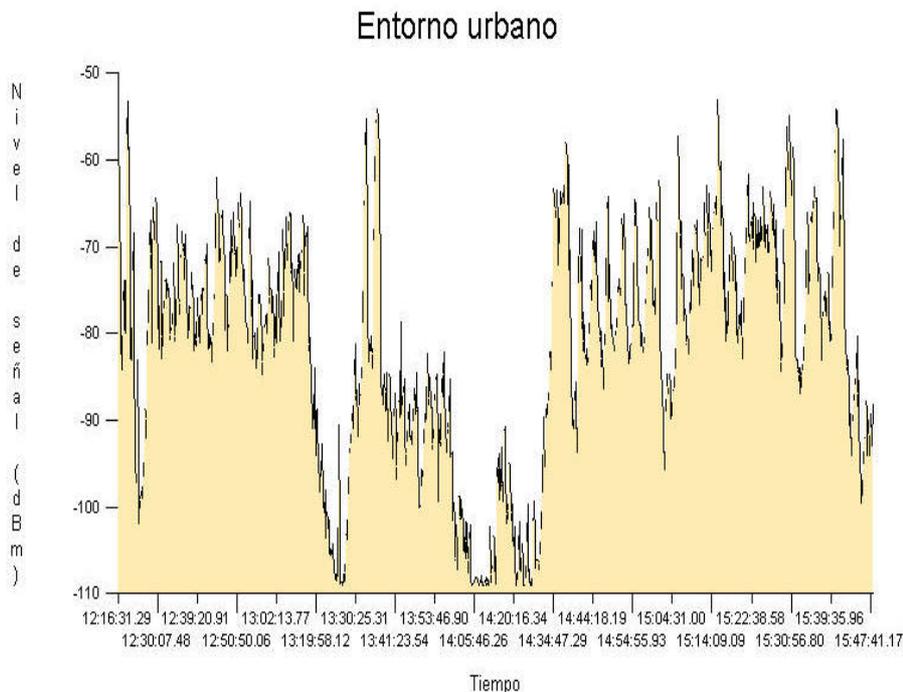


5. SIMULACION DE UN SISTEMA CDMA IS-95.

5.1. FENOMENOLÓGICA DE UN CANAL DE RADIO

El canal de radio para comunicaciones móviles es quizás el canal de comunicaciones más complicado en la que va a encontrarse una comunicación debido a su variabilidad y efecto que puede provocar este hecho para el mantenimiento de una comunicación adecuada. A la hora de modelar un sistema de comunicaciones se han de caracterizar cada uno de los bloques que lo forman. En comunicaciones móviles la caracterización del canal de propagación resulta fundamental y a la vez complicado. Como ya hemos expuesto existe la posibilidad de una caracterización teórica, sin embargo, esto conllevaría una definición completa del medio de propagación que desconocemos por estar éste en continuamente cambiando y no poder simplificarlo. En un sistema de comunicaciones punto a punto por microondas podemos simplificar el sistema ya que existirá una componente de la señal con LOS mas un conjunto de señales multicamino que de forma estática y en conjunto definen a la señal que capta el receptor. Esto no es posible mismo no es posible en comunicaciones móviles donde el canal de propagación no esta definido de forma estática.

Vamos a caracterizar un canal de propagación que viene determinado por algunas de las características del sistema a modelar y que va a utilizar este canal. La característica más importante es la frecuencia en la que debe trabajar el sistema. El sistema IS-95 se encuentra en la banda de 1900 MHz. Esta frecuencia es muy similar a la que utiliza el sistema paneuropeo DCS1800 y por lo tanto la señal estará caracterizada por los mismos fenómenos. En la siguiente gráfica podemos ver el comportamiento del nivel de recepción de una señal DCS 1800 en un entorno urbano.

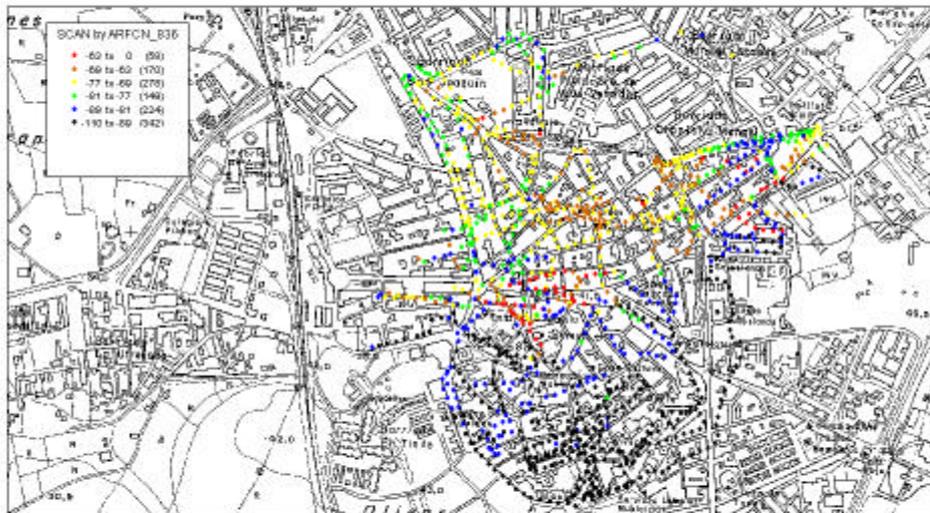


Esta gráfica muestra como mientras la estación móvil se encuentra en movimiento con respecto a la estación fija existe una variación del nivel de recepción de potencia y que puede ser atribuido a los fenómenos anteriormente citados:

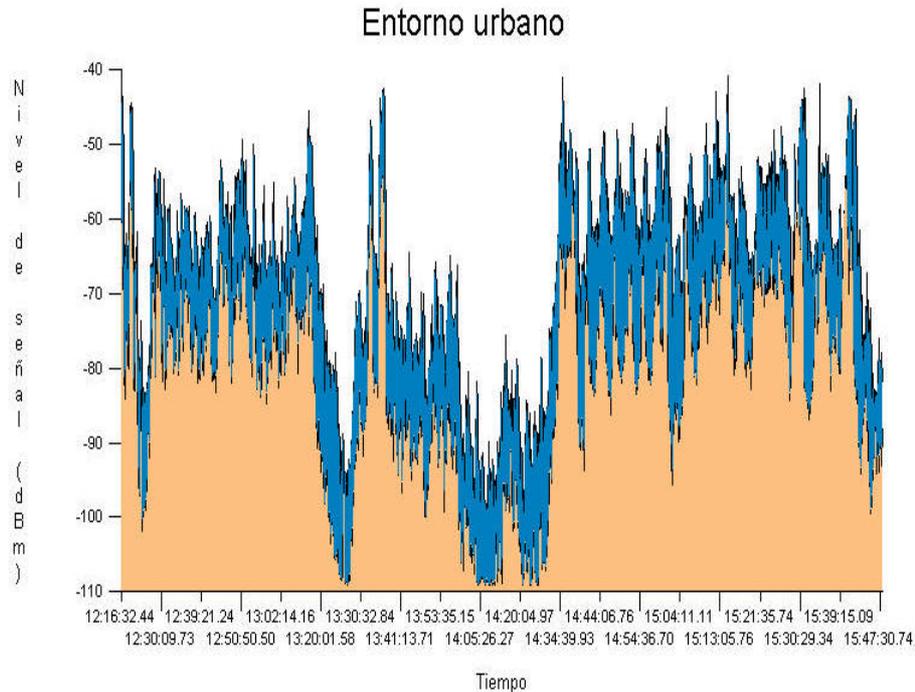
- Desvanecimiento rápidos o Rayleigh. Alteraciones, que como podemos observar pueden llegar a niveles 20 dB. Ocurren con cierta aleatoriedad y que hemos determinado caracterizar con una función de probabilidad de Rayleigh como se ha expuesto en capítulos anteriores.
- Desvanecimiento lentos o log-normal. Provocados por perdidas de visión directa o ensombrecimiento del área por el que discurre el móvil. Determinan muy gravemente y como se aprecia en la grafica el nivel de señal que de forma global llega en un punto determinado al otro extremo del canal de propagación.

Este nivel de recepción se da en un entorno urbano con antena de estación base predominantes y caracterizadas esta por un patrón de radiación direccional. La estación móvil se encuentra a una altura de 1.5 m.

Las perdidas, que de forma global presentan la señal, se pueden observar en un plot sobre la población:

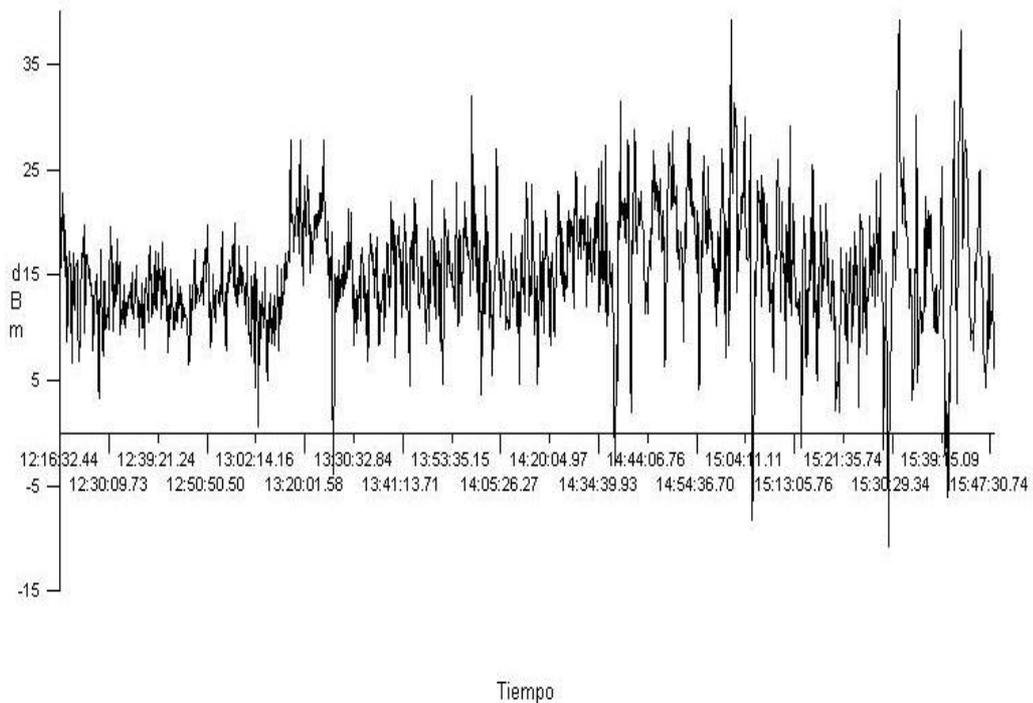


Como ya sabemos por las formulas de Hata, existe una perdida apreciable de propagación cuando utilizamos en nuestro sistema una frecuencia mayor. Esto lo podemos ver si comparamos como se comporta una señal de la banda de 900 MHz con una de 1800 MHz y como le afectan los distintos tipos de desvanecimientos.



En la gráfica anterior vemos como se comporta dos señales de distintas frecuencias (en la banda de 900 y de 1800) en un mismo entorno. De ambas podemos comparar los desvanecimientos lentos provocados por los obstáculos y que afectan a ambas en el mismo periodo de tiempo aunque, y debido a la distinta frecuencia, no con la misma severidad.

Diferencia entre 900 y 1800



Según el modelo del espacio libre la diferencia entre usar 1800 o 900 MHz es unas pérdidas adicionales para 1800 de 6.02 dB.

$$a_{900} = -20 \log\left(\frac{4P}{I_{900}}\right)$$

$$a_{1800} = -20 \log\left(\frac{4P}{I_{1800}}\right)$$

$$2 \cdot I_{1800} = I_{900} \Rightarrow \Delta a = 20 \log\left(\frac{1}{2}\right) = 6.02 \text{ dB}$$

Si aplicamos el modelo de Hata para entornos urbanos:

$$b = 44.9 - 6.55 \log(h)$$

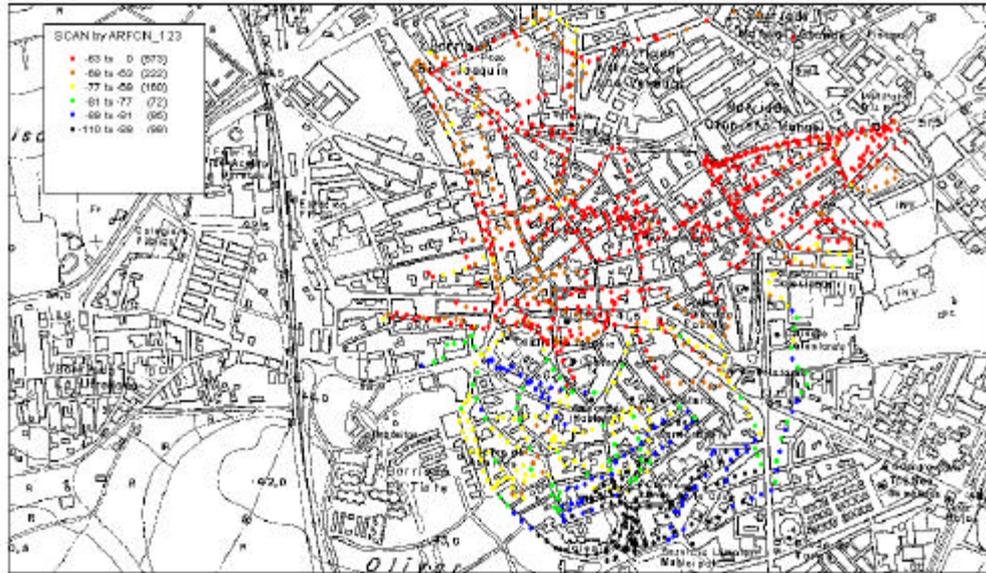
$$a = a_0 - 69.55 + 26.16 \log(f) - 13.82 \log(h)$$

y la diferencia de pérdidas por frecuencia utilizada depende del termino:

$$26.16 \log(\Delta f) = 26.16 \log(2) = 7.87 \text{ dB}$$

En la última gráfica podemos ver como la diferencia entre utilizar una u otra frecuencia conlleva una pérdida entorno a 10-15 dB. La diferencia se puede deber a la posibilidad que tiene el sistema GSM 900 a transmitir a mas potencia según el estándar. Esta diferencia obliga a que en el sistema DCS 1800 así como debe ocurrir en IS-95 se tenga una menor distancia entre emplazamientos en la red celular si se quieren asegurar una buena comunicación, para lo cual es necesario asegurar una cobertura de al menos -95dBm con lo que se pueda contrarrestar los efectos de un desvanecimiento rápido como los aquí mostrados. Por otra parte el sistema intenta protegerse con técnicas de codificación de la señal de información y entrelazado de los bits de codificados.

La señal de 900 MHz utilizada en la comparativa se comporta de la forma mostrada en el plot de cobertura:



En ambos casos se trabaja con antenas directivas que proporcionan un ancho de banda de 65° (donde la potencia radiada se reduce 3 dB sobre la máxima potencia que puede ofrecer la antena).

Una vez caracterizado el comportamiento del canal de propagación nos planteamos la forma de simularlo.

Para conseguir modelar este comportamiento existen dos tipos de simulación que podemos aplicar:

- Simulación a nivel de forma de onda en el cual el modelo que se simula es una simulación de cada uno de los componentes que forman el sistema, tales como moduladores, filtros, codificadores, sistema radiante, etc, junto a los elementos externos al sistema como el medio de propagación.
- Simulación discreta. Esta nos facilita un estudio del sistema de extremo a extremo del canal de radio digital pudiendo evaluar aquello que no se encuentra dentro de este canal, como el tipo de codificación, detección de errores, si tiene o no entrelazado,...

Para poder aplicar una simulación discreta sobre un sistema de comunicaciones es preciso construir la simulación a nivel de onda para poder deducir las características del canal necesarias para poder inferir el modelo discreto. Este modelo discreto estará representado por una cadena de Markov.

Como ya hemos comentado, y expuesto de forma teórica en capítulos anteriores, la simulación se va a basar en el sistema norteamericano IS-95 y como consecuencia será

aplicado un sistema celular de tecnología CDMA. Para ello se construirá como primer paso la simulación en forma de onda de este sistema para a partir de esto poder deducir los parámetros que caracterizaran el modelo de Markov. Posteriormente y con la información obtenida de esta forma se podrá, aplicando el algoritmo de máxima verosimilitud de Baum-Welch obtener un modelo discreto, a partir de patrones de errores, el cual define de forma completa el canal radio digital del sistema propuesto. Posteriormente aplicaremos este modelo al sistema digital del sistema de GSM para el cual es necesario implementar el algoritmo de Viterbi y se podrá ver la utilidad de un modelo de Markov de esta forma obtenido para el desarrollo de técnicas digitales con la que poder contrarrestar los efectos de un canal de radio en un sistema de comunicaciones celular.

El programa que se utilizará en las simulaciones será MATLAB, dado su utilidad en el procesado de señal y por ofrecer un entorno sencillo y potente para la utilización de funciones matemáticas y la implementación de algoritmos.

El logro de los modelos de Markov es poder tener caracterizado varios sistemas con diferentes características y poder utilizarlos de forma eficiente en simulaciones para ofrecer resultados sobre medidas que involucren BER, FER, respuestas de los sistemas ante interferencias,...