

Notas sobre la necesidad de optimización en redes locales inalámbricas multicelda



Alfonso Fernández Durán
Alcatel España

Se presenta un estudio que demuestra que en instalaciones multicelda de Redes Locales Inalámbricas o WLAN, es necesaria la optimización radioeléctrica y de recursos, para conseguir que las prestaciones en términos de capacidad sean adecuadas. El estudio considera redes inalámbricas de interiores de edificios, y de exteriores.

Aunque se utiliza como referencia el estándar IEEE802.11b, las conclusiones pueden ser extensibles a otros estándares WLAN.

PROPAGACIÓN RADIOELÉCTRICA EN WLAN

Los estudios de propagación y cobertura de las WLAN publicados se refieren en su mayoría a modelos estadísticos de propagación en interiores, que ofrecen niveles de señal en función de la distancia, pero con unas varianzas muy elevadas. La utilización de estos modelos para la optimización, puede dar resultados muy divergentes en la práctica. Por tanto es necesario tener un modelo de propagación adecuado a las necesidades de optimización.

Existen varios elementos que intervienen de manera dominante en la propagación radioeléctrica, cu-

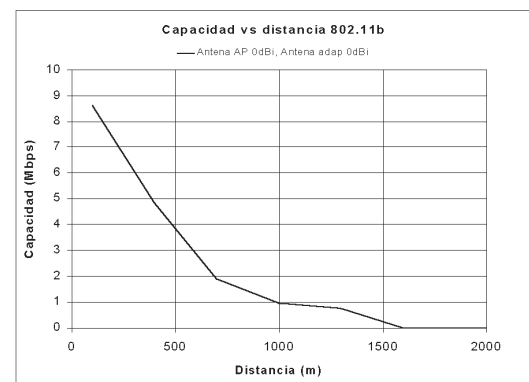
yos efectos han de ser tenidos en cuenta para determinar de la manera más fiable posible la calidad de los enlaces radio en las WLAN. Como consecuencia de todos los efectos, se ha de considerar un modelo de propagación, que defina las pérdidas básicas de propagación en función de la distancia.

El modelo de propagación debe ser lo más equilibrado posible, especialmente en los casos en los que intervengan múltiples celdas, ya que un modelo que sea pesimista en propagación, puede ser optimista en cuanto a interferencias en las celdas adyacentes de la misma frecuencia, y viceversa. Como consecuencia, es necesario llegar a un punto de equilibrio en el que el modelo represente de la manera más fiable posible la propagación y las interferencias por reuso de frecuencias. Teniendo en cuenta estas consideraciones, se ha tomado un modelo de propagación de 2 pendientes. En la primera pendiente se toma espacio libre, y hay un punto de cambio a partir del cual se considera propagación con oclusión parcial de la línea de visión directa.

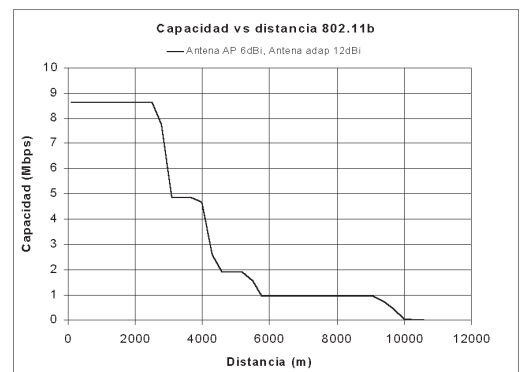
Utilizando este modelo de propagación, la Figura 1 muestra curvas de propagación que representan la capacidad bruta total de un enlace WLAN mon canal y mono-

celda con el estándar IEEE802.11b en función de la distancia, para dos combinaciones de directividades y ganancias de antenas.

Como puede apreciarse, el caso a) representa aplicaciones celulares

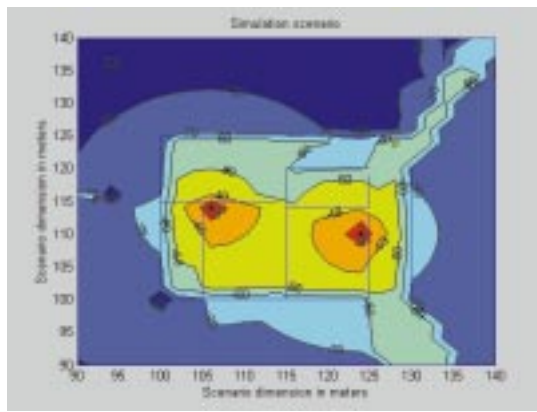


a) AP 0 dBi – Cliente 0dBi

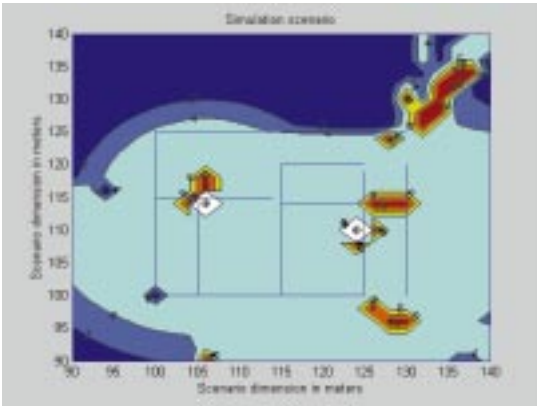


b) AP 6 dBi-Cliente 12 dBi

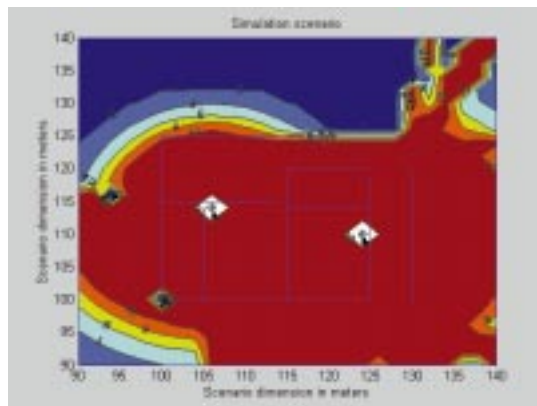
Figura 1. Curvas de propagación distintas condiciones



a) Mapa de niveles de señal recibida



b) Mapa de capacidad sin optimización



c) Mapa de capacidad con optimización

Figura 2. Optimización de WLAN en interiores

típicas de interiores, y en el caso b), vemos como se puede mejorar la cobertura (mayor capacidad a más distancia) empleando antenas de mayor ganancia y directividad. Por tanto, aunque la cobertura de las redes WLAN es de pocos cientos de metros, esta se puede extender hasta varios kilómetros mediante el uso de antenas directivas de alta ganancia. Para poder realizar esto, hay que prestar especial cuidado al cum-

plimiento de las normas referentes a emisión de potencia en la banda de 2.4GHz ETSI EN300 328, EN300 440, y en el caso de España, las Notas del Cuadro Nacional de Atribución de Frecuencias UN-85 y UN-109.

Puesto que el sistema funciona con varias modulaciones posibles, la capacidad exacta dependerá del nivel de señal en juego, y ésta de la ganancia de las antenas. Como puede verse en las figuras anteriores, desde el punto de vista radioeléctrico es posible tener celdas con un radio de cobertura considerable quedando dicho radio condicionado únicamente por el reparto de frecuencias y la capacidad de las celdas, aspectos que deberán resolverse con una adecuada optimización.

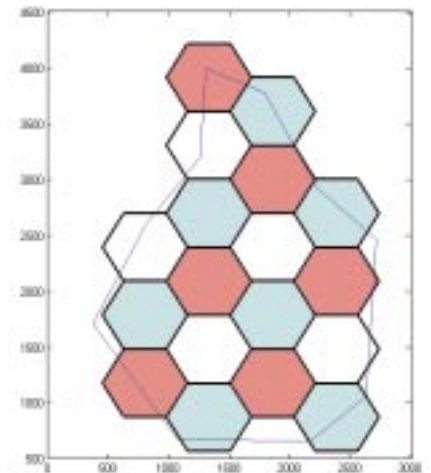
CAPACIDAD EN ENTORNO MULTICELDA:

Como se verá a continuación, la capacidad de una red WLAN sin optimizar puede ser menor de la mitad de la capacidad ofrecida por la misma WLAN optimizada.

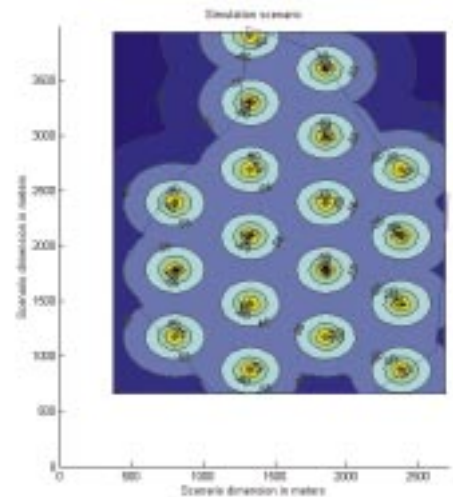
Capacidad y optimización en interiores

En el entorno natural de interiores, las redes multicelda pueden beneficiarse de la atenuación de las paredes de los edificios, que en algunos casos, minimiza la interferencia entre celdas. Este efecto sin embargo puede ser engañoso, ya que pueden coexistir en un entorno de interiores, paredes, suelos, etc. que presenten atenuaciones diversas y que en algunos casos pueden ser pequeñas. Debido a la interacción indeseada entre celdas de la misma frecuencia se puede producir una degradación considerable de la capacidad del sistema, en muchos casos esto se podría resolver asignando de manera adecuada los recursos del sistema, por ejem-

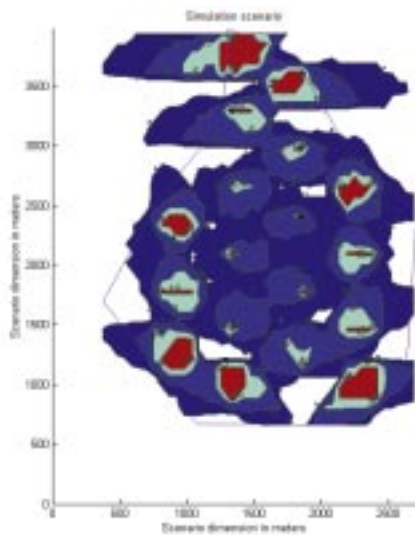
plo los canales a los Puntos de Acceso. La Figura 2 ilustra el efecto de la optimización en un entorno de interiores mediante simulación. Como puede apreciarse en la Figura 2-a, el nivel de señal recibida en todos los puntos de la planta es suficiente para llegar al máximo valor de capacidad de datos, sin embargo, si no se planifica adecuadamente, los valores de capacidad en la mayor parte del interior de la planta pueden caer a aproximadamente 4Mbps (zona de color azul claro en la Figura 2-b). En esta misma figura se puede apreciar que la zona más



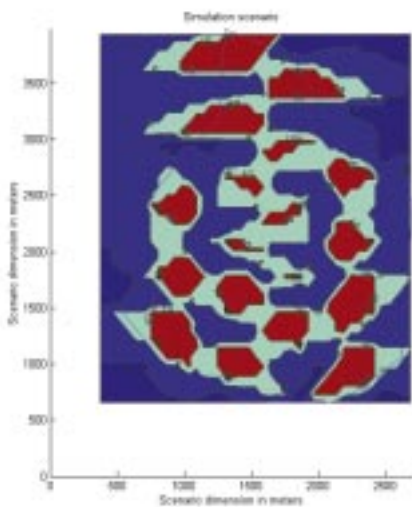
a) Ejemplo distribución de celdas. Radio medio 350m, Numero de celdas: 18



b) Distribución del nivel de señal recibido en dBm



c) Despliegue no planificado. Distribución de la capacidad en Mbps. Capacidad de corte del 90%=0.7Mbps



d) Despliegue planificado. Distribución de la capacidad en Mbps. Capacidad de corte del 90%=2.15Mbps

Figura 3. Sistema multicelda de exteriores

extensa de capacidad máxima de 10Mbps o más, aparece fuera del edificio (zona de color rojo en la figura 2-b). Por el contrario, si se asignan los recursos adecuadamente, se puede conseguir que aumente la capacidad disponible en el interior del edificio (zona de color rojo de la Figura 2-c).

Capacidad y optimización en exteriores

Para entornos multicelda de exteriores, la propagación radio puede ser suficientemente buena como para que pueda haber interacción entre celdas distintas de la misma frecuencia. En estos casos pueden además utilizarse antenas directivas para mejorar el alcance y la capacidad, lo que a su vez puede aumentar la interacción indeseada entre celdas. Este problema se mitiga mediante planificación, ubicando los puntos de acceso en los lugares óptimos, y asignando las frecuencias adecuadas, para minimizar de esta forma la interacción entre celdas. La Figura 3-a muestra el aspecto de una distribución multicelda con asignación de posiciones y frecuencias óptima. Como puede verse en la Figura 3-b en toda la zona se consiguen niveles de señal superiores a -65dBm, que es suficiente para alcanzar el máximo de capacidad. Esto es posible ya que la propagación en este caso sigue la ley de la figura 1-b. Sin embargo, si no se realiza optimización, los niveles de capacidad pueden caer por debajo de 1Mbps, como puede verse en las zonas blancas, mientras que las zonas de máxima capacidad quedan confinadas en áreas muy reducidas (áreas de color rojo). Si por el contrario se realiza optimización de los recursos, asignándolos de manera óptima, se puede llegar a niveles de capacidad como los que se muestra en la Figura 3-d

Para obtener las distribuciones de capacidad de la Figura 3, se han realizado simulaciones utilizando antenas omnidireccionales en los puntos de acceso y directivas en los adaptadores de abonado. Para la optimización de los recursos se han tomado 3 frecuencias disjuntas: 1ª, 4ª

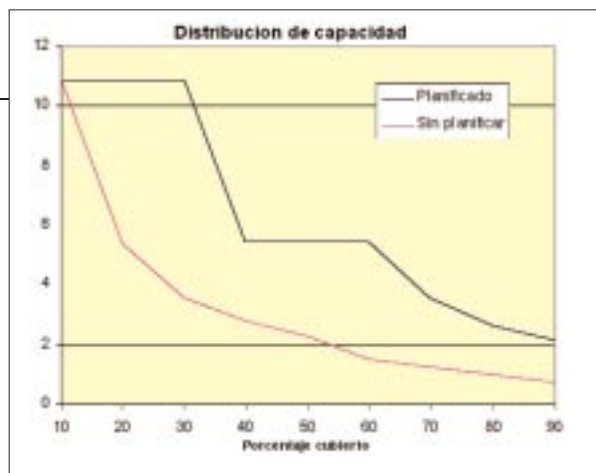


Figura 4. Estadísticas de capacidad en un despliegue de exteriores

y 7ª, de las 7 posibles del estándar IEEE802.11b.

La figura 4 muestra las estadísticas de capacidad obtenidas en el despliegue de la figura 3 para ambos casos: planificando, y sin planificar. Puede apreciarse que las diferencias de capacidad entre ambos casos puede llegar a ser de más de 7Mbps

CONCLUSIÓN

Se puede concluir que en los casos de despliegues de WLAN tanto en interiores como en exteriores, es necesario realizar optimización para que las prestaciones finales de la red no se vean seriamente afectadas con reducciones muy severas de la capacidad ofrecida. Además es necesario tener en cuenta que las estructuras de una red WLAN pueden variar con el tiempo, debido a la introducción de celdas adicionales, o a la aparición de redes adyacentes. Esto último puede requerir una optimización dinámica de la red, que mantenga la capacidad ofrecida al máximo durante todo el tiempo.

Alcatel a través de sus productos dispone de la capacidad para asegurar la optimización de la red WLAN, de manera que los recursos se asignen a los puntos de acceso de forma óptima. Esto puede repercutir en una mejora de coste de la red al permitir tener en servicio más usuarios simultáneos con el mismo nivel de servicio, capacidad e infraestructura.