

3 Fundamentos de Redes Inalámbricas 802.11.

En el capítulo anterior se dio una revisión de los estándares para redes inalámbricas. En este capítulo se da una revisión de los conceptos necesarios para poder entender el funcionamiento de este tipo de redes, además de mostrar las principales características de los dispositivos para poder realizar una selección adecuada.

3.1 Componentes de Redes Inalámbricas 802.11.

Hoy en día, el uso de las redes inalámbricas es muy común. Prácticamente podemos encontrar una red inalámbrica en cualquier lugar. Existen varios tipos de redes, pero el interés de este trabajo es enfocarnos solamente a las redes 802.11. Se hace la selección de este tipo de redes debido a las características de operación, la gran aceptación en la industria y la variedad de dispositivos que existen. A continuación se describen los elementos más importantes que las conforman.

3.1.1 Estaciones (hosts).

Uno de los componentes principales de las redes 802.11 son las estaciones, también conocidas como hosts o terminales. El término estación es general, por lo que muchos dispositivos pueden considerarse como tales de acuerdo a la definición que maneja el estándar 802.11. Básicamente una estación es un dispositivo que cuenta con una interfaz 802.11. Ruteadores, handhelds, access points, computadoras, impresoras, etc., son equipos que son considerados estaciones, siempre y cuando tengan el elemento de interés.

3.1.2 Access Points.

La comunicación directa entre estaciones puede ser aceptable para ciertas aplicaciones, por ejemplo, una transferencia de documentos entre dos computadoras de escritorio (PC), una red temporal, una comunicación entre PC y una impresora. Existen situaciones en las que se requiere una interconexión de un mayor número de elementos, por ejemplo, en áreas más grandes que las que puede brindar una red punto a punto (*ad hoc*). El access point es un dispositivo que generalmente establece un puente entre una estación y una red cableada. Este permite la interconexión de más terminales y provee un alcance más extenso que una red *ad hoc*; aunque provee una mejor cobertura, ésta todavía sigue siendo limitada. Estrictamente un access point provee a las terminales un acceso a los servicios de distribución, los cuales se mencionan en el siguiente apartado.

3.1.3 Servicio del Sistema Distribuido.

Un *conjunto básico de servicio* es básicamente una red inalámbrica que involucra el uso de un access point. Es muy importante hacer mención de esto ya que es

necesario para abordar los siguientes conceptos, independientemente de que se dedique una sección más amplia para este tema.

Pensemos en un entorno donde existen varios *conjuntos básicos de servicio* y que una estación está cambiando continuamente de posición física, y por lo mismo, de *conjunto básico de servicio*. Existe un elemento 802.11 que se encarga de asociar y desasociar la estación con el *conjunto básico de servicio* en cuestión; este elemento se le conoce en la literatura como *servicio del sistema de distribución*.

Al igual que el *servicio del sistema de distribución*, el *sistema de distribución* es un elemento 802.11 que tiene una tarea en específico; la integración de dos o más *conjuntos básicos de servicio*, además de proveer los mecanismos para manejar un direccionamiento de una estación dentro de un grupo de *conjuntos básicos de servicios*. Por facilidad, el medio que utiliza el *sistema de distribución* es cableado, aunque no existe una limitante en el sentido de no poder ser un medio inalámbrico. De forma práctica, el medio Ethernet puede ser entendido como el *sistema de distribución*.

3.2 Topologías de Redes.

En el capítulo anterior se dio una clasificación de las redes inalámbricas de acuerdo a su alcance. Existe una clasificación de las redes de acuerdo a su topología, la cual resulta muy útil para entender la relación que guardan los elementos que la conforman.

Al hablar de topología de redes se hace referencia a la forma en la que están conectados los elementos de las redes; ésta puede ser a nivel lógico o a nivel físico. Debido a las características de las redes inalámbricas, en este trabajo se interpreta el concepto de topología como la conexión lógica que establecen los dispositivos.

3.2.1 Conjunto Básico de Servicio Independiente.

El conjunto más sencillo de interconexión de estaciones se forma directamente entre ellas sin pasar por algún punto intermedio. El nombre que se da a este tipo de redes, bajo el estándar 802.11, es el de *conjunto básico de servicio independiente*. Otro nombre que se usa de forma intercambiable es el de redes inalámbricas *ad hoc*.

El área donde se tiene cobertura es limitada; a ésta se le llama área básica de servicio. El área básica de servicio puede variar en función de las características del medio; para un área abierta puede ser mayor en comparación a un área cerrada que contenga muebles o algún elemento que obstruya el paso de las ondas electromagnéticas.

Cuando una estación está dentro de un área con cobertura, se puede comunicar con las otras estaciones que están dentro de la misma área, es decir, la estación

debe estar en una zona en la que la señal de radiofrecuencia sea lo suficientemente fuerte para que sea detectada por la estación de interés.

3.2.2 Conjunto Básico de Servicio.

Para superar las limitantes que presentan las redes *ad hoc* existen redes que involucran el uso de un access point; el nombre que reciben es *conjunto básico de servicio*. Las limitantes de las redes *ad hoc* son superadas hasta cierto punto; aunque la cobertura se incrementa existe todavía una limitante en relación al área de servicio que puede proporcionar un esquema como éste. Por otro lado, aunque en teoría la cantidad de elementos que pueden conectarse a esta red es muy grande, existen limitantes que están gobernadas por el ancho de banda de red.

En un *conjunto básico de servicio* las estaciones no se comunican directamente entre sí; primero se comunican con un access point, el cual reenvía la información a las estaciones con las que se pretende establecer la comunicación.

3.2.3 Conjunto de Servicio Extendido.

Para poder incrementar la capacidad, en términos de cobertura y ancho de banda, se deben agregar más access points, de tal forma que el ancho de banda quede mejor repartido. Por ejemplo, supongamos que tenemos solamente un access point que tiene un ancho de banda "x" y que tiene cuatro terminales conectadas. En este caso a cada una le tocará una cuarta parte del ancho de banda total. Ahora bien, pensemos el caso en el que se tienen dos access points y cuatro terminales conectadas; cada terminal tendrá el doble del ancho de banda del ejemplo anterior.

Si agregamos más access points a un *conjunto básico de servicio*, además de obtener el beneficio del ancho de banda, se obtienen mejores áreas de cobertura. Las estaciones podrán comunicarse con cualquier otra estación, aunque esas estaciones estén en diferentes áreas de servicio, cada una establecida por un access point.

A este nuevo arreglo, en el que se unen varios *conjuntos básicos de servicio*, se le llama *conjunto de servicio extendido* (en el estándar 802.11).

Este nuevo esquema permite la interconexión de un número mayor de estaciones; teóricamente no existe un límite de la cantidad de estaciones que puedan conectarse y de la cobertura que pueda brindar. En la práctica, la limitante en relación a la cantidad de estaciones va de acuerdo al consumo de recursos de ancho de banda y a la sensibilidad de las aplicaciones que dependen de la red para su correcto funcionamiento.

3.3 Equipo para Redes 802.11.

3.3.1 Antenas Omnidireccionales.

El patrón de radiación es la representación tridimensional de la intensidad de la energía radiada de una antena. Existen gráficas llamadas plano de elevación (vertical) y plano azimutal (horizontal); se puede interpretar el plano de elevación como una foto lateral de la propagación de una antena que se encuentra colocada verticalmente, mientras que el plano azimutal se puede considerar como una foto aérea de ésta.

Este tipo de gráficas nos permite entender ciertas diferencias entre antenas y además nos ayuda a justificar su selección de acuerdo a su patrón de radiación.

De acuerdo al patrón de radiación, es posible identificar ciertas zonas, éstas son: lóbulo principal, lóbulos laterales, lóbulo trasero, zonas nulas y ancho de haz, como se puede observar en la siguiente figura:

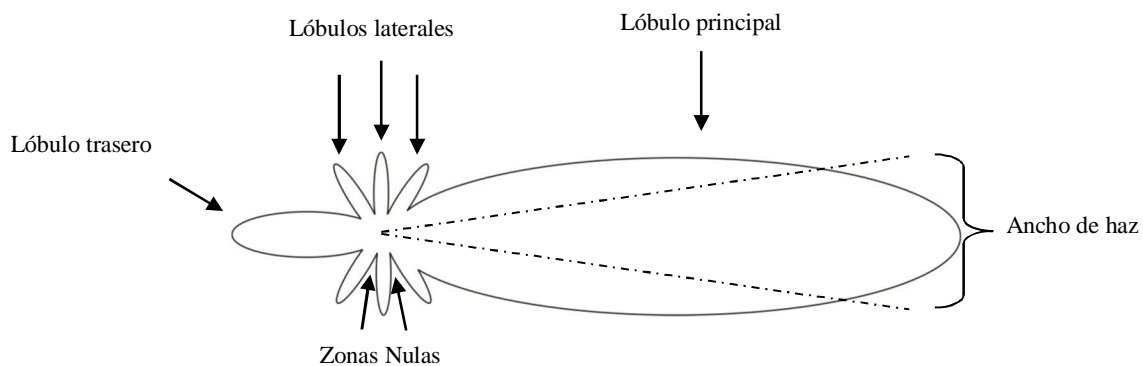


Figura 3.1 Lóbulos del Patrón de Radiación de una Antena.

Como se puede observar en la figura 3.1, el lóbulo principal es la zona donde se concentra la mayor parte de la energía, el lóbulo trasero es aquel que radia en dirección opuesta al lóbulo principal, los lóbulos laterales son aquellos que radian en una dirección diferente a la del lóbulo principal exceptuando el lóbulo trasero y el ancho del haz a la mitad de potencia es el ángulo que se forma sobre el lóbulo principal concentrando solamente esa cantidad de potencia.

Ahora bien, teniendo los elementos base para hablar de las antenas nos enfocaremos a las antenas omnidireccionales, ya que son las más utilizadas en las redes inalámbricas 802.11.

La radiación emitida por una antena omnidireccional se asemeja a la forma de una dona, pensando que se da en tres dimensiones; las antenas omnidireccionales radian su energía hacia todas direcciones.

A partir del plano de elevación de la figura 3.2 se puede observar que este tipo de antena propaga la mayor parte de su energía en los costados, mientras que en el plano azimutal mostrado en la figura 3.3 se aprecia una radiación uniforme de 360 grados.*

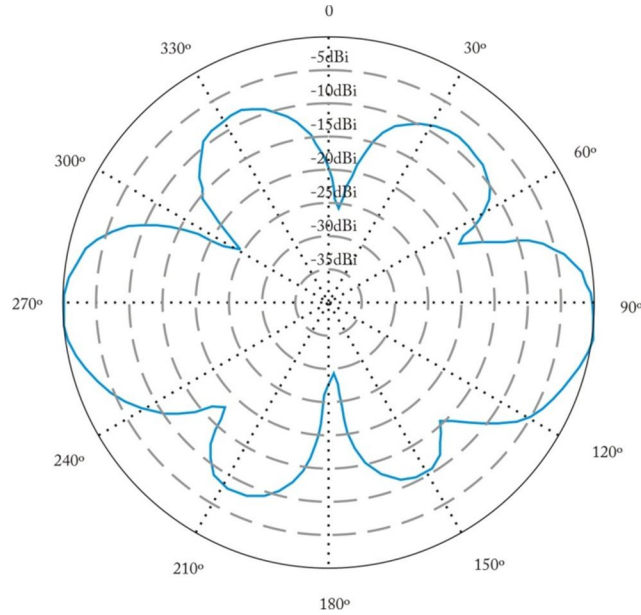


Figura 3.2 Plano de Elevación de antena Omnidireccional 5.2dBi.

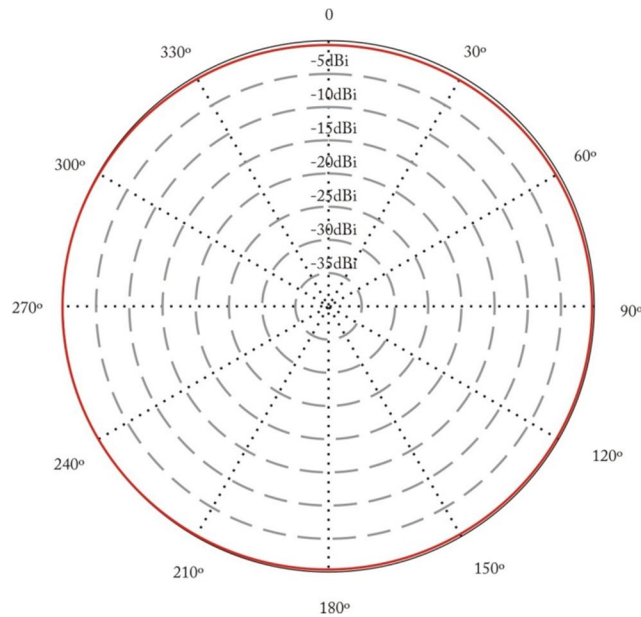


Figura 3.3 Plano Azimutal de antena Omnidireccional 5.2dBi.

* Los planos mostrados en las figuras 3.2. y 3.3 pertenecen a una antena Cisco AIR-ANT2506

Si tomamos una antena que tenga mayor ganancia (8dBi) podemos observar que existe una diferencia en relación al plano de elevación, se puede ver en la figura 3.4 como se vuelve más angosta la señal. *

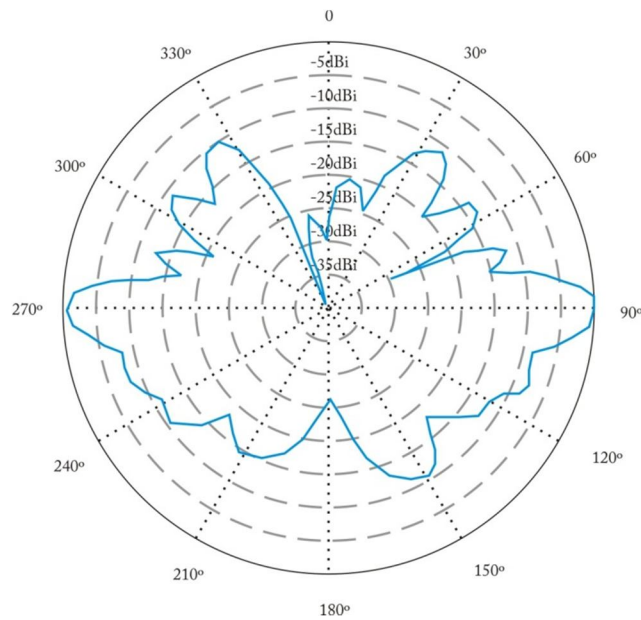


Figura 3.4 Plano de Elevación de antena Omnidireccional 8dBi.

Para el caso del plano azimutal se conserva la misma distribución, esto se puede apreciar en la figura 3.5:

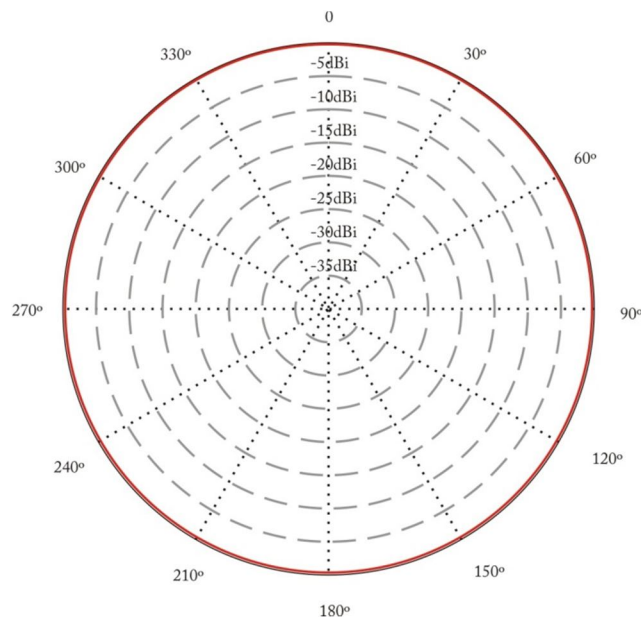


Figura 3.5 Plano Azimutal de antena Omnidireccional 8dBi.

* Los planos mostrados en las figuras 3.4 y 3.5 pertenecen a una antena Cisco AIR-ANT2480V-N

Este tipo de antenas son ubicadas en puntos altos (techos de oficinas, salones, restaurantes, etc.) evitando la mayor cantidad de obstáculos para brindar una cobertura uniforme. No resulta práctico su uso para zonas que podemos entender como alargadas (pasillos por ejemplo).

3.3.2 Antenas Semidireccionales.

Las antenas semidireccionales (direccionales) más comunes son las antenas *patch*, *Yagi* y *sectorizadas*. Este tipo de antenas enfocan la mayor parte de su energía hacia una dirección en particular.

Las antenas *patch* están hechas con tecnologías de circuito impreso, creando estructuras planas que son fabricadas sobre un dieléctrico. La forma más común de estas antenas es plana, la mayor parte de su energía es radiada por el lóbulo principal mientras que la energía radiada por los lóbulos traseros es mínima.

Generalmente, las antenas *patch* debido a su diseño y características de propagación son colocadas en paredes. Las antenas *Yagi* y *sectorizadas* tienen una Ganancia similar a las antenas *patch*.

Si se ubica una antena omnidireccional en una pared, gran parte de la energía radiada es desperdiciada. Conforme se analicen los patrones de radiación de las antenas semidireccionales se verá que ubicarlas cerca de paredes no implica una pérdida de energía considerable.

En las figura 3.6 se muestra el plano de elevación de una antena tipo *patch*.*

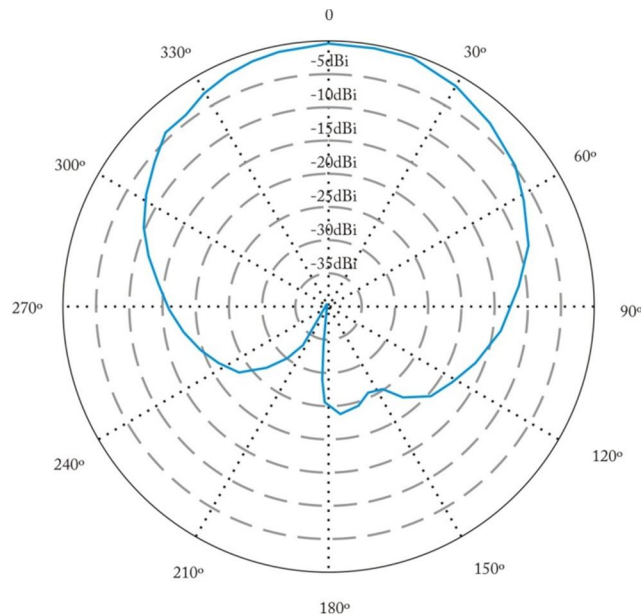


Figura 3.6 Plano de Elevación de antena Patch 6dBi.

* El plano mostrado en las figura 3.6 pertenece a una antena Cisco AIR-ANT2460P-R

En la figura 3.7 se muestra el plano azimutal de una antena tipo *patch* de 6dBi. De los planos de elevación y azimutal, mostrados en las figuras 3.6 y 3.7, se puede apreciar que la mayor parte de su energía se concentra en una dirección.

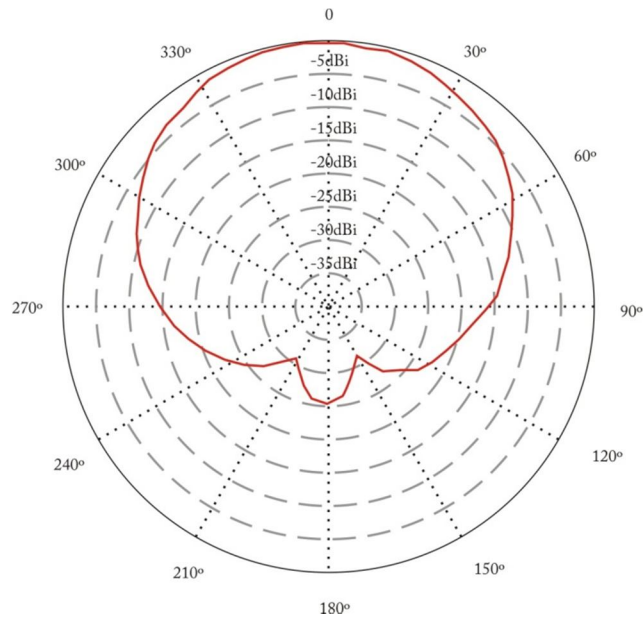


Figura 3.7 Plano Azimutal de antena Patch 6dBi.

En las figuras 3.8 y 3.9 se muestran los patrones de radiación de una antena *patch* de 8.5dBi.*

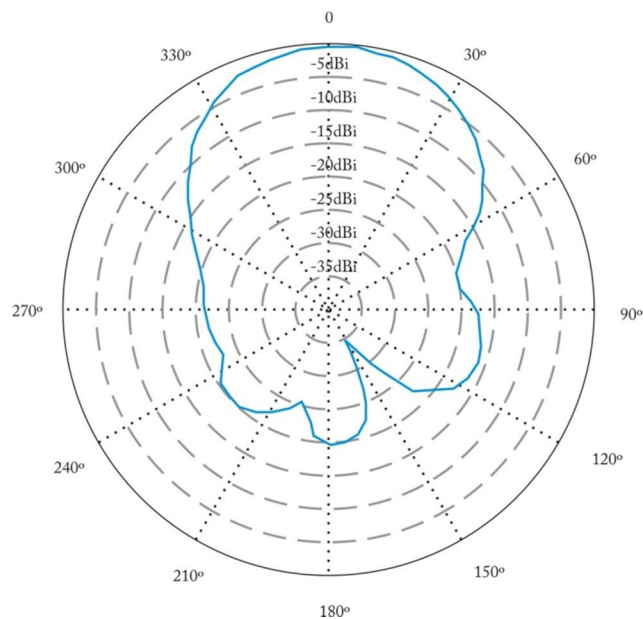


Figura 3.8 Plano de Elevación de antena Patch 8.5dBi.

* El plano mostrado en la figura 3.7 pertenece a una antena Cisco AIR-ANT2460P-R, el plano mostrado en la figura 3.8 pertenece a una antena Cisco AIR-ANT2485P-R

Al comparar los patrones de radiación de las antenas mostradas en las figuras 3.7 y 3.9, se puede apreciar un cambio en el patrón de radiación debido a que ésta última tiene una ganancia mayor.*

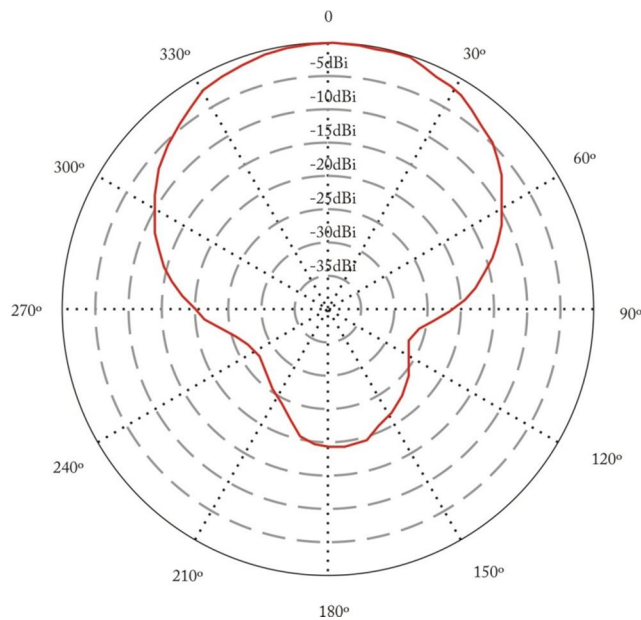


Figura 3.9 Plano Azimutal de antena Patch 8.5dBi.

La antena *Yagi* es otro tipo de antena semidireccional que tiene similitudes en cuanto a las ganancias y distancias de aplicación, sin embargo el diseño y la tecnología son muy diferentes. Una configuración básica de las antenas *Yagi* consta de un elemento activo, un reflector y directores, lo cual se puede apreciar en la siguiente figura:

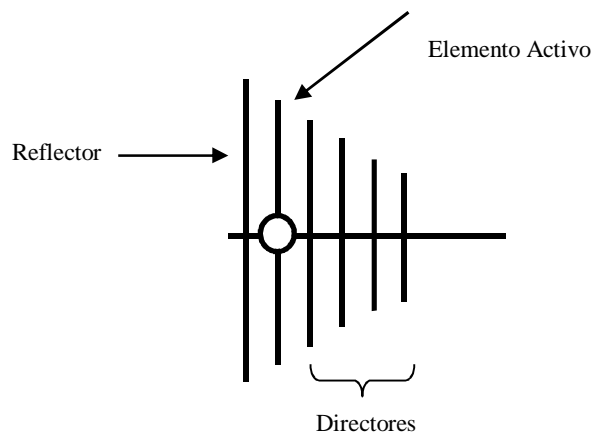


Figura 3.10 Plano Elevación de antena Yagi 14dBi.

* El plano mostrado en la figura 3.9 pertenece a una antena Cisco AIR-ANT2485P-R

Las antenas *Yagi*, por sus características y diseño, son aprovechadas en exteriores principalmente. En las figuras 3.11 y 3.12 es posible apreciar las características de propagación de una antena *Yagi* de 14dBi: *

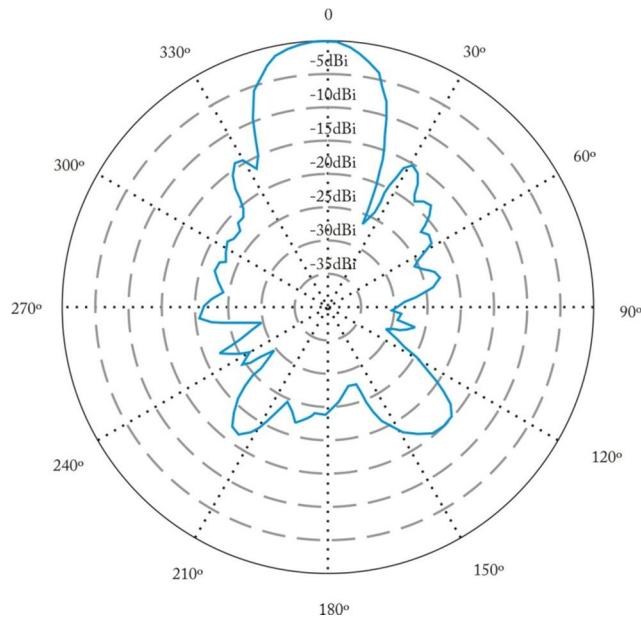


Figura 3.11 Plano Elevación de antena *Yagi* 14dBi.

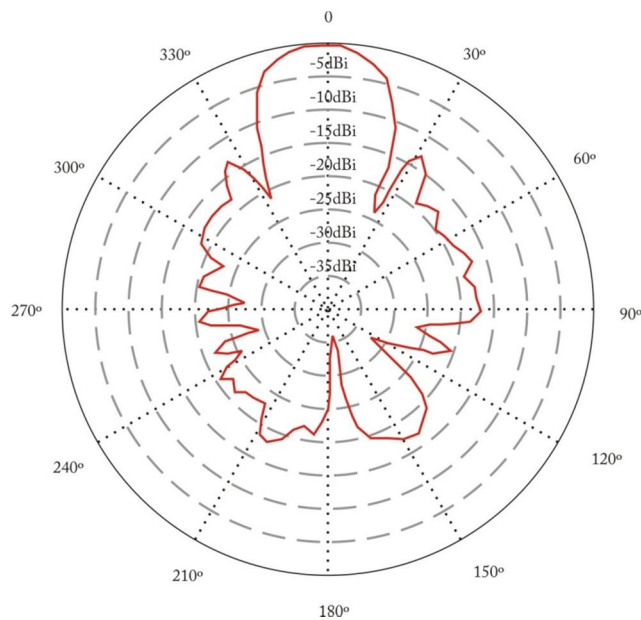


Figura 3.12 Plano Azimutal de antena *Yagi* de 14dBi.

* Los planos mostrados en las figuras 3.11 y 3.12 pertenecen a una antena Motorola ML-2499-BYGA2-01R.

En las figuras 3.13 y 3.14 se muestran los patrones de radiación de una antena Yagi de 17dBi. Si comparamos la figura 3.11 con la 3.13, podemos observar que al aumentar la ganancia el haz se vuelve más angosto.*

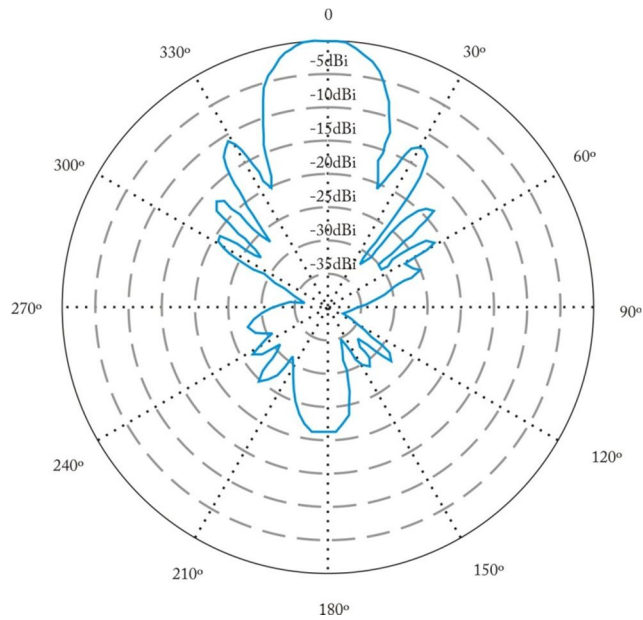


Figura 3.13 Plano Elevación de antena Yagi 17dBi.

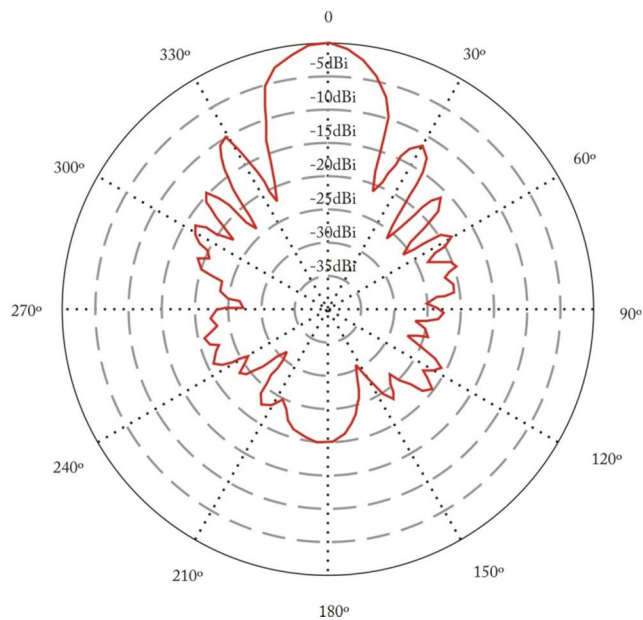


Figura 3.14 Plano Azimutal de antena Yagi de 17dBi.

* Los planos mostrados en las figuras 3.13 y 3.14 pertenecen a una antena Amphenol 7360012.

Existe otro tipo de antenas llamadas *sectorizadas*, las cuales son consideradas semidireccionales por sus características de propagación, en las figuras 3.15 y 3.16 se puede apreciar esta condición.*

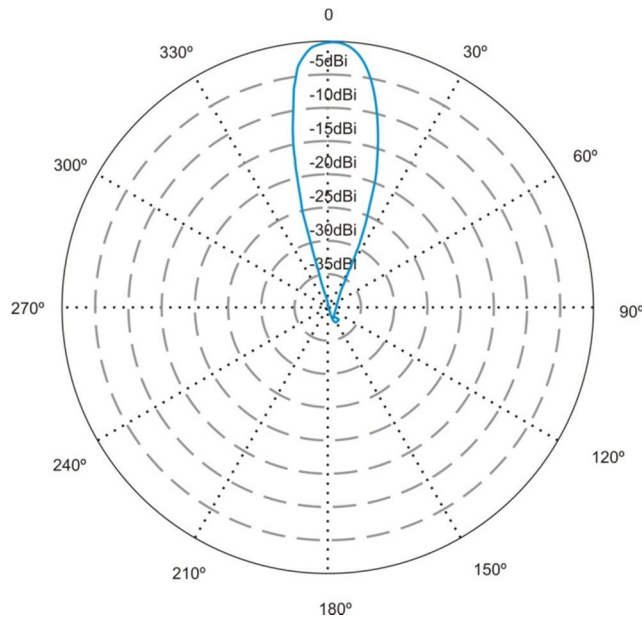


Figura 3.15 Plano Elevación de antena Sectorizada 14dBi.

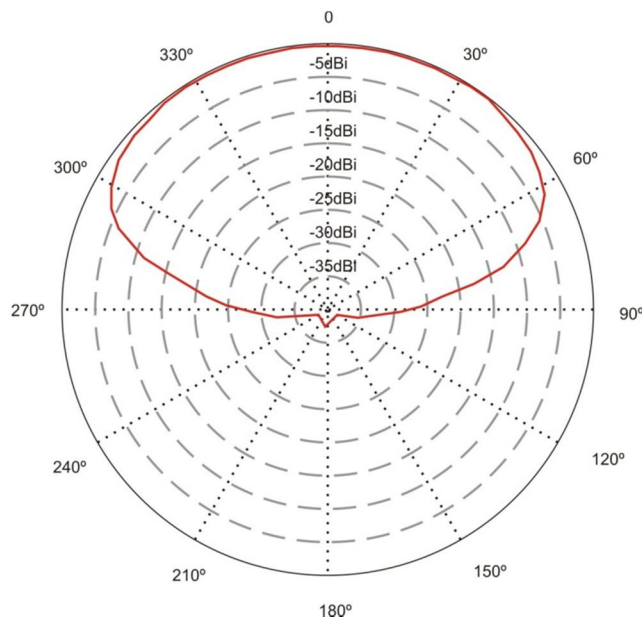


Figura 3.16 Plano Azimutal de antena Sectorizada de 14dBi.

Debido a que el ancho del haz cubre aproximadamente 120° (existen antenas de este tipo que cubren 90° y 60°) se pueden realizar arreglos con varias antenas, en los que son puestas de espaldas, para dar una cobertura de 360° .

* Los planos mostrados en las figuras 3.15 y 3.16 pertenecen a una antena L-com HG2414SP-120

En las figuras 3.17 y 3.18 se muestran los patrones de radiación correspondientes a una antena *sectorizada* de 17dBi. Si comparamos los patrones de radiación 3.15 y 3.17 podemos observar que el segundo se vuelve más angosto debido a que tiene una ganancia mayor.*

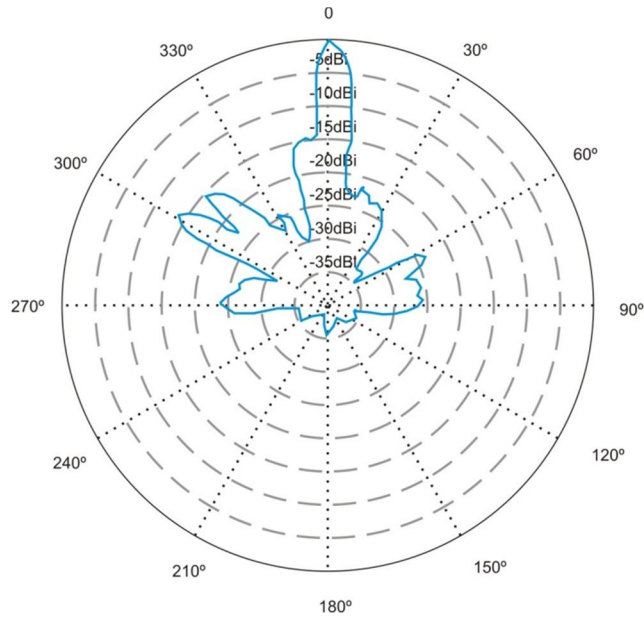


Figura 3.17 Plano Elevación de antena Sectorizada 17dBi.

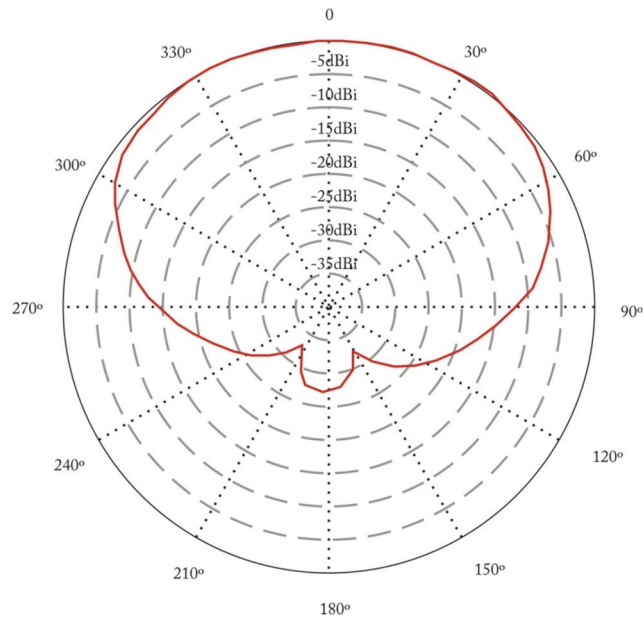


Figura 3.18 Plano Azimutal de antena Sectorizada de 17dBi.

* Los planos mostrados en las figuras 3.17 y 3.18 pertenecen a una antena L-com HG2417P-120.

3.3.3 Antenas Altamente Direccionales.

En el caso de las antenas altamente direccionales el patrón de radiación es muy angosto, como se puede ver en las figuras 3.19 y 3.20.

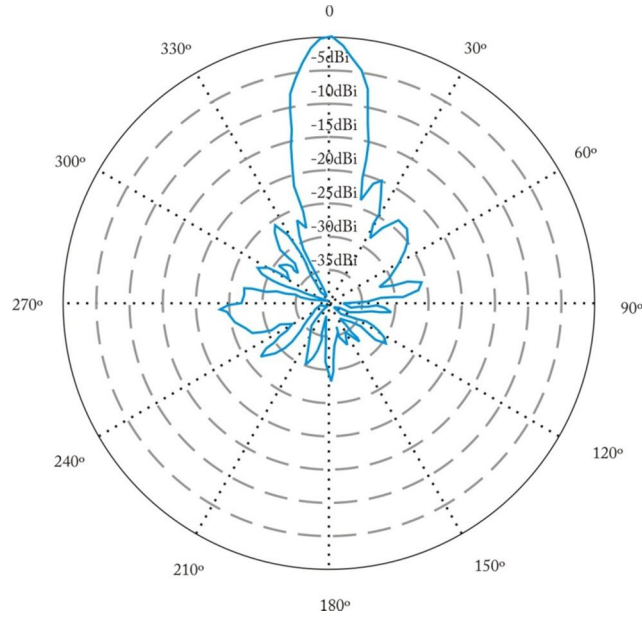


Figura 3.19 Plano de Elevación de antena altamente direccional 21dBi.

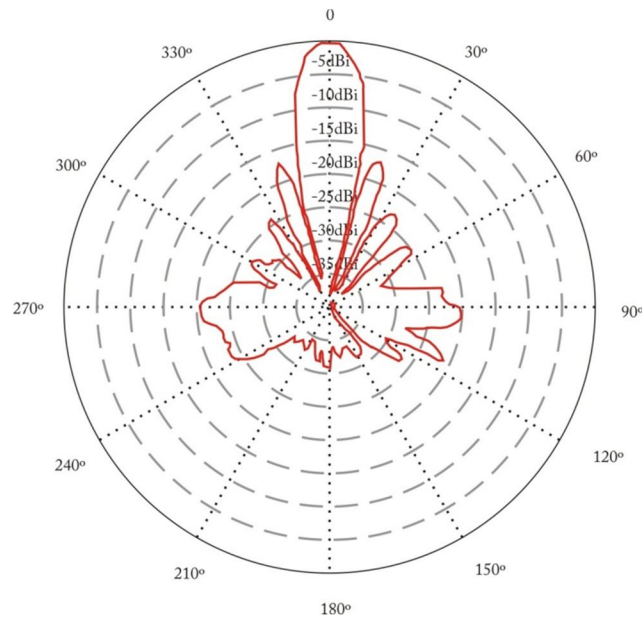


Figura 3.20 Plano Azimutal de antena altamente direccional 21dBi.

* Los planos mostrados en las figuras 3.19 y 3.20 pertenecen a una antena Cisco AIR-ANT3338.

Esta característica resulta interesante debido a que dichas antenas nos permiten crear enlaces punto a punto en distancias considerables (alrededor de kilómetros). Este tipo de antenas son muy sensibles a la alineación que tienen; con una pequeña variación se puede afectar considerablemente su desempeño (por ejemplo en un enlace). Existen antenas tipo rejilla (grid) que las hace muy prácticas en exteriores, ya que su diseño las hace menos vulnerables a una desalineación provocada por viento, lluvia, etc.

En la siguiente tabla se muestra las antenas disponibles en el mercado de acuerdo a su patrón de radiación.

Ganancia (dBi)	Omnidireccional	Semidireccional	Altamente Direccional
2	X	---	---
2.2	X	---	---
5.2	X	---	---
6	X	X	---
6.5	X	X	---
8.5	X	X	---
10	X	X	---
12	X	X	---
13.5	---	X	---
14	---	X	---
17	---	X	---
19	---	---	X
21	---	---	X
24	---	---	X
30	---	---	X

Tabla 3.1 Antenas Disponibles.

A partir de la tabla 3.1, se puede observar que la ganancia de las antenas está relacionada con el patrón de radiación de éstas; no sería viable encontrar una antena altamente direccional de 5dBi.

3.3.4 Access Points.

En el inicio del capítulo se mencionaba a un access point como un elemento de un sistema 802.11; a continuación se hablará un poco de su forma de operación.

Los access points que operan de forma independiente son los llamados *fat access points* y aquellos que dependen de un controlador para poder funcionar son los *thin access points*. En el primer caso la forma de operación está establecida internamente en el dispositivo, mientras que en el segundo el controlador es quien lo gobierna y define varios parámetros de operación. Actualmente existen access

points que soportan los dos tipos de operación, siempre y cuando sean actualizados con firmware especializado.

Una de las ventajas de los *thin access points* va relacionada con la administración de los dispositivos. Ésta se realiza de forma centralizada, es decir, se pueden tener varios access points pero desde una sola página WEB se pueden administrar todos aquellos que estén en una red. Mientras que para los *fat access points* se tienen que administrar de forma individual. En primera instancia esta característica puede considerarse que no es muy útil, pero pensemos en un área en la cual tenemos un número mayor a 10 access points; en estos casos no resulta práctica la administración individual de cada uno de los dispositivos.

3.4 Seguridad.

La seguridad en redes inalámbricas es un tema de mucho interés debido a las implicaciones que se podrían tener en caso de no aplicarse correctamente, es decir, si se tuviera acceso a información por personas no autorizadas.

Inicialmente las redes 802.11 contaban con una seguridad conocida en la literatura como Pre-RSNA. Este esquema de seguridad presentaba debilidades, las cuales fácilmente pudieron ser aprovechadas indebidamente. Para superar estas debilidades, hubo grandes avances sobre esta área en particular; se desarrolló lo que se conoce como seguridad RSNA y actualmente se encuentra disponible.

3.4.1 Seguridad Pre-RSNA.

Como se mencionó, el mecanismo por el que una estación forma parte de un *conjunto básico de servicio* es por medio de una asociación. Para que pueda existir una asociación de una estación primero debe haber una *autenticación* de la estación, de tal forma que sea inidentificable y de esta forma se controle el acceso.

En el estándar original 802.11 se definieron dos tipos de autenticación: abierta y de llave compartida. Una *autenticación abierta* permite una asociación directa de la terminal con el *conjunto básico de servicio*, ya que realmente no existe validación alguna de identidad, simplemente se realiza intercambio de información para realizar la asociación. En el caso de la *autenticación de llave compartida*, básicamente se permite una asociación de la estación a un *conjunto básico de servicio*, si la terminal proporciona la llave correcta. El proceso de *autenticación de llave compartida* se compone de cuatro pasos: solicitud de la terminal, envío de un texto del access point a la terminal, encriptación y envío del texto por la terminal al access point y por último la confirmación (o rechazo) por parte del access point.

Para establecer confidencialidad e integridad de la información se decidió crear el Protocolo WEP, bajo el cual se pensaba que la información sólo llegaría al destinatario en cuestión sin poder ser modificable. La información que es

transmitida por la red es encriptada utilizando llaves de 40 ó 104 bits. WEP utiliza un algoritmo de encriptación llamado RC4, por lo que se puede entender que WEP no es el algoritmo de encriptación como tal. Como se puede apreciar en el esquema de seguridad, 802.11 solamente está compuesto de estos dos elementos, autenticación y encriptación de información.

Actualmente no es recomendable implementar *autenticación de llave compartida*. Una de las debilidades de este mecanismo se encuentra en que el texto enviado por el access point no va encriptado, de tal forma que durante su transmisión es posible capturar el texto plano y el texto encriptado, para posteriormente utilizar un algoritmo para obtener la llave. Las únicas condiciones en las que se recomienda su uso es con equipos obsoletos que sólo cuenten con seguridad Pre-RSNA.

3.4.2 Seguridad RSNA.

Para superar las debilidades del esquema original de seguridad 802.11, se creó lo que en la literatura se conoce como RSNA; está documentado en el estándar 802.11i. Este estándar se apoya fuertemente en el estándar 802.1X, el cual tiene la finalidad de solventar las deficiencias en la parte de autenticación.

Lo que se plantea para el proceso de autenticación es un esquema más robusto que involucra nuevos elementos. En este proceso los elementos que participan en este esquema son: suplicante, autenticador y servidor de autenticación.

Una estación puede ser vista como un suplicante. Bajo este esquema la estación desea autenticarse para acceder a los recursos siendo su primer contacto el autenticador. El autenticador queda en un punto intermedio entre el servidor de autenticación y el suplicante; el servidor de autenticación es quien realmente acepta o rechaza la solicitud del suplicante por medio del autenticador.

Para mejorar las debilidades encontradas en relación a confidencialidad e integridad, RSNA tiene nuevos elementos. Los protocolos que se crearon son TKIP y CCMP. Así como WEP, TKIP y CCMP son protocolos que utilizan algoritmos de encriptación (RC4 y AES respectivamente).

TKIP utiliza el mismo algoritmo de encriptación que WEP. Podemos pensar que TKIP es un WEP mejorado, mientras que CCMP fue hecho para superar las inseguridades que presentó TKIP.

3.5 Cobertura.

La cobertura, sin duda, es uno de los temas más importantes a considerar cuando se realiza el diseño de una red. Si se realiza un diseño con más elementos de los necesarios podemos tener problemas de interferencia, además de un costo elevado por la utilización de un número mayor de equipos. En el caso de hacer falta cobertura en un área podemos tener problemas de desempeño debido a la calidad de la señal.

3.5.1 Cobertura orientada a máximo alcance.

En los diseños de redes inalámbricas es muy importante considerar dos elementos: la cobertura y la tasa de transmisión. De estos factores depende que una aplicación trabaje correctamente; el variar estos factores nos permite obtener diferentes diseños para una red.

Podemos tener cobertura en una zona pero si no tenemos la tasa de transmisión mínima para que trabaje una aplicación de nada nos sirve que tenga señal. En el caso opuesto tendríamos una tasa de transmisión muy buena para una zona, pero una cobertura muy reducida (específicamente a esa tasa de transmisión).

La siguiente figura nos puede ayudar a entender mejor el concepto. Al alejarnos de la parte central disminuye la tasa de transmisión, pero aumenta la cobertura. Podemos llegar a un punto de máximo alcance, pero con una tasa de transmisión mínima.

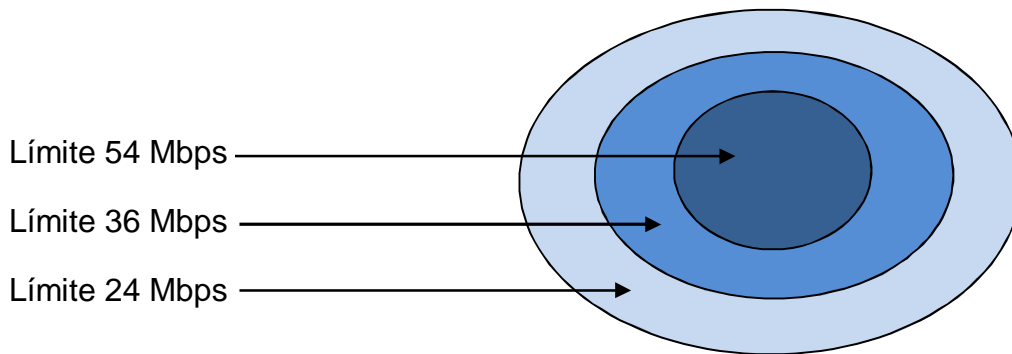


Figura 3.21 Tasas de transmisión en zonas de cobertura.

Un diseño que esté enfocado a una máxima cobertura puede ser útil para aplicaciones de baja transferencia de datos. En el caso de aplicaciones tipo TELNET para terminales de mano, el uso de tasas de transmisión del orden de 11Mbps son aceptables. Independientemente de esto siempre es recomendable dar un pequeño umbral de operación, para asegurar la tasa de transmisión requerida.

En el capítulo anterior se mencionó que la selección de los canales de operación de los access points es importante para evitar interferencia. Los canales 1, 6 y 11 mantienen una separación suficiente que es aprovechada en diseños para no tener el problema de interferencia. Por esta razón la configuración de los access points se realiza sobre dichos canales.

En la siguiente figura se puede ver un diseño de red orientado a máxima cobertura, el cual nos servirá como punto de comparación. Cada número representa el canal en el que está configurado el access point y cada círculo representa la cobertura proporcionada por éste. Como se puede ver en el diseño,

los access points que usan la misma frecuencia quedan alejados lo más posible. Para el diseño que nos servirá de referencia se tienen 14 access points, como se puede apreciar en la figura 3.22.

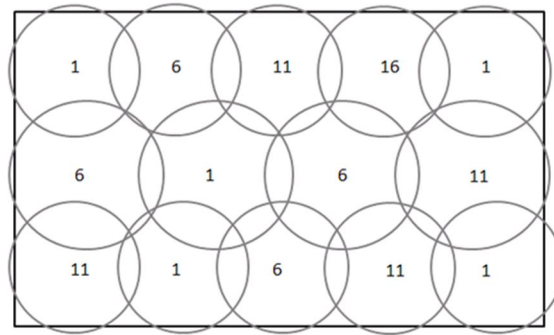


Figura 3.22 Cobertura de máximo alcance.

3.5.2 Cobertura orientada a máxima tasa de transmisión.

Un diseño de máxima cobertura puede ser útil para ciertas aplicaciones, ¿pero es útil en caso de requerir aplicaciones basadas en video o voz? Para el caso donde el retraso de la señal puede afectar considerablemente, evidentemente la respuesta es no.

Si nos enfocamos a la máxima tasa de transmisión, las células deben ser más pequeñas con respecto a las de un diseño de cobertura orientada a máximo alcance. Con esto tendremos áreas de cobertura de menor tamaño y un número mayor de access points.

Un diseño de este tipo es útil para aplicaciones que usan una tasa de transferencia alta, o cuando existe alta densidad de terminales.

La figura 3.23 muestra una distribución orientada a capacidad. Para este diseño se consideran 28 access points, es decir, el doble de dispositivos que en el diseño anterior, cada número representa el canal en el que está configurado cada dispositivo.

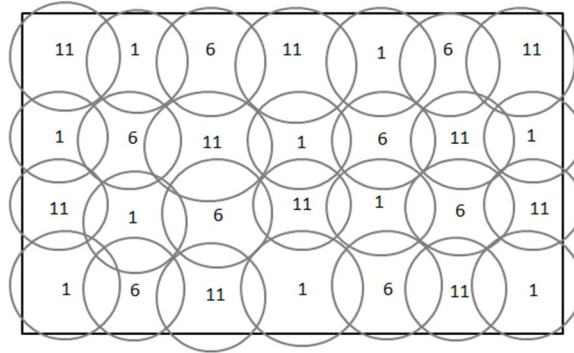


Figura 3.23 Cobertura orientada a capacidad.

3.6 Resumen.

En este capítulo se describieron los componentes principales de las redes inalámbricas 802.11, dando un peso especial a las antenas, ya que en base a las características de propagación es posible elegir la que mejor se adapte a la necesidad que se tenga. Se da una revisión de la evolución de la seguridad utilizada en las redes 802.11 y se muestran consideraciones importantes para el tema de cobertura.

La elección de la antena adecuada es fundamental para el diseño de una red inalámbrica. Los arreglos o combinaciones de antenas que podemos proponer para una solución son interminables; lo que limitará las combinaciones y hará que una propuesta sea mejor que otra serán factores como costo, redundancia y escalabilidad entre otros.

Un tema que ha tomado gran importancia, y no solamente en las redes inalámbricas, es el de la seguridad; actualmente se lleva a cabo la implementación de esquemas y políticas de seguridad principalmente en empresas (transnacionales), gobierno, instituciones financieras, entre otras. Una década atrás se necesitaba un conocimiento muy alto para poder quebrantar la seguridad de una red 802.11b. Actualmente para realizar esa misma tarea, se necesita muy poco conocimiento ya que se ha desarrollado software con esa finalidad.