciones que no requieran el uso de cables de interconexión. La utilización de una red inalámbrica es prácticamente idéntica a la de una red cableada. Los ordenadores que hacen parte de ella, pueden comunicarse entre sí y compartir de toda clase de recursos. Se pueden compartir archivos, directorios, impresoras, disqueteras, o incluso el acceso a otras redes, como puede ser Internet. Para el usuario en general no existe diferencia entre estar conectado entre una red cableada y una red inalámbrica. Por todo lo anterior, las soluciones inalámbricas están poco a poco ocupando un lugar más destacado dentro del panorama de las posibilidades que tiene dos equipos informáticos para intercomunicarse.

La disponibilidad de la tecnología inalámbrica y de la red inalámbrica (WLAN) puede ampliar la libertad del estudiantado de la Universidad Industrial de Santander, los cuales serán los usuarios en red; sin embargo, junto la libertad, las redes inalámbricas conllevan también un nuevo conjunto de retos y a la vez se convierten en una alternativa tecnológica y económica importante para implantar en el Edificio Camilo Torres de la Universidad Industrial de Santander justificada en una mayor cobertura, debido a que cada vez se convierten en usuarios móviles, lo cual se logra al utilizar computadoras portátiles y tarjetas de red inalámbricas. Esto permite al usuario viajar a distintas ubicaciones, salas de reuniones, pasillos, vestíbulos, cafeterías, salas de clases, etc. y aún tener acceso a los datos en red. Sin un acceso inalámbrico, el usuario tendría que llevar cables y encontrar un punto de red para conectarse.

* Proyecto de Grado

** Facultad Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones. Especialización en Telecomunicaciones, PINZON, Samuel. MsC.

INTRODUCCIÓN

A medida que las organizaciones aumentan en tamaño, surge la necesidad de compartir sus recursos para obtener un adecuado manejo de la información, de modo que se disponga de elementos de juicio para tomar decisiones en el momento apropiado. Con la finalidad que los estudiantes compartan los recursos de la universidad, según los requerimientos se presenta la siguiente propuesta de diseño de una red, usando tecnología inalámbrica.

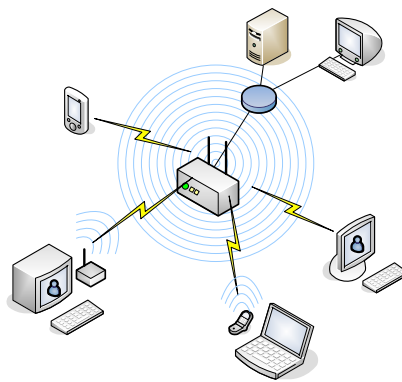
La disponibilidad de la tecnología inalámbrica y de la red inalámbrica (WLAN) puede ampliar la libertad del estudiantado, los cuales serán los usuarios en red; debido a que ayudan a resolver distintos problemas asociados con redes de cableado físico tales como: situaciones en donde es costoso, o está prohibido instalación de cables, facilidad para futuros cambios tanto de lugar físico, como de arquitectura, la extensión de la cobertura de la red, y en algunos casos, hasta reducir los costos de implementación de la misma. Sin embargo, junto con dicha libertad, las redes inalámbricas conllevan también un nuevo conjunto de retos y a la vez se convierten en una alternativa tecnológica y económica importante para implantar en el Edificio Camilo Torres de la Universidad Industrial de Santander como a continuación se muestra.

1. GENERALIDADES SOBRE REDES INALÁMBRICAS WLAN

1.1 CONCEPTO ¿QUÉ ES UNA RED INALÁMBRICA?

Una red inalámbrica es un sistema de comunicación de datos que transmite y recibe datos a través del aire como medio físico utilizando tecnología de radio y se utilizan como extensiones de las infraestructuras ya existentes o en entornos más pequeños como alternativas a las redes de cable.

Figura 1. Red de área local inalámbrica WLAN 802.11



Fuente: Autores del proyecto.

Es bueno considerar la respuesta que tienen las redes inalámbricas frente a ciertos criterios que se deben tener en cuenta en el momento de decidir por optar esta tecnología, entre estos tenemos: acceso a la red en áreas comunes, limitaciones físicas, arquitectura de la red, conexión entre edificios, seguridad.

1.1.1 Acceso a la red en áreas comunes. Las redes inalámbricas pueden ofrecer acceso a la red en salas de reuniones o áreas comunes en caso de no tener acceso a la red en estos puntos o bien ofrecer una red superpuesta a la ya existente que favorezca la movilidad y acceso a la información en cualquier punto de la empresa.

1.1.2 Limitaciones físicas. Es posible que las limitaciones propias del edificio o limitaciones presupuestarias puedan impedir el cableado de una red LAN en edificios antiguos, edificios alquilados o instalaciones temporales siendo una red inalámbrica la alternativa idónea para salvar estas limitaciones. Las redes inalámbricas permiten disponer de la infraestructura necesaria de acceso a la red de una forma ágil y económica.

1.1.3 Arquitectura de la red. En una red de área local tradicional tanto los portátiles como los equipos de sobremesa se conectan a un concentrador mediante un cable, obteniendo así acceso a las aplicaciones del servidor, información compartida, acceso a Internet a través de un enrutador. El entorno de una WLAN es muy similar, se inserta un dispositivo llamado punto de acceso que actúa como punto central y como punto de conexión entre la red inalámbrica y la red con cables y a la vez gestiona el tráfico de los clientes inalámbricos en su zona de cobertura. La zona de cobertura de un punto de acceso es limitada, alrededor de unos 100 metros en forma radial según el tipo de dispositivo utilizado y la velocidad de transmisión de los datos. Para ampliar la conectividad inalámbrica se pueden disponer de más de un punto de acceso para crear zonas de cobertura adyacentes y permitir la movilidad de los usuarios a través de una extensa zona de cobertura.

1.1.4 Conexión entre edificios. A través de la tecnología radio las redes situadas en edificios separados varios kilómetros entre sí pueden integrarse en una sola red de área local a través de bridges o puentes inalámbricos, que permiten una integración rápida, fácil y rentable de emplazamiento y usuarios remotos. Se pueden establecer conexiones entre dos edificios mediante bridges punto a punto o varios edificios mediante bridges punto-multipunto sin costos de mantenimiento adicionales y con un costo sumamente inferior a los enlaces por fibra o cable coaxial.

1.1.5 Seguridad. La principal preocupación de las empresas es que las redes inalámbricas no ofrecen las condiciones de seguridad que se tienen en una red

tradicional por cable. Cabe decir que cualquier red, sea por cables o inalámbrica tienen riesgos de seguridad e independientemente del medio físico utilizado es indispensable definir una política de seguridad. Actualmente en las redes inalámbricas han alcanzado mediante el desarrollo de protocolos de seguridad y mejora de los estándares de transmisión inalámbricos índices de fiabilidad equiparables a una red cableada.

1.2 ESTADO DEL ARTE

Las primeras experiencias con redes inalámbricas datan de 1979 cuando científicos de IBM en Suiza, extendieron la primera red de importancia con tecnología infrarroja. No es hasta 1985 cuando se comienzan los desarrollos comerciales de redes con esta filosofía, momento en el que la FCC¹, asigna un conjunto de estrechas bandas de frecuencia para libre uso en las bandas de los 2,4 y los 5 Gigahercios. Inmediatamente, la IEEE², designa una comisión de trabajo para desarrollar una tecnología de red en dichas bandas: la 802.11. A partir de ese momento se liberan una serie de estándares, el más reciente de los cuales es el IEEE 802.11g.

Las ventajas de las redes en estos rangos de frecuencias son claras: no requieren licencias, permisos ni necesidad de comunicación para su despliegue y pueden ser implantadas en cualquier ubicación. Como contrapartida surgen una serie de importantes inconvenientes: interferencias impredecibles con redes próximas por selección de frecuencias iguales o parcialmente solapadas, espectro empleado por otras aplicaciones (redes Bluetooth, usos domésticos como teléfonos inalámbricos, emisores de vídeo, mandos de control remoto, entre otros), potencia de emisión muy limitada que restringe mucho la cobertura y una banda de uso muy estrecha que permite delimitar muy pocos canales no interferentes.

1.3 ESTÁNDARES DE LAS REDES INALÁMBRICAS

El primer estándar que surge es el 802.11 (1997), el cual sienta las bases tecnológicas para el resto de la familia. No tuvo relevancia por la baja velocidad

¹ FCC (Comisión Federal de Comunicaciones)

² IEEE (Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos)

binaria alcanzada, cerca de 2 Mbps, y la carencia de mecanismos de seguridad de las comunicaciones. Poco después se publica el 802.11b, el cual es acogido con un gran éxito comercial. Opera en la banda de los 2,4 GHz y permite alcanzar velocidades binarias teóricas de 11 Mbps mediante el empleo de mecanismos de modulación de canal y protección frente a errores bastante robustos, aunque en la práctica es difícil superar un ancho de banda efectivo de 5 Mbps.³ Cuando el canal de transmisión es ruidoso, posee un mecanismo de negociación que reduce la velocidad binaria en escalones predefinidos, aumentando paralelamente la robustez de los mecanismos de protección frente a errores. Para complementar su operativa, incorpora un protocolo de seguridad de las comunicaciones, el WEP⁴, cuenta de la imposibilidad de confinar las emisiones en un medio más protegido como es el cable en el caso de las redes fijas. Desafortunadamente, el nombre no corresponde a la realidad, pues muy poco después de su publicación se descubrieron importantes defectos que permitían la intrusión en las comunicaciones con escaso esfuerzo y un equipo convencional.

A pesar de lo anterior, el éxito fue de tal magnitud que aceleró la liberación de nuevos estándares y reclamó una especial atención por entidades de regulación, que empezaron a valorar la ampliación del espectro para este tipo de usos. El siguiente estándar fue el 802.11a, el cual tiene la particularidad de operar a una mayor tasa (teóricamente hasta 54 Mbps) mediante unos esquemas de codificación de canal más sofisticados y sobre bandas en los 5 GHz. Su empleo no está tan extendido como el 11b por el menor rango de cobertura debido a la mayor atenuación de las frecuencias empleadas en algunos casos y la necesidad de mecanismos de control de potencia todavía no incluidos, aunque pronto se equipará.

En el año 2003, fue aprobado el 802.11g y hasta el 12 de Junio del 2005 fue aprobado la especificación final, que mejora ostensiblemente en varios frentes: mantiene el rango de los 2,4 Ghz pero amplía la tasa hasta los 54 Mbps teóricos (en la práctica se obtiene un tasa efectiva menor que la mitad), mantiene la compatibilidad con el 11b y propone un protocolo de seguridad

³ Reid Neil y Seide Ron, “(Wi-Fi) 802.11 Manual de Redes Inalámbricas” 1 Ed. Mc Graw Hill 2003, pag. 156-158.

⁴ WEP (Privacidad equivalente al Cableado)

más robusto denominado WPA⁵. Dichas mejoras han relanzado más si cabe la confianza del mercado en la tecnología y como consecuencia de ello las implantaciones y venta de productos.⁶

Los tres estándares (a, b y g) presentan unos parámetros de operación muy similares: para el nivel máximo de potencia permitido la cobertura en áreas abiertas en general no supera los 300 metros, mientras que en interiores se obtendrían 100 metros en el mejor de los casos.

Cuadro 1. Comparación de los estándares 802.11

Estándar	802.11 ^a	802.11b	802.11g
Aprobación IEEE	Julio de 1999	Julio de 1999	Abril de 2004
Velocidad	54 Mbps	11 Mbps	54 Mbps
Frecuencia	5 GHz	2.4 GHz	2.4 GHz
Cobertura	70 m	100 m	100 m
Tipo de modulación	OFDM	DSSS	OFDM
Tasas de transmisión	5, 9, 12, 18, 24, 36, 48, 54 Mbps	1, 2, 5.5, 11 Mbps	6, 9, 12, 15, 24, 36, 48, 54 Mbps
Tasa de datos efectivos (<i>Throughput</i> Teórico)	32 Mbps	5 Mbps	32 Mbps
Cifrado disponible	SI	SI	SI
Tipo de cifrado	40-bit 104 –bit RC4	40-bit 104 –bit RC4	40-bit 104 –bit RC4
Compatible con redes	Ethernet	Ethernet	Ethernet

1.4 REGLAMENTACIÓN

Las redes inalámbricas operan sobre las bandas ICM⁷; para el caso colombiano, el Ministerio de Comunicaciones expidió la resolución 689 del 21 de abril de 2004 que se considera la “norma inalámbrica unificada” porque armonizó y reunió todos los sistemas de acceso inalámbrico tales como Wi-Fi y

⁵ Acceso Protegido WiFi.

⁶ Portal Chileno de la Industria de la Computación Channel News Online.

⁷ Las bandas de frecuencia ICM son bandas consideradas internacionalmente como de “uso libre al público”, y están destinadas a aplicaciones cuyo fin es el desarrollo de la Industria, el Científico y el Médico con beneficio general.

bluetooth, que reglamenta su utilización y ratifica su libre uso bajo ciertas condiciones.

Mediante esta resolución se atribuyeron las bandas de frecuencias de libre utilización para los sistemas inalámbricos de baja potencia y se establecieron las especificaciones de operación necesarias en dichas bandas para que no causen interferencia perjudicial a otros servicios de telecomunicaciones.

Las frecuencias son de libre utilización porque cualquier persona en el país puede hacer uso de ellas si posee la tecnología necesaria. Por ejemplo, el estándar Bluetooth es una tecnología inalámbrica de bajo costo que permite la comunicación “sin cables” entre teléfonos móviles, ordenadores personales (PCs), laptops, asistentes digitales personales (PDAs), teclados, mouses, impresoras y otros dispositivos de computación que se encuentren a una distancia menor a 10 metros.

Por su parte, la aplicación Wi-Fi (Wireless Fidelity) es una alternativa para conexión inalámbrica a las redes de telecomunicaciones que permite a los usuarios tener movilidad dentro de un entorno menor a 100 metros, así en Colombia puede no ser extraño encontrar a una persona consultando su correo en Internet mientras se toma un café en medio del aeropuerto.

La resolución atribuyó los siguientes rangos de frecuencia para los sistemas de acceso inalámbrico y redes inalámbricas de área local que empleen tecnologías de espectro ensanchado y modulación digital de banda ancha y baja potencia: a). Banda de 902 a 928 MHz, b). Banda de 2 400 a 2 483,5 MHz, c). Banda de 5 150 a 5 250 MHz, d). Banda de 5 250 a 5 350 MHz, e). Banda de 5 470 a 5 725 MHz, y f). Banda de 5 725 a 5 850 MHz.

Aunque la utilización del espectro radioeléctrico en las bandas de frecuencias mencionadas anteriormente no requiere licencia, para prestar el servicio a terceros los operadores deben tener la concesión respectiva, en el caso de acceso a Internet se necesita la licencia de valor agregado.

1.4.1 Aplicación y desarrollo. El espectro ensanchado ó Spread Spectrum (SS) es una técnica de transmisión de datos, en la cual la información de interés se distribuye sobre un ancho de banda mucho mayor que el convencional, y que con un nivel muy bajo de potencia y un alto nivel de protección de interferencia, envía altos contenidos de datos de información.

Los dispositivos de espectro ensanchado operan, desde el año de 1985 y fueron la base para desarrollar aplicaciones en las bandas Industriales, Científicas y Técnicas (ICM) de 902 a 928 MHz, de 2 400 a 2 483,5 MHz y de 5 725 a 5 850 MHz, que sin ser propias de telecomunicaciones operan sin necesidad de licencia o autorizaciones. Un ejemplo de estas aplicaciones es el horno microondas.

En las mismas bandas ICM se desarrollaron dispositivos de espectro ensanchado que fueron la base para la creación de las redes inalámbricas de área local LAN, con múltiples aplicaciones tales como los teléfonos inalámbricos residenciales, las cámaras de circuito cerrado de televisión, los dispositivos para apertura de puertas y swichtes electrónicos.

A partir del año 2002 nuevos desarrollos tecnológicos sobre las mismas bandas de frecuencias lograron ofrecer beneficios adicionales porque permitían un mayor flujo de información y de velocidad de transmisión, alta eficiencia de espectro y menor distorsión, siguiendo los principios de banda ancha y baja potencia. Se distinguen entre estas aplicaciones los estándares Bluetooth y Wi-Fi.

1.4.2 Interferencias. La utilización de sistemas de acceso inalámbrico y redes inalámbricas de área local, que utilicen tecnologías de espectro ensanchado y modulación digital, de banda ancha y baja potencia, está condicionada al cumplimiento de las siguientes condiciones:

1. No deben causar interferencia perjudicial a las estaciones de un servicio primario a las que se les hayan asignado frecuencias con anterioridad o se les puedan asignar en el futuro.

2. No pueden reclamar protección contra interferencias perjudiciales causadas por estaciones de un servicio primario a las que se les hayan asignado frecuencias con anterioridad o se les puedan asignar en el futuro.

Si un dispositivo ocasiona interferencia perjudicial a una radiocomunicación autorizada a título primario, aunque el aparato cumpla con las normas técnicas establecidas en los reglamentos de radiocomunicación o los requisitos de autorización de equipo, se deberá suspender la operación del dispositivo. De comprobarse la continua interferencia perjudicial a una radiocomunicación autorizada, el Ministerio de Comunicaciones podrá ordenar la suspensión definitiva de las operaciones.

2. DISEÑO DE LA RED INALÁMBRICA

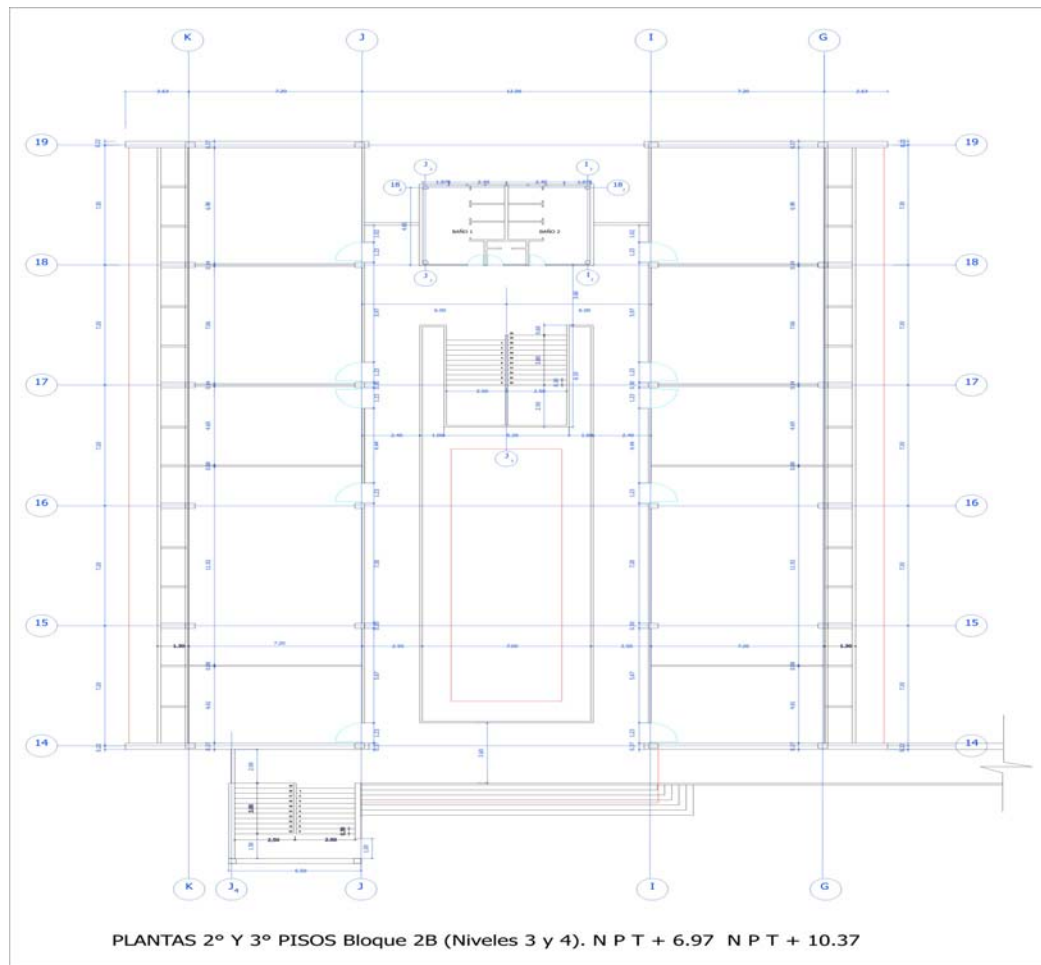
Con la finalidad de precisar los pasos que se deben tener en cuenta al realizar el diseño de una WLAN, se tratarán los siguientes ítems: una evaluación física de las instalaciones del edificio Camilo Torres (UIS) en las cuales se instalarían los sistemas inalámbricos, lo cual es comúnmente llamado estudio de sitio, y la planeación de la capacidad, la cual es necesaria para proporcionar el desempeño requerido por los estudiantes al momento de implantarla. Además, se explicará la configuración, protocolo y canal utilizado, por cada punto de acceso requerido en la red y se detallarán las características de cada elemento que se necesita al momento de implantar dicha propuesta.

2.1 CARACTERIZACIÓN DEL LUGAR

El lugar seleccionado, es el edificio Camilo Torres de la Universidad Industrial de Santander, debido a la capacidad de estudiantes que dispone, por consecuente se presenta un interés en la propuesta de una red inalámbrica de modo que dichos estudiantes tengan acceso a Internet en cualquier lugar del edificio.

La selección y caracterización del lugar se hace por medio de los planos del recinto. El edificio Camilo Torres consta de cuatro pisos, los cuales son simétricos. A Continuación se presenta el plano por planta del edificio Camilo Torres:

Figura 2. Plano Edificio



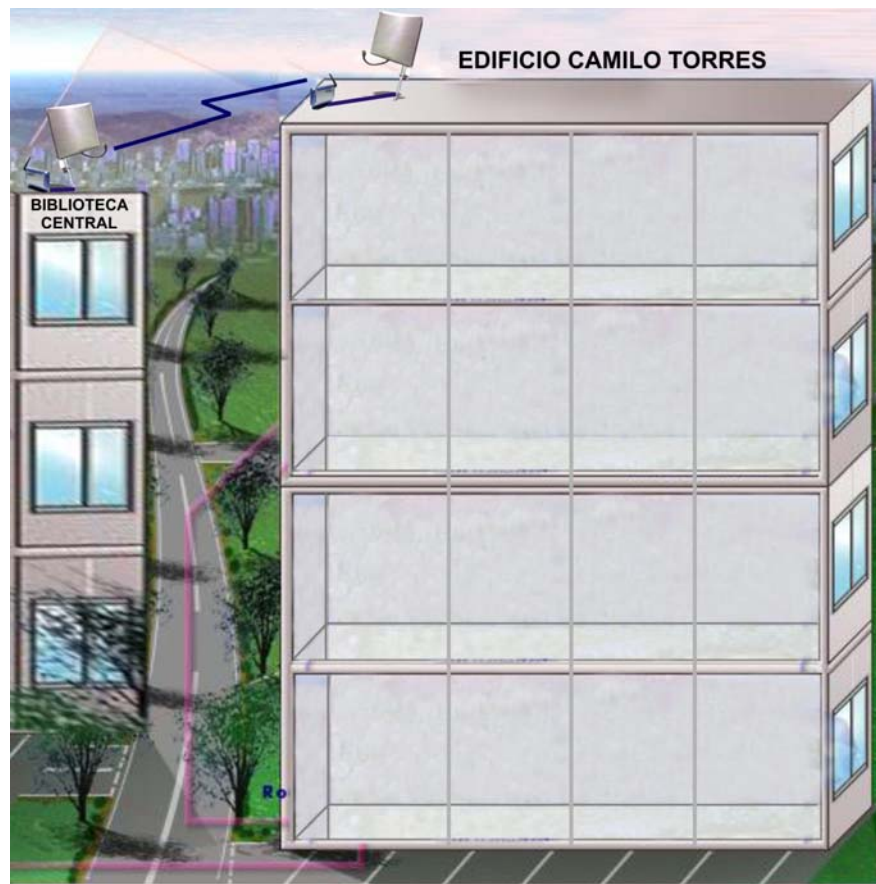
Fuente: Autores del proyecto.

2.2 METODOLOGÍA

La red inalámbrica que se propone para el edificio Camilo Torres, es una extensión de la red inalámbrica que posee la Biblioteca Central de la Universidad Industrial de Santander, para lo cual se hará un enlace microondas entre dichos edificios, a través de dos antenas direccionales y dos puntos de accesos configurados previamente en modo puente (bridge).

Lo anterior se ilustra de mejor manera a través de la siguiente figura:

Figura 3. Interconexión de Biblioteca Central y Edificio Camilo Torres



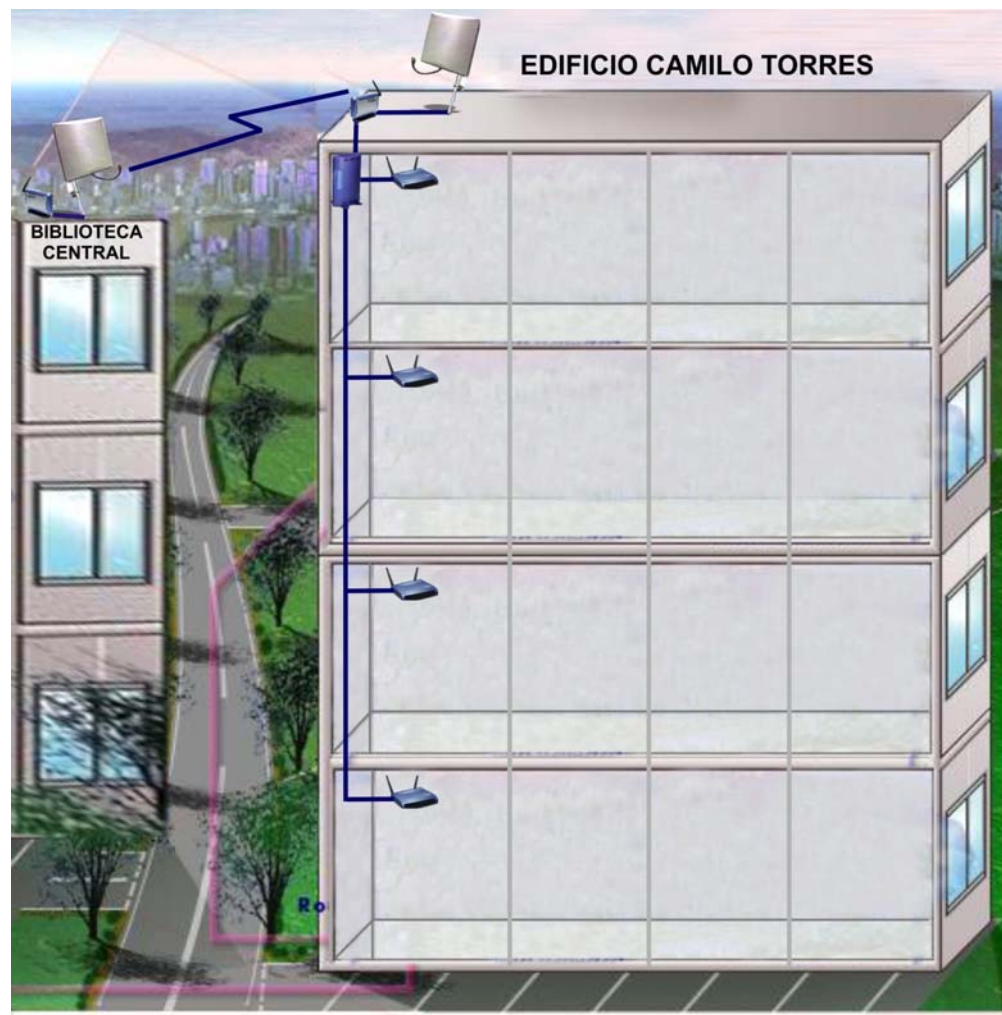
Fuente: Autores del proyecto.

La señal emitida por la antena direccional del edificio Camilo Torres, es recibida por medio de un punto de acceso, el cual estará como se dijo anteriormente, configurado en modo puente, con su análogo en el edificio Biblioteca Central, con la finalidad de permitir la conexión de una ó unas LANs remota(s) con una LAN central, que en este caso es la de Biblioteca.

Luego, el punto de acceso se conecta a un Switch Trendnet de 8 puertos que transmite los datos a los repetidores que se encuentran en cada piso. De no colocarlo, y si en reemplazo se utiliza un repetidor directamente de la antena y este a su vez, que distribuyera la señal al resto de los repetidores, entonces se tendría un esquema en cascada, el cual consiste básicamente que cada repetidor toma el ancho de banda necesario para suplir el tráfico que su correspondiente piso le demande, el siguiente tomaría de ancho de banda, lo

que le sobra al anterior y utilizaría lo que necesita, y así sucesivamente hasta llegar al que se encuentre en el primer piso. Con la siguiente figura se ilustra la descripción que se realiza de la conexión entre la antena direccional, el punto de acceso en modo puente y el Switch, junto a su respectivo repetidor por piso.

Figura 4. Interconexión de pisos de Edificio Camilo Torres

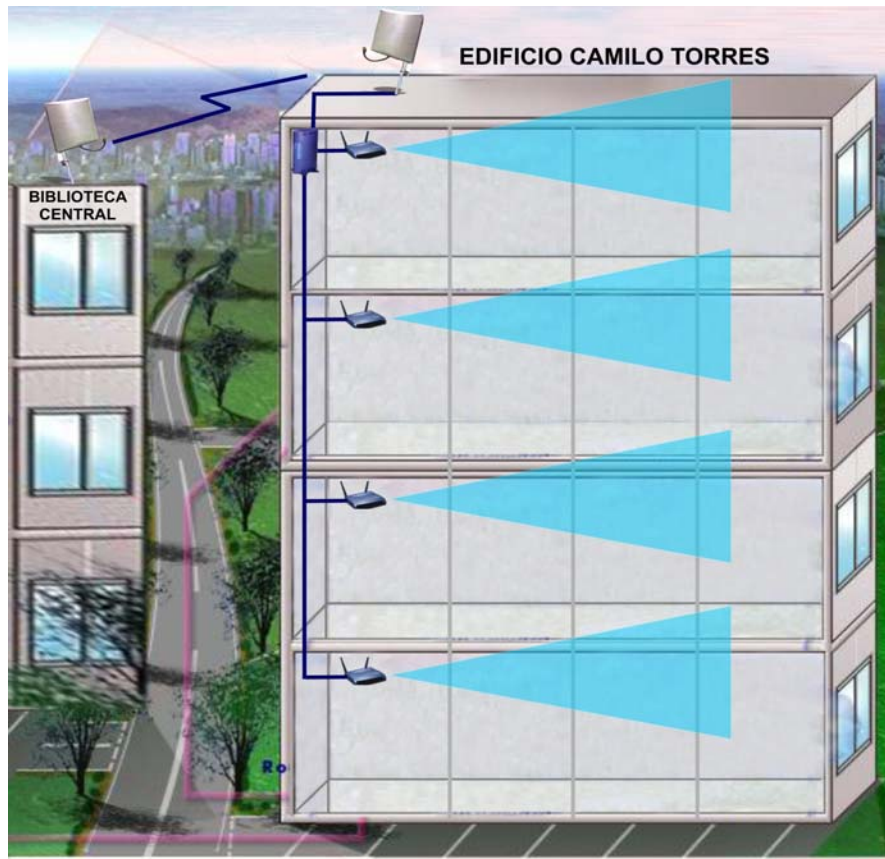


Fuente: Autores del proyecto.

Con los Puntos de Accesos configurados por piso, también se pretende que cada uno de ellos emita la señal, de modo que la reciban los Puntos de

Accesos repetidores que sean necesarios por cada piso, para obtener una cobertura total en él. Como se muestra en la siguiente figura:

Figura 5. Cobertura de APs repetidores



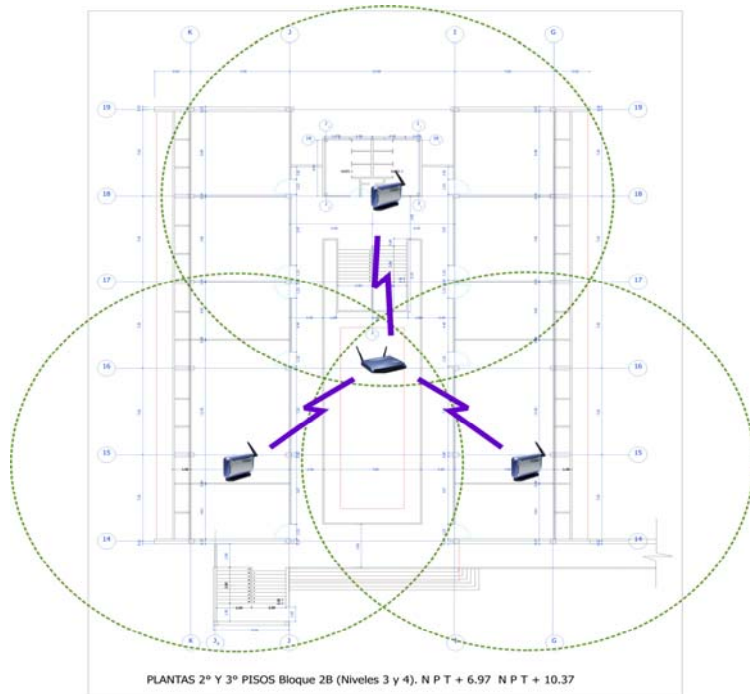
Fuente: Autores del proyecto.

Para determinar el número de Puntos de Acceso necesarios que deben brindar cobertura por piso en todo el edificio, se utiliza la prueba de propagación ó comúnmente llamada Estudio de Sitio, la cual es una prueba de campo para determinar el número de puntos de acceso necesario para cubrir un área y sus posiciones más convenientes.

El trabajo de campo consiste en posicionar los puntos de acceso, en lugares dónde se estima haya mejor propagación de la señal para el resto de ambientes y se hacen mediciones con el software especializado, por medio de

un computador portátil con su respectiva tarjeta cliente. Con éste se realizan medidas en diferentes puntos del piso en estudio, con la finalidad de registrar tasas de transmisión y potencia de la señal en cada punto que se desea cubrir. En el caso de alguna región que no sea cubierta por el punto de acceso posicionado, se puede mirar si existe la posibilidad de obtener cobertura con el mismo número de APs, cambiándolos de posición, debido a que muchas veces hay pérdidas considerables cuando ellos son posicionados cerca de obstáculos. Así, luego de efectuar el cambio de posición, se mide nuevamente la cobertura, si definitivamente no se logra cubrir todas las regiones, se agrega otro hasta lograr la totalidad del cubrimiento. Para ubicar cada Punto de Acceso; idealmente éste deberá estar localizado en un lugar alto y libre de obstáculos intermedios y se usará la misma localización para todas las pruebas. Entonces, llevado lo anterior al edificio Camilo Torres, se obtuvo lo siguiente:

Figura 6. Cobertura de Puntos de Acceso por Piso

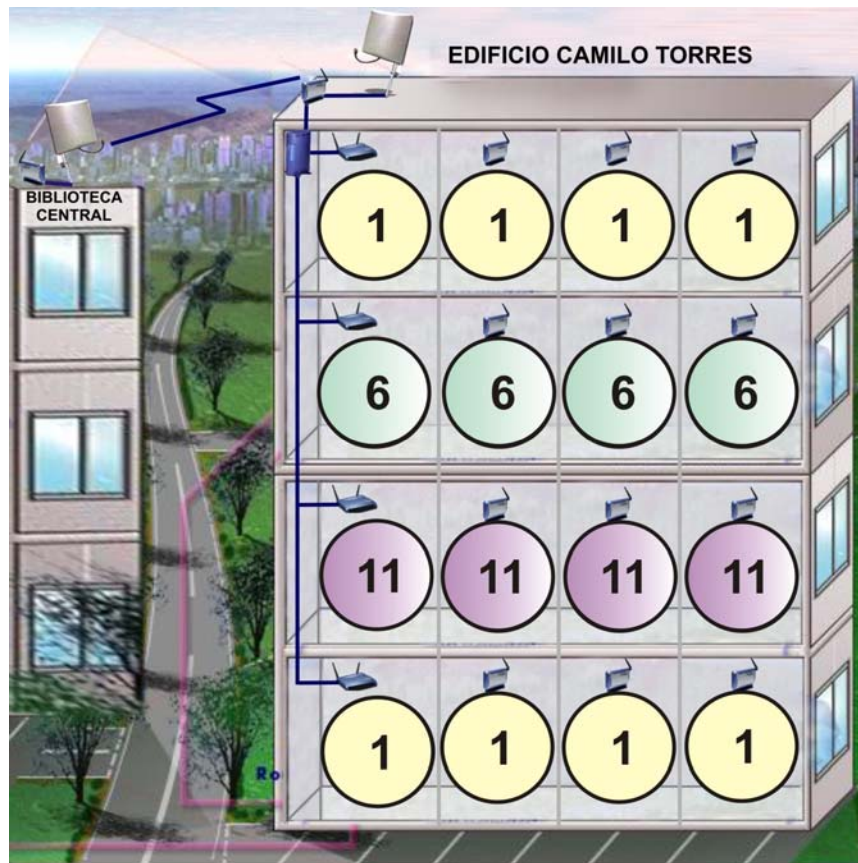


Fuente: Autores del proyecto.

Para obtener la ilustración anterior, se fijó el AP en un punto, y se toman mediciones alrededor de este, para lo cual se van tomando más distantes hasta alcanzar límites de potencia y manteniendo la tasa de throughput dentro de lo aceptado para el estudio. En esta etapa de prueba, cada uno de los Puntos de Acceso descritos en la figura anterior, se deben configurar en un canal diferente, debido al fenómeno de la interferencia y debido a que sólo están disponibles tres canales no traslapados.

Sin embargo, debido a la configuración diseñada para el edificio en estudio, se plantea un canal por piso con el fin de formar 4 subredes. De esta forma, los Puntos de Acceso se configuran en modo repetidor y se hace una distribución de los canales 1, 6 y 11; como se muestra en la siguiente figura:

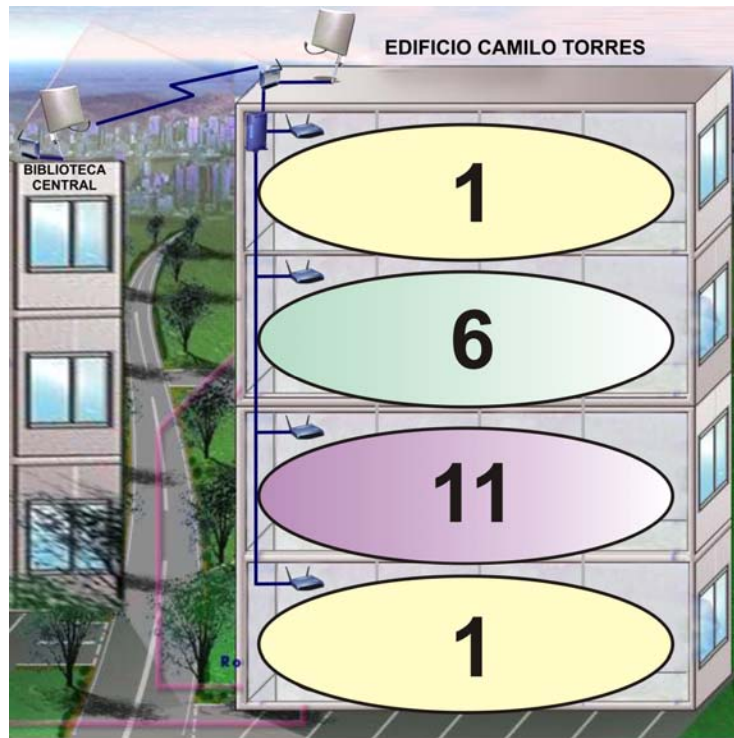
Figura 7. Configuración de puntos de acceso



Fuente: Autores del proyecto.

Entonces lo que se tendría, por cada piso es una gran cobertura de un mismo canal y cada uno de ellos pertenece a una subred. Como se aprecia aquí:

Figura 8. Configuración de puntos de acceso por piso

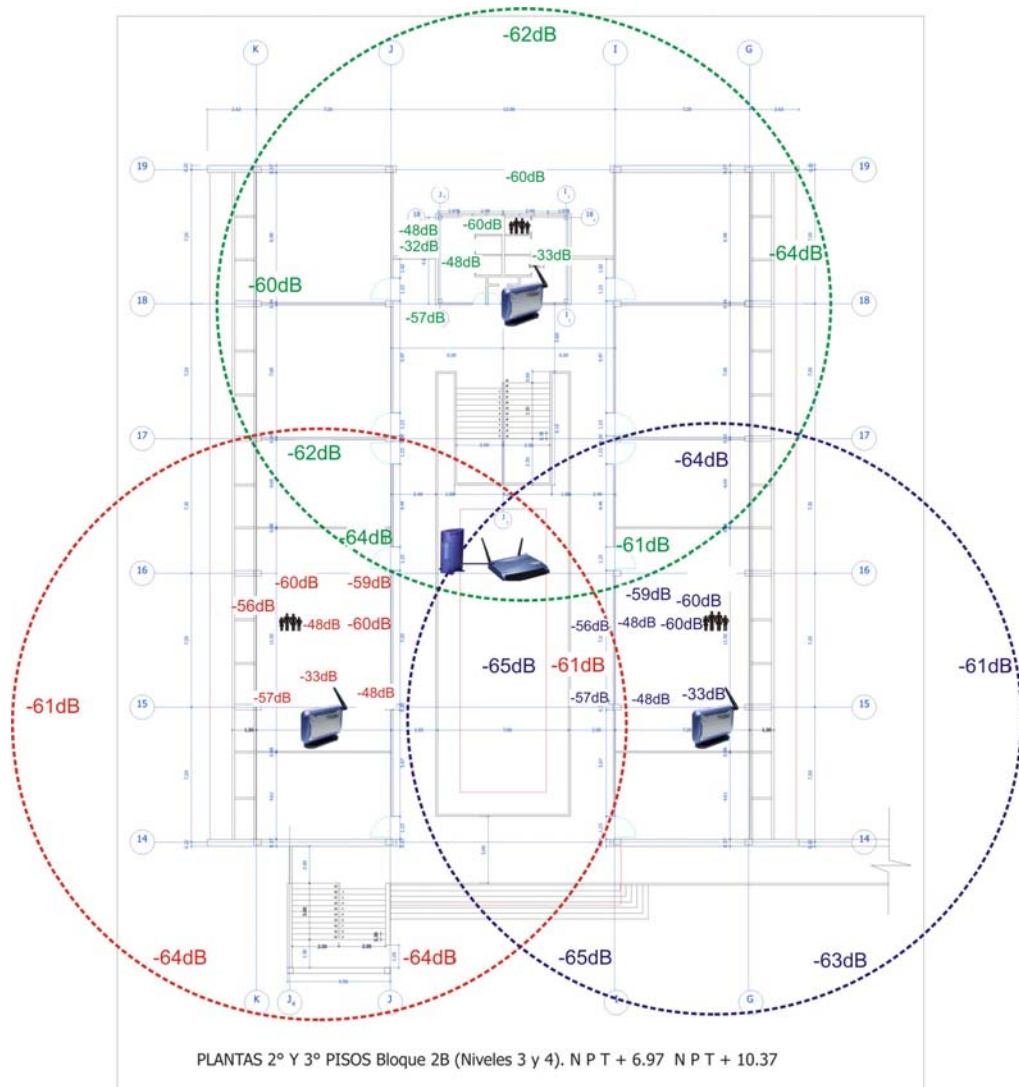


Fuente: Autores del proyecto.

Para la toma de datos, se recomienda, que algunos de los puntos seleccionados se encuentren en los límites del área de prueba, y el punto más cercano se encuentre por encima de 0,160 metros de distancia al punto de Acceso, debido a que algunos productos WLAN pueden producir bajas tasas de transmisión de datos, en distancias menores a ésta.

Es de anotar que en los puntos límites de potencia generados por el APs, pueden existir valores favorables debido a su cercanía con otro u otros APs, con lo cual se favorecería el usuario con este último valor. Como se muestra en la siguiente figura:

Figura 9. Mediciones de Cobertura de Puntos de Acceso por piso.

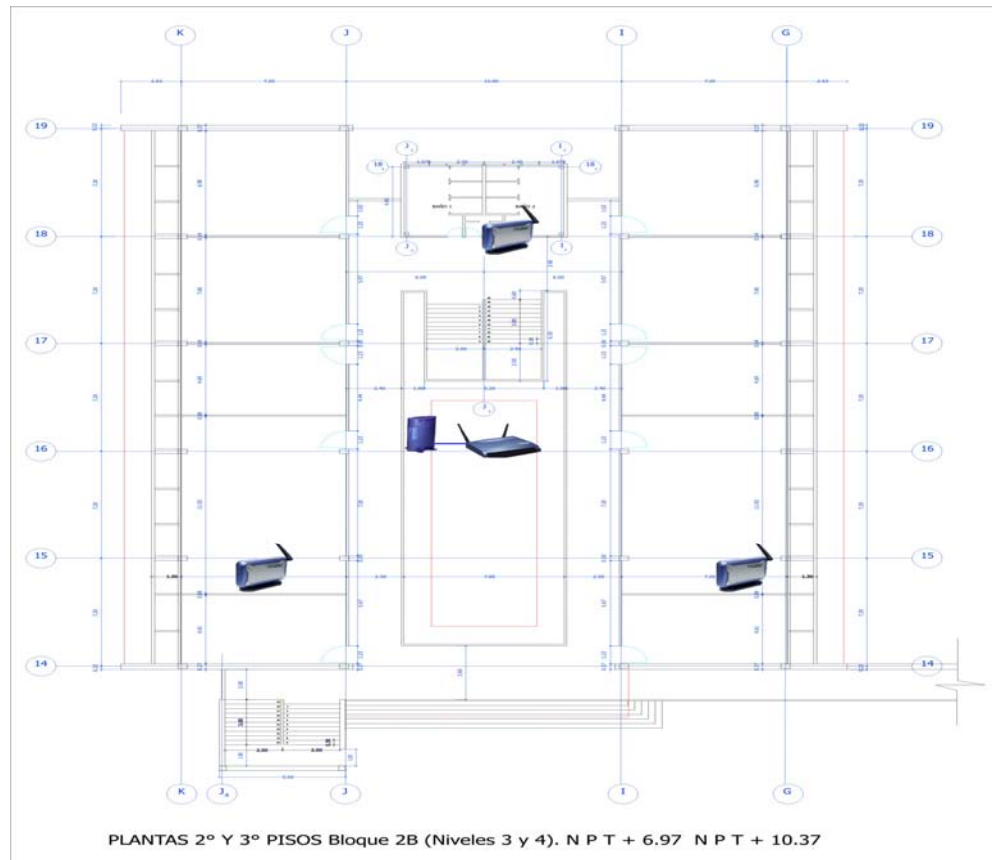


Fuente: Autores del proyecto.

En la anterior figura lo que se detalla, es la cobertura y mediciones que se obtienen con cada punto de acceso, que para mayor claridad se identifican con un color diferente, entonces se pueden encontrar que en un mismo punto hay dos valores de mediciones diferentes, lo que afianza lo expuesto anteriormente donde el usuario se favorece con la selección del color en la medida que reciba el mayor valor, que para efectos de puntos de accesos será el que presente mayor potencia en la localización del usuario en cuestión.

Como los cuatro pisos son simétricos, se realiza el análisis para uno, en este caso el piso cuarto, donde la posición del primer Punto de Acceso en modo repetidor recibe la señal del Switch conectado a la antena del mismo edificio. Como se puede ver mediante la siguiente figura.

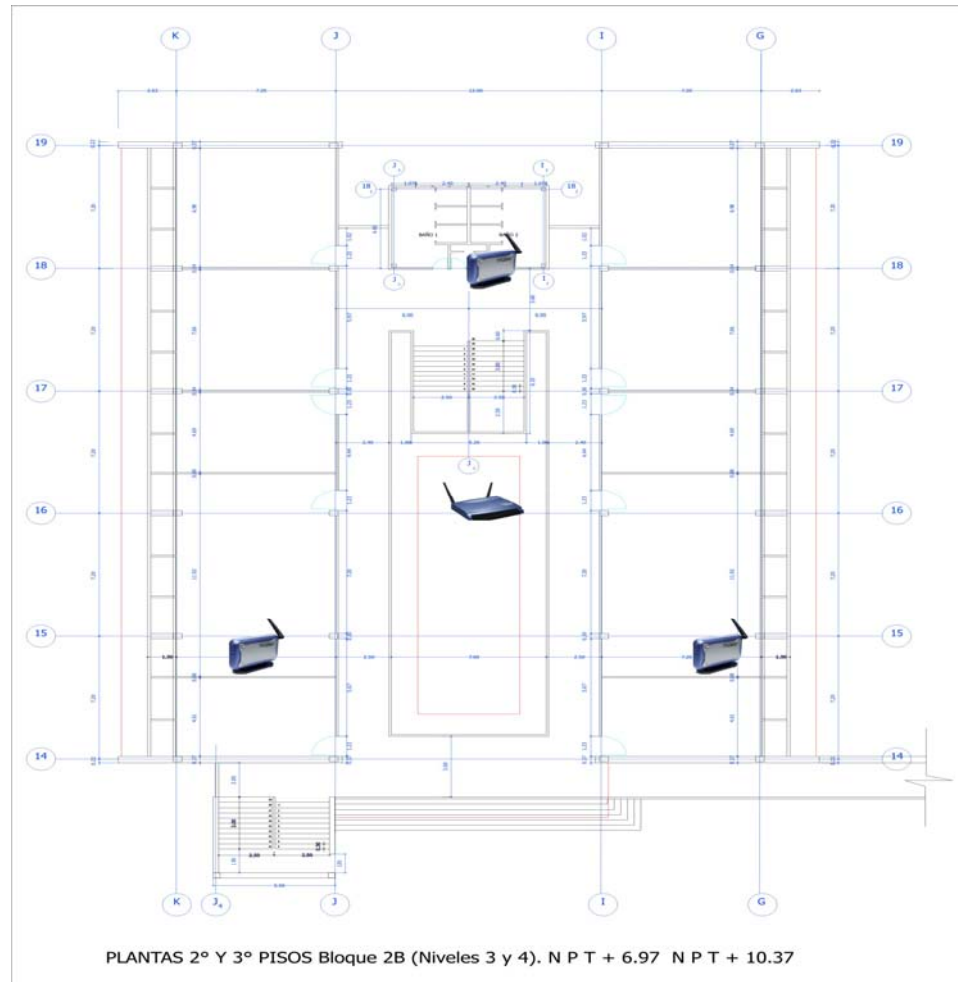
Figura 10. Distribución de Puntos de Acceso del Cuarto Piso.



Fuente: Autores del proyecto.

Es claro, que la anterior figura esquematiza el piso cuarto, donde se pueden visualizar: el switch conectado al Punto de Acceso en modo repetidor y a su alrededor los Puntos de Acceso, que le brindarían la cobertura a dicho piso. Para el resto de los pisos entonces se tendría, algo similar pero sin el switch, pues como se explicó este se encuentra conectado a la antena y de ahí reparte la señal al resto de repetidores presentes en cada piso a través de un cableado estructurado vertical UTP categoría 5E. Como se muestra en la siguiente figura:

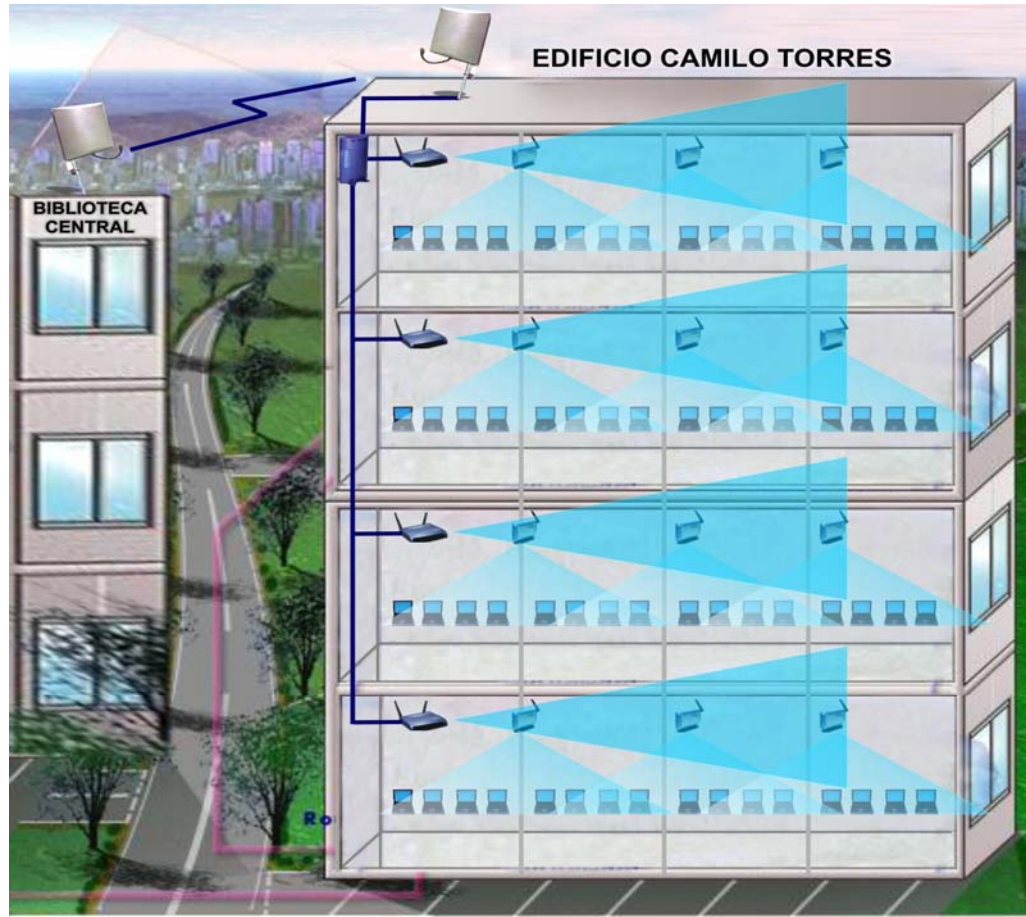
Figura 11. Distribución de Puntos de Acceso de los pisos uno, dos y tres.



Fuente: Autores del proyecto.

Para poder visualizar de mejor manera el cubrimiento que se tiene con todos los dispositivos, ubicados por piso, con el siguiente esquema se muestra la cobertura que se tendría debido al número de Puntos de Accesos utilizados para ello. Además se ilustra la solución planteada de WLAN para el edificio Camilo Torres, y en cualquier lugar del edificio, se brinda conexión a la red para los usuarios que lo requieran. Ver la siguiente figura:

Figura 12. Esquema completo de red inalámbrica en el Edificio Camilo Torres.



Fuente: Autores del proyecto.

2.3 REQUERIMIENTOS DE LA RED

Para la realización del enlace microondas entre los edificios, debido a la distancia inferior a un kilómetro que existe entre ellos, se necesitan los siguientes elementos:

Cuadro 2. Equipos Requeridos

	Referencia	Descripción
2	TEW-0A14DK	Antena Direccional 14DBI TRENDnet uso exterior 2 metros de cable.
1	TEW-8000F	Cable para antena externa Conectores N-SMA 8 metros de longitud.
1	TE100-S8P	Switch 8 Puertos 10/100Mbps TRENDNET
1	1583A	Cable UTP Cat 5e Marca: Belden Medio Carrete 152 Mts.
4	CT-C5-XX	Toma Sencilla Tipo CT Cat 5E SIEMON
4	CT2-FP-XX	Chapa Sencilla para tomas Tipo CT Simeón.
19	OB-6049	Caja de Sobreponer, QUEST.
19		Tomacorrientes dobles
50	Cu-TW No 12 AWG	Alambre cobre aislado (Mts.)
18	TEW-410	TRENDnet AP Bplus 125 Mbps

Fuente: Autores del proyecto.

2.4 CONFIGURACIÓN DE DISPOSITIVOS

2.4.1 Instalación del punto de acceso (Configuración). Para llevar a cabo la configuración de los Puntos de Acceso en modo repetidor, se realiza el siguiente procedimiento:⁸

- Panel frontal
- El Panel Frontal tiene un LED que indica el estado del dispositivo.
- Se puede guiar por la siguiente tabla para el significado de cada ítem.

⁸ TEW- 410 APplus, Guía de instalación rápida, Pág. 33-38

Cuadro 3. Panel Frontal de APs

LED	STATUS	Descripción
PWR/STAT	Off	Apagado.
	Green On	1. Encendido 2. Reestablecer por defecto 3. actualización del Firmware (primero 1 minuto)
	Green Blink	1. Arrancar el Sistema. 2. Encendido 3. Actualización del Firmware.
Link	Off	No detectado enlace Ethernet.
	Green On	Detectado enlace Fast Ethernet 10/100Mbps. Ninguna Actividad.
	Green Blink	Indica tráfico de la LAN de 10/100 Mbps.
Active	Green Blink	Indica que el dispositivo está enlazado o activo a través de un enlace inalámbrico de datos.

Fuente: Autores del proyecto.

- Panel Posterior

El Panel posterior ofrece que una LAN funcione o en un momento dado se coloque en el estado Reset. La siguiente tabla muestra el significado de cada ítem.

Cuadro 4. Panel Posterior de APs.

Power (DC 5v)	Conecte a la toma de corriente de poder. Sólo use el adaptador de poder proporcionado con el dispositivo. El uso de un adaptador de poder desautorizado puede causar el daño a su dispositivo y puede violar su garantía.
Reset	Pulse el Botón Restablecer durante aproximadamente diez segundos, todas las configuraciones pondrán iniciarse con las escenas predefinidas.
LAN	Los puertos RJ-45 Ethernet usados para conectar su PC, hub, switch o Red Ethernet.

Fuente: Autores del proyecto.

2.4.2 Configuración por defecto del punto de acceso. Las configuraciones por defecto son mostradas en el siguiente cuadro.

Cuadro 5. Configuración por defecto de APs.

User	Admin.
Password	Admin.
AP IP Address	192.168.1.250
AP Subnet Mask	255.255.255.0
RF ESSID	ap11g
11g RF Channel	6
Mode	11b+g
Encryption	Disabled

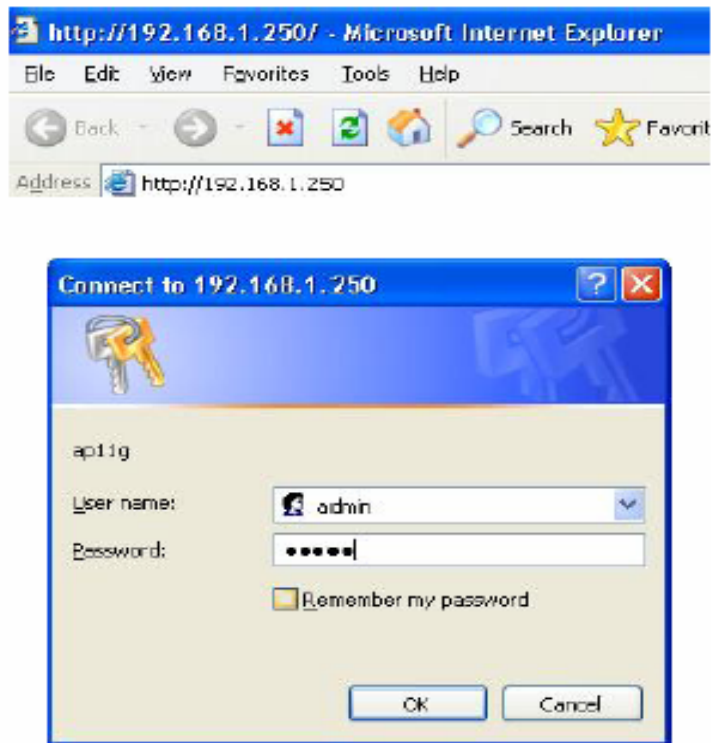
Fuente: Autores del proyecto.

2.4.3 Administración y Configuración Web

- Encender la Fuente de Poder. El encendido rápido de la fuente de poder, causa falla en el sistema. Cuando está encendido, se debe tener cuidado de no apagar cerca de cinco segundos aproximadamente, porque los datos se están escribiendo rápidamente.
- Iniciar y Autenticarse. Antes de inicializar, la configuración por defecto de la dirección IP es única para la dirección clase C (192.168.1.250 / 255.255.255.0). Se debe asegurar que la estación de trabajo actual está dentro del rango de las direcciones clase C, de 192.168.1.1 a 192.168.1.254.

Para configurar el punto de acceso inalámbrico 11g, se debe usar el navegador Web y manualmente se introduce la dirección <http://192.168.1.250> y se pulsa Enter. La Página Principal aparecerá.

Figura 13. Inicio y Autenticación.



Fuente: Autores del proyecto.

Para empezar a configurar los Puntos de Acceso Inalámbricos 11g, se debe autenticar como “admin” en la caja de Nombre de Usuario, y contraseña “admin” en la sección contraseña.

Una vez ya se encuentra autenticado el administrador, se recomienda cambiar la contraseña del mismo, para garantizar una protección segura a los Puntos de Acceso. En la sección de Escenas de Seguridad se puede llevar a cabo el procedimiento de cambio de la contraseña.

Luego de tener la contraseña correcta y el usuario es autenticado, la pantalla cambiará a la pantalla de página de configuración.

Configuración primaria. Se debe hacer correctamente la configuración de red de su computador. Para cambiar la configuración, se usa un navegador de Internet, por ejemplo Internet Explorer (IE) o Netscape Communicator, para conectarse vía administración Web a la dirección 192.168.1.250.

Configuración Primaria: Esta pantalla contiene la configuración básica de todas las funciones del Punto de Acceso.

Figura 14. Configuración básica APs.

54Mbps 2.4 Wireless-G

Primary Setup System Operating Mode Status Traffic Log Advanced Setup Help

Primary Setup This section contains the primary configuration for the Access Point. You should be able to customize easily the Ethernet and Wireless interface in this section. **Remember to press Apply for finalizing your configuration.**

AP Name:

LAN MAC Address: **00:0C:41:13:69:00**

Configuration type:

IP Address: . . . This is the IP Address, Subnet Mask and

Subnet Mask: . . . Default Gateway of the Access Point as it is

Gateway: . . . seen by your local network.

Wireless MAC Address: **00:11:22:33:44:56**

Mode:

SSID: SSID Broadcast:

Channel:

Country: USA

Security: Enable Disable

Firmware Version: v1.1.02, Jul 31, 2003

Fuente: Autores del proyecto.

La mayoría de los usuarios podrán configurar el Punto de Acceso y hacerlo trabajar adecuadamente mientras este usando las configuraciones propiamente en esta pantalla.

LAN IP Address and Subnet Mask: Esta es la Dirección IP del Punto de Acceso y la máscara de subred como se ve en la LAN interior. El valor predefinido es 192.168.1.250 para la dirección IP y 255.255.255.0 para la máscara de subred.

Wireless: Esta sección contiene las configuraciones de la Red Inalámbrica (WLAN).

Configuraciones de Redes Inalámbricas

SSID: El servicio de identificador (SSID) o nombre de la red. No debe exceder 32 caracteres que pueden ser cualquier carácter del teclado. Para el caso de configuración en modo repetidor, el administrador deberá seleccionar el mismo SSID para todos los puntos de acceso que se estén comunicando con las estaciones inalámbricas móviles.

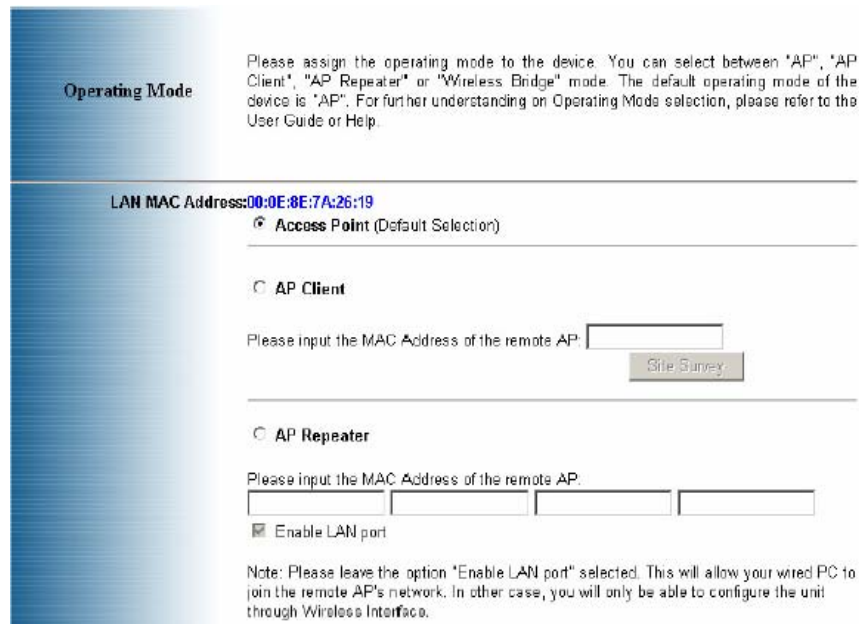
Channel: Se debe seleccionar el canal apropiado de la lista correspondiente con sus configuraciones de red. El administrador asignará un canal diferente para cada Punto de Acceso y así evitará la interferencia de la señal.

Security: Hay 3 tipos de seguridad para ser seleccionado. Para afianzar la red Inalámbrica, se debe habilitar este ítem, el más utilizado es el que se detalla a continuación:

- **WEP** Hace seguro que todos los dispositivos inalámbricos en su red están usando los mismos niveles de encriptación y llave. Las llaves de WEP deben consistir en las letras "A" hasta "F" y los números de "0" a "9."

2.4.4 Modos de operación

Figura 15. Modos de Operación



Operating Mode

Please assign the operating mode to the device. You can select between "AP", "AP Client", "AP Repeater" or "Wireless Bridge" mode. The default operating mode of the device is "AP". For further understanding on Operating Mode selection, please refer to the User Guide or Help.

LAN MAC Address:00:0E:8E:7A:26:19

Access Point (Default Selection)

AP Client

Please input the MAC Address of the remote AP:

AP Repeater

Please input the MAC Address of the remote AP:

Enable LAN port

Note: Please leave the option "Enable LAN port" selected. This will allow your wired PC to join the remote AP's network. In other case, you will only be able to configure the unit through Wireless Interface.

Fuente: Autores del proyecto.

Acces Point: Este modo mantiene el acceso para las estaciones inalámbricas a LANs cableadas y de LANs cableadas a las estaciones inalámbricas.

AP Client: Se debe introducir la dirección MAC Address del punto de acceso remoto. En este modo de operación, el dispositivo se usará como NIC inalámbrico.

AP Repeater: Este modo le permite al Punto de Acceso guardar la función de punto de acceso y realizar una comunicación al mismo tiempo con otros puntos de acceso 802.11g establecer y extender su cobertura de la Red Inalámbrica. Se deben introducir las direcciones MAC de los puntos de acceso Remotos para habilitar este rasgo.

Wireless Bridge: Este modo permite la conexión de uno o más LANs remotos con una LAN central.

Sea cual fuera la configuración, luego se pulsa el botón **Apply** para grabar la configuración.

2.5 INSTALACIÓN CLIENTE ADAPTADOR

Después que el controlador este cargado apropiadamente, el icono de Utilidad de Cliente reside en la barra de estado del Sistema automáticamente.

Figura 16. Icono de Cliente - Barra de Estado



Fuente: Autores del proyecto.

2.5.1 Usando la utilidad para configurar su red. Las siguientes son las explicaciones de cómo configurar y usar el programa de utilidad. Después de completar el procedimiento de la instalación, un nuevo icono como es mostrado debajo aparecerá automáticamente en el escritorio del PC.

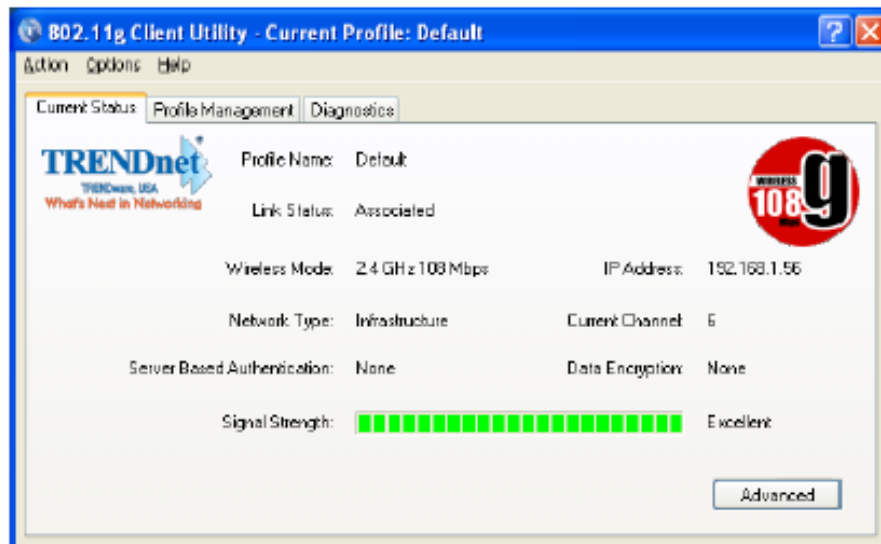
Figura 17. Icono utilidad de configuración



Fuente: Autores del proyecto.

Al hacer doble clic en el icono y la ventana 802.11b/g de Utilidad de Cliente se observa la siguiente gráfica.

Figura 18. Ventana utilidad cliente



Fuente: Autores del proyecto.

El usuario puede usar cualquiera de las funciones de dirección ahora disponible en la Utilidad del Cliente 802.11b/g.

Current Status: La etiqueta de Estado Actual contiene la información general sobre el programa y sus funcionamientos; además, la etiqueta de estado actual no requiere ninguna configuración.

La siguiente tabla describe las variables encontradas en la pantalla de Estado actual.

Profile Name: El nombre corriente selecciona el perfil de la configuración. Prepara el nombre de la configuración en la etiqueta General.

Link status: Muestra si la estación se asocia a la red inalámbrica.

Wireless Mode: Despliega el modo inalámbrico. Aquí se configura el modo inalámbrico.

IP Address: Despliega la dirección IP de la Computadora.

Network Type: El tipo de red a que la estación se conecta. Las opciones incluyen:

Infraestructura (punto de acceso)

Ad hoc.

Current Channel: Muestra el canal actualmente conectado.

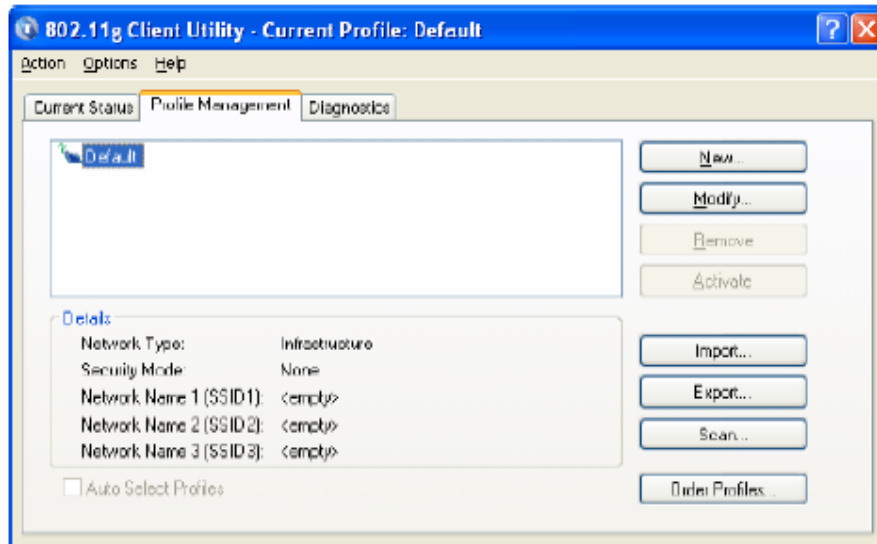
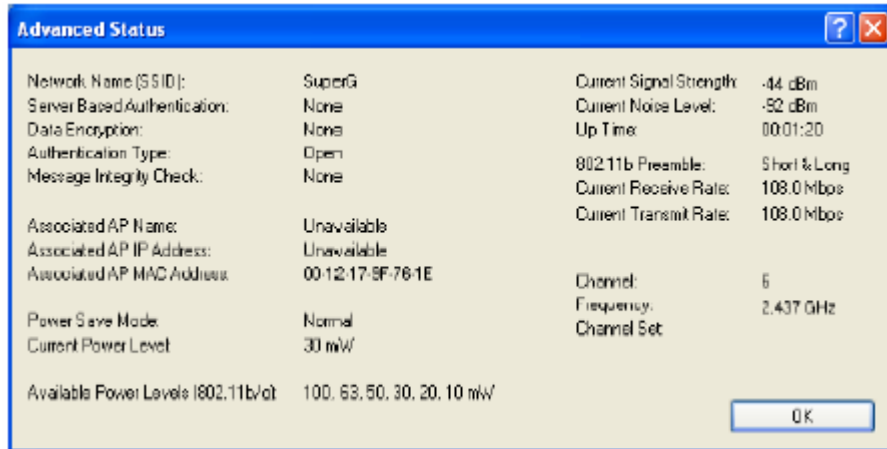
Server Based Authentication: Muestra si el servidor basado en autenticación es usado.

Data Encryption: Despliega los tipos de cifrado usados por el controlador.

Signal Strength: Muestra la potencia de la señal.

Por otra parte, con el botón avanzado, bajo la sección de estado actual se pueden ver los diagnósticos de estado avanzados.

Figura 19. Ventana configuración avanzada



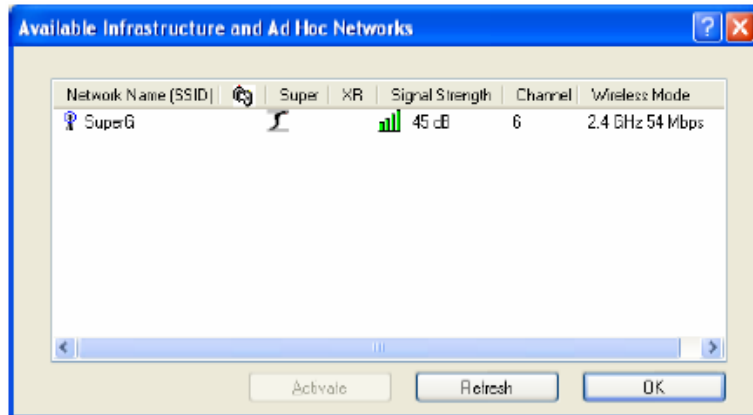
Fuente: Autores del proyecto.

Examinar las Redes Disponibles. Con el botón **Scan** y luego el botón **Profile Management tab** se puede examinar la infraestructura disponible y las redes adhoc. En cualquier momento se puede pulsar el botón **Refresh** para actualizar la lista.

Para Conectarse a una red diferente. Se selecciona un nombre de red y se pulsa el botón **Active**, el botón para conectar una red disponible. Si ningún perfil de la configuración existe para esa red, la ventana de dirección de perfil

abre a la etiqueta general. Se llena el nombre del perfil y se oprime el botón OK para crear el perfil de la configuración para esa red.

Figura 20. Ventana de Estado de conexión



Fuente: Autores del proyecto.

2.6 TRÁFICO (PROYECCIÓN)

Cuando se planea una WLAN, es muy importante que se efectúe un dimensionamiento del tráfico pedido por los usuarios dentro de un área cubierta y, en función de esto el dimensionamiento de tráfico, para definir la cantidad de Puntos de Accesos necesarios del área.

La tasa de throughput total generado en un área por el Punto de Acceso es igual a la suma del throughput generado para cada usuario. Por consiguiente la capacidad total de APs debe ser mayor que este valor estimado.

Número de APs = (Número promedio usuarios simultáneos * Throughput promedio de usuario) / Throughput del Punto de Acceso.

Donde:

Número promedio de usuarios simultáneos: Es el total de usuarios que tendrían servicio por cada piso.

Throughput promedio de usuarios: Es la tasa de transferencia efectiva mínima aceptable para un usuario.

Throughput del punto de acceso: Es la tasa de transferencia efectiva emitida por un punto de acceso.

Por ejemplo, en el caso del uso de APs 802.11g, serían necesarios 3 puntos de acceso para atender a 15 usuarios con una tasa de 60 Mbps, estimando una tasa de throughput del 50%. Para observar el hecho que el valor de throughput nominal de los equipos y de la reglamentación 802.11 no es el valor real a ser consumido por los usuarios, porque parte de este es destinado a la señalización entre los puntos. El valor de throughput real que debe ser considerado varía alrededor del 40% al 50%, como se explica en la siguiente sección.

2.7 PLANIFICACIÓN DE CAPACIDAD (COBERTURA)

Después de definir el área cobertura por los APs debe determinarse el número máximo de usuarios simultáneos dentro del área de cobertura de cada AP. A partir de esta información es posible obtener el throughput promedio por usuario como fue descrito en la sección anterior. Este cálculo, debe tenerse en cuenta que el throughput máximo especificado en los manuales de APs son teóricos, no alcanzándose en la práctica. Un AP de capacidad máxima teórica a 125 Mbps, en general alcanza un throughput máximo real de 62.5 Mbps, en razón que aproximadamente 40% de los paquetes transmitidos están refiriéndose al señalado (puede estar cerca de 50%, cuando se usa WEP).

Los valores de throughput para usuarios individuales no serán constantes a lo largo del tiempo, debido a que las exigencias por los clientes pueden aumentar y con eso ya la carga se hace notar en la red. También es importante tener en cuenta que siempre existe un número máximo de usuarios por AP, que varían dependiendo del equipo.

Sumado a esto, es importante mencionar que el tráfico dado en la red inalámbrica del edificio Camilo Torres, depende en gran medida del ancho de banda suministrado para acceder a Internet por parte de la Universidad Industrial de Santander.

2.8 CÁLCULO DEL ENLACE ENTRE EDIFICIO BIBLIOTECA CENTRAL Y EDIFICIO CAMILO TORRES

Tomando como referencia el sistema de la figura 3, se puede deducir que la potencia que recibe el sistema en el edificio Camilo Torres, está en función de la potencia del transmisor en la Biblioteca Central. Entonces con las variables: frecuencia de la señal, distancia entre los puntos y características de la antena receptora, se expresa mediante la siguiente formula:

$$\mathbf{Gap + Gat - Lfs + Gar \geq Nsap}^9$$

Donde:

Gap: Ganancia del punto de acceso transmisor en dBm.

Gat: Ganancia de la antena transmisora en dBi.

Lfs: Son las pérdidas en espacio libre expresadas en dBm.

Gar: Ganancia de la antena receptora en dBm.

Nsap: Nivel de sensibilidad del punto de acceso en dBm.

Entonces:

$$16\text{dBm} + 14\text{dBi} - 86\text{dBm} + 14\text{ dBi} \geq -86\text{dBm}$$

$$-42\text{dBm} \geq -86\text{dBm}$$

Como la distancia aproximada es de 200 metros, se tiene una estimación para la potencia mínima requerida del punto de acceso receptor en el edificio Camilo Torres, la cual es de -86dBm. Se puede observar en el cálculo anterior que resulta una sensibilidad mayor que la requerida por el punto de acceso en el lugar de recepción, por consiguiente la transmisión del enlace está garantizada.

⁹ ROLDAN, David, Comunicaciones Inalámbricas, 1 ed, Alfaomega Ra-Ma, 2.005 Pág 254-259

3. PRESUPUESTO

A continuación se presenta el costo aproximado de implantación de la propuesta, detallada en elementos que formarán parte de ella y el costo generado debido a mano de obra.

3.1 COSTO DE REQUERIMIENTOS

Con base en la sección anterior se necesitan los siguientes elementos para implantar la red inalámbrica:

Cuadro 6. Costo de equipos requeridos y mano de obra

Cant	Referencia	Descripción	Vr. Unitario	Vr. Total
2	TEW-0A14DK	Antena Direccional 14DBI TRENDnet uso exterior 2 metros de cable.	271.000	542.000
1	TEW-8000F	Cable para antena externa Conectores N-SMA 8 metros de longitud.	83.000	83.000
1	TE100-S8P	Switch 8 Puertos 10/100Mbps TRENDNET	78.000	78.000
1	1583A	Cable UTP Cat 5e Marca: Belden Medio Carrete 152 Mts.	87.500	87.500
4	CT-C5-XX	Toma Sencilla Tipo CT Cat 5E SIEMON	14.500	58.000
4	CT2-FP-XX	Chapa Sencilla para tomas Tipo CT Simeón.	3.900	15.600
19	OB-6049	Caja de Sobreponer, QUEST.	3.000	57.000
19		Tomacorrientes dobles	2.500	47.500
50	Cu-TW No 12 AWG	Alambre cobre aislado (Mts.)	540	27.000
18	TEW-410	TRENDnet AP Bplus 125 Mbps	226.100	4.069.800
1	Mano de Obra	Instalación y configuración general	1.800.000	1.800.000
Costo Total antes de IVA			Subtotal	6.865.400
			AUI 12%	823.848
			Sin IVA	7.689.248
			IVA 16 %	1.230.280
			Total:	8.919.528

En cuanto al ítem mano de obra incluido en el cuadro anterior, se presenta a continuación con la siguiente descripción:

- Instalación y configuración de una antena transmisora de señal en el edificio Biblioteca Central UIS.
- Instalación y configuración de antena en edificio Camilo Torres, donde se recibirá la señal del edificio de la Biblioteca Central.
- Instalación y configuración de 18 Access Point. Los cuales serán distribuidos de la siguiente manera: tres (3) en cada piso, configurados como puntos de acceso, (4) configurados en modo repetidor y (2) configurados en modo puente.

El costo total presupuestado por los ítems anteriormente descritos asciende a: \$8.919.528.

CONCLUSIONES

Con la propuesta de diseño de la red para el Edificio Camilo Torres, usando las tecnologías inalámbricas, se brinda una alternativa para proveer acceso a los servicios de información tales como Intranet e Internet a través de computadores portátiles y dispositivos móviles, sin importar el lugar geográfico en donde se encuentren, debido a que dicha tecnología le permite a los usuarios desplazarse libremente dentro del área del edificio sin perder conexión a la red que le suministra la Universidad Industrial de Santander.

Con la generación de la propuesta de diseño de la red, para el edificio Camilo Torres, se afianzó en el conocimiento adquirido en la especialización, al utilizar la metodología de Estudio de Sitio, para lograr predecir la cantidad de Puntos de Acceso que se requieren por piso, para mantener cobertura en todo el edificio a un nivel de potencia aceptable; de modo que se pueda continuar con conexión en cualquier localidad de el. También en la configuración de dichos dispositivos en los diferentes modos que la red requiere y en la obtención del costo total de la implantación de ella.

Se afianzó el conocimiento que se tenía sobre la configuración de los protocolos utilizados para los Puntos de Accesos, sobre todo cuando se necesita configuración en modos: Repetidor, Access Point y Punto a Punto (Bridge). Además de la selección de los canales para ellos, teniendo en cuenta que no se presente el fenómeno de interferencia debido al solapamiento de la frecuencia entre dichos canales.

BIBLIOGRAFÍA

TRENDware`s website at [http://www. TRENDNET.com](http://www.TRENDNET.com).

Guía de Instalación Rápida del punto de acceso Wireless 802.11g de 125Mbps
Versión 05.26.04

ROLDAN, David, Comunicaciones Inalámbricas, 1 ed, Alfaomega Ra-Ma, 2.005

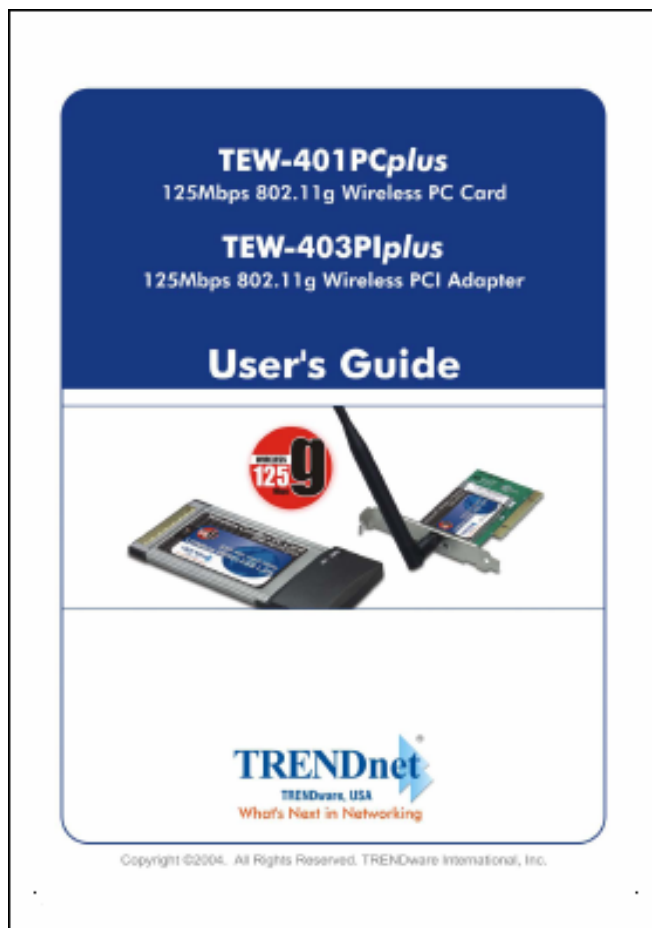
VAGNER, Sacramento, "WLAN-802.11.pdf", Departamento de Informática –
PUC-Rio. ([www-di. inf.puc-rio.br/~endler/courses/Mobile/transp/WLAN-802.11.pdf](http://www-di.inf.puc-rio.br/~endler/courses/Mobile/transp/WLAN-802.11.pdf))

Reid Neil y Seide Ron, "(Wi-Fi) 802.11 Manual de Redes Inalámbricas" 1 Ed.
Mc Graw Hill 2003.

Anexo A. Guía de Usuario de Puntos de Acceso



Anexo B. Tarjeta Inalámbrica



Anexo C. Tarjeta Inalámbrica USB



Copyright ©2005. All Rights Reserved. TRENDnet International, Inc.