



UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO

CARRERA DE INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES

TEMA:

**“ANÁLISIS DE LAS SEÑALES ELECTROMAGNÉTICAS QUE  
CONVERGEN DENTRO DEL CAMPUS DE LA UCSG Y ENTORNO  
MULTITRAYECTO MEDIANTE UN SOFTWARE ESPECIALIZADO”**

Previa la obtención del Título

**INGENIERO EN TELECOMUNICACIONES**

ELABORADO POR:

ERIC ANDRES VARELES LUZURIAGA

JAIME RAUL ITURRALDE CARVACHE

GUAYAQUIL, FEBRERO DE 2013



UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

## CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue realizado en su totalidad por los Sres. **Eric Andrés Vareles Luzuriaga y Jaime Raúl Iturralde Carvache** como requerimiento parcial para la obtención del título de INGENIERO EN TELECOMUNICACIONES.

Guayaquil, Febrero de 2013

DIRECTOR

---

Ing. Juan González Bazan.

REVISADO POR

---

Ing. Marcos Montenegro Tamayo.  
Revisor Metodológico

---

Ing. Carlos Zambrano Montes.  
Revisor de Contenido

---

Ing. Armando Heras Sanchez  
Responsable Académico



UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES

## DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

ERIC ANDRES VARELES LUZURIAGA  
JAIME RAUL ITURRALDE CARVACHE

DECLARAMOS QUE:

El proyecto de tesis denominado **“Análisis de las señales electromagnéticas que convergen dentro del campus de la UCSG y entorno multitrayecto mediante un software especializado”** ha sido desarrollado con base a una investigación exhaustiva, respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan al pie de las páginas correspondientes, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía.

Consecuentemente este trabajo es de nuestra autoría.

En virtud de esta declaración, nos responsabilizamos del contenido, veracidad y alcance científico del proyecto de grado en mención.

Guayaquil, Febrero de 2013

LOS AUTORES

---

ERIC ANDRES VARELES LUZURIAGA

---

JAIME RAUL ITURRALDE CARVACHE



UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

## INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES

### AUTORIZACIÓN

Nosotros, ERIC ANDRES VARELES LUZURIAGA  
JAIME RAUL ITURRALDE CARVACHE

Autorizamos a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, la publicación, en la biblioteca de la institución del proyecto titulado: **“Análisis de las señales electromagnéticas que convergen dentro del campus de la UCSG y entorno multitrayecto mediante un software especializado”**, cuyo contenido, ideas y criterios son de nuestra exclusiva responsabilidad y autoría.

Guayaquil, Febrero de 2013

### LOS AUTORES

---

ERIC ANDRES VARELES LUZURIAGA

---

JAIME RAUL ITURRALDE CARVACHE

## **DEDICATORIA**

Dedicamos esta Tesis al creador de todas las cosas, el que nos ha dado fortaleza para continuar cuando a punto de caer hemos estado; por ello, con toda la humildad que de nuestro corazón puede emanar, dedico primeramente nuestro trabajo a Dios.

A todos nuestros familiares, profesores y autoridades por la tolerancia, apoyo incondicional y consejos, a todos ellos, está dedicada esta tesis.

## **LOS AUTORES**

**ERIC ANDRES VARELES LUZURIAGA**  
**JAIME RAUL ITURRALDE CARVACHE**

## **AGRADECIMIENTO**

Al presente trabajo de tesis le damos gracias a Dios, por habernos dado fuerza y valor para culminar esta etapa de nuestras vidas.

Agradecemos también la confianza y el apoyo brindado por parte de nuestras madres, que sin duda alguna en el trayecto de nuestra vida nos han demostrado su amor, corrigiendo nuestras faltas y celebrando nuestros triunfos, además nuestro reconocimiento y gratitud a todas las personas que de una forma u otra, estuvieron demostrándome su apoyo, aliento y tolerancia, especialmente a nuestros familiares y amistades cercanas.

A nuestros profesores/as, por sus perseverancias, paciencias y esfuerzo, por convertirnos en unas personas profesionales e íntegras; a nuestro Director de Tesis, Ing. Juan Gonzales B. y a nuestro profesor y amigo Msc. Orlando Philco, que gracias a sus conocimientos, esfuerzos, experiencias, paciencia, tiempo y dedicación, nos motivaron en todo momento.

A los docentes de la Carrera de Ingeniería en Telecomunicaciones, quienes aportaron con todos sus conocimientos a nuestra formación, y en especial a las autoridades de la Facultad, MSc. Manuel Romero Paz y Director de Carrera y Coordinador Académico.

## **LOS AUTORES**

**ERIC ANDRES VARELES LUZURIAGA  
JAIME RAUL ITURRALDE CARVACHE**

## RESUMEN

En el presente trabajo de tesis se realizó el análisis de propagación de señales electromagnéticas en redes inalámbricas de Wifi, Wimax y de televisión que convergen en el campus de la UCSG y el entorno multitrayecto a través de un software especializado llamado Xirio online.

El presente trabajo consta de cuatro capítulos: El Capítulo 1, diseño del trabajo de tesis, objetivos específicos y su justificación.

El Capítulo 2, Es el marco teórico acerca de las redes inalámbricas de Wifi, Wimax y de televisión, se toma en cuenta las recomendaciones de la Unión Internacional de Telecomunicaciones. El Capítulo 3, desarrolla la parametrización para transmisores de Wifi, Wimax y televisión analógica y digital para su simulación.

En el capítulo 4, se da el análisis a las señales que no tienen dificultad en recepción, pues el campus tiene obstrucciones naturales y artificiales, con el uso del programa Xirio online es posible realizar el análisis de señal, cobertura Finalmente se describen las conclusiones y recomendaciones, así como las referencias bibliográficas y los anexos.

INTRODUCCIÓN .....	1
CAPÍTULO I.....	2
DISEÑO DEL TRABAJO DE GRADUACIÓN.....	2
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	2
1.2 JUSTIFICACIÓN .....	2
1.3 OBJETIVOS .....	3
1.3.1 OBJETIVO GENERAL.....	3
1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	3
1.4 HIPÓTESIS .....	3
1.5 METODOLOGIA.....	4
CAPÍTULO 2.....	5
MARCO TEÓRICO DE SISTEMAS INALÁMBRICOS .....	5
2.1 FUNDAMENTOS DE RED WIFI .....	5
2.1. 1 ABSORCIÓN .....	10
2.1. 2 REFLEXIÓN .....	10
2.1. 3. DIFRACCIÓN .....	11
2.1.4 INTERFERENCIA .....	14
2.1.5 LÍNEA DE VISTA .....	15
2.1.6 LA ZONA DE FRESNEL .....	16
2.2 PROPAGACIÓN.....	18
2.2.1 COMPONENTES DE PROPAGACIÓN.....	18
2.2.2 PARÁMETROS DE PROPAGACIÓN.....	19
2.2.2.1 MULTITRAYECTO .....	22
2.2.3 MODELOS DE PROPAGACIÓN PARA INTERNET (WIFI).....	23
2.2.3.1 MODELOS DE PROPAGACION PARA LA BANDA 2.4GHz.....	25
2.2.3.2 MODELO DE PROPAGACIÓN ENLACES EN 5.8 GHZ.....	26
2.3 OPERACIÓN DE WIMAX.....	27
2.4 SEÑAL DE TELEVISION DIGITAL TERRESTRE .....	28



2.4.1 INTENSIDAD DE CAMPO MÍNIMA A PROTEGER.....	31
2.4.2 TRANSMISIÓN DE TELEVISIÓN ANALÓGICA.....	33
2.4.3 SISTEMA DE TRANSMISIÓN DE TELEVISIÓN ANALÓGICA .....	33
2.4.4 DISPONIBILIDAD Y ASIGNACIÓN DE LA TELEVISIÓN ABIERTA ...	34
2.4.5 PROBLEMÁTICA DE TRANCISIÓN DE TELEVISIÓN ANALÓGICA A DIGITAL .....	37
2.4.6 COMPARACIÓN DE MÉTODOS DE TRANSMISIÓN DE TELEVISIÓN .....	38
CAPÍTULO 3 .....	43
ELECCIÓN DEL SIMULADOR DE PROPAGACIÓN RADIOELECTRICA....	43
3.1 CARACTERISTICAS DE XIRIO ON LINE.....	44
3.1.1 MÉTODO DE CÁLCULO CON XIRIO.....	46
3.2 PARÁMETROS DE RADIO DEL TRANSMISOR.....	50
3.2.1 MEDICIÓN DE SEÑAL DE TELEVISION ANALOGICA.....	52
3.3 ANALISIS DE SEÑAL DE TELEVISIÓN EN CAMPUS DE LA UCSG .....	58
3.4 ANALISIS DE SEÑAL WIMAX EN CAMPUS UCSG .....	62
CAPÍTULO 4 .....	65
ANÁLISIS DE INFORMACIÓN EN CAMPUS UCSG .....	65
4.1 RESULTADOS DE PROPAGACION RADIOELECTRICA EN EL CAMPUS UCSG.....	66
CONCLUSIONES .....	69
RECOMENDACIONES .....	71
BIBLIOGRAFÍA .....	72
ANEXO 1.....	73
DESCRIPCION DEL PROGRAMA DE XIRIO ON LINE .....	73
ANEXO 2.....	113
SIMULACIÓN CON TRANSMISOR ISDB-T .....	113

## INDICE DE FIGURAS

<b>Figura 2.1:</b> Canales y frecuencias centrales para 802.11b.....	9
<b>Figura 2.2:</b> Difracción a través de una ranura pequeña.....	12
<b>Figura 2.3:</b> El Principio de Huygens.....	13
<b>Figura 2.4:</b> Difracción en la cima de una montaña.....	13
<b>Figura 2.5:</b> Interferencia constructiva y destructiva.....	14
<b>Figura 2.6:</b> Zonas de Fresnel.....	17
<b>Figura 2.7:</b> Modelo de propagación urbana.....	18
<b>Figura 2.8:</b> Componentes de propagación.....	20
<b>Figura 2.9:</b> Variaciones de Intensidad.....	21
<b>Figura 2.10:</b> Señal multitrayecto.....	21
<b>Figura 2.11:</b> Modelo de multitrectorias en señal de internet.....	22
<b>Figura 3.1:</b> Ejemplo utilizando el método Rec. 526.....	49
<b>Figura 3.2:</b> Ejemplo de parametrización de un transmisor.....	51
<b>Figura 3.3:</b> Selección de tipo de cobertura, TV analógica.....	53
<b>Figura 3.4:</b> Configuración de Parámetros del Transmisor.....	53
<b>Figura 3.5:</b> Configuración de Parámetros del Receptor.....	54
<b>Figura 3.6:</b> Configuración de Parámetros de antena receptora.....	54
<b>Figura 3.7:</b> Rangos de señal para televisión analógica.....	55
<b>Figura 3.8:</b> Rangos para televisión digital.....	55
<b>Figura 3.9:</b> Comparación de cobertura de Televisión Analógica NTSC con Televisión Digital, según modelo de la Rec. UIT-R P.526 en el Cerro El Carmen.....	56

<b>Figura 3.10:</b> Comparación de cobertura de Televisión Analógica NTSC con Televisión Digital, según modelo de la Rec. UIT-R P.370 en el Cerro El Carmen.....	56
<b>Figura 3.11:</b> Configuración de parámetros del receptor.....	57
<b>Figura 3.12:</b> Resultados para transmisión analógica y para transmisión digital.....	57
<b>Figura 3.13:</b> Cobertura de Televisión Analógica NTSC y Televisión Digital SDBTV según modelo de Rec. UIT-R P.526 en el Cerro El Carmen.....	58
<b>Figura 3.14:</b> Parámetros del Transmisor de UCSG R&Tv.....	60
<b>Figura 3.15:</b> Relieve del terreno en cerro el Carmen.....	61
<b>Figura 3.16:</b> Propagación del transmisor de TV de la UCSG.....	61
<b>Figura 3.17:</b> Coordenadas de Tx Wimax (Puntonet) hasta campus UCSG.....	62
<b>Figura 3.18:</b> Edificio WTC, Oficina Puntonet y ubicación de Transmisor Wimax.....	63
<b>Figura 3.19:</b> Línea de vista enlace Wimax hasta campus UCSG.....	63
<b>Figura 3.20:</b> Radioenlace Wimax con línea de vista al campus UCSG.....	64
<b>Figura 4.1:</b> Vista del campus UCSG.....	65
<b>Figura 4.2:</b> Obstrucción natural sector Nor-oeste.....	66
<b>Figura 4.3:</b> Cerro y vegetación al Oeste y Este del campus UCSG.....	67
<b>Figura 4.4:</b> Lado sur del campus UCSG, obstruido por edificios.....	68

## INDICE DE TABLAS

<b>Tabla 2.1:</b> Bordes de área de cobertura principal y secundaria.....	31
<b>Tabla 2.2:</b> Valores de interferencia cocanal.....	32
<b>Tabla 2.3:</b> Valores de interferencia cocanal.....	33
<b>Tabla 2.4:</b> Disponibilidad de canales VHF en Ecuador.....	34
<b>Tabla 2.5:</b> Disponibilidad de canales en el Ecuador en las bandas IV y V de UHF....	36
<b>Tabla 2.6:</b> Valores normalizados de la Recomendación UIT-R P.1546.....	40

## INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de tesis estudia y analiza las señales electromagnéticas que convergen dentro del campus de la Universidad Católica Santiago de Guayaquil (UCSG), es decir los radioenlaces de Wifi punto a punto como el caso del municipio de Guayaquil con la UCSG, señales de televisión analógica y de estándar digital, esto es posible conociendo las coordenadas de la ubicación de los transmisores e introduciendo datos o parámetros de operación será posible conocer los niveles de potencia irradiados por las antenas de los transmisores.

Luego de la simulación, es posible obtener un análisis o diagnóstico de cobertura (propagación electromagnética) de esta manera, es viable exigir a las autoridades pertinentes, un buen servicio y sin deficiencias técnicas de cobertura de Wifi, Wimax o de televisión. Este factor es una competencia laboral de los profesionales en telecomunicaciones.

La utilización de programas especializados que se basan en la recomendación UIT-R F.530-13 “Datos de propagación y métodos de predicción necesarios para el diseño de sistemas terrenales con visibilidad directa” permiten alcanzar un análisis profesional de cobertura electromagnética.

También se realizará el análisis del enlace en términos de despejamiento, nivel de señal recibida, calidad e indisponibilidad del mismo, basándose en el cumplimiento de los objetivos marcados en las Recs. ITU R- F-1703, ITU R- F-1668.

## **CAPÍTULO I**

### **DISEÑO DEL TRABAJO DE GRADUACIÓN**

El presente trabajo de tesis es de aplicación o utilización del conocimiento empírico para el análisis de propagación radioeléctrica de transmisores de telecomunicaciones, además por medio de un software especializado en análisis radioeléctrico, es posible simplificar el estudio de propagación radioeléctrica y con ello evaluar el desempeño de cobertura de un transmisor de Wifi, Wimax y de televisión dentro del campus de la UCSG.

#### **1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Existen lugares dentro del campus donde no se puede conectar inalámbricamente al Wifi del municipio de Guayaquil y hasta ciertos canales de televisión, no se sintonizan con claridad.

#### **1.2 JUSTIFICACIÓN**

La aplicación del software Xirio para el procesamiento de parámetros de transmisores como de Wifi, Wimax y de televisión analógica, permite simular la cobertura radioeléctrica, distinguir diversos niveles de señal, cuantificándolos para tener una percepción de la calidad de señal. Dentro del campus UCSG, hay lugares donde no se recepta internet, incluso no se puede sintonizar ciertos canales de televisión, el campus está rodeado de cerros, es una olla que junto con otros factores (por el entorno que es rodeado por elevaciones naturales, por la altura de edificios y ciertos arboles), afectan la señal internet y de televisión.

Hay sectores donde el Wifi del municipio de Guayaquil no está disponible, la señal de internet se degrada y no hay cobertura en todo el campus, por ello es preciso conocer las dificultades de la señal de internet y de televisión, dentro del campus. Por tanto es justificable el uso del software utilizado en este trabajo, ya que permite analizar la cobertura radioeléctrica de ciertos transmisores, seleccionar parámetros como del modelo de propagación y evaluar sus resultados.

### **1.3 OBJETIVOS**

#### **1.3.1 OBJETIVO GENERAL**

Analizar el estado de las señales electromagnéticas dentro del campus de la UCSG utilizando modelos de propagación electromagnética dado por la UIT y simular la cobertura de internet en el campus utilizando programa de planificación radioeléctrica.

#### **1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

1. Estudiar el estado actual de las redes inalámbricas de internet que convergen en el campus de la UCSG.
2. Analizar por modelos de propagación electromagnética la cobertura de internet y Wimax dentro del campus de la UCSG.
3. Simular la propagación de televisión analógica y digital dentro del campus de la UCSG.

### **1.4 HIPÓTESIS**

Con la identificación y cuantificación de la cobertura de propagación de la señal de internet y de televisión con el programa Xirio, en los lugares dentro del campus donde, la señal se degrada. ¿Se podría mejorar la cobertura del internet utilizando transmisores

con modulación robusta a multitrayecto?, según la simulación efectuada es factible mejorar la cobertura de señal dentro del campus si los transmisores utilizan técnicas de modulación robustas al multitrayecto.

## **1.5 METODOLOGIA**

Metodología Cuantitativa, es aquella que permite examinar los datos en forma numérica, se requiere que entre los elementos del problema de investigación exista una relación cuya naturaleza sea representable por algún modelo numérico.

Investigación descriptiva, con los valores o niveles de medición que serán obtenidos por un software profesional de propagación radioeléctrica, es posible cuantificar niveles de intensidad de cobertura radioeléctrica dentro del campus.

Investigación explicativa, se centra en buscar las causas o los por qué de la ocurrencia del fenómeno existente por el entorno del campus, el multitrayecto, la señal se refracta en cerros, en edificios altos, etc., y con esta metodología se plantea verificar la hipótesis en cuanto al entorno del campus, ya que esto afecta ciertas señales como Wifi y de televisión. Y con esto último, se puede dar el diagnóstico o evaluación de las señales de internet y televisión que convergen dentro del campus.

El método que utilizamos es el método de inducción científica, ya que en este se estudian los caracteres y/o conexiones necesarios del objeto de investigación, relaciones de causalidad, entre otros, como son la potencia de los transmisores, el multi-trayecto, obstáculos naturales, etc. Las técnicas, observación, medición y descripción, para observar, medir y describir el comportamiento de las ondas electromagnéticas. Instrumentos como el programa Xirio, laminas graficas y hojas de datos técnicos.



## **CAPÍTULO 2**

### **MARCO TEÓRICO DE SISTEMAS INALÁMBRICOS**

La comunicación inalámbrica o sin cables es aquella en la que extremos de la comunicación (emisor/receptor) no se encuentran unidos por un medio de propagación físico, sino que se utiliza la modulación de ondas electromagnéticas a través del espacio. En este sentido, los dispositivos físicos sólo están presentes en los emisores y receptores de la señal, La infraestructura inalámbrica puede ser construida a bajo costo en comparación con las alternativas de cableado. En este sistema es necesario comprobar el alcance óptimo de las señales para asegurar una cobertura completa y eficiente.

En cualquier entorno estamos constantemente cubiertos por diferentes señales electromagnéticas que trabajan a diferentes frecuencias de operación y estas por sus distintos tipos de modulación pueden llevar señales de televisión, radio, internet etc. si se contara con un receptor de televisión, se puede sintonizar una estación televisora. Un transmisor de voz, video y/o datos es capaz de irradiar a través de su antena la propagación de señales que contienen voz, video y datos, cubriendo así distancias (en teoría) previamente calculadas en el diseño y dimensionamiento de sus transmisores.

En el presente trabajo de tesis se estudia el comportamiento de las señales electromagnéticas que inciden dentro del campus de la UCSG.

#### **2.1 FUNDAMENTOS DE RED WIFI**

La IEEE 802.11, popularmente llamada Wifi; si bien este estándar no se concibió para redes extensas, sus indudables ventajas de costo, uso de frecuencias libres de licencia y gran ancho de banda, han despertado el interés de diversos agentes

tecnológicos de países en desarrollo. Incluso en los núcleos urbanos de muchos países se han dado experiencias de aplicación de Wifi para distribuir el acceso a internet con la mayor cobertura posible en exteriores.

Además, el enorme éxito de Wifi en todos los ámbitos ha dado lugar a una gran cantidad de productos en el mercado, casi todos ellos de bajo consumo, a precios bajos y mucha flexibilidad de uso, especialmente en combinación con desarrollos de software abierto. Respecto al uso de frecuencias en los casos en que no hay un vacío legal, la mayor parte de los estados adoptan las restricciones de la FCC<sup>1</sup> en el uso de la banda ISM<sup>2</sup> 2.4GHz y 5.8GHz usadas por esta tecnología.

Según (Huidrobo Moya, 2005) Las frecuencias son de 2400 a 2484 MHz, que son utilizadas por los estándares de radio 802.11b y 802.11g (correspondientes a longitudes de onda de alrededor de 12,5 cm). Otro equipamiento disponible comúnmente utiliza el estándar 802.11a, que opera a 5150 – 5850MHz (correspondiente a longitudes de onda de alrededor de 5 a 6 cm).

El término ancho de banda es a menudo utilizado para denominar tasa de transmisión o transferencia de datos, por ejemplo si en una conexión a internet tiene 1 Mbps de ancho de banda, significa que ésta puede transmitir datos a 1 megabits por segundo.

El ancho de banda es simplemente una medida de rango de frecuencia, si un rango de 2400 MHz a 2480 MHz es usado por un dispositivo, entonces el ancho de banda sería 0,08 GHz (o más comúnmente 80MHz).

---

<sup>1</sup>La *Federal Communications Commission*, otorga licencias a las estaciones transmisoras de radio y televisión, asigna frecuencias de radio y vela por el cumplimiento de las reglas creadas para garantizar que las tarifas de los servicios

<sup>2</sup> *Industrial, Scientific and Medical*, son bandas reservadas internacionalmente para uso no comercial de radiofrecuencia electromagnética en áreas industrial, científica y médica.

Existen muchos protocolos en la familia 802.11 y no todos están relacionados específicamente con el protocolo de radio/red. Los tres estándares implementados actualmente en la mayoría de los equipos disponibles son:

- **802.11b.** Ratificado por IEEE el 16 de setiembre de 1999, el protocolo de redes inalámbricas 802.11b es probablemente el más accesible hoy en día. Millones de dispositivos que lo utilizan han sido vendidos desde 1999.

Utiliza una modulación llamada Espectro Expandido por Secuencia Directa (*DSSS, Direct Sequence Spread Spectrum*), en una porción de la banda ISM desde 2400 a 2484 MHz. Tiene una tasa de transmisión máxima de 11Mbps, con una velocidad real de datos utilizable mayor a 5Mbps.

- **802.11g.** Como no estuvo finalizada sino hasta junio de 2003, el protocolo 802.11g llegó relativamente tarde al mercado inalámbrico. A pesar de esto, el protocolo 802.11g es hoy por hoy el estándar de facto en la redes inalámbricas utilizado como una característica estándar en virtualmente todas las laptops y muchos de los dispositivos *handheld*. Utiliza el mismo rango ISM que 802.11b, pero con el esquema de modulación denominado Multiplexaje o multiplexación por División de Frecuencias Ortogonales (*OFDM, Orthogonal Frequency Division Multiplexing*). Tiene una tasa de transmisión máxima de 54Mbps (con un rendimiento real de hasta 25Mbps), y mantiene compatibilidad con el altamente popular 802.11b gracias a que soporta velocidades inferiores.

**802.11a.** También ratificado por la IEEE el 16 de septiembre de 1999 el protocolo 802.11a utiliza OFDM. Tiene una tasa de transmisión máxima de 54Mbps (con un

rendimiento real de hasta 27Mbps). El 802.11a opera en la banda ISM entre 5725 y 5850MHz, y en una porción de la banda UNII<sup>3</sup> entre 5.15 y 5.35GHz. Esto lo hace incompatible con el 802.11b o el 802.11g, y su alta frecuencia implica un rango más bajo comparado con el 802.11b/g al mismo nivel de potencia.

Si bien esta porción del espectro es relativamente inutilizada comparada con la de 2.4GHz, desafortunadamente su uso es legal sólo en unos pocos lugares del mundo. Se debe realizar las consultas correspondientes a las autoridades locales antes de utilizar equipamiento 802.11a, particularmente en aplicaciones externas. Esto mejorará en el futuro, pues hay una disposición de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) instando a todas las administraciones a abrir el uso de esta banda. El equipo es bastante barato, pero no tanto como el 802.11b/g.

Además de los estándares mencionados anteriormente, hay fabricantes que ofrecen extensiones que permiten velocidades de hasta 108Mbps, mejor encriptación, y mayor rango.

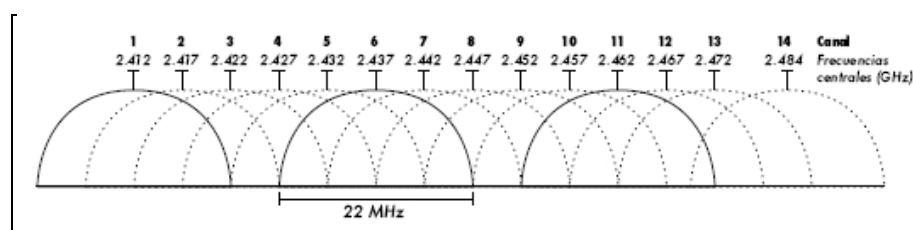
Por lo general y desafortunadamente esas extensiones no funcionan entre productos de diferentes fabricantes, y adquirirlos nos va a atar a un vendedor específico. Nuevos productos y estándares (tales como 802.11n, 802.16, MIMO<sup>4</sup>, y Wimax) brindan incrementos significantes en velocidad y alcance, pero la disponibilidad e interoperabilidad aún están por definirse a nivel mundial.

---

<sup>3</sup>*Unlicensed National Information Infrastructure*

<sup>4</sup>*Multiple-input Multiple-output*, aprovecha fenómenos físicos como la propagación multicamino para incrementar la tasa de transmisión y reducir la tasa de error. Aumenta la eficiencia espectral de un sistema de comunicación inalámbrica por medio de la utilización del dominio espacial

La banda 2,4 GHz en el estándar 802.11b. El espectro está dividido en partes iguales distribuidas sobre la banda en canales individuales. Nótese que los canales son de un ancho de 22 MHz, pero están separados sólo por 5 MHz. Esto significa que los canales adyacentes se superponen, y pueden interferir unos con otros. Esto se observa en la figura 2.1.



**Figura 2.1 Canales y frecuencias centrales para 802.11b.**

**Fuente:** [http://montevideolibre.org/manuales/libros:wndw:capitulo\\_2:frecuencias\\_y\\_canales](http://montevideolibre.org/manuales/libros:wndw:capitulo_2:frecuencias_y_canales)

En la figura anterior se aprecia que los canales 1, 6, y 11 no se superponen.

Hay algunas reglas simples que pueden ser de mucha ayuda cuando realizamos los primeros planes para una red inalámbrica:

- Cuanto más larga la longitud de onda, más lejos llega y mejor viaja a través y alrededor de obstáculos (las ondas más largas viajan más lejos y rodean los obstáculos).
- Cuanto más corta la longitud de onda, puede transportar más datos (las ondas más cortas pueden transmitir más datos).

Todas estas reglas, simplificadas al máximo, son más fáciles de comprender y aplicar.

Cuando las ondas electromagnéticas viajan pueden pasar varias cosas:

### **2.1. 1 ABSORCIÓN**

Cuando las ondas electromagnéticas atraviesan algún material, generalmente se debilitan o atenúan. Para las microondas, los dos materiales más absorbentes son:

El Metal, ya que los electrones pueden moverse libremente en los metales, y son capaces de oscilar y por lo tanto absorber la energía de una onda que los atraviesa.

El Agua, porque las microondas provocan que las moléculas de agua se agiten, capturando algo de la energía de las ondas.

En la práctica de redes inalámbricas, debemos considerar el metal y el agua como absorbentes perfectos: no vamos a poder atravesarlos (aunque capas finas de agua podrían permitir que una parte de la potencia pase). Son a las microondas lo que una pared de ladrillo es a la luz. Cuando hablamos del agua, tenemos que recordar que se encuentra en diferentes formas: lluvia, niebla, vapor y nubes bajas, y todas van a estar en el camino de los radioenlaces. Tienen una gran influencia y en muchas circunstancias un cambio en el clima puede hacer caer un radioenlace.

Existen otros materiales que tienen un efecto más complejo en la absorción de radiación. Para los árboles y la madera, la cantidad de absorción depende de cuánta cantidad de agua contienen. Los plásticos y materiales similares generalmente no absorben mucha energía de radio pero esto varía dependiendo de la frecuencia y el tipo de material.

### **2.1. 2 REFLEXIÓN**

Al igual que la luz visible, las ondas de radio son reflejadas cuando entran en contacto con materiales que son apropiados para eso: para las ondas de radio, las principales

fuentes de reflexión son el metal y las superficies de agua. Las reglas para la reflexión son bastante simples: el ángulo en el cual una onda incide en una superficie es el mismo ángulo en el cual es desviada.

A la luz de las ondas de radio, una reja densa de metal actúa de igual forma que una superficie sólida, siempre que la distancia entre las barras sea pequeña en comparación con la longitud de onda. A 2,4 GHz, una rejilla metálica con separación de un centímetro (1cm) entre sus elementos va a actuar igual que una placa de metal.

A pesar de que las reglas de reflexión son bastante simples, las cosas pueden complicarse mucho cuando imaginamos el interior de una oficina con varios objetos pequeños de metal de formas variadas y complicadas. Lo mismo sucede en las situaciones urbanas: si miramos alrededor en nuestra ciudad e intentamos ubicar todos los objetos de metal.

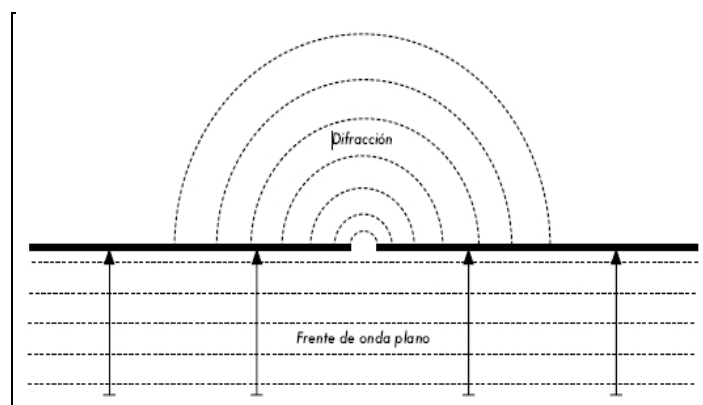
Esto explica el por qué el efecto multitrayectoria (*multipath*), (es decir el que las señales lleguen al receptor a través de diferentes caminos, y por consiguiente en tiempos diferentes), juega un rol tan importante en las redes inalámbricas. La superficie del agua, con olas y encrepaduras que cambian su orientación todo el tiempo, hace que sea prácticamente imposible calcular precisamente la reflexión.

### **2.1. 3. DIFRACCIÓN**

Se da cuando el camino entre el receptor y el emisor está obstruido por una superficie que tiene irregularidades agudas o puntas. La onda secundaria es el resultado de la obstrucción a lo largo de la superficie incluso detrás del obstáculo dando lugar a un doblamiento de las ondas alrededor del obstáculo, incluso cuando no existe trayectoria

de línea de vista entre emisor y receptor. A altas frecuencias la difracción como la reflexión, depende de la geometría del objeto, así como la amplitud, fase y polarización de la onda incidente al punto de difracción.

La figura 2.2 muestra la difracción a través de una ranura pequeña



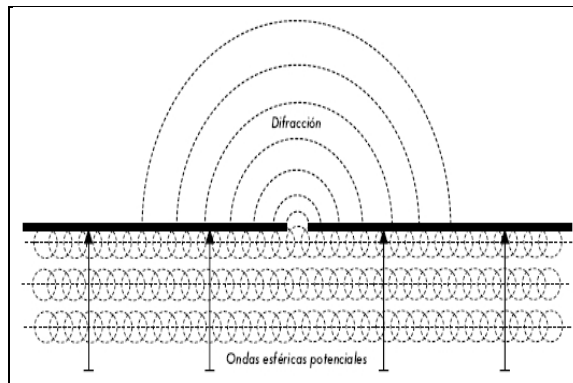
**Figura 2.2 Difracción a través de una ranura pequeña**

**Fuente:** [http://montevideolibre.org/manuales:libros:wndw:capitulo\\_2:comportamiento\\_ondas](http://montevideolibre.org/manuales:libros:wndw:capitulo_2:comportamiento_ondas)

Según (Serway & Jewett, 2008) El Principio de Huygens manifiesta un modelo para comprender este comportamiento, pues se indica qué, en un momento determinado, cada punto del frente de onda puede ser considerado como el punto de inicio de otra onda esférica.

Es decir todo punto de un frente de onda inicial puede considerarse como una fuente de ondas esféricas secundarias que se extienden en todas las direcciones con la misma velocidad, frecuencia y longitud de onda que el frente de onda del que proceden. Esta idea fue desarrollada más adelante por Fresnel.



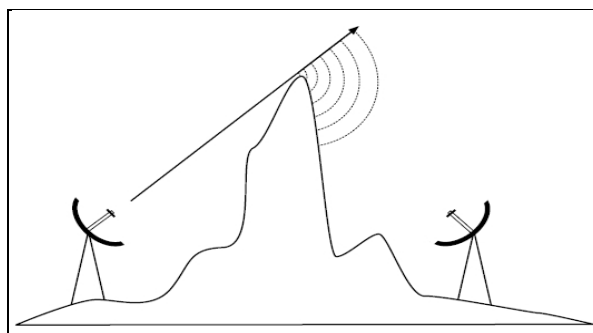


**Figura 2.3 El Principio de Huygens**

**Fuente:**[http://montevideolibre.org/manuales:libros:wndw:capitulo\\_2:comportamiento\\_ondas](http://montevideolibre.org/manuales:libros:wndw:capitulo_2:comportamiento_ondas)

Es por medio del efecto de difracción que las ondas van a “doblar” las esquinas, o van a atravesar una abertura en una barrera. La longitud de onda de la luz visible es muy pequeña como para que los humanos puedan observar este efecto directamente.

Las microondas, muestran los efectos de la difracción cuando chocan contra paredes, picos de montañas y otros obstáculos. La obstrucción provoca que la onda cambie su dirección y doble en las esquinas. Véase la figura 2.4



**Figura 2.4 Difracción en la cima de una montaña**

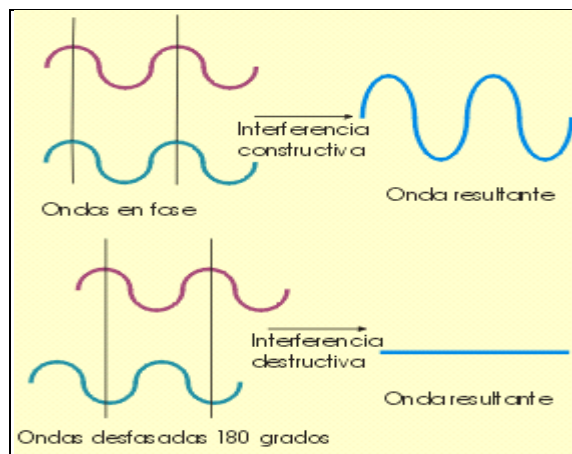
**Fuente:**[http://montevideolibre.org/manuales:libros:wndw:capitulo\\_2:comportamiento\\_ondas](http://montevideolibre.org/manuales:libros:wndw:capitulo_2:comportamiento_ondas)

Tengamos en cuenta que en la difracción se genera una pérdida de potencia: la potencia de la onda difractada es significativamente menor que el frente de onda que la provoca. Pero en algunas aplicaciones muy específicas, se puede aprovechar el efecto de difracción para rodear obstáculos.

#### 2.1.4 INTERFERENCIA

Si se puede sumar dos ondas senoidales y sumamos las amplitudes. Cuando un pico coincide con el otro pico, tenemos un resultado máximo ( $1 + 1 = 2$ ). Esto es denominado *interferencia constructiva*. Cuando un pico coincide con un valle, tenemos una completa aniquilación ( $(1 + (-)1 = 0$ ), se denomina *interferencia destructiva*.

Para que ondas se sumen o cancelen perfectamente, tienen que tener exactamente la misma longitud de onda y una relación de fase fija, esto significa posiciones fijas desde el pico de una onda hasta las otras.



**Figura 2.5 Interferencia constructiva y destructiva**

**Fuente:**[http://partner.cab.intacsic.es/index.php?Section=Curso\\_Fundamentos\\_Capitulo](http://partner.cab.intacsic.es/index.php?Section=Curso_Fundamentos_Capitulo)

\_4

Según (Huidrobo & Conesa, 2004) comenta que, la palabra interferencia es usada típicamente en un sentido amplio, para disturbios desde otras fuentes Radio Frecuencia (RF), por ejemplo canales adyacentes. Entonces, cuando los constructores de redes inalámbricas hablan de interferencia, generalmente se refieren a todos los tipos de alteraciones generadas por otras redes y otras fuentes de microondas.

La interferencia es una de las fuentes de dificultades principales en el despliegue de enlaces inalámbricos, especialmente en ambientes urbanos o en espacios cerrados (como en un local para conferencias) donde muchas redes pueden competir por el uso del espectro.

Siempre que las ondas de igual amplitud y fases opuestas se crucen en el camino, son eliminadas y no se pueden recibir señales. El caso más común es que las ondas se combinen y generen una nueva forma de onda que no puede ser utilizada efectivamente para la comunicación. Las técnicas de modulación y el uso de canales múltiples ayudan a manejar el problema de la interferencia, pero no lo elimina completamente.

### **2.1.5 LÍNEA DE VISTA**

Se refiere a la radiación electromagnética o a la propagación de ondas acústicas. La transmisión electromagnética incluye las emisiones de luz que se propagan en línea recta. Los rayos u ondas pueden ser difractados, refractados, reflejados o absorbidos por la atmósfera y los obstáculos con el material y, en general no pueden viajar sobre el horizonte o detrás de obstáculos.

Línea de visión es también un enlace de radio que debe tener visibilidad directa entre antenas, por lo que no debe haber obstáculo entre ambas.

Los radioenlaces de VHF (hasta 300 MHz) y de UHF (hasta 900 MHz) presentan mayor tolerancia a obstáculos de forma que pueden ser enlaces NLOS. En los radioenlaces de microondas, que funcionan a frecuencias superiores a 900 MHz, no es posible tener un enlace estable y de buen comportamiento si existen obstáculos entre antena receptora y antena transmisora en su zona de Fresnel.

De forma general, puede decirse que la tolerancia a la presencia de obstáculos en la línea de vista, entre la antena emisora y receptora, disminuye con el aumento de la frecuencia del enlace de radio.

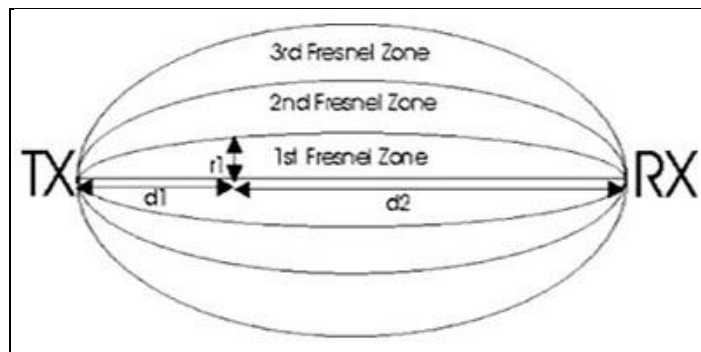
En una comunicación digital como Wifi, los enlaces deben transportar una gran cantidad de datos (Kbps), por lo que necesitan un ancho de banda elevado, lo que supone una mayor frecuencia de la portadora de radio (2,4 GHz o 5,8GHz).

La línea de vista que se necesita para tener una conexión inalámbrica óptima desde el transmisor hacia el receptor es más que simplemente una línea delgada. Su ancho puede ser descrito por medio del concepto de zonas de Fresnel.

#### **2.1.6 LA ZONA DE FRESNEL**

(Gómez, 2007) Al respecto dice; que como zona de Fresnel, se le llama al volumen de espacio entre emisor y receptor RF de manera que el desfase entre las ondas en dicho volumen no supere los 180°.

Cuando se establece un enlace radioeléctrico entre dos puntos en la Tierra, se tiene rebotes en el suelo. Los rebotes pueden contribuir positivamente a la recepción de la señal en el caso de que lleguen en fase y negativamente si llegan en contrafase.



**Figura 2.6 Zonas de Fresnel**

**Fuente:** <http://asterion.almadark.com/2008/11/30/las-zonas-fresnel-y-el-alcance-de-los-equipos-de-radio-frecuencia/>

Fresnel definió una zona que hay que tener en cuenta además de tener, como indicaba en el punto 3, visibilidad directa entre antenas. Realmente definió una serie de zonas. La zona número 1 contribuye positivamente a la propagación de la onda, la segunda negativamente, la tercera positivamente, la cuarta negativamente, y así sucesivamente. Es decir, las impares contribuyen positivamente y las pares negativamente. Además, la primera zona concentra el 50% de la potencia de la señal por lo que debemos procurar que llegue lo más íntegra posible al receptor.

Hay muchas zonas de Fresnel, pero solo es fundamental, principalmente la zona 1. Si ésta fuera bloqueada por un obstáculo, por ejemplo un árbol o un edificio, la señal que llegue al destino lejano será atenuada.

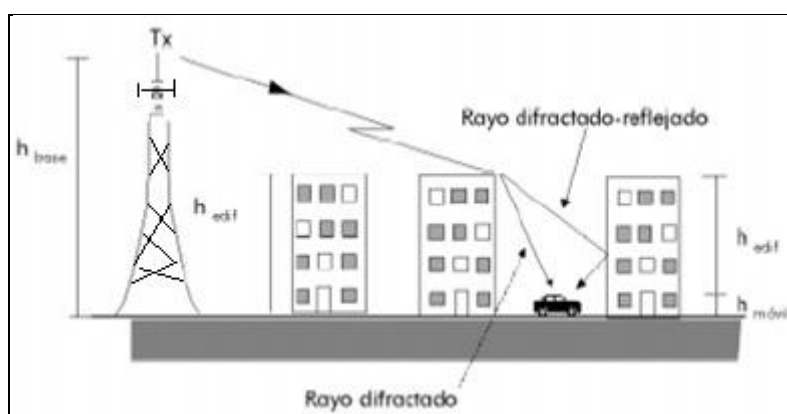
Entonces, cuando se planifican enlaces inalámbricos, se debe de asegurar, de que esta zona va a estar libre de obstáculos. En la práctica en redes inalámbricas se debe tomar en cuenta en el diseño al menos el 60% de la primera zona de Fresnel, esté libre.

## 2.2 PROPAGACIÓN

A la señal que envía la estación base al móvil se le conoce como *frecuencia de bajada* y a la señal que envía el móvil a la estación base se le llama *frecuencia de subida*. A las frecuencias asignadas para una comunicación también se les conoce como canales.

Los fenómenos claves que sufre un canal durante su propagación son:

- ❖ Desvanecimiento por multitrayecto
- ❖ Desvanecimiento Doppler
- ❖ Dispersión de retardo



**Figura 2.7 Modelo de propagación urbana**

**Fuente:** [www.icim.com/files/PCS.doc](http://www.icim.com/files/PCS.doc)

### 2.2.1 COMPONENTES DE PROPAGACIÓN.

La señal recibida por un móvil es la suma de rayos que sufren atenuación y alcanzan al móvil por medio de las direcciones y reflexiones en edificios y otros obstáculos (montañas). En un medio urbano la propagación electromagnética tiene características especiales, influyen factores como:

- ❖ Altura de edificios

- ❖ Materiales de construcción
- ❖ Ancho de avenidas y calles
- ❖ Densidad de construcción
- ❖ Materiales depositados en tejados y azoteas

La comunicación móvil en zonas urbanas se basa en la multitrayectoria e interferencia, para cuya predicción existen varios modelos de propagación.

- 📶 Métodos de Hata
- 📶 Método de Lee
- 📶 Método de Ikegami
- 📶 Método de Walfish-Bertoni
- 📶 COST-231
- 📶 Método de Skagami-Kuboi

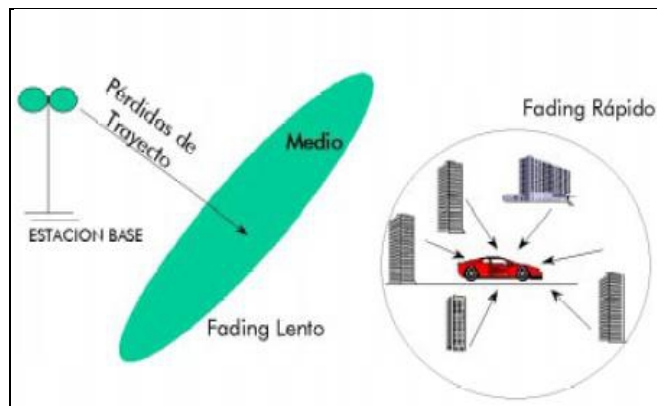
Las componentes de propagación se denominan como *Fading* Lento y *Fading* Rápido.

### **2.2.2 PARÁMETROS DE PROPAGACIÓN**

La ingeniería de comunicaciones en los sistemas de radio móvil considera fundamentalmente dos aspectos de canal de radio: el balance y la dispersión temporal.

- ❖ El balance de enlace determina la potencia recibida que puede esperarse a una determinada distancia y orientación respecto al transmisor. Permite determinar aspectos tan importantes como la potencia del transmisor requerida, el área de cobertura, la duración de la batería, etc.

- ❖ La dispersión temporal proviene de los diferentes retardos de los trayectos de propagación de la señal recibida. La naturaleza de dispersión temporal del canal determina la máxima velocidad binaria que puede permitirse si no se utiliza ecualización. También determina la precisión con la que puede conocerse la posición del móvil.



**Figura 2.8 Componentes de propagación**

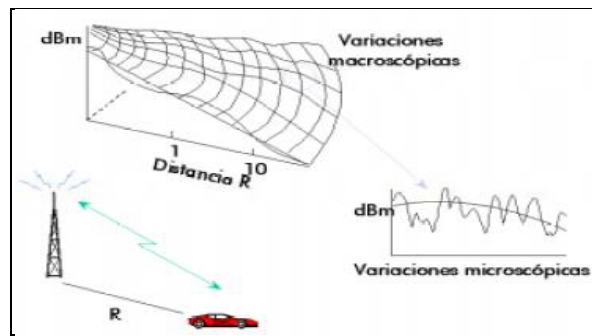
**Fuente:** [www.icicm.com/files/PCS.doc](http://www.icicm.com/files/PCS.doc)

Los modelos de los parámetros de propagación son de dos clases: modelos estadísticos que describen en medio el fenómeno de propagación y modelos específicos para cada entorno que permiten caracterizar cada calle o edificio.

Los primeros son menos precisos pero más sencillos de usar mientras que los segundos permiten más precisión y la obtención de detalles adicionales.

Una señal transmitida por la estación base alcanza al móvil como un conjunto de ondas dispersadas debido a reflexiones en múltiples obstáculos. Dada la aleatoriedad de los fenómenos involucrados la señal se trata normalmente de forma estadística.



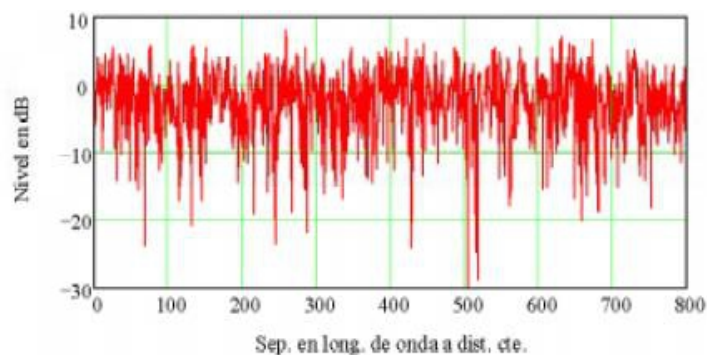


**Figura 2.9 Variaciones de Intensidad**

**Fuente:** [www.icicm.com/files/PCS.doc](http://www.icicm.com/files/PCS.doc)

La envolvente, fase y frecuencia de la señal recibida varían aleatoriamente según distribuciones de probabilidad conocidas. En particular la envolvente sigue una distribución de *Rayleigh* mientras que la fase distribuye uniformemente entre  $0$  y  $2\pi$ .

Para una caracterización mejor del desvanecimiento de una señal *Rayleigh* se necesita la estadística de variación temporal de la envolvente recibida. También es interesante conocer la distribución conjunta de dos señales *Rayleigh* para poder caracterizar algunos de los efectos multitrayecto como son: el ancho de banda de coherencia, la tasa de cruce de nivel, la duración de media de los desvanecimientos y otras.



**Figura 2.10 Señal multitrayecto**

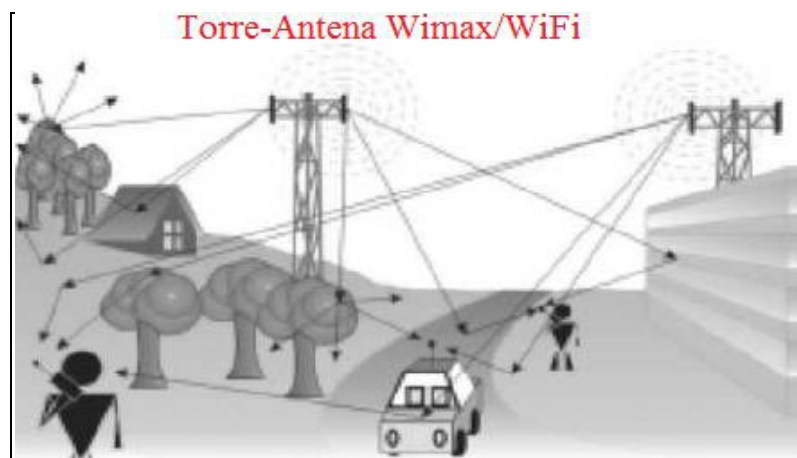
**Fuente:** [www.icicm.com/files/PCS.doc](http://www.icicm.com/files/PCS.doc)

Otro aspecto importante a estudiar, es el multitrayecto.

### 2.2.2.1 MULTITRAYECTO

Debido a obstrucciones naturales (cerros, montañas) y artificiales (edificios, etc.) y si a esto se presenta, la reducida altura de las torres-antenas, se presentan factores que afectan la señal inalámbrica, aunque la comunicación es posible debido a múltiples reflexiones y difracciones de las ondas y a su poder de “penetrabilidad”, que es consecuencia de las altas frecuencias utilizadas. La presencia de estos factores reflectores y dispersores en el entorno crea un cambio constante en el canal de propagación de la señal, lo que disipa energía en amplitud, fase y tiempo.

Estos efectos producen múltiples versiones de la señal transmitida que llega a la antena receptora, desplazada una respecto a la otra en tiempo y orientación espacial, ver figura.



**Figura 2.11 Modelo de multitrayectorias en señal de internet**

**Fuente:** [http://www.photomobiware.com/tech/technical54.php?psps\\_page=19](http://www.photomobiware.com/tech/technical54.php?psps_page=19)

En el interior de algún edificio, donde se tiene una comunicación inalámbrica, también se encuentra este problema, ya que se encuentra la reflexión, refracción y un esparcimiento de las ondas de radio. Estos problemas provocan varias replicas y hace que se alcance al receptor con distintas trayectorias; a esto, se le llama multitrayecto.

Este concepto surge a partir del hecho de que una antena recibe más de una señal, aunque se traten de replicas de la misma, lo que ocurre en este fenómeno es que unas llegan con mayor potencia, diferente ángulo de arribo, y con retraso en el tiempo.

### **2.2.3 MODELOS DE PROPAGACIÓN PARA INTERNET (WIFI)**

Las bandas gratuitas, que se pueden utilizar son de 2.4GHz y la de 5GHz, esto lo estableció la ITU, y puede utilizarse equipos que operen a estas bandas sin pagar licencia de operación. Pero por no pagar una licencia hay deficiencias en los equipos de radio-transceptores para cubrir grandes distancias. Y para salvar esta dificultad hay que evitar obstáculos, como edificios, cerros entre otros, la norma ITU-R P1411-3 “Define que la altura de los edificios reduce la potencia de la propagación electromagnética, la norma tiene mediciones de acuerdo a los pisos de un edificio, al entorno urbano etc.”

(Parsons, 2000) dice que, existe dentro de la propagación electromagnética, el entorno urbano, un aspecto fundamental a conocer, pues de ello depende evitar interferencia por operación de otros sistemas adyacentes al que se desea estudiar y diseñar, si se pudiera observar las invisibles ondas electromagnéticas, denominada de microonda , nos daríamos cuenta que estamos prácticamente bombardeados de estas señales, pues el sistema de telefonía celular con sus radio bases en toda una ciudad, las señales de radio FM, los ISP's inalámbricos que operan a 2.4GHz etc., provocan interferencias, y este factor, afectan las comunicaciones inalámbricas.

Los problemas de propagación dependen fuertemente del entorno, en general se clasifica el entorno en cuatro clases:

- Zona rural.

- Sub-urbano.
- Urbano
- Urbano denso

Se pueden desarrollar modelos específicos para cada tipo de entorno. Sin embargo existen clasificaciones más objetivas donde intervienen:

- La densidad de superficie de los edificios.
- El volumen medio de los edificios.
- Altura media.

Los modelos de propagación conocidos, son aquellos basados en un estudio elaborado que considera un levantamiento de perfil, aplicando modelos tales como propagación en espacio libre, modelo de dos rayos, obstrucción y la aplicación de los anillos de Fresnel<sup>5</sup>, Longley-Rice<sup>6</sup> y Durkin<sup>7</sup>, todos los cuales son muy buenos para la evaluación de enlaces conocimiento e infraestructura considerables.

Otros modelos, son Okumura<sup>8</sup>, Okumura-Hata<sup>9</sup>, Walfisch-Bertoni<sup>10</sup>, los que permiten una predicción razonable con un grado de complejidad de cálculo que van de lo simple a lo más complejo, basados en medidas experimentales o características físicas de los enlaces [2], sin embargo, sus resultados son demasiado desacertados cuando se aplican a enlaces fijos, pues son utilizados a comunicaciones móviles.

---

<sup>5</sup> Área en donde se difunde una onda luego de ser emitida por una antena, mientras menos obstáculos haya en esta área, mejor será transmitida la onda.

<sup>6</sup> Para el cálculo de las pérdidas el modelo usa la teoría de la difracción, la refracción troposférica y el *scattering* del terreno.

<sup>7</sup> Sirve para predecir la intensidad de campo sobre terrenos irregulares.

<sup>8</sup> Modelo de propagación basado en cartas de la zona donde se realizaría un radioenlace.

<sup>9</sup> Cálculo de propagación mejorado para entornos urbanos y rurales

<sup>10</sup> Modelo más avanzado que Okumura-Hata, así tiene algoritmos para entornos urbanos densos.

### 2.2.3.1 MODELOS DE PROPAGACION PARA LA BANDA 2.4GHZ

(Xiong, Qu, Lin, & Pan, (2007)) Es sabido que al propagarse una señal electromagnética por el ambiente sufre pérdidas, que deben ser establecidas en la fase de diseño para determinar si el nivel de recepción es suficiente para mantener un enlace con una calidad de servicio razonable. Los modelos Okumura, Hata o Hata-Extendido, nos ayuda a realizar cálculos teóricos pero hasta frecuencias de 2,4 GHz, esto último por lo que se ha tenido técnicas para ampliar su rango de cálculo.

Para tener un modelo que no es limitado por las bandas de frecuencias denominadas de microondas, se puede confiar en la de propagación en el espacio libre.

*Modelo de propagación en espacio libre* [4]: Mediante este modelo podemos obtener las pérdidas (*PL: path loss*) por propagación en espacio libre presente en cada uno de los enlaces a realizar y cuando el receptor está a una distancia “*d*” del transmisor. Lo anterior es representado por la ecuación (4).

$$PL(dB) = -10 \log \left( \frac{G_t G_r \lambda^2}{(4\pi)^2 d^2} \right) \quad (4)$$

Donde:

*G<sub>t</sub>* : Ganancia de la antena transmisora.

*G<sub>r</sub>* : Ganancia de la antena receptora.

*λ* : Longitud de onda en metros.

*d* : Distancia entre la antena transmisora y receptora en metros

*Modelo de Okumura*, [5]: El modelo de Okumura también da buenos resultados en la tecnología móvil (telefonía celular) es utilizado para predecir la potencia en un receptor ubicado en un área urbana. Este modelo es aplicable para el rango de frecuencias entre 150 a 1920 MHz, pero puede ser extrapolado sobre los 3.000 MHz o 3 GHz.

Según este modelo, la distancia máxima de separación que puede existir entre el transmisor y el receptor es de hasta 100 km. Las pérdidas existentes en el enlace pueden ser obtenidas mediante la ecuación (5).

$$L_{50}(dB)_{Okumura} = PL + A_{mu}(f, d) - G(h_{te}) - G(h_{re}) - G_{Area} \quad (5)$$

Donde:

$L_{50}(dB)$  : Pérdidas por propagación al 50% de recepción de señal.

$A_{mu}(f, d)$  : Atenuación media relativa al espacio libre.

$G(h_{te})$  : Ganancia de la antena transmisora [dB].

$G(h_{re})$  : Ganancia de la antena receptora [dB].

$G_{Area}$  : Factor de corrección dependiente del entorno del lugar.

*Modelo Hata*, [5]: El modelo Hata, fórmula empíricamente los gráficos de pérdidas por propagación del modelo Okumura. Para la realización de las pruebas, el mejor camino es la simulación, en ella se podrá predecir pérdidas y ganancias de propagación.

### **2.2.3.2 MODELO DE PROPAGACIÓN ENLACES EN 5.8 GHZ**

(Perez, Zamanillo, & Casanueva, 2007) Dicen al respecto, para calcular las pérdidas de paquetes de enlace inalámbrico en la banda de 5,8GHz son dos modelos, el de espacio libre [4], y el ITS, *Irregular Terrain Model*. El modelo de *Longley-Rice* ó ITS, es un

modelo de radio propagación de propósito general cuyo rango operación en frecuencia está comprendido entre los 20 MHz y los 20 GHz y puede ser aplicado en una amplia variedad de problemas de ingeniería. El modelo se basa en la teoría electromagnética y en análisis estadísticos de las características de terreno y mediciones de radio. Entrega como resultado el valor medio de la atenuación de la señal de radio como una función de la distancia y la variabilidad de la señal en el tiempo y espacio, permitiendo estimar las características de recepción de la señal necesarias en un radio enlace determinado sobre terreno irregular.

El modelo permite operar en dos modalidades de trabajo: el modo de predicción de área y el modo punto a punto. El modo punto a punto es capaz de predecir estadísticamente las pérdidas de propagación sobre un trayecto de propagación determinista a partir de los datos característicos de radio y del entorno. El modo de predicción de área opera de similar forma, sin embargo, no trabaja sobre un trayecto de propagación determinista, si no que genera una proyección del área de cobertura de un terminal dado en función de las características de cada terminal y las irregularidades del terreno.

### **2.3 OPERACIÓN DE WIMAX**

Wimax son redes de alta velocidad, de hasta 70Mb/s. En los últimos 10 años la industria de telecomunicaciones ha diseñado el estándar 802.11 (WiFi) 802.16 (WiMáx) e Hyperlan.

La tecnología, que ya se vende a los usuarios residenciales, comerciales e industriales de Guayaquil, con la instalación de transmisores en la ciudad los usuarios ya no tendrán que conectarse con cables a los cajetines que se ubican en los postes sino con antenas,

en forma inalámbrica. Para acceder al servicio, los clientes deberán contar con equipos que tengan antena incorporada o colocar una en sitios como balcones y techos. El sistema será idéntico a la telefonía móvil.

Empresas como CNT EP, Tv Cable, Telconet, Puntonet, son algunas de comercializadoras de este servicio a nivel nacional.

#### Características de la red WIMAX

- ✚ Disponibilidad del servicio en un 99%
- ✚ Soporte de primer nivel (Call Center Corporativo)
- ✚ Los riesgos de robo de cables, y de fibra óptica se reducen a cero
- ✚ Redundancia de acceso a Internet con salida vía Colombia y Perú
- ✚ Acceso ilimitado para el servicio al Internet
- ✚ Infraestructura de Telecomunicaciones propia a nivel nacional

TV Cable y sus aliadas Setel, Satnet y Suratel ofrecen servicio de telefonía, internet y televisión por cable. Esta tecnología tiene licencia autorizada y no es de libre uso. Además es un sistema muy avanzado y de bajo costo.

## **2.4 SEÑAL DE TELEVISION DIGITAL TERRESTRE**

El Consejo Nacional de Comunicaciones (CONATEL) decidió adoptar la tecnología Japonesa ISDB-T/SBTVD que incorpora varias modificaciones brasileñas, esto en base a la recomendación emitida por la Superintendencia de Telecomunicaciones que evaluó varios tipos de tecnologías en la que la ISDB-T/SBTVD destacó por sus numerosas ventajas.

La tecnología escogida se adapta muy bien a la geografía ecuatoriana y permitirá la recepción de señal en lugares donde hasta ahora la cobertura de la tv abierta analógica



no llega. En el aspecto económico representa un menor gasto para los medios de comunicación y usuarios. Los países latinoamericanos que han adoptado por el mismo estándar son Brasil, Argentina, Perú, Chile, Venezuela, Bolivia y Paraguay.

Sin embargo, aun no hay fechas, para el apagón analógico y aun existen las transmisiones de televisión analógica. En el Ecuador actualmente existen 4 tipos de servicios de televisión:

#### 1. TELEVISIÓN POR CABLE

La televisión por cable transmite por línea física señales de audio, video y datos, destinadas exclusivamente a un grupo particular privado de suscriptores o abonados del sistema, que disponen de receptores de estas señales. Está formado por la estación transmisora, la red de distribución por línea física, los decodificadores de ser el caso y los receptores de abonado.

#### 2. TELEVISIÓN CODIFICADA TERRESTRE

Permite brindar los servicios de audio y video por suscripción utilizando como medio de transmisión el espectro radioeléctrico mediante enlaces terrestres; es decir utiliza tecnología inalámbrica para distribuir servicios de audio y video/televisión. Operan en dos diferentes bandas:

- Televisión Codificada UHF: 686 a 806 MHz
- Televisión Codificada MMDS: 2500 – 2686 MHz

Estas bandas, se divide en sub-bandas de 6 MHz, lo que permite la transmisión de hasta 20 canales en la banda de UHF (686 a 806 MHz), y hasta 31 canales MMDS (2500 –

2686 MHz) de televisión analógica NTSC. Los transmisores envían la señal teniendo línea de vista con las antenas de los suscriptores, luego viaja a través de un cable coaxial hacia una caja o radio base que decodifica y descomprime las señales en una normal de televisión.

### 3. TELEVISIÓN CODIFICADA SATELITAL

La televisión codificada satelital (DTH Televisión directa al hogar) (DBS Radiodifusión directa por satélite): Es aquella que utiliza como medio de transmisión el espacio radioeléctrico, mediante un enlace espacio – tierra, para señales codificadas de audio, video y/o datos, destinadas a la recepción exclusivamente a un grupo particular privado de suscriptores o abonados del sistema, que disponen de estaciones receptoras de estas señales.

Está formado por la estación transmisora, que comprende equipos codificadores, equipos para la propagación y la distribución de señales de televisión desde un satélite; y las estaciones receptoras de dichas señales (antena parabólica receptora, equipo decodificador).

### 4. TELEVISIÓN ABIERTA

La televisión abierta, es la que se puede observar desde los hogares sin la necesidad de cancelar ningún valor. Se encuentra formada por la estación de televisión que es un transmisor con su antena e instalaciones necesarias para asegurar un servicio de televisión en un área de operación autorizada.

Un sistema de televisión se conforma de una estación matriz y repetidoras destinadas a emitir la misma y simultanea programación.

La cobertura es el área de operación autorizada, comprende el área de cobertura principal, la que corresponde a las ciudades a servir y tendrá una intensidad de campo igual o mayor a la intensidad de campo mínima a proteger en el área urbana, y el área de cobertura secundaria, la que corresponde a los alrededores de las ciudades a servir y que tendrá una intensidad de campo entre los valores definidos a los bordes del área de cobertura y sin rebasar los límites de la zona geográfica.

#### 2.4.1 INTENSIDAD DE CAMPO MÍNIMA A PROTEGER

Los valores de intensidad de campo, a un nivel de 10 metros sobre el suelo y que serán protegidos en los bordes de las áreas de cobertura y urbana, son los siguientes:

<b>BANDA</b>	<b>BORDE DE ÁREA DE COBERTURA SECUNDARIA</b>	<b>BORDE DE ÁREA DE COBERTURA PRINCIPAL</b>
I	47 dBuV/m	68 dBuV/m
III	56 dBuV/m	71 dBuV/m
IV y V	64 dBuV/m	74 dBuV/m

**Tabla 2.1 Bordes de área de cobertura principal y secundaria**

**Fuente:** <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/1945/1/98T00015.pdf>

El borde del área de cobertura de una estación de televisión, está determinado por el valor de la intensidad de campo mínima a proteger y no sobrepasará los límites de la respectiva zona geográfica.

La Norma Técnica de Televisión vigente en el Ecuador, reserva los canales 19 y 20 para facilitar el proceso de migración a la televisión digital, y los canales de televisión 48 y 49 UHF, de acuerdo con la zona geográfica, en todo el territorio nacional.

**Relaciones de protección señal deseada/señal no deseada.** A la relación entre la señal deseada y la señal no deseada se la denomina interferencia. Las relaciones de protección en las bandas I, III, IV y V se refieren en todos los casos a las señales a la entrada del receptor, las cuales permiten obtener una calidad de recepción específica de la señal deseada a las salida del receptor, que se reflejan en la calidad de imagen y audio en el televisor.

Los valores a considerarse son: el valor eficaz de la portadora de la señal de televisión en la cresta de la envolvente de modulación y el valor eficaz de la onda portadora del sonido no modulada, tanto para modulación en frecuencia y en amplitud.

- Relación de protección para la señal de imagen:

**Interferencia Cocanal.** Es la ocasionada cuando la separación de frecuencia entre la señal deseada y la interferente es pequeña, por tanto, la señal deseada y la interferente están dentro del mismo ancho de banda del canal y los valores de relación de la señal deseada / señal interferente se muestran en la Tabla 2.2.

Separación ente Portadoras	Relación señal deseada / señal interferente
Inferior a 1000Hz	45 dB
1/3, 2/3, 4/3, ó 5/3 de la frecuencia de línea	28 dB

**Tabla 2.2 Valores de interferencia cocanal**

**Fuente:** <http://dspace.esoch.edu.ec/bitstream/123456789/1945/1/98T00015.pdf>

**Interferencia de Canales Adyacentes.** La interferencia que más perjudica la señal de imagen deseada, es la causada por la señal de sonido del canal adyacente inferior. Se ocasiona debido a la presencia de la señal interferente proveniente del canal adyacente de las emisiones no esenciales del transmisor, o por las espurias de otros sistemas de radiocomunicaciones. Dichos valores se muestran en la Tabla 2.3

<b>Interferencia</b>	<b>Relación señal deseada / señal interferente</b>
Del canal inferior	-6 dB
Del canal superior	-12 dB

**Tabla 2.3 Valores de interferencia cocanal**

**Fuente:** <http://dSPACE.espoch.edu.ec/bitstream/123456789/1945/1/98T00015.pdf>

#### **2.4.2 TRANSMISIÓN DE TELEVISIÓN ANALÓGICA**

Los datos se transmiten a través de una onda portadora: una onda simple cuyo único objetivo es transportar datos modificando una de sus características (amplitud, frecuencia o fase). Por este motivo, la transmisión analógica es generalmente denominada transmisión de modulación de la onda portadora. Se definen tres tipos de transmisión analógica, según cuál sea el parámetro de la onda portadora que varía.

(Said, 2009) Comenta al respecto, que el problema de la transmisión analógica es que la señal se debilita con la distancia, por lo que hay que utilizar amplificadores de señal cada cierta distancia, los parámetros de la imagen y del sonido se representan por las magnitudes analógicas de una señal eléctrica.

#### **2.4.3 SISTEMA DE TRANSMISIÓN DE TELEVISIÓN ANALÓGICA**

Está establecido según dicha norma que el sistema utilizado es NTSC de 525 líneas.

Ubicación de las antenas transmisoras.- Para regular este aspecto se deberán cumplir las especificaciones de la Dirección de Aviación Civil (DAC), en cuanto a ubicación, balizas, y altura en sectores que se encuentren próximos a aeropuertos o bajo líneas de vuelo. Se recomienda también que los sistemas de transmisión estén fuera del perímetro urbano de las ciudades.

Protección contra interferencias.- Como se indicó anteriormente debe realizarse pruebas y mediciones para establecer el normal funcionamiento de la estación, cumpliendo las condiciones de la presente Norma Técnica, antes que proceda a operar dicha estación.

#### 2.4.4 DISPONIBILIDAD Y ASIGNACIÓN DE LA TELEVISIÓN ABIERTA

Se tiene las bandas de VHF y UHF. Para VHF, de acuerdo a como se indica la definición de las zonas de cobertura que tiene nuestro país se detallará el estado de disponibilidad de frecuencias y asignación de canales que actualmente está vigente mediante la Tabla 2.4, para las bandas I y III en VHF.

ZONA \ CANAL	Z	L1	L2	O	A	Ñ	G	F	S1	S2	X	N	D	B	H	R1	R2	M2	M1	E	T	P	K	J	C	Y
2	LIBRE	SIN ASIGNACIÓN	CAPITAL	SIN ASIGNACIÓN	CAPITAL	OCUPADO	CAPITAL	CAPITAL	SIN ASIGNACIÓN	OCUPADO	CAPITAL	CAPITAL	CAPITAL	CAPITAL	CAPITAL	CAPITAL	SIN ASIGNACIÓN	CAPITAL	SIN ASIGNACIÓN	CAPITAL	CAPITAL	CAPITAL	CAPITAL	CAPITAL	CAPITAL	
3	SIN ASIGNACIÓN	OCUPADO	SIN ASIGNACIÓN	CAPITAL	SIN ASIGNACIÓN	CAPITAL	SIN ASIGNACIÓN	CAPITAL	SIN ASIGNACIÓN	CAPITAL	SIN ASIGNACIÓN	CAPITAL	SIN ASIGNACIÓN	CAPITAL	SIN ASIGNACIÓN	CAPITAL	OCUPADO	SIN ASIGNACIÓN	OCUPADO	SIN ASIGNACIÓN	CAPITAL	SIN ASIGNACIÓN	CAPITAL	SIN ASIGNACIÓN	CAPITAL	
4	CAPITAL	SIN ASIGNACIÓN	CAPITAL	SIN ASIGNACIÓN	CAPITAL	SIN ASIGNACIÓN	CAPITAL	CAPITAL	SIN ASIGNACIÓN	CAPITAL	CAPITAL	CAPITAL	CAPITAL	CAPITAL	CAPITAL	CAPITAL	CAPITAL	CAPITAL	CAPITAL	CAPITAL	CAPITAL	CAPITAL	CAPITAL	CAPITAL	CAPITAL	
5	CAPITAL	SIN ASIGNACIÓN	CAPITAL	SIN ASIGNACIÓN	CAPITAL	SIN ASIGNACIÓN	CAPITAL	CAPITAL	SIN ASIGNACIÓN	CAPITAL	CAPITAL	CAPITAL	CAPITAL	CAPITAL	CAPITAL	CAPITAL	CAPITAL	CAPITAL	CAPITAL	CAPITAL	CAPITAL	CAPITAL	CAPITAL	CAPITAL	CAPITAL	
6	OCUPADO	CAPITAL	SIN ASIGNACIÓN	CAPITAL	SIN ASIGNACIÓN	CAPITAL	SIN ASIGNACIÓN	CAPITAL	SIN ASIGNACIÓN	CAPITAL	SIN ASIGNACIÓN	CAPITAL	SIN ASIGNACIÓN	CAPITAL	SIN ASIGNACIÓN	CAPITAL	OCUPADO	SIN ASIGNACIÓN	OCUPADO	SIN ASIGNACIÓN	CAPITAL	SIN ASIGNACIÓN	CAPITAL	SIN ASIGNACIÓN	CAPITAL	
7	CAPITAL	SIN ASIGNACIÓN	CAPITAL	SIN ASIGNACIÓN	CAPITAL	SIN ASIGNACIÓN	CAPITAL	CAPITAL	SIN ASIGNACIÓN	OCUPADO	CAPITAL	CAPITAL	CAPITAL	CAPITAL	CAPITAL	CAPITAL	CAPITAL	CAPITAL	CAPITAL	CAPITAL	CAPITAL	CAPITAL	CAPITAL	CAPITAL	CAPITAL	
8	SIN ASIGNACIÓN	OCUPADO	SIN ASIGNACIÓN	CAPITAL	SIN ASIGNACIÓN	CAPITAL	SIN ASIGNACIÓN	CAPITAL	SIN ASIGNACIÓN	CAPITAL	SIN ASIGNACIÓN	CAPITAL	SIN ASIGNACIÓN	CAPITAL	SIN ASIGNACIÓN	CAPITAL	OCUPADO	SIN ASIGNACIÓN	OCUPADO	SIN ASIGNACIÓN	CAPITAL	SIN ASIGNACIÓN	CAPITAL	SIN ASIGNACIÓN	CAPITAL	
9	CAPITAL	SIN ASIGNACIÓN	CAPITAL	SIN ASIGNACIÓN	CAPITAL	SIN ASIGNACIÓN	CAPITAL	CAPITAL	SIN ASIGNACIÓN	OCUPADO	CAPITAL	CAPITAL	CAPITAL	CAPITAL	CAPITAL	CAPITAL	CAPITAL	CAPITAL	CAPITAL	CAPITAL	CAPITAL	CAPITAL	CAPITAL	CAPITAL	CAPITAL	
10	SIN ASIGNACIÓN	OCUPADO	SIN ASIGNACIÓN	CAPITAL	SIN ASIGNACIÓN	CAPITAL	SIN ASIGNACIÓN	CAPITAL	SIN ASIGNACIÓN	CAPITAL	SIN ASIGNACIÓN	CAPITAL	SIN ASIGNACIÓN	CAPITAL	SIN ASIGNACIÓN	CAPITAL	OCUPADO	SIN ASIGNACIÓN	OCUPADO	SIN ASIGNACIÓN	CAPITAL	SIN ASIGNACIÓN	CAPITAL	SIN ASIGNACIÓN	CAPITAL	
11	CAPITAL	SIN ASIGNACIÓN	CAPITAL	SIN ASIGNACIÓN	CAPITAL	SIN ASIGNACIÓN	CAPITAL	CAPITAL	SIN ASIGNACIÓN	OCUPADO	CAPITAL	CAPITAL	CAPITAL	CAPITAL	CAPITAL	CAPITAL	CAPITAL	CAPITAL	CAPITAL	CAPITAL	CAPITAL	CAPITAL	CAPITAL	CAPITAL	CAPITAL	
12	SIN ASIGNACIÓN	OCUPADO	SIN ASIGNACIÓN	CAPITAL	SIN ASIGNACIÓN	CAPITAL	SIN ASIGNACIÓN	CAPITAL	SIN ASIGNACIÓN	CAPITAL	SIN ASIGNACIÓN	CAPITAL	SIN ASIGNACIÓN	CAPITAL	SIN ASIGNACIÓN	CAPITAL	OCUPADO	SIN ASIGNACIÓN	OCUPADO	SIN ASIGNACIÓN	CAPITAL	SIN ASIGNACIÓN	CAPITAL	SIN ASIGNACIÓN	CAPITAL	
13	CAPITAL	SIN ASIGNACIÓN	CAPITAL	SIN ASIGNACIÓN	CAPITAL	SIN ASIGNACIÓN	CAPITAL	CAPITAL	SIN ASIGNACIÓN	OCUPADO	CAPITAL	CAPITAL	CAPITAL	CAPITAL	CAPITAL	CAPITAL	CAPITAL	CAPITAL	CAPITAL	CAPITAL	CAPITAL	CAPITAL	CAPITAL	CAPITAL	CAPITAL	

	SIN ASIGNACIÓN
	CAPITAL
	OCUPADO
	LIBRE

Cuadro de disponibilidad de canales actual en el Ecuador en las bandas I y III de VHF

**Tabla 2.4 Disponibilidad de canales VHF en Ecuador**

**Fuente:** <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/1945/1/98T00015.pdf>

Según la Tabla 2.4, en la Banda I y III de VHF no existe mayor disponibilidad de canales, ya que la gran mayoría han sido asignados a sus concesionarios.

La simbología será la misma, tanto en VHF y UHF, en donde CAPITAL representa, la capital de la provincia principal de dicha zona geográfica, OCUPADO simboliza que está ocupado en regiones aledañas a la capital de la zona, pero no cubre la misma, LIBRE, quiere decir que el canal está disponible para poder asignar un canal de televisión digital, y

por último SIN ASIGNACIÓN, representa a los canales adyacentes que no han sido asignados en dicha zona geográfica.

Para UHF, la disponibilidad de canales en la banda IV y V de UHF, se hace uso de las tablas presentada, para resumir la ocupación del espectro radioeléctrico en cada zona geográfica a lo largo del territorio ecuatoriano, obteniendo como resultado lo presentado en la Tabla 2.5.

Mediante el análisis de disponibilidad realizado se verificó que en cada zona existen distintas áreas de operación independiente, que cubren cierta parte de la zona sin interferir con otras transmisiones en el mismo canal realizadas en la misma zona, y también existen puntos de sombra, en donde se debe cubrir esos sectores utilizando canales adyacentes, pero con un estudio técnico previo que verifique que no exista interferencia entre canales adyacentes.

Cabe mencionar que con la plataforma de televisión digital escogida por el Ecuador, se podrá optimizar el espectro, es decir los canales de UHF pueden comprimirse en su canal y bien pueden estas empresas de televisión UHF, participar con una frecuencia de operación pueden transmitir hasta 5 canales de UHF.

ZONA CANAL	Z	L1	L2	O	A	Ñ	G	F	S1	S2	X	N	D	B	H	R1	R2	M2	M1	T	P	K	J	C	E	Y
21	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	
22	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	
23	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	
24	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	
25	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	
26	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	
27	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	
28	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	
29	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	
30	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	
31	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	
32	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	
33	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	
34	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	
35	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	
36	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	
38	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	
39	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	
40	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	
41	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	
42	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	
43	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	
44	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	
45	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	
46	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	
47	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	
48	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	
49	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	

**Tabla 2.5 Disponibilidad de canales en el Ecuador en las bandas IV y V de UHF**

**Fuente:** <http://dSPACE.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/1945/1/98T00015.pdf>

Es por esta razón que en la tabla hay zonas en las que se puede visualizar que el número total de canales asignados a tal zona es menor al número de canales ocupados, debido a que por estos problemas se asignan canales adyacentes, principalmente para cubrir zonas de sombra.

Con el resultado obtenido, se puede observar que en la banda UHF existe mayor disponibilidad de canales, con lo cual se podría facilitar la transición a TDT especialmente en zonas donde al momento no existe una alta penetración del servicio de Televisión analógica, considerando además que la TDT permite operaciones en canal adyacente.



## **2.4.5 PROBLEMÁTICA DE TRANCISIÓN DE TELEVISIÓN ANALÓGICA A DIGITAL**

Las problemáticas existentes para la transición de televisión analógica a televisión digital terrestre desde el punto de vista de la regulación del espectro radioeléctrico, las cuales mencionamos a continuación.

- Las bandas I y III en VHF asignadas para el servicio de radiodifusión y televisión en Ecuador se encuentran actualmente saturadas a lo largo de todo el territorio ecuatoriano.
- Las bandas IV y V de UHF en las que funciona el servicio de radiodifusión y televisión están saturadas en mayor grado en las principales ciudades del Ecuador, causando problemas para la transición a televisión digital terrestre, ya que dichas ciudades serían las primeras en realizar la transición.
- Las bandas de frecuencias asignadas para enlaces auxiliares en el Plan Nacional de Frecuencias también se encuentran saturadas, para lo cual una solución es realizar transmisiones digitales, disminuyendo el ancho de banda actual ocupado por enlace, logrando de esta manera la optimización de espectro en dichas bandas.
- De acuerdo a Ley de Radiodifusión y Televisión, se establece que la radiodifusión de televisión es la comunicación unilateral mediante ondas electromagnéticas de sonidos e imágenes destinadas a la comunidad, situación que cambiaría en el momento que se inicié la transición a televisión digital terrestre, ya que se tendría un sistema bidireccional, debido a que el usuario pasaría a ser interactivo, creándose la necesidad de un canal de retorno.

- Según la Ley de Radiodifusión y Televisión, un concesionario no puede tener más de un sistema de televisión en funcionamiento en el territorio ecuatoriano, resultando esto un problema, ya que cuando se realice la etapa de *simulcast*, el concesionario tendría que mantener operativos los dos sistemas, el analógico y el digital, obviamente transmitiendo la misma información, pero en sistemas diferentes.

Luego de todo el análisis realizado, la opción que se tendría en el país para realizar la migración a televisión digital terrestre sería utilizar los canales adyacentes disponibles en cada banda de los canales 21 al 49, es decir en las bandas IV y V UHF, que de hacer falta se debería pensar en la banda de 700 MHz, que corresponde a los canales del 50 al 69, y de ser necesario aún una mayor capacidad de espectro se requeriría despejar parte de la banda de los canales 14 al 20, que actualmente se encuentran asignados al servicio Fijo y Móvil. Este análisis de posibilidades para transición se realiza en el siguiente capítulo de manera más detallada.

#### **2.4.6 COMPARACIÓN DE MÉTODOS DE TRANSMISIÓN DE TELEVISIÓN**

La transmisión de televisión puede hacerse de dos maneras, de manera analógica y de manera digital, señalando que el método de propagación utilizado para transmitir televisión se basa en recomendaciones de la UIT: La Recomendación UIT-R P370, la cual fue suprimida, y reemplazada por la Recomendación UIT-R P1546, también se puede utilizar la Recomendación UIT-R P526, las cuales definen métodos de predicción de cobertura. La Recomendación UIT-R P370 fue desarrollada basándose en numerosas mediciones realizadas sobre trayectos terrestres para climas templados, marítimos en mares cálidos y fríos. Tomando como referencias dichas mediciones, se las redujeron a

curvas de propagación normalizadas. Entre los parámetros de dependencia de la Recomendación UIT-R P370 tenemos:

- ❖ Bandas de frecuencia: VHF (I a III) y UHF (IV y V).
- ❖ Potencia Radiada Aparente (PRA) de 1 kW.
- ❖ Campo superado en 50% de ubicaciones y 1% del tiempo, con trayectos de propagación para mar o tierra con altura de antenas receptoras de 10m, y de las antenas transmisoras de 3 a 15m. Hay curvas para el 50% del tiempo aplicables a la cobertura de la señal deseada y para el 1%, 5% y 10% del tiempo que se utilizan para la evaluación de la interferencia troposférica.
- ❖ Otro parámetro incorporado es la altura efectiva de la antena transmisora, la cual es la altura del centro de radiación de la antena sobre el nivel medio del terreno entre los 3 y los 15km, desde el transmisor al receptor. La altura de la antena receptora es de 10m respecto a la altura del terreno local.
- ❖ La ondulación del terreno también es considerada, y se la define como, la diferencia entre las alturas superadas por el 90% y el 10% del trayecto entre las distancias  $d_1$  y  $d_2$  desde el transmisor hacia el receptor, siendo  $d_1 = 10\text{km}$  y  $d_2 = 50\text{km}$ . El valor estándar de  $D_h$  al que se refiere las curvas es de 50 m.

La recomendación que reemplaza a la Recomendación UIT-R P370 es la UIT-R P.1546, la cual es útil para predecir los servicios de radiodifusión, el servicio móvil terrestre y el servicio móvil marítimo. Esta recomendación representa en forma de familia de curvas de propagación normalizadas para valores nominales de distancia, altura, frecuencia y tiempo, como se muestran en la Tabla 2.6.

Rango de Frecuencias	30 a 3000 MHz
Rango de Distancias	1 a 1000 km
Frecuencias Nominales	100, 600, 2000 MHz
Alturas efectivas	10 a 1200 m
Alturas del terminal	10m
Porcentaje de Tiempo	1, 10 y 50 %
Porcentaje de Ubicaciones	50%
P.R.A.	1 kW

**Tabla 2.6 Valores normalizados de la Recomendación UIT-R P.1546**

**Fuente:** <http://dSPACE.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/1945/1/98T00015.pdf>

Se realiza interpolación en tres niveles una vez determinados los valores nominales de los parámetros que estén por debajo o por encima del valor real. (Lopez & Martos, 2010) Dicen al respecto que, el primer nivel realiza la interpolación en función de la distancia y altura efectiva, el segundo recoge dos valores de campo del nivel 1 y realiza la interpolación en función de la frecuencia, y el último nivel interpola dos valores del nivel 2 para interpolar en función del tiempo. Finalmente se realizan las siguientes correcciones.

- Trayectos mixtos: Se efectúa el procedimiento de cálculo para cada tipo de propagación (mar o tierra).
- Corrección para la altura de la antena receptora/móvil:
  - ✚ Si la altura de la antena receptora no coincide con el valor de referencia, 10m.
- ✓ Corrección por ángulo de despejamiento del terreno:
  - ✚ La intensidad de campo se predice con mayor exactitud si se considera al terreno próximo a la antena receptora.
- ✓ Corrección para trayectos cortos urbanos y suburbanos, para distancias inferiores a 15 km.

- ✓ Corrección por ubicaciones, en caso de antenas receptoras ubicadas junto a terrenos que rebasan un porcentaje de ubicaciones distinto del 50%.
- ✓ Campo máximo, limitando la intensidad de campo resultante al campo máximo posible en caso de necesitarse.

El método de la Recomendación UIT-R P526, utiliza la propagación por difracción, para modelar el fenómeno y lograr el cálculo de pérdidas debido a distintos tipos de obstáculos. Considerando estos factores, la comparación entre los métodos de predicción de propagación para la transmisión de televisión tanto analógica como digital, se realizará mediante la simulación en el software Sirenet, el mismo es un software que funciona con licencia, para lo cual es necesario solamente ingresar los datos correspondientes a cada método de transmisión.

Sirenet es una herramienta muy útil para la planificación y gestión radioeléctrica, facilitando el manejo de recursos de espectro, rápida y eficientemente, gracias a todas las tecnologías que incorpora con el fin de gestionar toda la información geográfica que sea necesaria. Entre las funciones y características que presenta la aplicación tenemos:

- ❖ Planificación teórica de la red.
- ❖ Calibración de simulaciones mediante medidas de campo.
- ❖ Presenta mapas, permitiendo importación de ficheros cartográficos, como cotas, morfología, demografía, tráfico, etc.
- ❖ Permite convertir rápidamente sistemas de proyección a coordenadas geográficas y viceversa.
- ❖ Algoritmos de predicción: UIT-R 370, UIT-R 1546, UIT-R 526, Deygout, Línea de Vista, Okumura-Hata COST-231, etc.

- ❖ Superponer resultados en un mismo mapa.
- ❖ Genera informes de resultados, permitiendo guardarlos, modificarlos, borrarlos y exportarlos.

La versión utilizada para las simulaciones crea la potencia de cálculo, con nuevas funcionalidades cartográficas y de planificación, de versiones anteriores, además que integra un potente motor de cálculo sobre una plataforma web, el programa Xirio Online, permite medir la cobertura radioeléctrica.

Todo tipo de señal electromagnética es posible medir, por ejemplo en el caso de la señal de televisión se conoce los parámetros de operación, se ingresa valores en cuanto a la frecuencia en la cual se realizará la transmisión (614MHz), con los mismos valores de potencia en el transmisor (10kW analógica, 1kW digital), el tipo de antena por ejemplo, una Yagi de 14dBi para el transmisor y una antena de dipolo  $\lambda/2$ , debido a que son las más utilizada para transmisión y recepción de señales de televisión en UHF, con altura de 10m para realizar los cálculos, ya que considera condiciones óptimas de recepción.

En UHF, la ganancia de antena de la instalación de referencia es de 10 y 12 dBd (con referencia al dipolo en  $\lambda/2$ ), mientras que las pérdidas en cables y conectores son de 3 dB.

## CAPÍTULO 3

### **ELECCIÓN DEL SIMULADOR DE PROPAGACIÓN RADIOELECTRICA**

En el desempeño profesional de áreas, como las Telecomunicaciones, es habitual la planificación, diseño y despliegue de una gran variedad de sistemas inalámbricos. Sobre estos, se sostiene la responsabilidad de garantizar una cobertura adecuada en cualquier escenario desplegado mediante un uso racional de dispositivos. La rápida evolución de las TIC's y el desarrollo de procesadores para el diseño CAD, facilitan el estudio, observación, y análisis de la propagación de las ondas de radio en diversos ambientes y sistemas. Estos métodos implementados en software permiten el ahorro de ingentes cantidades de recursos, mediciones, y tiempo, arrojando resultados importantes previos al despliegue físico en un entorno dado.

Este proyecto de tesis, ha sugerido el uso del programa Xirio On line que posee la cartografía digital de diferentes lugares del mundo y en el cual se aplican modelos matemáticos de propagación que se utilizan para las diferentes frecuencias de operación de los diversos servicios de telecomunicaciones. Es posible medir la cobertura de la señal provista por los transmisores de voz, video y datos.

Para la planificación de redes a las frecuencias de 1 a 2 GHz., en medio urbano son habituales los modelos de Okumura-Hata y COST231, que tienen en cuenta, entre otros, los efectos del multitrayecto, *fading*, etc.

Cuando la propagación es en el espacio libre, como es el caso, las pérdidas de propagación se pueden calcular en función de la distancia y de la frecuencia, utilizando el modelo de propagación del espacio libre. Éste se puede usar siempre que se tenga

asegurada la línea de vista “despejada” (primera zona de Fresnel libre en un 60 % en todo el trayecto) y que no se tengan que aproximar efectos tales como el multitrayecto.

La experiencia demuestra que los efectos del entorno geográfico y las condiciones climáticas pueden causar un resultado real sensiblemente peor que el teórico, teniéndose en enlaces muy largos pérdidas de propagación muy superiores a las calculadas.

El modelo Longley-Rice combinado con mapas digitales de elevaciones y con un cuidadoso ajuste de sus parámetros permite una mejor aproximación a la realidad ya que tiene en cuenta los factores comentados.

Una vez elegido el tipo de tecnología que se desea analizar (Wifi, Wimax y señal de televisión) que convergen dentro del campus de la UCSG, se debe conocer las coordenadas o puntos geográficos donde están instalados los equipos de transmisión, hay que elegir el modelo de propagación (se puede escoger, el programa permite seleccionar) que admita simular el entorno donde se llega la cobertura de propagación, y de esta forma, aproximar las pérdidas de propagación, interferencias, etc.

La elección del modelo ha de tener en cuenta el tipo de medio (urbano, semiurbano o rural), las distancias, elevaciones de las antenas, frecuencias de trabajo, etc., entre otros muchos factores.

### **3.1 CARACTERISTICAS DE XIRIO ON LINE**

La utilización del programa Xirio Online para planificación radioeléctrica, es gratuito pero la resolución en ese formato tiene limitantes, por ello es mejor optar por adquirir su licencia, que da resoluciones en alta definición como otras características. Aparte tiene, el sub programa llamado Sirenet, una herramienta imprescindible para todo tipo de



agentes involucrados en el diseño, despliegue, optimización, supervisión u operación de redes de telecomunicaciones inalámbricas, permitiendo al usuario:

- ✚ Realizar la planificación teórica de la red
- ✚ Calibrar las simulaciones con medidas de campo
- ✚ Analizar el coste de cada configuración
- ✚ Optimizar la red desplegada
- ✚ Supervisar la calidad de la red
- ✚ Presentar las solicitudes de frecuencias
- ✚ Gestionar el inventario técnico

#### COBERTURA DE RED

- ❖ Análisis de propagación de la señal.
- ❖ Simulación de cobertura punto-a-punto,
- ❖ punto-multipunto, punto-ruta, punto-zona.
- ❖ Algoritmia basada en normativa internacional y dilatada experiencia en el sector de las telecomunicaciones (Rec 526-UIT-R, Deygout, LOS, Rec 1546-UIT-R, Rec 452-UIT-R, Rec 530-UIT-R, Okumura-Hata, COST-231, XIA, métodos editables, métodos auto generador a partir de campañas de medidas, etc.).

#### DIMENSIONAMIENTO

- ❖ Consultas y estadísticas de población y superficie cubierta a nivel de región administrativa y núcleo poblacional.
- ❖ Distribución geográfica de usuarios cubiertos y cálculos de tráfico para dimensionar el número de canales y servicios necesarios en las distintas estaciones de la red para cubrir la demanda.

## GESTIÓN DE FRECUENCIAS

- ❖ Estudios de ocupación espectral.
- ❖ Asignación automática de frecuencias asegurando la ausencia de interferencias en la zona de servicio de la red.
- ❖ Estudios de optimización de emplazamientos, estaciones base y sectorización.
- ❖ Optimización de retardos estáticos en redes de frecuencia única (SFN).

### 3.1.1 MÉTODO DE CÁLCULO CON XIRIO

El método de cálculo es el procedimiento que se va a emplear para estimar la propagación de las ondas electromagnéticas por el espacio. Se debe decidir qué modelo de simulación se desea emplear en cada caso en función del entorno en el cual se realiza el despliegue de red, la tecnología empleada, las bandas de frecuencias de trabajo y la calidad de la información cartográfica disponible para modelar el terreno. Si bien, por defecto, al crear un estudio nuevo, Xirio Online propone el método más adecuado para el cálculo que se quiera realizar.

El método de cálculo se puede crear desde cero o mediante una plantilla. En este caso, se cargará una copia de la plantilla seleccionada, de tal modo que la plantilla no resultará modificada.

Los métodos de cálculo de Xirio Online están basados en una serie de modelos básicos o estándares, generalmente promovidos por Recomendaciones de carácter internacional, a los que se añade la posibilidad de configurar determinados parámetros para un ajuste más preciso debido a circunstancias concretas de la planificación.

Los parámetros a configurar en la ventana correspondiente al método de cálculo dependerán del método de propagación básico seleccionado por el usuario:

Los métodos de propagación básicos son los siguientes:

- **Rec. 526 UIT-R:** Método determinístico basado en difracción. Válido para frecuencias mayores de 30 MHz. Empleado en todos los servicios radioeléctricos en entornos rurales y mixtos siempre que se disponga de cartografía de media o alta resolución.

- **Deygout:** Método determinístico basado en difracción. Válido para frecuencias mayores de 30 MHz. Empleado en todos los servicios radioeléctricos en entornos rurales y mixtos siempre que se disponga de cartografía de media o alta resolución.

- **Línea de vista:** Método de cálculo que proporciona predicción del nivel de señal únicamente en condiciones de despejamiento del trayecto, aplicando la atenuación por espacio libre.

- **Rec. 1546 UIT-R:** Método empírico para la gama de frecuencias de 30 MHz a 1 GHz. Válido en entornos rurales para cualquier servicio radioeléctrico, pero especialmente recomendado para radiodifusión sonora y audiovisual cuando no se dispone de cartografía precisa o a distancias superiores a los 100 Km.

- **Okumura-Hata:** Método empírico válido en la gama 150 MHz a 2 GHz. Recomendado para servicios de móviles y de acceso de banda ancha en entornos rurales y urbanos cuando no se disponga de cartografía de alta resolución.

- **Okumura-Hata modulado:** Método híbrido válido en la gama 150 MHz a 2 GHz. Basado en el método de Okumura-Hata, realiza una corrección en función de las

pérdidas de difracción, aprovechando la cartografía de alta resolución en entornos urbanos.

- **Xia-Bertoni**: Método determinístico válido en la gama de frecuencias de 800 MHz a 2 GHz. Recomendado para entornos urbanos en servicios móviles y acceso de banda ancha. Requiere cartografía urbana con información de edificios (MDE).

- **Rec. 1411 UIT-R**: Método determinístico válido en la gama de frecuencias de 800 MHz a 5 GHz. Recomendado para entornos urbanos en servicios móviles y acceso de banda ancha. Requiere cartografía urbana con información de edificios (MDE).

- **COST 231**: Método determinístico válido en la gama de frecuencias de 800 MHz a 2 GHz. Recomendado para entornos urbanos en servicios móviles y acceso de banda ancha. Requiere cartografía urbana con información de edificios (MDE).

- **Stanford University Interim**: Método empírico válido para frecuencias menores de 11GHz. Recomendado para los servicios móviles y de acceso a banda ancha (especialmente Wimax) cuando no se dispone de cartografía urbana con edificios.

- **Rec. 1812 UIT-R**: Método determinístico válido en la gama de frecuencias de 30 MHz a 3 GHz. Empleado en entornos rurales y mixtos para todos los servicios radioeléctricos, y especialmente radiodifusión, siempre que se disponga de cartografía de media o alta resolución.

- **Rec. 452 UIT-R**: Método de cálculo determinístico válido en la gama de frecuencias de 700 MHz a 50 GHz. Especialmente recomendado para el cálculo de interferencias en radioenlaces del servicio fijo.

- **Rec. 530 UIT-R:** Método de cálculo determinístico válido para frecuencias mayores de 30 MHz. Incorpora el análisis de viabilidad de radioenlaces digitales del servicio fijo.

- **Definido por el usuario:** Método de cálculo configurable por el usuario, en el cual es posible definir la pérdida básica asociada a la propagación de la señal mediante una expresión configurada manualmente por el usuario. En los términos de dicha expresión podrán combinarse términos en los que intervenga la distancia (Km), la frecuencia (MHz), la altura del transmisor (m), la altura del receptor (m), la altura efectiva de transmisor (m) y las pérdidas por difracción (dB).

A continuación se muestran los parámetros correspondientes en el caso de escoger, por ejemplo, el método de propagación 526:

The screenshot shows a configuration window for the 'Rec 526-10' method. The parameters are as follows:

Nombre:	Rec 526-10
Método de propagación:	Met526
Factor K:	1.333
Resolución:	100 m/pixel
Margen de desvanecimiento:	0
<b>Propiedades 526</b>	
Modelo de cálculo:	Obstáculo filo cuchillo
<b>Características eléctricas de la superficie de la Tierra:</b>	
Permitividad relativa:	5
Conductividad (S/m):	0.005
Corrección empírica:	C = 10 + 0.04 D

**Figura 3.1 Ejemplo utilizando el método Rec. 526**

**Fuente:** Software Xirio on line

Existen parámetros que son comunes a todos los métodos de propagación y otros específicos de cada uno de ellos, en el ejemplo serían las propiedades del método 526.

Los parámetros comunes de todos los métodos de propagación son:

- **Factor K:** Factor de curvatura terrestre en la zona geográfica de la tierra en la que se realizan los cálculos, depende del índice de refracción troposférica.

- **Resolución:** Resolución a la que se realizarán los cálculos. Lo habitual es elegir la misma resolución de la cartografía empleada. Sin embargo, en algunos casos es útil comenzar trabajando con peores resoluciones, para obtener un cálculo rápido y aproximado, pasando después a la obtención de resultados más precisos.

- **Margen de desvanecimiento:** Únicamente aplicable en simulaciones de servicio móvil. Parametriza la distribución de la señal frente al tiempo y a las ubicaciones, en aquellos casos que el umbral de recepción contempla únicamente valores de señal medianos (para el 50% del tiempo y para el 50% de las ubicaciones). Se obtiene a través de una desviación típica en función de la frecuencia de trabajo y una distribución estadística del tipo Log-Normal o Rayleigh. Los resultados finales que obtendremos serán de nivel de señal superado durante el porcentaje de tiempo y/o de ubicaciones utilizado para calcular este "Margen de desvanecimiento".

### **3.2 PARÁMETROS DE RADIO DEL TRANSMISOR**

Todos los parámetros radioeléctricos del transmisor o sector (servicios móviles), así como el diagrama de radiación específico, quedan configurados por defecto al seleccionar el servicio (tecnología) del estudio, con valores adecuados o típicos del tipo de simulación a realizar. Evidentemente, valores como son la potencia de transmisión o las pérdidas en cables y elementos pasivos deberán ser precisados por parte del usuario, particularizando para el caso real que desea simular.


A través de esta ventana el usuario puede modificar estos valores en función de sus necesidades.





Parámetro	Valor	Unidad
Antena	Dipolo Media Onda	
Frecuencia	7292.5	MHz
Polarización	Horizontal	
Altura antena	15	m
Orientación	0	[0,359]
Inclinación	0	[-90,90]
Potencia	0.5	W
Pérdidas	0	dB
MTTR	5	h
MTBF	62500	h

**Figura 3.2 Ejemplo de parametrización de un transmisor**

**Fuente:** Software Xirio online.

- **Antena:** Queda definida a partir de su ganancia y su diagrama de radiación copolar. Seleccionando el icono  se puede acceder a la ventana de configuración de antena.

*Xirio Online* configura por defecto una antena válida para calcular el estudio, basándose en el servicio seleccionado en el mismo. Así mismo puede crear una antena nueva eliminando la existente mediante el icono  e introduciendo manualmente los datos propios de la antena (ganancia, diagrama horizontal y diagrama vertical).

También es posible introducir los datos de una antena mediante un archivo de texto con formato Sirenet mediante el icono . Este formato es texto plano y su definición puede consultarse en este enlace.

- **Frecuencia:** Frecuencia de emisión.
  
- **Polarización:** Orientación del campo electromagnético radiado desde la antena transmisora. Puede elegir entre horizontal, vertical, circular o cruzada.
  
- **Altura de la antena:** Altura en metros del sistema radiante utilizado.
  
- **Orientación:** Apuntamiento horizontal en grados de la antena transmisora (rango posible de 0° a 359°).
  
- **Inclinación:** Apuntamiento vertical en grados de la antena transmisora (rango posible de -90° a 90°). Valores positivos suponen una inclinación de la antena, valores negativos suponen una elevación.
  
- **Potencia:** Potencia de emisión del equipo transmisor.
  
- **Pérdidas:** Debidas a elementos pasivos como conectores, cables, duplexores, etc.
  
- **MTTR:** Tiempo medio de reparación del equipo. Indicador de eficiencia de mantenibilidad. Sólo está disponible para transmisores de servicio fijo.
  
- **MTBF:** Tiempo medio entre fallos de los equipos. Es un indicador de confiabilidad. Sólo está disponible para transmisores de servicio fijo.

### **3.2.1 MEDICIÓN DE SEÑAL DE TELEVISION ANALOGICA**

Una vez que se saca una cuenta en Xirio online, se procede a abrir el programa Sirenet, se selecciona el tipo de servicio a simular, en este caso es servicio de radiodifusión de



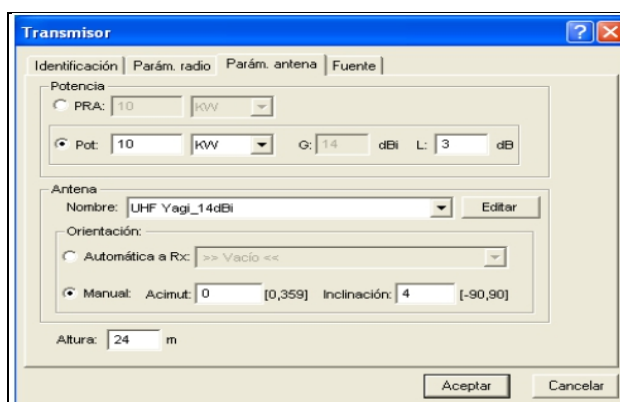
televisión terrestre analógica en la Banda UHF, utilizando el sistema NTSC en la banda IV, como se muestra en la Figura 3.3.



**Figura. 3.3 Selección de tipo de cobertura, TV analógica**

**Fuente:** Software Xirio online

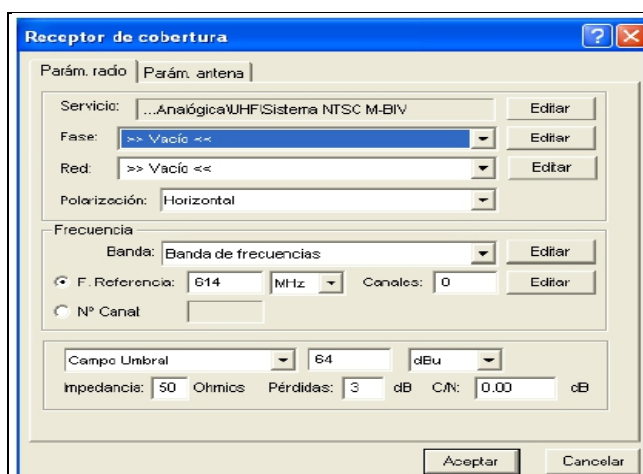
A continuación en la Figura 3.4 se fijan los valores en el Transmisor, como son, la potencia de 10 Kw que es la potencia permitida en televisión analógica, con pérdidas de 3 dB, utilizando una antena Yagi de 14dBi, y con una altura de la antena de 24 m.



**Figura. 3.4 Configuración de Parámetros del Transmisor**

**Fuente:** Software Xirio online

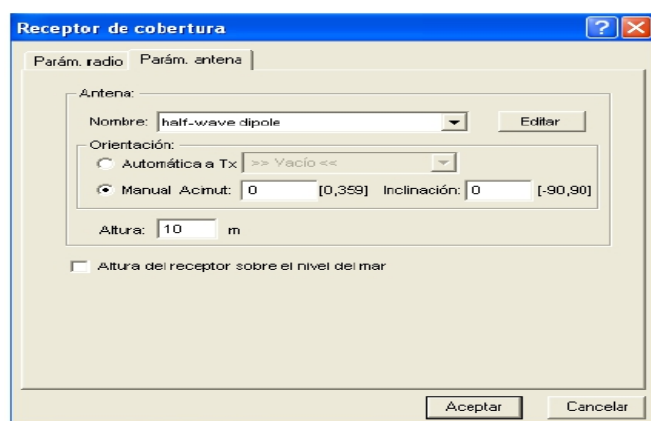
Luego se colocan los parámetros en el receptor, indicando la frecuencia en la que debe funcionar, con un campo umbral de 64 dBu, tal como se indica en la figura 3.5.



**Figura 3.5 Configuración de Parámetros del Receptor**

**Fuente:** Software Xirio online

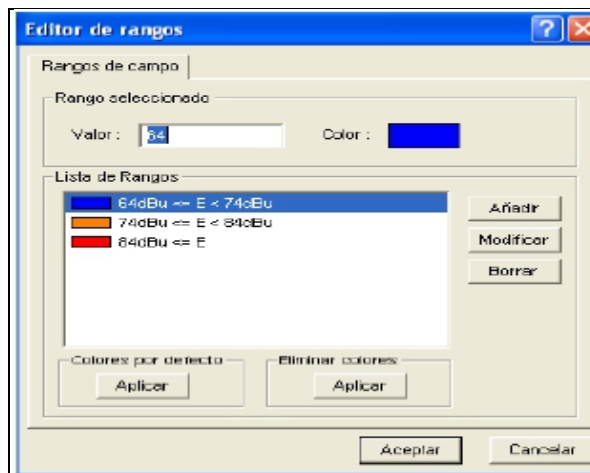
En la Figura 3.6 se ingresan los parámetros de la antena, como el tipo de antena, el cual es dipolo de media onda, y la altura de 10m.



**Figura 3.6 Configuración de Parámetros de antena receptora**

**Fuente:** Software Xirio online

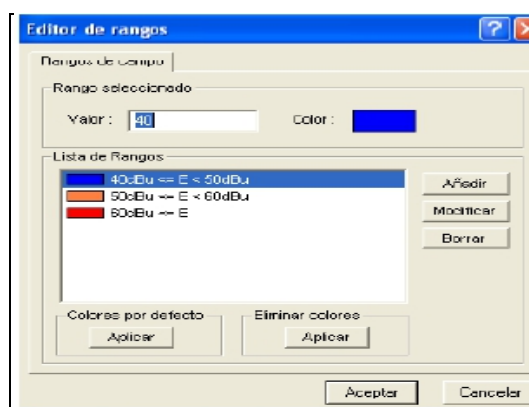
También se debe configurar los rangos de señal para televisión analógica acorde al umbral de recepción de 64 dBuV/m, como se especifica en la Norma Técnica para el Servicio de Televisión Analógica, tal como se presenta en la Figura 3.7.



**Figura. 3.7 Rangos de señal para televisión analógica**

**Fuente:** Software Xirio online

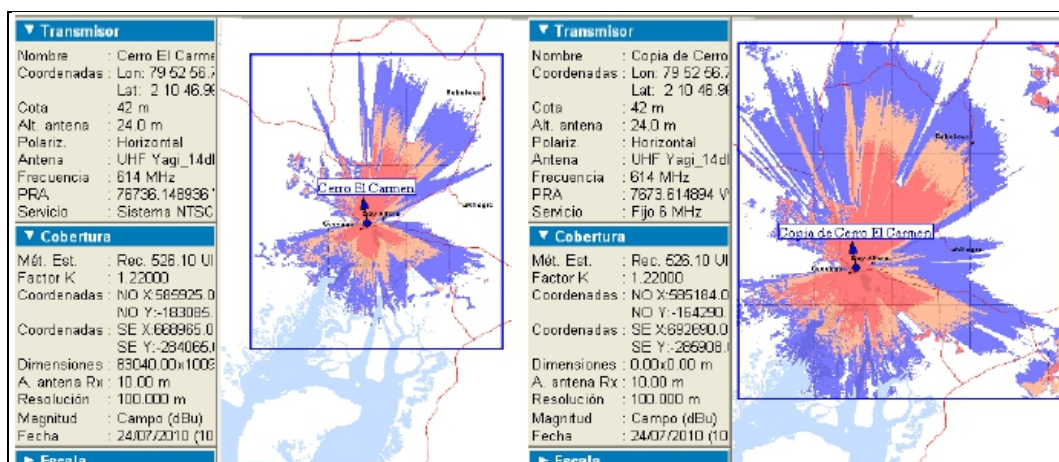
Para el caso de televisión digital, solamente se cambia o se selecciona el estándar de televisión digital a utilizar, el cual puede ser: estándar DVB-T, ISDB-T (escogido por el Ecuador) para demostrar que en formato digital se obtiene igual cobertura con menor potencia. También se modifica el valor de potencia a 1Kw en el transmisor y en el receptor el umbral de recepción es de 40 dBuV/m, razón por la cual los rangos de señal para televisión digital se modifican como se muestra en la Figura 3.8.



**Figura. 3.8. Rangos para televisión digital**

**Fuente:** Software Xirio online

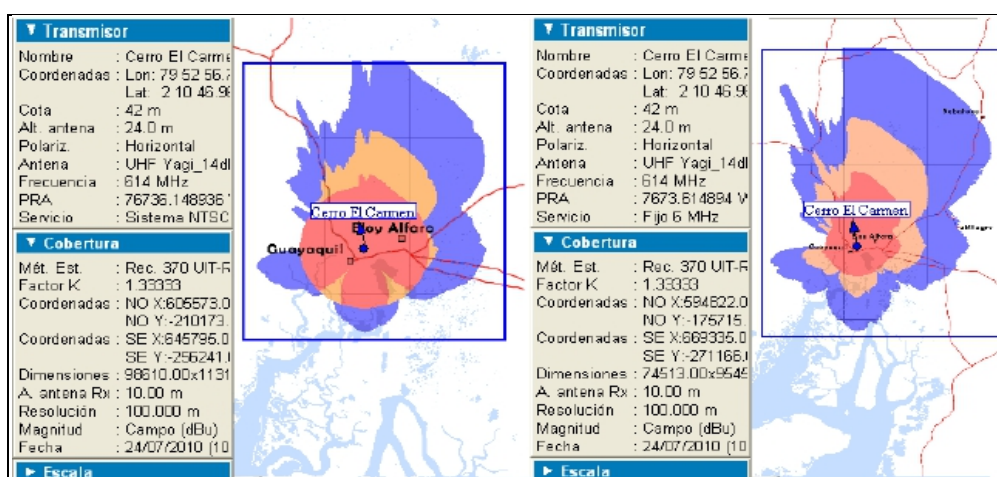
En la figura 3.9, los resultados de las simulaciones tanto para la cobertura de televisión analógica como de televisión digital, utilizando el método de la Rec. UIT-R P.526.



**Figura 3.9 Comparación de cobertura de Televisión Analógica NTSC con Televisión Digital, según modelo de la Rec. UIT-R P.526 en el Cerro El Carmen**

**Fuente:** Software Xirio online

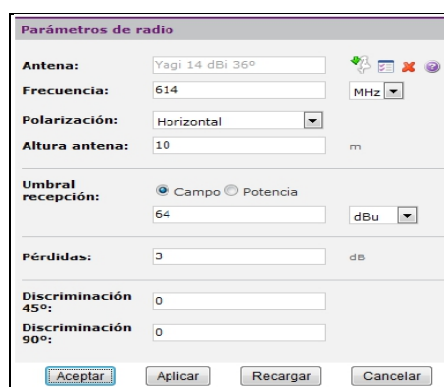
A continuación en la figura 3.10 se muestran los resultados utilizando el método de la Rec. UIT-R P.370.



**Figura 3.10. Comparación de cobertura de Televisión Analógica NTSC con Televisión Digital, según modelo de la Rec. UIT-R P.370 en el Cerro El Carmen**

**Fuente:** Software Xirio online

La configuración de los parámetros del transmisor serán los mismos, ingresados en el caso anterior para la simulación de televisión analógica en la banda IV del sistema NTSC, con el ingreso de las coordenadas en este caso, del Cerro del Carmen. Los parámetros de recepción, son los mismos que los utilizados en la simulación realizada con el simulador SIRENET, y se los presenta en la Figura 3.11.



**Figura. 3.11 Configuración de parámetros del receptor**

**Fuente:** Software Xirio online

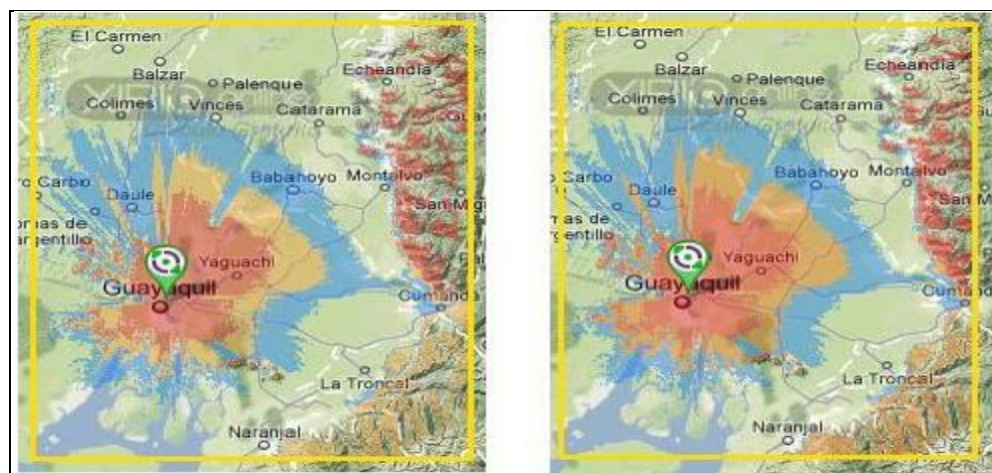
Se configura el rango de resultados conforme el umbral de recepción, para televisión analógica es 64 dBuV/m, como indica en la parte superior de la Figura 3.12, y para televisión digital es de 40 dBuV/m.



**Figura. 3.12. Resultados para transmisión analógica y para transmisión digital**

**Fuente:** Software Xirio online

Para el método de predicción de propagación se utilizó únicamente la Rec UIT-R P.526, se utilizó topografía mundial, para televisión analógica se utiliza una potencia de 10kW en el transmisor y para televisión digital utilizamos 1kW. Ver la Figura 3.13.



**Figura 3.13 Cobertura de Televisión Analógica NTSC y Televisión Digital SDBTV según modelo de Rec. UIT-R P.526 en el Cerro El Carmen**

**Fuente:** Software Xirio online

Según la tonalidad, se tiene que en el color rojizo hay mayor densidad de propagación radioeléctrica lo que está en color anaranjado esta con bajo nivel de potencia, mayormente la distancia y obstrucciones naturales hacen que la señal tienda a atenuarse.

### **3.3 ANALISIS DE SEÑAL DE TELEVISIÓN EN CAMPUS DE LA UCSG**

Se procede a realizar el procedimiento anterior, esta vez se utiliza el transmisor de la UCSG que está en el cerro de El Carmen y esta con los datos siguientes:

#### **Estudio: Cobertura Radiodifusión**

Sistema NTSC

MNTSC-BV Canal 42 de la UCSG 639,250 Mhz

Banda: UHF

Separación entre portadoras: 6Mhz (espacio entre cada portadora en la banda VHF y UHF)

**Tramo inferior:**

Frecuencia inicial: 55.25Mhz (esta frecuencia es con la que inicia la banda VHF)

La banda UHF inicia con 471.25Mhz

Frecuencia final: 885.25Mhz (frecuencia que finaliza la banda UHF)

Frecuencia primera portadora: 471.25Mhz

Equipos

Transmisor: Latitud 02°10'36.00"S

Longitud 079°52'46.00"W

Antena Copolar: Default NTSC B-I 10dBi 60° (arreglo de 16 paneles omnidireccionales que tiene el sistema radiante del canal el cual es creado por el programa A3D)

Ganancia de la antena: 8.7dBi (la ganancia de la antena esta en dBd y es 10.8, dB=dBi +2.1; el resultado en dBi es 8.7)

Frecuencia de transmisión: 639.250 MHz canal: 42

Polarización: Cruzada (Circular)

Altura de la antena: 50m.

Orientación: Default 0

Inclinación: 2 (arreglo de 16 paneles)

Potencia: 70.8KW (P.E.R: 70.8Kw; la potencia de operación del transmisor es de 10.0Kw)

Perdidas: 2.5dB

**Parámetros del cálculo:**

Método: Rec. ITU-R P. 1546 (para sistemas rurales y urbanos con cartografía a baja resolución)

Resolución: default 100 m/pixel

Factor K: default 1.333

Margen de desvanecimiento: default 0

Porcentaje de tiempo: default 1%

Porcentaje de emplazamiento: default 50%

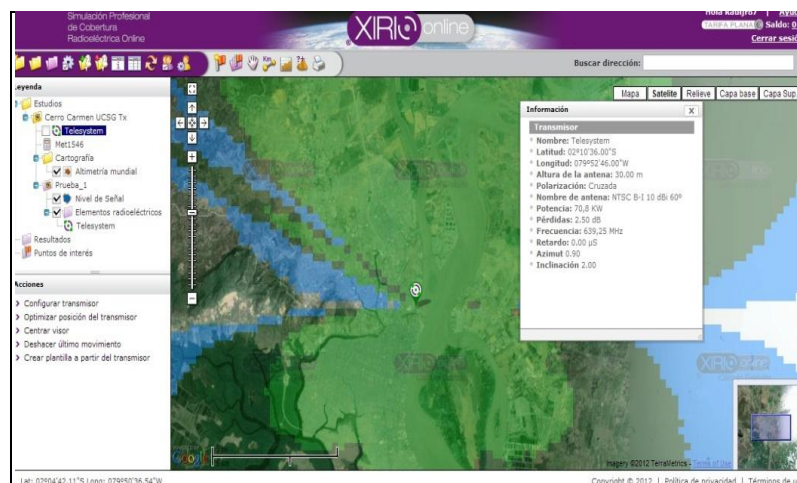
Desviación: default 8.3dB

## Capas de cartografía: Altimetría mundial

Estos datos son Generales no van en el programa pero son creo yo para tomar en cuenta:

- ✚ Potencia de operación del transmisor [Ptx(Kw)]: 10.0 Kw
- ✚ Ganancia del sistema radiante en el azimut de máxima radiación[G(dB)]: 11.0 dBd
- ✚ Perdidas en cables y conectores [P(dB)]: 2.5dB
- ✚ P.E.R: 70.8Kw
- ✚ Ubicación del transmisor: 82 m.s.n.m (altura del cerro El Carmen)
- ✚ Sistema Radiante: Arreglo de 16 paneles UHF omnidireccional
- ✚ Tipo de enlace: Enlace Radioeléctrico
- ✚ Canal: 42 UHF
- ✚ Área de cobertura principal: Intensidad de Campo eléctrico valido para 74dBu V/m
- ✚ Tipo y Forma de antena: Arreglo de 16 paneles con polarización circular
- ✚ Ángulos de Azimut de radiación máxima: Omnidireccional
- ✚ Ángulos de Abertura de los Lóbulos Horizontales de radiación a -3dB: +- 64°
- ✚ Ganancia: 10.8dB
- ✚ Altura de torre: 30m.

La figura 3.14 muestra la parametrización del transmisor del canal de televisión UCSG R&Tv.

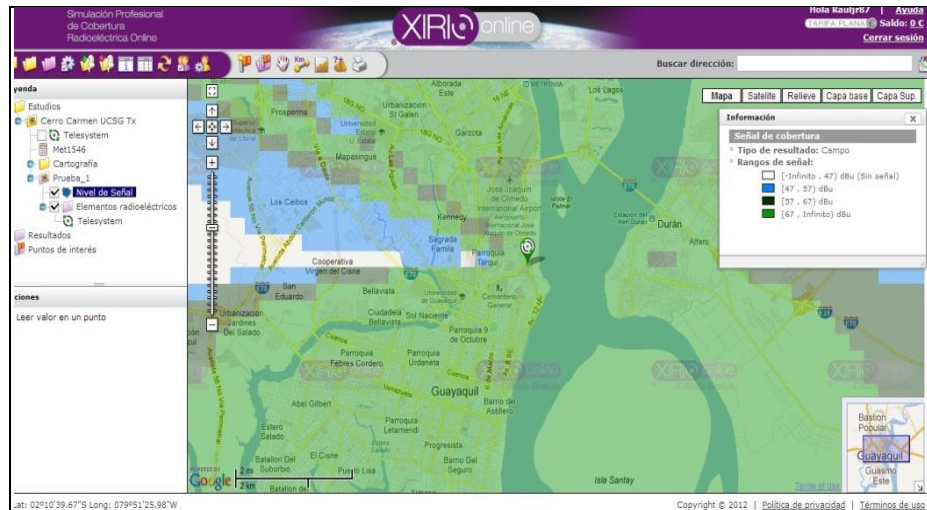


**Figura 3.14** Parámetros del Transmisor de UCSG R&Tv

**Fuente:** Software Xirio online



La figura 3.15 muestra el relieve del cerro El Carmen donde está el transmisor de UCSG R&Tv, utilizando el programa especializado en propagación radioeléctrica.



**Figura 3.15** Relieve del terreno en cerro el Carmen

**Fuente:** Software Xirio online



**FIGURA 3.16** Propagación del transmisor de TV de la UCSG

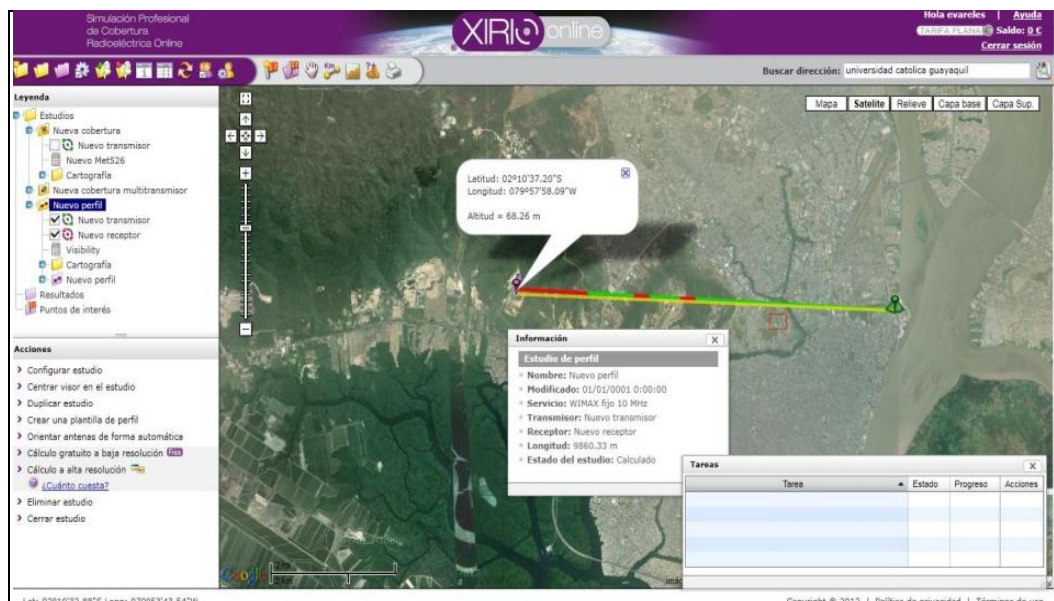
**Fuente:** Software Xirio online

Como se aprecia la señal en color verde oliva es la de mayor potencia lo que esta de color azul esta en menor proporción y los valores en dBu están en la parte superior

derecha de la figura 3.16. Así también se puede medir la cobertura de señal satelital, la UCSG tiene contrato con Satmex, el cual le proporciona salida internacional y cobertura en el país, incluso las islas Galápagos.

### 3.4 ANALISIS DE SEÑAL WIMAX EN CAMPUS UCSG

Con Xirio online, se hace la parametrización de Wimax, se escoge la antena con su rango de operación, la ganancia de la misma, introducir la ubicación del transmisor para así medir la calidad de señal o cobertura. Para este análisis se toma en cuenta un transmisor Wimax (empresa Puntonet) ubicado en la terraza del edificio World Trade Center en Guayaquil, los datos una vez ingresados, proyectan la siguiente cobertura radioeléctrica, véase la figura 3.17.



**Figura 3.17** Coordenadas de Tx Wimax (Puntonet) hasta campus UCSG

**Fuente:** Software Xirio on line



**Figura 3.18 Edificio WTC, Oficina Puntonet y ubicación de Transmisor Wimax**

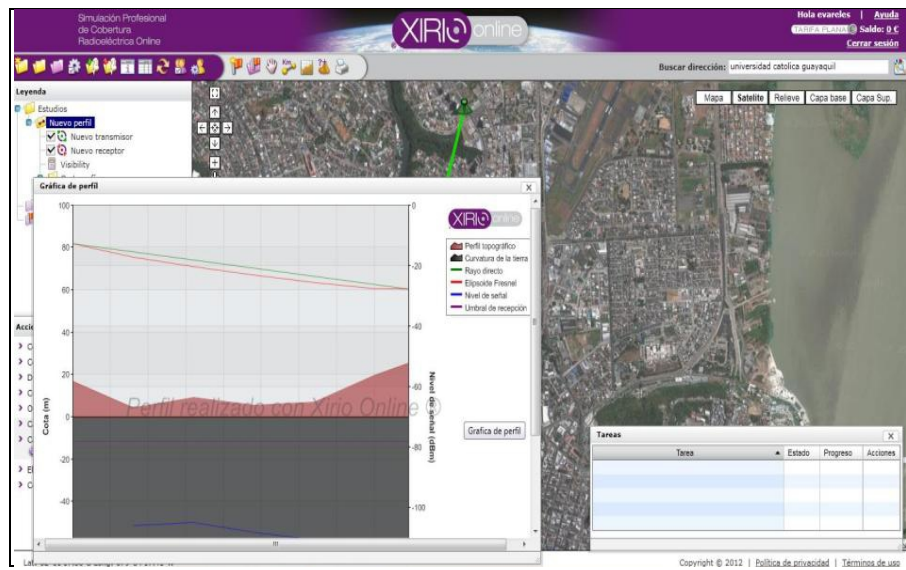
**Fuente:** Visita a Edificio WTC Puntonet

El enlace tiene cierta dificultad, la línea de vista directa desde el WTC hasta el campus, tiene el mínimo de la primera zona de Fresnel, el motivo son los edificios residencia y el edificio de la Facultad de Empresariales.



**Figura 3.19 Línea de vista enlace Wimax hasta campus UCSG**

**Fuente:** Software Xirio on line



**Figura 3.20 Radioenlace Wimax con línea de vista al campus UCSG**

**Fuente:** Software Xirio on line

El anexo 2, de esta tesis, se hace una simulación con un transmisor digital ISDB-T en el cerro del Carmen y su cobertura por el campus de la UCSG.

## CAPÍTULO 4

### ANÁLISIS DE INFORMACIÓN EN CAMPUS UCSG

Una vez recogida la información los transmisores tanto para una transmisión de señal de televisión, como de Wimax y de Wifi, se pone de manifiesto que las señales que convergen dentro del campus, tienen multitrayecto en ciertos lugares, pues la señal de televisión abierta canales (2, 4, 5, 7, 8, 10 y 12) se recepta con interferencias (llovioso) esto se debe a que el campus está en una olla, esto es por estar rodeado por una obstrucción natural de lado de las facultades de economía hasta Arquitectura, por el lado de la facultad de Medicina también hay un cerro, y la señal de televisión viene del lado sur-este (cerro de el Carmen) está presentando difracción por medio de los edificios de emprendedores y de la misma facultad Técnica. En la figura 4.1, se observa el campus de la UCSG.



**Figura 4.1 Vista del campus UCSG**

**Fuente:** Google Earth

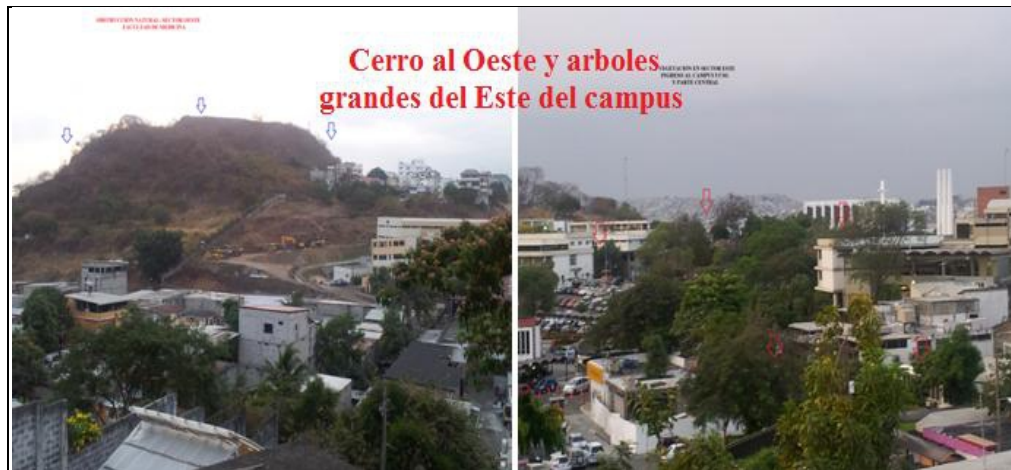
#### 4.1 RESULTADOS DE PROPAGACION RADIOELECTRICA EN EL CAMPUS UCSG

Según la figura 4.1 el campus es una especie de olla, rodeado de obstrucciones naturales y artificiales, por ejemplo al norte-oeste esta un cerro en cuyas laderas están las Facultades de Economía, Filosofía y Arquitectura. Si un transmisor de televisión esta en cerro Azul, su señal sufre de difracción, filo de cuchilla, ver figura 4.2.



**Figura 4.2 Obstrucción natural sector Nor-oeste**  
**Fuente:** Campus UCSG

La señal de televisión analógica es deficiente, es necesario en ciertas partes utilizar antenas con una altura de más de 50 metros. Los canales en VHF como el 2, 8 y 10 no se sintonizan adecuadamente, canales de UHF no se sintonizan salvo el del canal de la universidad, este tiene un enlace para dentro del campus con una yagi direccional, los receptores o televisores que captan la señal de televisión abierta son captadas por servicio de cable. Se puede receptor señal de canales codificados por satélite pues un sistema satelital dirige una señal o huella de cobertura muy amplia.



**Figura 4.3 Cerro y vegetación al Oeste y Este del campus**

Fuente: Campus UCSG

El caso de la señal de Wifi, es deficiente pues se tiene la señal del municipio de Guayaquil y en ciertos lugares del campus no se puede recibir con niveles adecuados de recepción, se llevó una laptop portátil y este no puede captar señal salvo por el lugar de la biblioteca.

Se debe lograr un nivel de entre  $-65\text{dBm}$  y  $-75\text{dBm}$  con una calidad (Link Quality) de unos  $20\text{dB}$ ; si se tiene un nivel por debajo de  $-75\text{dBm}$  hasta  $-80\text{dBm}$  el enlace estará muy inestable y tendrá un rendimiento bajo.

Si se analiza basado en zonas de Fresnel, el campus tiene Obstrucción Crítica, en los lugares que corresponden a la Facultades Técnica, Medicina, Economía y Filosofía, pues los radioenlaces donde las obstrucciones se encuentran a un mismo nivel que la línea directa de visión entre la antena transmisora y receptora, por lo que es posible asegurar que la mitad de la primera zona de Fresnel se encuentra despejada.

Y alrededor de la Facultad de Arquitectura hay obstrucción grave pues el radioenlace de Wifi dado por el municipio de Guayaquil presenta un caso donde las obstrucciones se encuentran a un nivel por sobre la línea directa de visión entre la antena transmisora y

receptora, por lo que la primera zona de Fresnel se encuentra despejada en menos del 30%. Estos datos analizados demuestran que la señal municipio de Guayaquil solo tiene cobertura en la parte central de la biblioteca central con un radio de 80 metros a la redonda.

Del lado sur del campus los edificios residenciales y el nuevo edificio de la facultad de Emprendedores dificulta línea de vista directa con cerro de El Carmen, ver figura 4.4.



**Figura 4.4 Lado sur del campus UCSG, obstruido por edificios**

**Fuente:** Campus UCSG

La señal Wimax, al contrario de Wifi es de fácil recepción, esto se comprobó con el uso del programa desde el WTC se realizo el enlace de señal Wimax hasta el campus UCSG y la cobertura radioeléctrica abarco todo el campus.

La señal de televisión analógica tiene problema por el multitrayecto, pero si se utiliza la señal de televisión digital, (ISDB-T) este no tiene problemas se simuló con un transmisor ubicado en el cerro de El Carmen y su cobertura es muy buena, cubre los espacios que no llega la señal analógica.



## CONCLUSIONES

La señal recibida en los sistemas inalámbricos es afectada por las pérdidas de espacio libre, por multi-trayectorias y por las obstrucciones existentes entre transmisor y receptor.

En las transmisiones que son de multi-trayectoria causa una oscilación en la señal recibida y en la fase, son diferentes efectos negativos en la señal recibida tales como son como lo es el desvanecimiento, distorsión y la interferencia.

En diseños de radioenlaces inalámbricos se considera un levantamiento de perfil, aplicando modelos tales como propagación en espacio libre, modelo de dos rayos, obstrucción y la aplicación de los anillos de Fresnel, Longley-Rice y Durkin, todos los cuales son muy buenos para la evaluación de enlaces fijos, pero que requieren de recursos de tiempo, conocimiento e infraestructura considerables.

El uso de programas profesionales de estudio de cobertura radioeléctrica, predicen los cálculos de radio propagación para levantar un radioenlace y cuando este ya está instalado es posible medir los índices de umbral de recepción tanto para señal de Wifi, Wimax etc.

Redes Wifi como el del municipio de Guayaquil, solo abarca aproximadamente 80 metros a la redonda con velocidades de 128 Kbps, para cada usuario. Existen también redes Wifi independientes que están en todas las facultades que cubren un radio de 40 metros a la redonda, aunque no todos esos wifi's operan con normalidad (ej. En facultad de Economía, en Filosofía, en la Técnica)

En el caso de recepción de señal de televisión analógica en entornos con topografía de varios niveles, caso del campus UCSG, producen multitrayecto que dan como resultado las interferencias en receptores de televisión.

Xirio online es un programa que ayuda también a “medir” la calidad de la señal de televisión digital terrestre, TDT, se simplifica el trabajo de calcular mediante formulas matemáticas la propagación radioeléctrico, se reduce significativamente y los resultados obtenidos mediante simulación en estos programas es muy confiable.

Se puede apreciar por colores diversos niveles de intensidad en el lado del receptor, es posible conocer los espacios donde la señal no tiene valores óptimos, con ello se podría tomar medidas para contrarrestar la degradación de la señal en un lugar o espacio específico.

Si los transmisores de Wifi, Wimax y Televisión, utilizan la modulación OFDM (*Orthogonal Frequency Division Multiplex*), mejoran la cobertura y elimina la multi-trayectoria, que es una de las consecuencias de retardo en la propagación a causa de los obstáculos que se encuentran en diferentes superficies, y hace que una misma señal llegue a diferentes momentos.

El OFDM divide el ancho de banda que se utiliza en una gran cantidad de pequeños anchos de banda o subportadoras que son ortogonales. Estas pequeñas bandas o subportadoras, suelen estar alrededor de 10 KHz.

## **RECOMENDACIONES**

Se recomienda que las autoridades de la UCSG pongan en todo el campus repetidores de la señal del municipio de Guayaquil, pues los enlaces donde las obstrucciones se encuentran a un nivel muy inferior respecto de la línea directa de visión entre transmisor y receptor (90 % de la primera zona de Fresnel despejada) son los que se desea dentro del campus.

La alcaldía de Guayaquil, se encarga de la transmisión de internet y bien puede la UCSG a través de su departamento de mantenimiento hacer un despliegue de infraestructura dentro del campus.

El manejo de Xirio online facilita el análisis de propagación de la señal. Efectúa cálculos matemáticos basados en algoritmos y normativa internacional (Rec 526-UIT-R, Deygout, LOS, Rec 1546-UIT-R, Rec 452-UIT-R, Rec 530-UIT-R, Okumura- Hata, COST-231, XIA, entre otros más.

En futuras ampliaciones de transmisores de señal Wifi, se recomienda que el estándar del equipo (Router/Punto de acceso) sea de tecnología 802.11g/n, es decir con modulación OFDM, con alta transferencia de datos (banda ancha) y tecnología MiMo (Múltiple Entrada, Múltiple Salida) que utiliza entre dos y tres antenas para transmitir y recibir.

Se recomienda el manejo del programa Xirio Online en materias como Comunicaciones Inalámbricas, Propagación, Antenas, Sistemas de Telecomunicaciones.

## BIBLIOGRAFÍA

- Bateman, A. (2003). *Comunicaciones digitales: diseño para el mundo Real*. Sevilla: Marcombo.
- Gómez, J. A. (2007). *Servicios en red*. Madrid: editex.
- Gorrincho, M., & Gorrincho, J. (2002). *Comunicaciones Móviles*. Barcelona: Universitat Politecnica de Catalunya.
- Herrera, E. (2004). *Introducción a las Telecomunicaciones modernas*. Mexico: Limusa.
- Huidrobo Moya, J. (2005). *Sistemas telemáticos*. Madrid: Paraninfo.
- López, J. (2010). *Convergencia digital: reconfiguración de los medios de comunicación en España*. Santiago de Compostela: Unidixital.
- Lopez, J., & Martos, E. (2010). *Señales aleatorias: Teoría y ejercicios resuelto*. Madrid: Marcombo.
- Parsons, J. (2000). *The Mobile Radio Propagation Channel*. New York: Press Inc.

## REFERENCIAS EN LA WEB

- Atkinson, R., & Dunlop, J. (2000). A comparison of isma and dect-dcs channel access policies for indoor wireless communications systems. *IEE Electronics Letters*, Vol. 36, No. 15, pp. 1307-1309, DOI: 10.1049/el:20000921. , 1-5. Revisado: 4 de Noviembre 2012. Consultado en: <http://personal.strath.ac.uk/robert.c.atkinson/papers/eleclet2000.pdf>
- Xiong, J., Qu, Y., Lin, H., & Pan, Q. (2007). A new latency-reducing and energy-efficient protocol for the wireless sensor network: 2(2): 144-150.doi: 10.1007/s11460-007-0027-6. *Front. Electr. Electron. Eng. China*, , 125-128. Revisado 17 de Noviembre 2012. Consultado en: <http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs11460-007-0027-6#page-1>
- Quinteros, V. (2009) Propagación en canales móviles. Énfasis II: Radiocomunicaciones móviles e inalámbricas. Revisado 14 de Diciembre 2012. Consultado en: <http://artemisa.unicauca.edu.co/~vflorez/RCMI/RCMI-3.pdf>

## ANEXO 1

### DESCRIPCION DEL PROGRAMA DE XIRIO ON LINE

Este programa es de tipo online, y con ello es posible realizar el análisis de propagación de la señal.

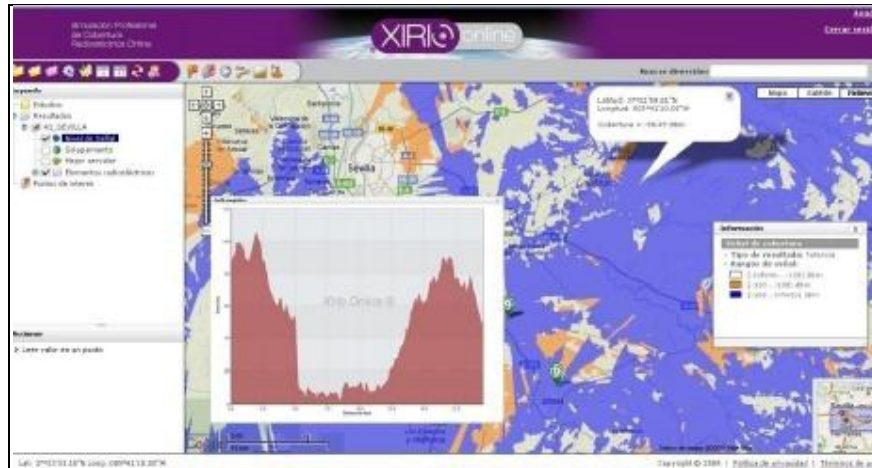


Figura A.1 Xirio online

Además de la Simulación de cobertura punto-a-punto, punto-multipunto, punto-ruta, punto-zona. Realiza cálculos matemáticos basados en Algoritmia y Normativa Internacional (Rec 526-UIT-R, Deygout, LOS, Rec 1546-UIT-R, Rec 452-UIT-R, Rec 530-UIT-R, Okumura- Hata, COST-231, XIA, entre otros más.

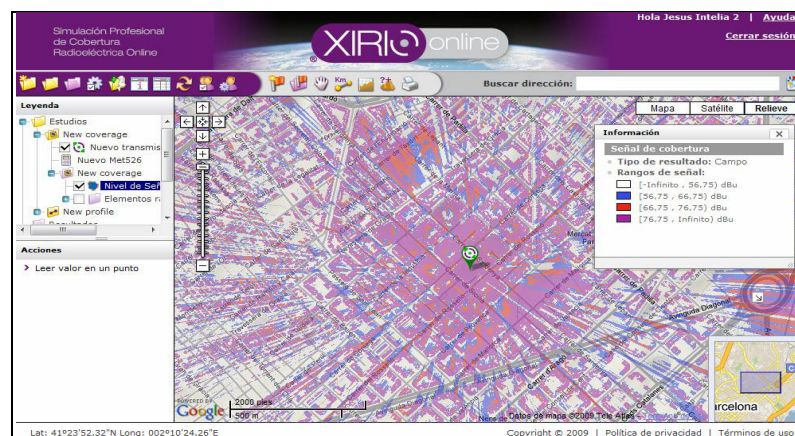
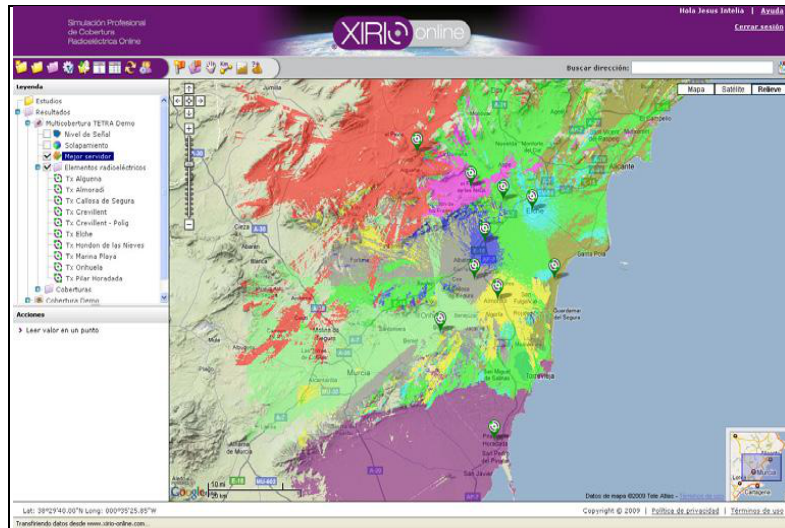


Figura A.2. Programa Xirio online para cobertura radioeléctrica

El programa emplea el visor cartográfico proporcionado por Google Maps®, lo que asegura disponibilidad de representación gráfica en todo el mundo.

Por otro lado, y a través de acuerdos con múltiples proveedores cartográficos, la aplicación incorpora cartografía digital a nivel mundial: modelos del terreno y modelos de elevación (incluyendo edificios) que representan la orografía del terreno a distintas resoluciones. Se cubren de este modo las necesidades de cálculo para redes desplegadas en entornos tanto rurales como urbanos.



**Figura A.3. Cartografía con Xirio on line**



**Figura A.4. Predicción de cobertura radioeléctrica**

**BARRA DE HERRAMIENTAS**



En ella se encuentran las acciones básicas de *Xirio Online*:



**Crear nuevo estudio.** Crea un nuevo estudio de simulación. Inicialmente el usuario debe seleccionar el tipo de estudio a simular y el servicio o tecnología del mismo. Esto permite a *Xirio Online* configurar el resto de parámetros del estudio y de los elementos que intervienen en el mismo con valores por defecto adecuados al tipo de cálculo a realizar. Las siguientes ventanas permiten realizar una configuración más personalizada de los parámetros del estudio, del transmisor del estudio, parámetros de recepción, cartografía a utilizar, etc.



**Abrir gestor de estudios.** Despliega una lista ordenada con todos los estudios creados por el usuario. Para localizar un estudio en concreto pueden realizarse búsquedas por nombre o por tipo de estudio. Una vez seleccionado un estudio podrá abrirse, mostrándose sus elementos sobre el visor y sobre la leyenda o eliminarse del sistema.



**Abrir gestor de resultados.** Despliega una lista ordenada denominada "Mis resultados" con los resultados calculados a partir de estudios propios del usuario. Una vez seleccionado un resultado podrá abrirse, eliminarse o publicarse a otros usuarios. Los resultados son almacenados en el sistema hasta su "fecha de caducidad", aunque siempre será posible renovar su almacenamiento mediante la opción de "renovar hosting" de cada resultado. Adicionalmente se despliega una segunda lista denominada "Otros resultados", en la que se muestran los resultados que han sido publicados por parte de otros usuarios y sobre los cuales se tiene permiso de visualización.



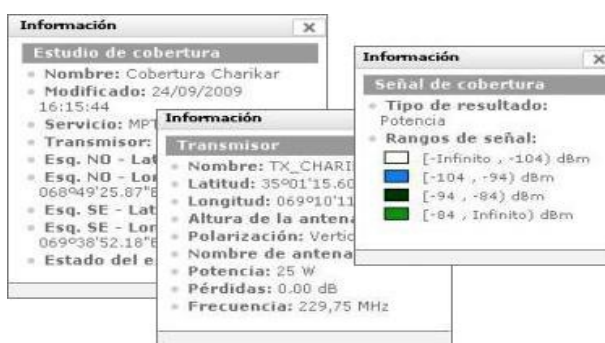
**Gestión de plantillas.** En *Xirio Online* el usuario puede crear plantillas predefinidas de elementos radioeléctricos (transmisores, receptores, antenas, etc.) que utilice habitualmente en sus simulaciones. De este modo podrá crear elementos nuevos a partir de ellas de forma rápida, agilizando la configuración de múltiples estudios con parámetros similares. Desde esta opción, el usuario puede crear, editar y borrar sus plantillas. En el siguiente enlace se explica detalladamente la utilización del gestor de plantillas.



**Importar resultados desde Sirenet.** Opción mediante la cual puede importar resultados generados con la herramienta de planificación radioeléctrica Sirenet.



**Mostrar panel de información.** Despliega el panel de información, el cual contiene datos relativos al elemento seleccionado en el panel de leyenda, como por ejemplo un estudio, un resultado, transmisor, método de cálculo, etc.



En la figura anterior se muestra el aspecto del panel de información en el caso de haber seleccionado un estudio de cobertura simple, un transmisor y un resultado de nivel de señal de una cobertura radioeléctrica.



**Mostrar panel de tareas.** Despliega el panel de tareas. Éste contiene los nombres, el estado y el progreso de las acciones y cálculos lanzados que están aún en ejecución. En el caso de que no haya tareas pendientes y los cálculos hayan finalizado con éxito, el panel estará vacío.



**Actualización de paneles.** Refresca los paneles informativos de la aplicación y reinicia el visor a su estado inicial.



**Gestionar usuarios de visualización.** Los usuarios de *Xirio Online* tienen la posibilidad de publicar los resultados de sus estudios a otras personas por medio de usuarios de visualización. En el siguiente enlace se muestra cómo crear, editar y borrar este tipo de usuarios.



**Abrir configuración de usuario.**



**Crear nuevo punto de interés.** Crea un nuevo punto de interés. Un punto de interés es una marca sobre el mapa en una ubicación elegida por el usuario. Está definido por un nombre y unas características de localización, las coordenadas, que podrán ser introducidas manualmente, seleccionando un emplazamiento o mediante la selección de un punto en el visor.



**Gestionar puntos de interés.** Esta opción permite crear nuevos puntos, abrir los ya existentes o borrarlos. También dispone de un filtro de búsqueda por nombre.





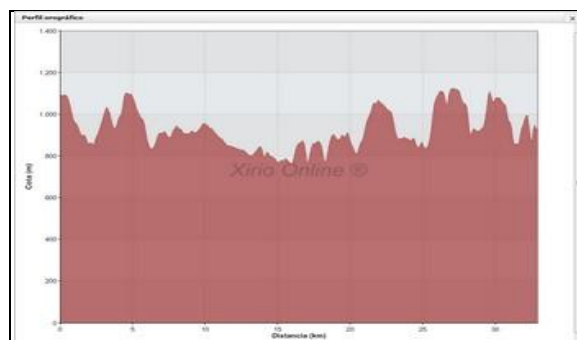
### Arrastrar Mapa.



**Calcular distancia.** Calcula la distancia entre dos puntos. El primer click en el mapa fija uno de los extremos. El segundo click fija el segundo extremo. Desde que se fija el primer punto hasta que se fija el segundo, en la barra horizontal situada debajo del visor aparece la distancia y el azimut que hay en cada momento según se desplaza el cursor. Cuando el segmento está definido aparece un marcador con la información correspondiente.



**Calcular perfil.** Muestra el perfil orográfico entre dos puntos. La selección del tramo a visualizar se realiza de la misma manera que en la opción "calcular distancia". También muestra la distancia y el acimut en la barra inferior hasta que se fija el segundo extremo. En el momento que se define el segmento se representa el perfil en una gráfica:



**Consultar altitud en un punto.** Obtiene la cota altimétrica del modelo digital del terreno en el punto seleccionado sobre el visor. La información se muestra en un marcador informativo.



**Barra de direcciones.** Permite realizar búsquedas de direcciones, términos, coordenadas, etc. desplegando una lista de posibles resultados de la búsqueda. Una vez el usuario seleccione el resultado de búsqueda más adecuado, el visor cartográfico indicará el punto geográfico seleccionado con un marcador de Google Maps, utilizando el motor de búsqueda de éste. Para obtener más información consultar el manual de ayuda de Google Maps.

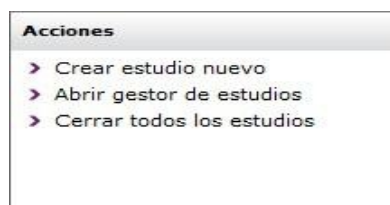


Los estudios disponibles en *Xirio Online* son:

- Perfil
- Cobertura
- Cobertura Multitransmisor
- Red de transporte
- Altura efectiva

## ACCIONES DE LA CARPETA DE ESTUDIOS

Desde el panel de acciones del estudio de perfil se puede acceder a las siguientes opciones:




- **Crear estudio nuevo.** Crea un estudio nuevo en función del tipo de estudio y del servicio (tecnología a simular) deseado. A partir de este servicio, *Xirio*

**Online** configurará adecuadamente los parámetros radioeléctricos del estudio para realizar una simulación coherente y realista.

- **Abrir gestor de estudios.** Muestra una ventana con todos los estudios almacenados en la cuenta del usuario. Estos estudios están organizados en función del tipo de estudio.

- **Cerrar todos los estudios.** Cierra todos los estudios de la sesión actual.

## CREAR UN NUEVO ESTUDIO

Para crear un nuevo estudio en **Xirio Online** seleccione el icono  situado en la barra de herramientas, o seleccione la carpeta **Estudios** en el panel de leyenda y posteriormente la opción **Crear estudio nuevo** en el panel de Acciones.

Le aparecerá la siguiente pantalla para seleccionar un tipo de estudio, categoría, sub-categoría y servicio que se desea simular:



Seleccione un tipo de estudio

Perfil       Cobertura  
 Altura efectiva       Multicobertura


Categoría: Seleccione una categoría ▼  
Subcategoría: Seleccione una subcategoría ▼  
Servicio: Seleccione un servicio ▼

Crear estudio

Al crear un estudio, Xirio Online configura todos los parámetros de cálculo y los elementos radioeléctricos en función de la tecnología seleccionada. Estos parámetros son específicos de cada tecnología y han sido contrastados para obtener un estudio completamente funcional.

A partir de este momento las sucesivas ventanas que aparecen permiten una configuración más personalizada de los parámetros del estudio, del transmisor del estudio, parámetros de recepción, cartografía a utilizar, etc.

## ABRIR UN ESTUDIO

Para abrir un estudio seleccione el icono  de la barra de herramientas, o mediante la opción **Abrir gestor de estudios** del panel de Acciones.


En el diálogo que aparece se muestran todos los estudios del usuario. Además existe una opción de filtrado, por tipo de estudio y por nombre, para facilitar la búsqueda de estudios.

En el panel de leyenda de la pantalla principal aparecerá el estudio seleccionado y el visor se actualizará con los elementos radioeléctricos correspondientes.


## PERFIL

Un perfil es un estudio radioeléctrico que analiza la disminución de la señal eléctrica en una línea que une un transmisor con un receptor. Mediante este cálculo se puede verificar si existe visión directa entre el transmisor y el receptor, si está libre la primera zona de Fresnel y el nivel de señal recibido en todos los puntos del trayecto.


Para llevar a cabo un estudio de tipo perfil en *Xirio Online* es necesario que estén configurados los siguientes parámetros:


- **Nombre:** Nombre identificador del estudio perfil.
- **Servicio:** Tecnología seleccionada para el estudio. *Xirio Online*, en función de la selección de este parámetro, propone una serie de parámetros radioeléctricos por defecto adecuados para el cálculo a realizar, aunque siempre existe la posibilidad de modificarlos.
- **Banda:** Banda de frecuencias que será utilizada para la asignación automática de frecuencias. *Xirio Online* determinará qué frecuencias son posibles para cada enlace dependiendo de la canalización de su banda y propondrá aquellas que minimicen la interferencia con los otros elementos del estudio. *Xirio online* proporciona una banda por defecto para cada servicio. Es posible introducir un conjunto de limitaciones al empleo de determinadas frecuencias de la banda. Mediante la opción *Canales prohibidos*, *Xirio Online* permite al usuario seleccionar un conjunto de frecuencias que no desea sean asignadas a ningún enlace.
- **Descripción:** Comentarios o informaciones que el usuario quiera añadir para aportar mayor información
- **Extremo 1:** Estación transmisora del estudio de perfil. Es posible modificar sus parámetros (localización y parámetros radioeléctricos) seleccionando la opción . En el siguiente enlace se ofrece más información acerca del transmisor. En los enlaces bidireccionales realizar la función de receptor del trayecto inverso.



- **Extremo 2:** Estación receptora del estudio de perfil. Es posible modificar sus parámetros (localización y parámetros radioeléctricos) seleccionando la opción . En el siguiente enlace se ofrece más información acerca del receptor. En los enlaces bidireccionales realiza la función de transmisor del trayecto inverso.

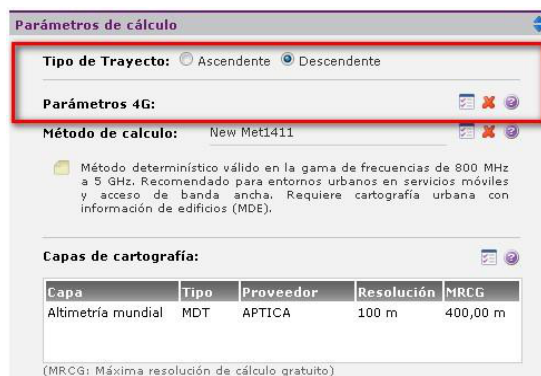
- **Parámetros de enlace:** En esta ventana se configuran los parámetros específicos para el análisis del vano digital.

- **Método de cálculo:** Algoritmia a emplear en el cálculo de las pérdidas de propagación. Se puede modificar seleccionando la opción . En el siguiente enlace se ofrece más información acerca del método de cálculo.

- **Capas de cartografía:** Se trata de una lista con las capas cartográficas, como modelos digitales del terreno o de elevación (modelos digitales del terreno que contienen además las alturas de edificios), que se van a emplear en el cálculo. Para añadir o eliminar capas del estudio hay que acceder a la ventana de gestión de cartografía a través de la opción . En el siguiente enlace se ofrece más información acerca de las capas de cartografía.

A excepción del transmisor y el receptor, que deben ser ubicados por el usuario, el resto de los campos se pre-configuran por defecto con valores típicos cuando se selecciona el servicio o tecnología a simular, pudiendo ser modificados siempre que se desee.

En el caso de tratarse de un estudio de perfil de servicios móviles de 3ª o 4ª generación estarán disponibles dos parámetros más en la sección "Parámetros de cálculo" :



- **Tipo de Trayecto:** Mediante este control el usuario podrá seleccionar si quiere simular el trayecto Ascendente o Uplink o el trayecto descendente o Downlink.

- **Parámetros 4G :** Consistentes en el conjunto de parámetros que influyen en la propia propagación de la señal de este tipo de servicios. El detalle de estos parámetros lo encontrará en este enlace.

En el caso particular del estudio de perfil, existe la posibilidad de realizar los cálculos específicos para analizar la viabilidad (cálculos de calidad e indisponibilidad) de un radioenlace de microondas para servicio fijo. Para obtener este tipo de resultados en *Xirio online*, se debe seleccionar un servicio fijo y el método de cálculo propuesto por la Rec. ITU-R F.530. Con esta configuración el usuario tendrá disponible un nuevo control denominado "Parámetros del enlace" en la sección de "Equipos".



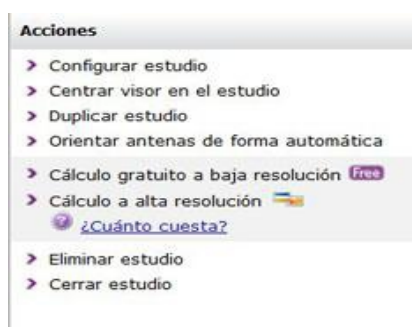
Los resultados de un estudio de perfil que utilizan el método de cálculo propuesto por la Rec. ITU-R F.530 incluyen distintos tipos de pérdidas (espacio libre, difracción, reflexiones, atenuación por lluvia, absorción por gases) y una estimación de los estadísticos de recepción en términos de recepción de calidad del enlace e indisponibilidad.

A continuación se muestra una captura del visor cuando el perfil está preparado para calcularse:



## ACCIONES DEL ESTUDIO DE PERFIL

Desde el panel de acciones del estudio de perfil se puede acceder a las siguientes opciones:



- **Configurar estudio.** Desde esta opción se accede a la ventana de configuración del perfil.
- **Centrar visor en el estudio.** Localiza en el visor de *Xirio Online* el estudio de perfil seleccionado y lo centra en el mismo.
- **Duplicar estudio.** Realiza una copia del estudio.
- **Orientar antenas de forma automática.** Modifica el azimut y la inclinación de las antenas del transmisor y el receptor para asegurar la máxima ganancia en la dirección de transmisión.
- **Cálculo gratuito a baja resolución Free.** A partir de esta opción se realiza un cálculo gratuito del estudio seleccionado. Este tipo de cálculo presenta una serie de limitaciones. En el siguiente enlace se ofrece más información acerca de los cálculos gratuitos en *Xirio Online*.
- **Cálculo a alta resolución** 🇪🇸. A partir de esta opción se realiza un cálculo de alta resolución sobre el estudio seleccionado. Se muestra una ventana donde se detalla el

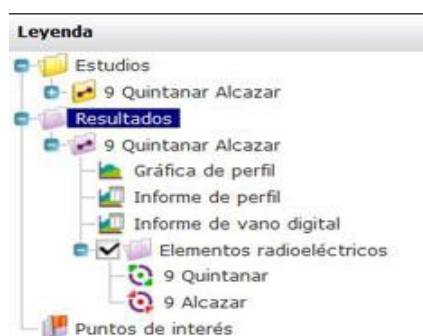
coste del cálculo y la cartografía antes de comenzar. En el siguiente enlace se ofrece más información acerca de los cálculos de pago en *Xirio Online*.

- **Eliminar estudio.** Elimina el estudio seleccionado, con todos sus elementos radioeléctricos, de la cuenta del usuario.

- **Cerrar estudio.** Cierra el estudio seleccionado.

## RESULTADO DEL PERFIL

Para visualizar el resultado de un perfil primero hay que acceder al icono "abrir resultados" de la barra de herramientas, que abre una ventana con todos los resultados de todos los estudios calculados.

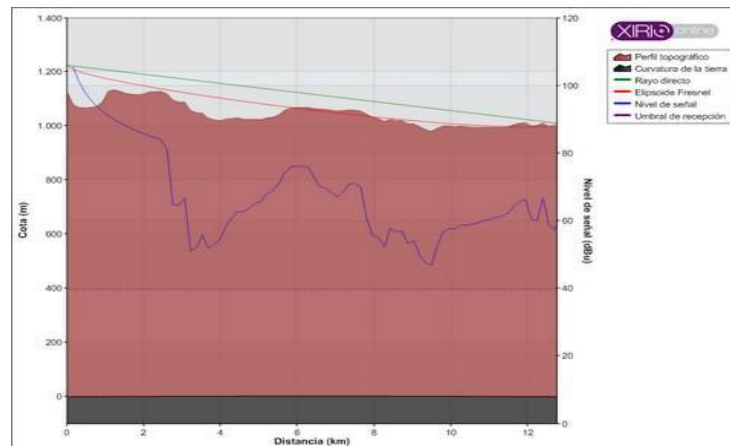


Una vez abierto el resultado deseado, en el panel de leyenda aparecerá dicho resultado en un nivel inferior que la carpeta "resultados", al igual que los estudios cuelgan de la carpeta estudios. Si se desglosa totalmente el resultado del perfil se obtiene la estructura de árbol.

Tras el cálculo de un perfil se obtienen tres tipos de resultado: gráfica de perfil, informe de perfil e informe de vano digital. Todos ellos se pueden visualizar y descargar.

- **Gráfica de perfil.** Representación gráfica del perfil topográfico del enlace que incluye el rayo directo, el elipsoide de Fresnel y el nivel de señal (este último únicamente en el caso de no seleccionar la opción "Calcular informe vano digital" en el cálculo a alta resolución).





- **Informe de perfil.** Contiene la cota y el nivel de señal recibida cada 100m a lo largo del trayecto del enlace, para el trayecto directo e inverso (en el caso de haberse seleccionado la opción de calcular el trayecto inverso en la ventana de configuración del perfil).

Distancia (km)	Cota (m)	Nivel de señal (dBm)	Nivel de señal (dBm)
0	686,9	---	-115,44
0,1	685,78	-54,8	-115,67
0,2	685,68	-30,04	-115,64
0,3	683,45	-25,76	-116,16
0,4	684,22	-27,04	-115,91
0,5	683,45	-27,91	-116,06
0,6	683,08	-28,93	-116,1
0,7	683,35	-30	-115,98
0,8	681,51	-30,66	-116,41
0,9	681,92	-31,59	-116,25
1	682,14	-32,41	-116,15
1,1	681,68	-33,09	-116,22
1,2	681,27	-33,73	-116,28
1,3	681,09	-34,35	-116,28
1,4	681,19	-34,95	-116,21

- **Informe de vano digital.** Contiene toda la información relativa a la viabilidad del radioenlace en el caso de haber utilizado el método de cálculo propuesto por la Rec. ITU-R F.530 (datos del enlace, balance de enlace y resultados de calidad e indisponibilidad). En caso de no ser viable el enlace, en el informe se incluyen recomendaciones para lograr la viabilidad del mismo.

Informe de vano digital		
Resultados de calidad		Extremo 1 - Extremo 2
Probabilidad de desvanecimiento plano	%	100,0
Probabilidad de desvanecimiento selectivo	%	0,0
Probabilidad de desvanecimiento XPD	%	100,0
SESR	%	100,0
Objetivo SESR	%	0,015
SES	seg/mes	2592000
Objetivo SES	seg/mes	389
Resultados de indisponibilidad		Extremo 1 - Extremo 2
Indisponibilidad equipos	%	0,016
Indisponibilidad lluvia	%	100,0
Indisponibilidad total	%	100,0
Objetivo indisponibilidad	%	0,04
Indisponibilidad total	min/año	518400
Objetivo indisponibilidad	min/año	208

**INFORMACIÓN IMPORTANTE**

<sup>1</sup> Las antenas de transmisión y recepción no están orientadas mutuamente.

<sup>2</sup> A continuación se propone para las diferentes modulaciones del estudio el incremento del margen de desvanecimiento necesario para cumplir los objetivos de calidad e indisponibilidad.

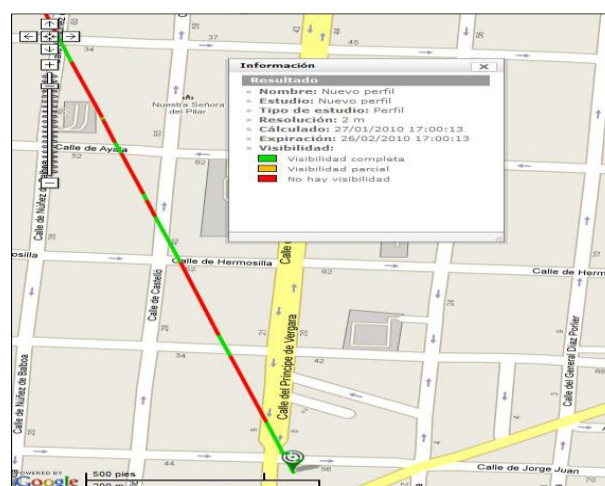
<sup>3</sup> Para aplicar la Recomendación UIT-R P.530-13 el trayecto directo entre el transmisor y el receptor debe estar libre de obstáculos, como mínimo, al 60% del radio de la primera zona de Fresnel para que se cumplan las condiciones de propagación en el espacio libre. A continuación se proponen las alturas mínimas necesarias para cumplir esta condición.

Asimismo, la propia línea que une en el visor de *Xirio Online* la estación transmisora y la estación receptora se convierte en un resultado tras realizar un cálculo, al identificar, mediante código de colores las distintas zonas de visibilidad del perfil:

- **Trayecto despejado (color verde)**. El terreno o los edificios no obstruye ni el rayo directo ni el 60% del primer elipsoide de fresnel.

- **Trayecto semidespejado (color naranja)**. El terreno o los edificios no obstruye el rayo directo, pero sí el 60 % del primer elipsoide de fresnel.

- **Trayecto obstruido (color rojo)**. El terreno obstruye el rayo directo.



## COBERTURA

Este estudio representa valores de la señal impuesta por un transmisor, en términos de campo eléctrico o potencia, en todos los puntos dentro del área seleccionada por el usuario, teniendo en cuenta el modelo de propagación y las características del transmisor y del receptor elegido. Los parámetros necesarios para llevar a cabo un estudio de tipo cobertura son los siguientes:

**Propiedades de la cobertura**

**Estudio**

Nombre: DVB\_T

Servicio: SFN-Fijo 8 MHz

Descripción: Estudio de cobertura...

**Equipos**

Transmisor: Tx\_prueba

Parámetros de recepción:

**Parámetros de cálculo**

Método de cálculo: Nuevo Met526

Método determinístico basado en difracción. Válido para frecuencias mayores de 30 MHz. Empleado en todos los servicios radioeléctricos en entornos rurales y mixtos siempre que se disponga de cartografía de media o alta resolución.

**Capas de cartografía:**

Capa	Tipo	Proveedor	Resolución	MRCG
Europa - DSM - Intermap	MDT	INTERMAP	5 m	400,00 m

(MRCG: Máxima resolución de cálculo gratuito)

**Área del cálculo**


**Rangos de resultado**

Aceptar Aplicar Recargar Cancelar


- **Nombre:** Nombre identificador del estudio de cobertura.


- **Servicio:** Tecnología seleccionada para el estudio. *Xirio Online*, en función de la selección de este parámetro, propone una serie de parámetros radioeléctricos por defecto adecuados para el cálculo a realizar, aunque siempre existe la posibilidad de modificarlos.

- **Descripción:** Comentarios o informaciones que el usuario quiera añadir para aportar mayor información.

- **Transmisor:** Estación transmisora del estudio de cobertura. Es posible modificar sus parámetros (localización y parámetros radioeléctricos) seleccionando la opción . En el siguiente enlace se ofrece más información acerca del transmisor.

- **Parámetros de recepción:** El receptor de la cobertura únicamente contiene parámetros radio del receptor. No tiene una ubicación geográfica fija sino que se analiza la recepción de la señal con este equipo en todos los puntos del área de cobertura. Por eso, cuando consulte el resultado de una cobertura el único elemento radioeléctrico que verá en el visor es el transmisor.

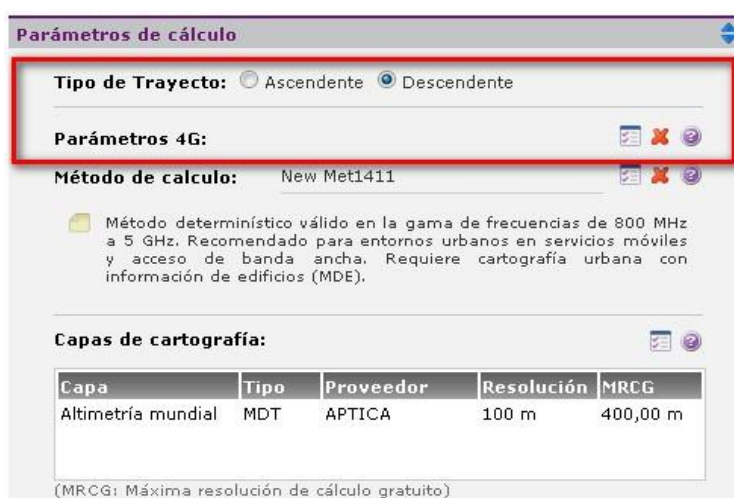
- **Método de cálculo:** Algoritmia a emplear en el cálculo de las pérdidas de propagación. Se puede modificar seleccionando la opción . En el siguiente enlace se ofrece más información acerca del método de cálculo.

- **Capas de cartografía:** Se trata de una lista con las capas cartográficas que se van a emplear en el cálculo. Para añadir o eliminar capas del estudio hay que acceder a la ventana de gestión de cartografía a través de la opción . En el siguiente enlace se ofrece más información acerca de las capas de cartografía.

- **Área de cálculo :** Zona geográfica donde se realizarán los cálculos y sobre la cual se obtendrá el resultado. En el siguiente enlace se ofrece más información acerca del área de cálculo de una cobertura.

- **Rangos de señal:** Rangos de colores que identificarán el nivel de señal en la visualización de los resultados. En el siguiente enlace se ofrece más información acerca de los rangos de señal.

Todos los parámetros, a excepción de la ubicación de transmisor y el área geográfica de cálculo son configurados automáticamente, al seleccionar el servicio en el estudio, con los valores más adecuados para el tipo de simulación que se pretende realizar, siendo éstos modificables en cualquier momento.



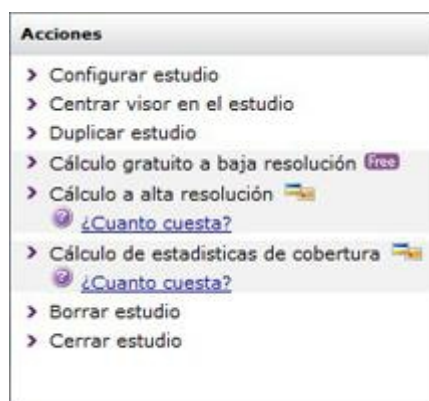
La ubicación del transmisor y el área de cálculo deben ser definidos por el usuario, al ser valores particulares de cada simulación. En el caso de tratarse de un estudio de cobertura de servicios móviles de 3ª o 4ª generación estarán disponibles dos parámetros más en la sección "Parámetros de cálculo":

- **Tipo de Trayecto:** Mediante este control el usuario podrá seleccionar si quiere simular el trayecto Ascendente o Uplink o el trayecto descendente o Downlink.

- **Parámetros 4G:** Consistentes en el conjunto de parámetros que influyen en la propia propagación de la señal de este tipo de servicios. El detalle de estos parámetros lo encontrará en este enlace.

## ACCIONES DEL ESTUDIO DE COBERTURA

Desde el panel de acciones del estudio de cobertura se puede acceder a las siguientes opciones:





- **Configurar estudio.** Desde esta opción se accede a la ventana de configuración de la cobertura.

- **Centrar visor en el estudio.** Localiza en el visor de *Xirio Online* la cobertura seleccionada.

- **Definir área de cobertura.** Esta opción permite definir directamente sobre el visor de *Xirio Online* el área de cálculo de la cobertura. Si el área ya está definida esta acción no será visible.

- **Cálculo gratuito a baja resolución** **Free**. A partir de esta opción se realiza un cálculo gratuito del estudio seleccionado. Este tipo de cálculo presenta una serie de limitaciones. En el siguiente enlace se ofrece más información acerca de los cálculos gratuitos en *Xirio Online*.

- **Cálculo a alta resolución** . A partir de esta opción se realiza un cálculo de alta resolución sobre el estudio seleccionado. Se muestra una ventana donde se detalla el coste del cálculo y la cartografía antes de comenzar. En el siguiente enlace se ofrece más información acerca de los cálculos de pago en *Xirio Online*.

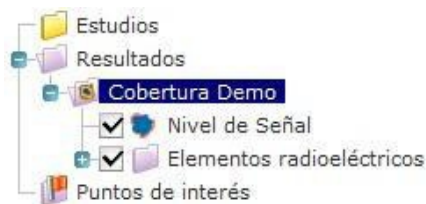
- **Calcular estadísticas de cobertura** . Consiste en un informe detallado de los porcentajes de población y superficie cubiertos. En el siguiente enlace se ofrece más información acerca de este tipo de cálculo.

- **Borrar estudio**. Elimina el estudio seleccionado, con todos sus elementos radioeléctricos, de la cuenta del usuario.

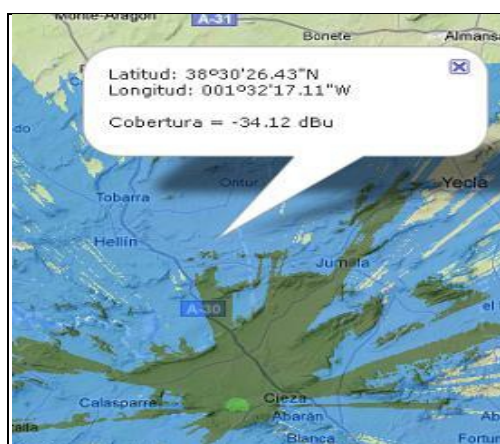
- **Cerrar estudio**. Cierra el estudio seleccionado y retira su resultado del visor.

## RESULTADO DE LA COBERTURA

El resultado que se obtiene tras el cálculo de una cobertura es el nivel de señal en cada punto.



El resultado del estudio de cobertura tiene asociada la acción "**leer valor en un punto**", que permite obtener el nivel de señal en una ubicación mediante la selección de la misma en el visor. El valor de señal será mostrada en una ventana de información.

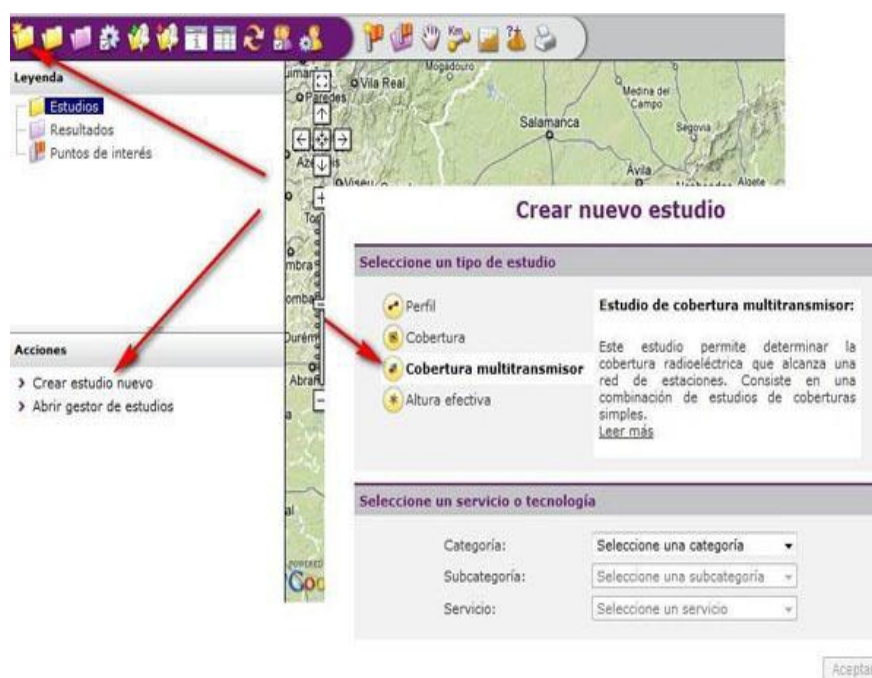


## COBERTURA MULTITRANSMISOR

Este estudio consiste en una combinación de estudios de coberturas simples. Permite realizar varios tipos de cálculo:

- Cobertura radioeléctrica que alcanza una red de estaciones.
- Estadísticas de superficie y población cubiertas.
- Cálculo de interferencias (relación portadora/interferencia C/I).
- Cálculo de capacidad (sólo servicios LTE).

Para crear una cobertura multitransmisor, debe seleccionar el tipo de estudio desde el icono "**Crear nuevo estudio**" o desde el enlace del árbol de tareas y especificar el servicio o tecnología que se va a planificar.

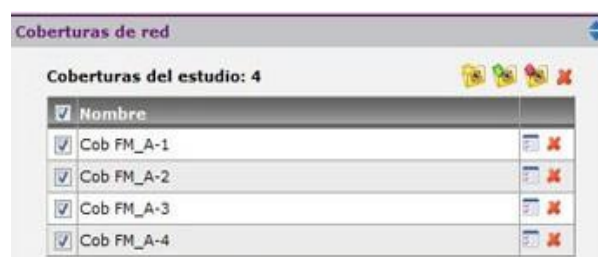



Los parámetros necesarios para llevar a cabo un estudio de tipo cobertura multitransmisor son los siguientes:




- **Estudio:** Donde se indica el nombre identificador del estudio y el **Servicio** o tecnología seleccionada para el mismo. *Xirio Online*, en función del servicio seleccionado, propondrá una serie de parámetros radioeléctricos por defecto adecuados para el cálculo a realizar, aunque siempre existe la posibilidad de modificarlos.

- **Coberturas de red:** Las coberturas de red son todos aquellos estudios de cobertura que intervienen en el cálculo del estudio de la cobertura multitransmisor. Para asociar coberturas simples a la múltiple se dispone de una serie de iconos:




El primero de ellos, , tiene la funcionalidad de crear una nueva cobertura, de manera exacta a como se configura un estudio de cobertura simple desde la opción " **Crear nuevo estudio**", de la barra de herramientas, con la diferencia de que no será una más en la lista de coberturas si no que aparecerá solo como parte de dicha multicobertura y deberá tener el mismo servicio que la múltiple a la que pertenezca.



El segundo icono, , se emplea para incluir coberturas ya existentes. Al acceder a dicho icono se abrirá una tabla como la que se muestra a continuación:

Añadir coberturas al estudio:			
Coberturas disponibles: 3			
<input type="checkbox"/>	Nombre	Modificado	Duplicar
<input type="checkbox"/>	SameNetwork 2	29/07/2011 12:58:13	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	SameNetwork 1	29/07/2011 12:57:19	<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	Prueba OSM	29/08/2011 12:01:22	<input checked="" type="checkbox"/>

En la tabla aparecerá una lista de todos los estudios de cobertura simple ya existentes con el mismo servicio que la múltiple. Se podrá optar por incluir la cobertura original (seleccionando la casilla de la izquierda), con lo que se eliminará del listado de estudios del *Gestor de estudios* o incluir una copia de la cobertura (seleccionando la casilla de la derecha), quedando la cobertura original en el listado de estudios del *Gestor de estudios*. Si alguna de las coberturas pertenece a otro estudio de cobertura múltiple la casilla de la columna duplicar estará marcada y en ese caso no se podrá incluir la cobertura original si no que se añadirá una copia.

El tercero de los iconos, , tiene la funcionalidad de extraer del estudio de cobertura múltiple coberturas simples que lo componen, para lo cual primero deberá seleccionarlás marcando la casilla correspondiente y a continuación acceder al icono. Las que sean extraídas pasarán a formar parte de las coberturas individuales independientes del *Gestor de Estudios*.

- **Parámetros de cálculo de señal:** Que incluye los siguientes parámetros:

- **Magnitud:** Magnitud del resultado puede obtenerse en términos de campo o bien de potencia.

- **Unidades:** Puede elegir las unidades de la magnitud en las que se desea obtener el resultado.

- **Tipo de servidor:** Selecciona la metodología para determinar el transmisor deseado.

- **Área del cálculo:** Zona geográfica donde se realizarán los cálculos y sobre la cual se obtendrá el resultado. En el siguiente enlace se ofrece más información acerca del área de cálculo de una cobertura multitransmisor.

- **Rangos de resultado de señal:** Rangos de colores que identificarán el nivel de señal en la visualización de los resultados. En el siguiente enlace se ofrece más información acerca de los rangos de señal.

- **Parámetros de interferencia:** Permite configurar los parámetros específicos para realizar los cálculos de interferencia.

**Parametros de Interferencia**

---

**Cálculo de Interferencias de Coberturas de Red**

Utilizar el método de cálculo de los estudios de cobertura (método principal)  
 Utilizar un método de cálculo adicional específico para interferencias (método secundario)

**Método de cálculo secundario:** Met1546 📄 ✖ ?

📄 La señal interferente de cada transmisor se calculará siempre con el método de cálculo seleccionado en su estudio de Cobertura (método principal). Adicionalmente, también es posible utilizar un método secundario específico para interferencias, estimándose la interferencia provocada por el transmisor como el valor máximo de los obtenidos con ambos métodos.

---

**Coberturas interferentes de otras redes: 2** 📄 📄 📄 ✖

📄	Nombre		
<input type="checkbox"/>	Cobertura FM 1		📄 ✖
<input type="checkbox"/>	Cobertura FM 2		📄 ✖

📄 Las coberturas interferentes de otras redes son aquellas de transmisores que no proporcionan servicio ya que no pertenecen a la red en estudio, pero si pueden generar interferencia. La estimación de esta interferencia se calcula utilizando el método de cálculo específico de cada estudio de cobertura interferente.

---

**Factores de rechazo:** 📄 ?

Nombre	Señal Interferida	Señal Interferente	
Nuevo factor de rechazo	FM stereo	FM stereo	📄

📄 El factor de rechazo especifica cómo afecta una señal interferente en función del servicio radioeléctrico, separación en frecuencia, etc.

- **Cálculo de interferencias de cobertura de red:** Permite calcular las interferencias con el mismo método de cálculo empleado en el cálculo de los estudios de cobertura

individuales (denominado *método principal*) o utilizar un método adicional específico para el cálculo de interferencias, denominado *método secundario*.

La señal interferente de cada transmisor se calcula siempre con el método principal. Si se selecciona la opción de utilizar un método secundario específico para interferencias, se estimará la interferencia provocada por el transmisor como el valor máximo de los obtenidos con ambos métodos.

- **Coberturas interferentes de otras redes:** Las coberturas interferentes de otras redes son aquellas que no proporcionan servicio ya que no pertenecen a la red en estudio, pero sí pueden generar interferencia sobre la red. La estimación de esta interferencia se calcula utilizando el método de cálculo específico de cada estudio de cobertura interferente.

- **Factores de rechazo:** El factor de rechazo especifica cómo afecta una señal interferente en función del servicio radioeléctrico, separación en frecuencia, etc. En el siguiente enlace se ofrece más información relacionada con los factores de rechazo.

- **Rangos de resultado de interferencia:** Rangos de colores que identificarán el valor de la relación C/I y la señal generada por las estaciones interferentes pertenecientes a otras redes en la visualización de los resultados. En el siguiente enlace se ofrece más información acerca de los rangos de señal.

- **Parámetros de capacidad LTE:** A continuación se ofrece más información acerca de los parámetros a configurar para realizar este tipo de cálculo y de los resultados que se obtienen.



Todos los parámetros, a excepción de las coberturas individuales y el área geográfica de cálculo se configuran automáticamente al seleccionar el servicio al que pertenece el

estudio, con los valores más adecuados para el tipo de simulación que se pretende realizar. No obstante, estos valores se podrán modificar momento de la planificación.

Si abrimos un estudio de cobertura multitransmisor el aspecto que muestra la leyenda es el siguiente:

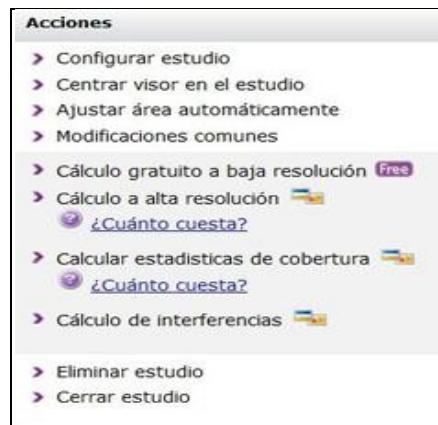


Una vez completados todos los parámetros, se puede proceder al cálculo. Para realizar cálculos estadísticos o de interferencias es preciso haber realizado previamente el cálculo de la cobertura múltiple a alta resolución.

Durante el cálculo, se muestra en el panel de progreso una tabla que visualiza el estado, progreso y acciones sobre cada una de las tareas. En primer lugar se calculan los estudios de cobertura, que aparecerán simultáneamente en dicha tabla e irán desapareciendo a medida que se finalice su cálculo respectivamente. Por último se calcula el estudio de cobertura multitransmisor y cuando éste termina de calcularse también desaparece de la tabla. Una vez han finalizado todos los cálculos se puede consultar el resultado, abriendo la carpeta "resultado". También es posible consultar los resultados de cada uno de los estudios de cobertura.

## **ACCIONES DEL ESTUDIO DE COBERTURA MULTITRANSMISOR**

Desde el panel de acciones del estudio de cobertura multitransmisor se puede acceder a las siguientes opciones:





- **Configurar estudio.** Desde esta opción se accede a la ventana de configuración de la cobertura multitransmisor.


- **Centrar visor en el estudio.** Localiza en el visor de *Xirio Online* la cobertura multitransmisor seleccionada.

- **Ajustar área automáticamente.** Esta opción permite definir el área de cálculo de las coberturas individuales y de la cobertura multitransmisor en función de un umbral de señal, interferencia o una distancia determinados por el usuario. Véase el siguiente enlace para más información.

- **Modificaciones comunes.** Las modificaciones realizadas sobre una de las coberturas pertenecientes al estudio de cobertura multitransmisor se pueden aplicar a la totalidad o a una selección de las coberturas individuales que forman parte del estudio. En el siguiente enlace se detalla la metodología a seguir para realizar las modificaciones comunes.

- **Cálculo gratuito a baja resolución** . A partir de esta opción se realiza un cálculo gratuito del estudio seleccionado. Este tipo de cálculo presenta una serie de limitaciones. En el siguiente enlace se ofrece más información acerca de los cálculos gratuitos en *Xirio Online*.

- **Cálculo a alta resolución** . A partir de esta opción se realiza un cálculo de alta resolución sobre el estudio seleccionado. Se muestra una ventana donde se detalla el coste del cálculo y la cartografía antes de comenzar. Para mayor información sobre los cálculos de pago en *Xirio Online* consúltese el siguiente enlace.

- **Calcular estadísticas de cobertura** . Consiste en un informe detallado de los porcentajes de población y superficie cubiertos. En el siguiente enlace se ofrece más información acerca de este tipo de cálculo.

- **Cálculo de interferencias** 🇺🇸. A partir de esta opción se realiza el cálculo de interferencias a alta resolución sobre el estudio seleccionado. Se muestra una ventana donde se detalla el coste del cálculo y la cartografía antes de comenzar. Una vez calculadas las interferencias es posible realizar el **cálculo de interferencia en un punto**. Esta opción genera una tabla donde se indican los valores de Campo recibido, Campo interferente y Potencia interferente generados por cada transmisor, tanto de la propia red como ajenos a ella.

- **Cálculo de capacidad** 🇺🇸 (Sólo servicios LTE). A partir de esta opción se realiza el cálculo de capacidad sobre el estudio seleccionado. Se muestra una ventana donde se detalla el coste del cálculo y la cartografía antes de comenzar. Es necesario haber realizado antes el **cálculo de interferencia** para que esta acción esté disponible. A continuación se ofrece más información acerca de los parámetros a configurar para realizar este tipo de cálculo y de los resultados que se obtienen.

- **Eliminar estudio**. Elimina el estudio seleccionado, con todos sus elementos radioeléctricos, de la cuenta del usuario.

- **Cerrar estudio**. Cierra el estudio seleccionado y retira su resultado del visor.

## RESULTADO DE COBERTURA MULTITRANSMISOR

El cálculo del estudio de cobertura multitransmisor genera tres tipos de resultados: Señal, Solapamiento y Mejor Servidor



La siguiente figura muestra la consulta en un punto del resultado de solapamiento:



La acción "Leer valor en un punto" sobre un resultado de tipo solapamiento informa del número de transmisores que dan cobertura por encima del umbral de recepción en el punto consultado. En el ejemplo, "Solapamiento = 3 Servidores" significa que en ese punto, de cuyas coordenadas también se informa, el número de transmisores que proporcionan cobertura por encima del umbral es 3. A su vez, el panel de información muestra el código de colores que se asocia según el número de servidores.

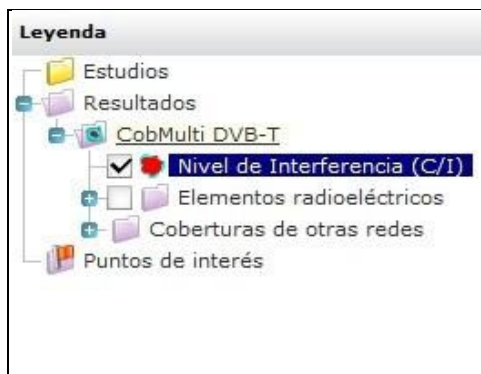
A continuación se muestra el aspecto que tiene el visor si se realiza la acción de leer valor en un punto para el resultado de tipo Mejor Servidor:



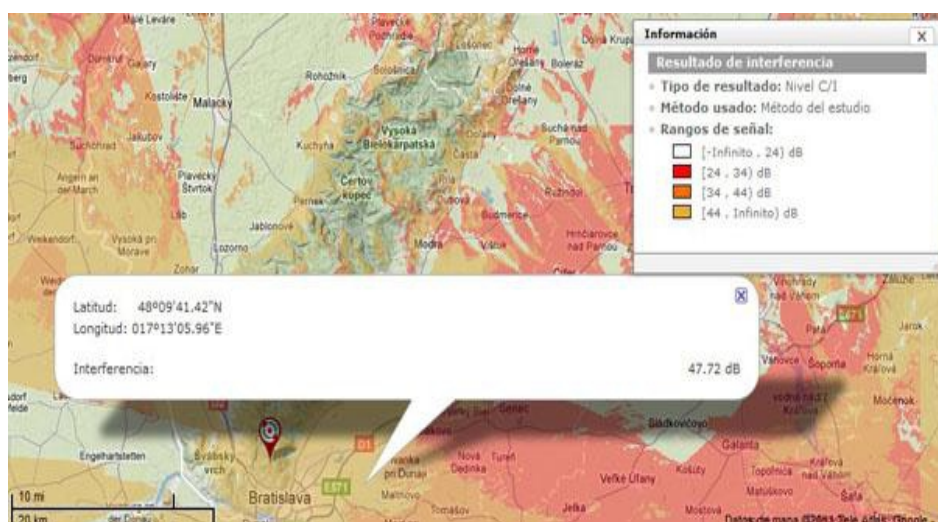
En este caso la consulta en un punto específico devuelve el nombre de transmisor que es el mejor servidor en dichas coordenadas. El panel de información muestra el color asignado a cada uno de los transmisores implicados en la cobertura multitransmisor.

## RESULTADO DE INTERFERENCIAS

El cálculo de interferencias del estudio de cobertura multitransmisor genera el valor de la relación C/I:



La siguiente figura muestra la consulta en un punto del resultado de interferencia:



Los resultados de cobertura multitransmisor y de interferencia se almacenan de forma independiente en el *Gestor de Resultados*.





## RED DE TRANSPORTE

El estudio Red de Transporte proporciona el resultado global de una red de enlaces digitales formado por varios tramos (vanos), de modo que desde él se puede obtener:

- **Matriz de intervisibilidad:** Muestra el porcentaje de la primera zona del elipsoide de Fresnel liberado en el trayecto.

- **Informe resumen:**

- Resumen viabilidad de perfiles
- Posibles incompatibilidades

- **Resultados individuales,** donde por cada vano, además de los resultados obtenidos en el estudio de Perfil (Gráfica, Informe de Perfil, Informe de vano digital), se puede obtener un **informe de interferencias** que incluye, para trayecto directo e inverso:

- Interferencia recibida
- Interferencia generada

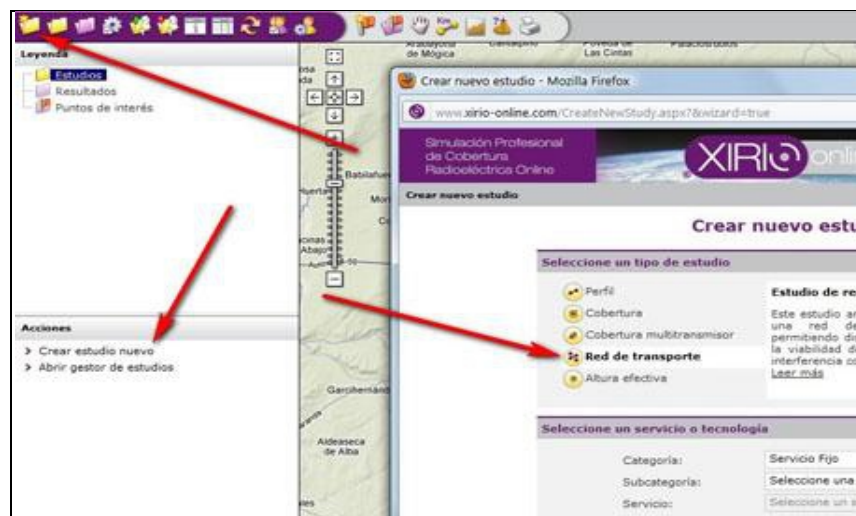
- **Matrices de incompatibilidad,** necesarias para realizar asignaciones de frecuencia automáticas:

- **Matriz de interferencia cocanal:** indica la potencia interferente considerando que tanto el transmisor interferente como el receptor interferido se encuentran

trabajando a la misma frecuencia. Los dos valores que aparecen en la tabla se corresponden con las potencias recibidas en copolar y contrapolar respectivamente.

- **Matriz de separación:** indica el número de canales que deben separarse las portadoras de los extremos interferente e interferido para garantizar la viabilidad.

Este estudio permite además evaluar, no sólo las interferencias producidas por y en nuestra red de forma aislada, sino también las producidas y recibidas por otras redes externas, permitiendo por tanto comprobar, entre otras cosas, si una asignación de frecuencias es correcta o no.



Para crear un estudio de Red de Transporte, debe seleccionar el tipo de estudio desde el icono "Crear nuevo estudio" o desde el enlace del árbol de tareas y especificar el servicio o tecnología que se va a planificar.

Una vez seleccionado el servicio, se abrirá el diálogo para configurar los parámetros de la red de transporte.

### Propiedades de la red de transporte

**Estudio**

**Nombre:** Nueva red de transporte

**Servicio:** Punto-Punto -14,5 GHz - 28 MHz

**Descripción:**  
 Estudio de red de transporte...

**Cartografía para el calculo de intervisibilidad**

**Capas de cartografía:**

Capa	Tipo	Proveedor	Resolución	MRCG
Altimetría mundial	MDT	APTICA	100 m	400,00 m

(MRCG: Máxima resolución de cálculo gratuito)

**Perfiles en estudio**

**Perfiles en estudio: 0**

Nombre
El estudio no tiene ningún perfil asociada

**Perfiles del entorno**

**Perfiles del entorno:**

Nombre
El estudio no tiene ningún perfil interferente asociada

Los perfiles del entorno son considerados en el cálculo únicamente como interferentes, es decir provocan interferencia sobre los perfiles de la propia red, pero no se analiza su viabilidad.

**Parametros de Interferencia**

**Método de calculo de interferencias:** Nuevo Met452


**Factores de rechazo:**

Nombre	Señal Interferida	Señal Interferente
Nuevo factor de rechazo	Punto-Punto -14,5 GHz - 28 MHz	Punto-Punto -14,5 GHz - 28 MHz


- **Nombre:** Nombre identificador del estudio Red de Transporte.


- **Servicio:** Tecnología seleccionada para el estudio. *Xirio Online*, en función de la selección de este parámetro, propone una serie de parámetros radioeléctricos por defecto adecuados para el cálculo a realizar, aunque siempre existe la posibilidad de modificarlos.


- **Descripción:** Comentarios o informaciones que el usuario quiera añadir para aportar mayor información


- **Cartografía para el cálculo de intervisibilidad:** Presenta una lista con las capas cartográficas, como modelos digitales del terreno o de elevación (modelos digitales del terreno que contienen además las alturas de edificios), que se van a emplear en el cálculo. Para añadir o eliminar capas del estudio hay que acceder a la ventana de gestión de cartografía a través del icono .


- **Perfiles en estudio:** A esta lista será necesario incorporar todos los perfiles que conforman nuestra red. Para ellos se dispone de las siguientes opciones:

 Crea un nuevo estudio tipo Perfil que aparecerá sólo como parte de este estudio, y no en la lista general de estudios.


 Añade un perfil existente


 Extrae un perfil de esta lista y del estudio


 Extrae un perfil de la lista de perfiles en estudio (perfiles deseados) y lo añade a la lista de perfiles de otras redes (perfiles interferentes)


 Elimina un perfil


- **Perfiles del entorno:** A esta lista será necesario incorporar todos los perfiles que, no formando parte de nuestra red, existen en el entorno cercano, y podrían ser fuente de interferencia o podrían ser interferidos. Para confeccionar esta lista se dispone de las mismas opciones que en el caso anterior:

 Crea un nuevo estudio tipo Perfil que aparecerá sólo como parte de este estudio, y no en la lista general de estudios.


 Añade un perfil existente



 Extrae un perfil de esta lista y del estudio

 Extrae un perfil de la lista de perfiles de entorno (perfiles de otras redes) y lo añade a la lista de perfiles en estudio (perfiles deseados)

 Elimina un perfil

- **Parámetros de interferencia:** Dentro de esta pestaña se configuran los siguientes parámetros:

- **Método de cálculo de interferencias:** Algoritmia a emplear en el cálculo de interferencias. Se puede modificar el método de cálculo y sus parámetros seleccionando el icono .

- **Factor de rechazo:** El factor de rechazo especifica cómo afecta una señal interferente en función del servicio radioeléctrico, separación en frecuencia, etc. Se puede añadir un nuevo factor de rechazo clicando el icono , o modificar los parámetros del predeterminado clicando el icono .

## ACCIONES DEL ESTUDIO RED DE TRANSPORTE

Desde el panel de acciones del estudio de cobertura multitransmisor se puede acceder a las siguientes opciones:





- **Configurar estudio.** Desde esta opción se accede a la ventana de configuración del estudio de red de transporte.

- **Centrar visor en el estudio.** Localiza en el visor de *Xirio Online* la red de transporte seleccionada.

- **Duplicar estudio.** Realiza una copia exacta del estudio seleccionado, incluidos los perfiles que forman parte del mismo.

- **Modificaciones comunes.** Las modificaciones realizadas sobre uno de los enlaces pertenecientes al estudio de red de transporte se pueden aplicar a la totalidad o a una selección de los enlaces que forman parte del estudio. En el siguiente enlace se detalla la metodología a seguir para realizar las modificaciones comunes.

- **Cálculo de la matriz de intervisibilidad**  . La matriz de intervisibilidad proporciona el porcentaje de despejamiento de la primera zona de fresnel entre todos los extremos de los perfiles que haya configurado en el estudio, también se calculará la visibilidad con todos los POIs que tenga abiertos en el estudio en el momento del cálculo. Para ello se utiliza la cartografía configurada en el estudio.

- **Cálculo de estudio de red**  . Permite realizar el cálculo de calidad e indisponibilidad sobre los vanos seleccionados por el usuario. Si desea considerar la interferencia producida en los perfiles del estudio deberá seleccionar la opción "**Considerar interferencia en cálculos**"; en caso contrario se analizará la calidad e indisponibilidad de los perfiles anteriores sin tener en cuenta el efecto de la misma. Igualmente, si desea realizar una Asignación Automática de Frecuencias para la red, deberá activar la opción "**Calcular matrices de incompatibilidad**" para analizar la compatibilidad entre todos los enlaces. Esto le permitirá realizar la asignación de frecuencias posteriormente.

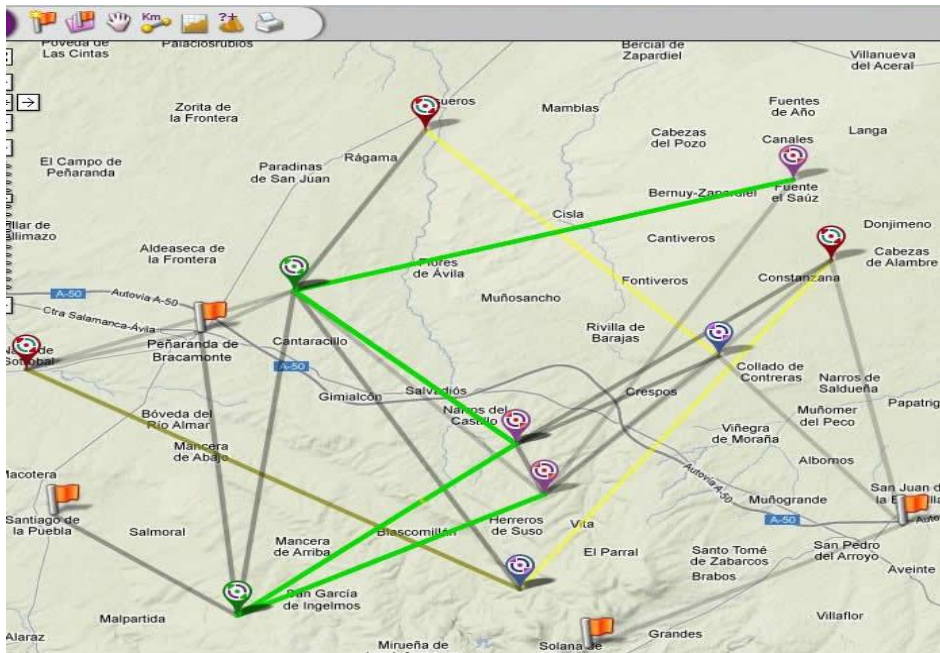
- **Asignación automática de frecuencias**. Este cálculo parte de la necesidad de reutilización de frecuencias en la planificación, cuando la banda de frecuencias de la red es inferior al número de estaciones transmisoras. Permite aportar los medios para una asignación automática de las frecuencias a utilizar por las distintas comunicaciones que se producen en el contexto de una red de enlaces radioeléctricos. Para realizar una asignación automática de frecuencias es preciso haber calculado previamente las matrices de compatibilidad. En el siguiente enlace se detalla la metodología para realizar las asignaciones automáticas de frecuencia.

- **Eliminar estudio**. Elimina el estudio seleccionado, con todos sus elementos radioeléctricos, de la cuenta del usuario.

- **Cerrar estudio**. Cierra el estudio seleccionado y retira su resultado del visor.

## **RESULTADO DE LA MATRIZ DE INTERVISIBILIDAD**

En el caso de calcular la **matriz de intervisibilidad**, el resultado obtenido se muestra en modo gráfico, dibujando líneas entre los puntos que tienen línea de vista, y en modo alfanumérico, a través de una tabla en la que se muestra el porcentaje de despejamiento mínimo de cada uno de los enlaces posibles entre todos los emplazamientos involucrado en el cálculo, tanto de los *perfiles en estudio* (los pertenecientes a nuestra red, o deseados), como de los *perfiles del entorno* (de otras redes, o posibles interferentes o interferidos), o los POIs.



En la siguiente imagen se muestra un ejemplo del resultado alfanumérico obtenido en un cálculo de matriz de intervisibilidad. Obviamente, los resultados negativos de porcentaje de despejamiento indican que la línea de vista está obstruida.

Matriz de intervisibilidad						
	Longitud	Latitud	1 Malpartida	2 Malpartida	3 Peñaranda	4 Peñaranda
1 Malpartida	05°10'48.00"W	40°45'41.25"N	---	---	-75,39	114,11
2 Malpartida	05°10'48.00"W	40°45'41.25"N	---	---	-75,39	114,11
3 Peñaranda	05°09'05.61"W	40°55'42.70"N	-75,39	-75,39	---	---
4 Peñaranda	05°09'05.61"W	40°55'42.70"N	114,11	114,11	---	---
5 Rasueros	05°05'04.60"W	41°00'39.58"N	-291,97	-291,97	125,35	248,34
6 Nava	05°17'13.81"W	40°53'17.09"N	34,91	34,91	-13,4	100,03
7 Donjimeno	04°52'43.02"W	40°56'38.83"N	-362,6	-362,6	-165,35	8,55
1 Narros	05°02'18.20"W	40°50'59.47"N	12,98	12,98	52,33	261,19
2 Vita	05°01'27.00"W	40°49'26.10"N	254,46	254,46	39,45	282,38
3 Narros	05°02'18.20"W	40°50'59.47"N	33,59	33,59	62,43	274,49
4 Canales	04°53'51.00"W	40°59'08.82"N	-288,19	-288,19	11,22	186,41
5 Collado	04°56'08.19"W	40°53'41.39"N	-533,68	-533,68	-269,56	-121,36
6 Parral	05°02'11.56"W	40°46'29.36"N	-503,41	-503,41	27,41	169,7
7 Parral	05°02'11.56"W	40°46'29.36"N	-503,41	-503,41	27,41	169,7
San Pedro	04°50'32.01"W	40°48'29.13"N	-1478,7	-1478,7	-410,84	-263,49
Solana	05°00'06.72"W	40°44'40.76"N	511,53	511,53	1028,27	1017,86

## RESULTADO DE CÁLCULO DE RED

En el caso de calcular el estudio de red, si no se selecciona la opción *Considerar interferencias en el cálculo*, el resultado que se obtiene es: por un lado, el cálculo de todos los estudios individuales introducidos en el estudio como *perfiles en estudio*, y por otro, un informe resumen como el que se muestra a continuación.

**Informe resumen****RESUMEN DEL ESTUDIO DE RED: Red de transporte DEMO 1**

Número de perfiles en estudio	4
Número de perfiles del entorno	3
Informes de interferencia individual generados	4 <sup>1</sup>
Informes de viabilidad generados	4 <sup>1</sup>

**PERFILES NO VIABLES**

Desglose de perfiles no viables

Perfil	Despejamiento	Modulación	Calidad	Indisponibilidad	Margen desv.
1 Malpartida Narros - TRAYECTO DIRECTO	No <sup>2</sup>	---	---	---	---
1 Malpartida Narros - TRAYECTO INVERSO	No <sup>2</sup>	---	---	---	---
4 Peñaranda Canales - TRAYECTO DIRECTO	Sí	QPSK QAM-16	Sí Sí	No No	30,16 26,16
4 Peñaranda Canales - TRAYECTO INVERSO	Sí	QPSK QAM-16	Sí Sí	No No	30,31 26,31

**INFORMACIÓN IMPORTANTE**

<sup>1</sup> Puede consultar estos informes en los resultados individuales de los perfiles en estudio.

<sup>2</sup> Para aplicar la Recomendación UIT-R P.530-13 el trayecto directo entre el transmisor y el receptor debe estar libre de obstáculos, como mínimo, al 60% del radio de la primera zona de Fresnel para que se cumplan las condiciones de propagación en el espacio libre.

Si se quiere **calcular interferencias**, deberemos seleccionar la opción **Considerar interferencias en el cálculo** en el diálogo del **Cálculo de Estudio de Red**. Una vez calculado el estudio, los diferentes resultados de interferencias obtenidos se presentan tal y como muestran los siguientes ejemplos.

Por un lado, las posibles incompatibilidades entre vanos, debidas a interferencias, que podrán encontrarse en el **Informe resumen**:



**Informe resumen**

1 Malpartida Narros - TRAYECTO DIRECTO	No <sup>2</sup>	---	---	---	---
1 Malpartida Narros - TRAYECTO INVERSO	No <sup>2</sup>	---	---	---	---
2 Malpartida Vita - TRAYECTO INVERSO	Sí	QPSK	No	No	6,33
3 Peñaranda Narros - TRAYECTO INVERSO	Sí	QPSK QAM-16	Sí	No	23,49 23,49
4 Peñaranda Canales - TRAYECTO DIRECTO	Sí	QPSK QAM-16	Sí	No	30,16 26,16
4 Peñaranda Canales - TRAYECTO INVERSO	Sí	QPSK QAM-16	No	No	11,07 11,05

**POSIBLES INCOMPATIBILIDADES**

Desglose de posibles incompatibilidades<sup>3</sup>.

Extremo interferente	Extremo interferido	Potencia interferente
1 Malpartida	2 Vita	-70,78 dBm
1 Malpartida	3 Narros	-96,15 dBm
1 Narros	2 Malpartida	-74,53 dBm
1 Narros	3 Peñaranda	-94,04 dBm
2 Malpartida	1 Narros	-75,06 dBm
2 Vita	1 Malpartida	-70,47 dBm
3 Peñaranda	1 Narros	-94,26 dBm
3 Peñaranda	4 Canales	-90,89 dBm
3 Narros	1 Malpartida	-95,82 dBm
3 Narros	4 Peñaranda	-83,78 dBm
4 Peñaranda	3 Narros	-84 dBm
4 Canales	3 Peñaranda	-90,25 dBm

**INFORMACIÓN IMPORTANTE**

<sup>1</sup> Puede consultar estos informes en los resultados individuales de los perfiles en estudio.

<sup>2</sup> Para aplicar la Recomendación UIT-R P.530-13 el trayecto directo entre el transmisor y el receptor debe estar libre de obstáculos, como mínimo, al 60% del radio de la primera zona de Fresnel para que se cumplan las condiciones de propagación en el espacio libre.

<sup>3</sup> Se considera que existe una posible incompatibilidad cuando la potencia interferente presente en un extremo es superior al umbral de recepción minorado con la relación de protección cocanal.

Por otro lado, un Informe de interferencias detallado para cada perfil en estudio. En este informe, para cada trayecto, directo e inverso, se detallan todos los niveles de potencia interferente presentes en cada extremo del vano, por cada extremo interferente e interferido.

**Informe de interferencia**

**1 Malpartida Narros - TRAYECTO DIRECTO - 24745 MHz**

Frecuencia	24745 MHz
Potencia recibida	-53,02 dBm
Potencia interferente	-75,01 dBm
C/I	21,99 dB

**INTERFERENCIA RECIBIDA**

Desglose de las señales interferentes presentes en el extremo 1 Narros a la frecuencia 24745 MHz.

Extremo interferente	Frecuencia interferente	Potencia interferente
2 Malpartida	24745 MHz	-75,06 dBm
3 Peñaranda	24745 MHz	-94,26 dBm
7 Donjimeno	24745 MHz	-126,87 dBm
4 Peñaranda	24745 MHz	-132,56 dBm
6 Nava	24745 MHz	-161,99 dBm
5 Rasueros	24745 MHz	-162,17 dBm
2 Vita	25753 MHz	-191,82 dBm
5 Collado	25753 MHz	-198,33 dBm
4 Canales	25753 MHz	-198,58 dBm
7 Parral	25753 MHz	-200,38 dBm
6 Parral	25753 MHz	-202,27 dBm

**INTERFERENCIA GENERADA**

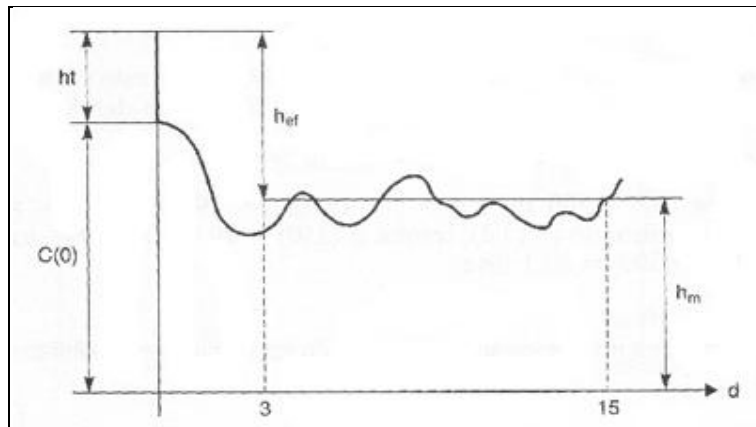
Desglose de las interferencias generadas por el extremo 1 Malpartida a la frecuencia 24745 MHz en el resto de extremos del estudio.

Extremo interferido	Frecuencia interferida	Potencia interferente
2 Vita	24745 MHz	-70,78 dBm
3 Narros	24745 MHz	-96,15 dBm
4 Canales	24745 MHz	-140,52 dBm
6 Parral	24745 MHz	-157,17 dBm
5 Collado	24745 MHz	-159,54 dBm
7 Parral	24745 MHz	-170,76 dBm
7 Donjimeno	25753 MHz	-179 dBm
6 Nava	25753 MHz	-190,69 dBm
4 Peñaranda	25753 MHz	-196,52 dBm
3 Peñaranda	25753 MHz	-208,22 dBm

## ALTURA EFECTIVA

Este estudio permite calcular la altura efectiva de un transmisor en aquellos radiales definidos por el usuario mediante una separación en azimut.

La altura efectiva de un transmisor, según se define en las recomendaciones UIT-R P.370 y UIT-R P.1546, es la altura de la antena sobre el nivel medio del terreno para distancias comprendidas entre 3 y 15 km en la dirección de la antena receptora.



Los campos necesarios para realizar el cálculo de un estudio de altura efectiva son los que aparecen a continuación:


Nombre:	<input type="text" value="Nueva altura efectiva"/>
Servicio:	<input type="text" value="MFN-Fijo 8 MHz"/>
Transmisor:	<input type="text"/>
Ángulo:	<input type="text" value="0.00"/>

Capas de cartografía


Capa	Tipo	Proveedor	Coste
World NASA 100m		SRTM NASA	0,00

- **Nombre:** Nombre identificador del estudio de altura efectiva.

- **Servicio:** Tecnología seleccionada para el estudio. *Xirio Online*, en función de la selección de este parámetro, propone una serie de parámetros radioeléctricos por defecto adecuados para el cálculo a realizar, aunque siempre existe la posibilidad de modificarlos.

- **Transmisor:** Estación transmisora del estudio. Es posible modificar sus parámetros (localización y parámetros radioeléctricos) seleccionando la opción . En el siguiente enlace se ofrece más información acerca del transmisor.

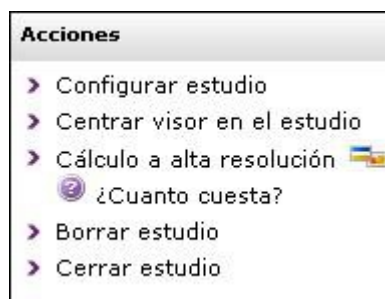
- **Ángulo:** Separación en grados sexagesimales entre los distintos perfiles que se utilizarán para calcular las alturas efectivas.

- **Capas de cartografía:** Se trata de una lista con las capas cartográficas que se van a emplear en el cálculo. Para añadir o eliminar capas del estudio hay que acceder a la ventana de gestión de cartografía a través de la opción . En el siguiente enlace se ofrece más información acerca de las capas de cartografía.

Todos los parámetros, a excepción de la ubicación de transmisor son configurados automáticamente, al seleccionar el servicio en el estudio, con los valores más adecuados para el tipo de simulación que se pretende realizar, siendo éstos modificables en cualquier momento.


## ACCIONES DEL ESTUDIO DE ALTURAS EFECTIVAS

Desde el panel de acciones del estudio de perfil se puede acceder a las siguientes opciones:



- **Configurar estudio.** Desde esta opción se accede a la ventana de configuración del estudio de alturas efectivas.

- **Centrar visor en el estudio.** Localiza en el visor de *Xirio Online* el estudio de alturas efectivas seleccionado.

- **Cálculo a alta resolución** . A partir de esta opción se realiza el cálculo del estudio seleccionado. Se muestra una ventana donde se detalla el coste del cálculo y la cartografía antes de comenzar. En el siguiente enlace se ofrece más información acerca de los cálculos de pago en *Xirio Online*.

- **Borrar estudio.** Elimina el estudio seleccionado, con todos sus elementos radioeléctricos, de la cuenta del usuario.

- **Cerrar estudio.** Cierra el estudio seleccionado.

## RESULTADO DEL ESTUDIO DE ALTURAS EFECTIVAS

Tras la realización del cálculo del estudio se obtiene un informe como el que se muestra a continuación, en él se muestra la altura efectiva calculada para cada azimutal configurado:



Angulo	Altura efectiva
0	57,86
15	90,76
30	77,56
45	65,76
60	101,65
75	113,66
90	123,18
105	93,14
120	103,66
135	81,04
150	112,61
165	89,83
180	82,04
195	90,72
210	80,42
225	70,79
240	72,11
255	48,82

## ANEXO 2

### SIMULACIÓN CON TRANSMISOR ISDB-T

Todos los parámetros radioeléctricos del transmisor o sector (servicios móviles), así como el diagrama de radiación específico, quedan configurados por defecto al seleccionar el servicio (tecnología) del estudio, con valores adecuados o típicos del tipo de simulación a realizar. Evidentemente, valores como son la potencia de transmisión o las pérdidas en cables y elementos pasivos deberán ser precisadas por parte del usuario, particularizando para el caso real que desea simular.

A través de esta ventana el usuario puede modificar estos valores en función de sus necesidades.

El objeto transmisor en *Xirio Online* se corresponde con el concepto típico de transmisor de radiofrecuencia, si bien se contempla dentro de este objeto el sistema completo de transmisión, es decir, además del transmisor físico, el sistema radiante y los parámetros específicos de emisión.

Para crear el transmisor existe la posibilidad de crearlo desde una plantilla o crear uno nuevo. En el primer caso se cargará una copia de la plantilla seleccionada, de tal modo que la plantilla no resultará modificada.

La imagen muestra una ventana de diálogo con el título "Crear transmisor" en un encabezado de color morado. Dentro de la ventana, hay un grupo de radio botones. El primer grupo contiene "Crear transmisor desde plantilla" con un radio desactivado y "Plantillas encontradas: 0" debajo. Debajo de esto hay un recuadro rectangular vacío. El segundo grupo de radio botones contiene "Crear nuevo transmisor con valores por defecto" con un radio activado. En la parte inferior de la ventana hay dos botones: "Crear" y "Cancelar".

Seguidamente es necesario completar los parámetros de radio del transmisor, su nombre y su ubicación.

Nombre: Nuevo transmisor

Parametros de radio:

Datos del emplazamiento:

Latitud: 0.0

Longitud: 0.0

La ubicación del transmisor se configura a través de las coordenadas de un emplazamiento (longitud y latitud). Estas pueden introducirse manualmente, mediante una plantilla accediendo con el icono o seleccionando un punto del visor con el ratón a través del icono .

También dispone de una calculadora de coordenadas , para convertir coordenadas Geográficas (Sistema WGS84) en UTM (Sistema WGS84) y viceversa.

En esta misma ventana se pueden configurar los parámetros de radio del transmisor a través del icono .

## ACCIONES DEL TRANSMISOR

Desde el panel de acciones del transmisor se puede acceder a las siguientes opciones:

**Acciones**

- > Configurar transmisor
- > Configurar parámetros de radio
- > Optimizar posición del transmisor
- > Centrar visor
- > Deshacer último movimiento

- **Configurar transmisor.** Desde esta opción se accede a la ventana de configuración del transmisor.

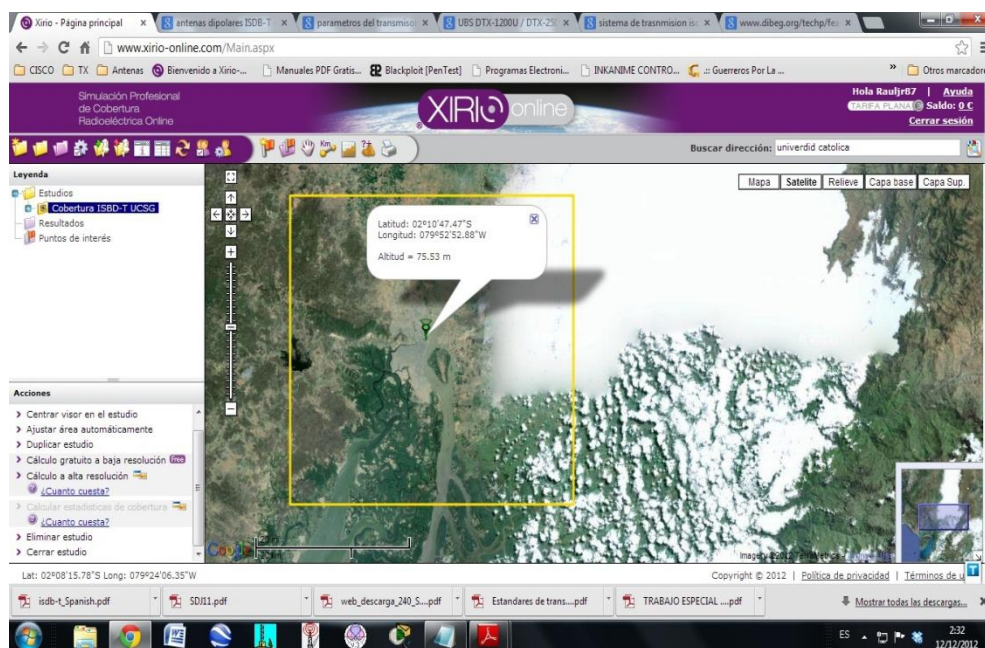
- **Configurar parámetros de radio.** El usuario puede acceder directamente a configurar los parámetros de radio del transmisor a través de esta opción.

- **Optimizar posición del transmisor.** Modifica la localización del transmisor para encontrar la cota altimétrica más elevada en las cercanías de la estación. Es una herramienta muy útil cuando la precisión de las coordenadas de la estación no es muy elevada.

- **Centrar visor.** Localiza en el visor de *Xirio Online* el transmisor seleccionado, centrandolo la pantalla en el mismo.

- **Deshacer último movimiento.** Cancela la última modificación de la posición del transmisor. Esta acción es realmente útil cuando se ha movido la estación por error

Se introduce en una ventana sus coordenadas, el caso del cerro el Carmen



## ANTENA

Una antena es un elemento radioeléctrico que emite o recibe ondas electromagnéticas, es decir, transforma señales eléctricas en ondas electromagnéticas y viceversa. En *Xirio Online*, una antena se define mediante una ganancia y un diagrama de radiación

copolar que a su vez está formado por un diagrama horizontal y uno o varios diagramas verticales.

Existe la opción de crear una antena desde plantilla o crear una nueva. En el primer caso se cargará una copia de la plantilla seleccionada, de tal modo que la plantilla no resultará modificada.

La siguiente imagen muestra la ventana relativa a los componentes de la antena:



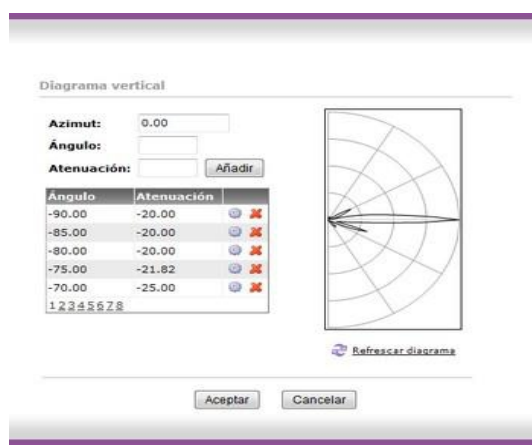
El **diagrama horizontal** está definido por un conjunto de pares de azimuth-atenuación. Para crear un diagrama horizontal únicamente es necesario un único par orientación-atenuación ya que el sistema obtiene el resto de valores mediante interpolación, sin embargo es recomendable introducir todos aquellos puntos que caracterizan el diagrama. A medida que éstos se añaden se va creando una tabla con estos valores, siendo posible visualizar el diagrama resultante mediante la opción "Refrescar diagrama".





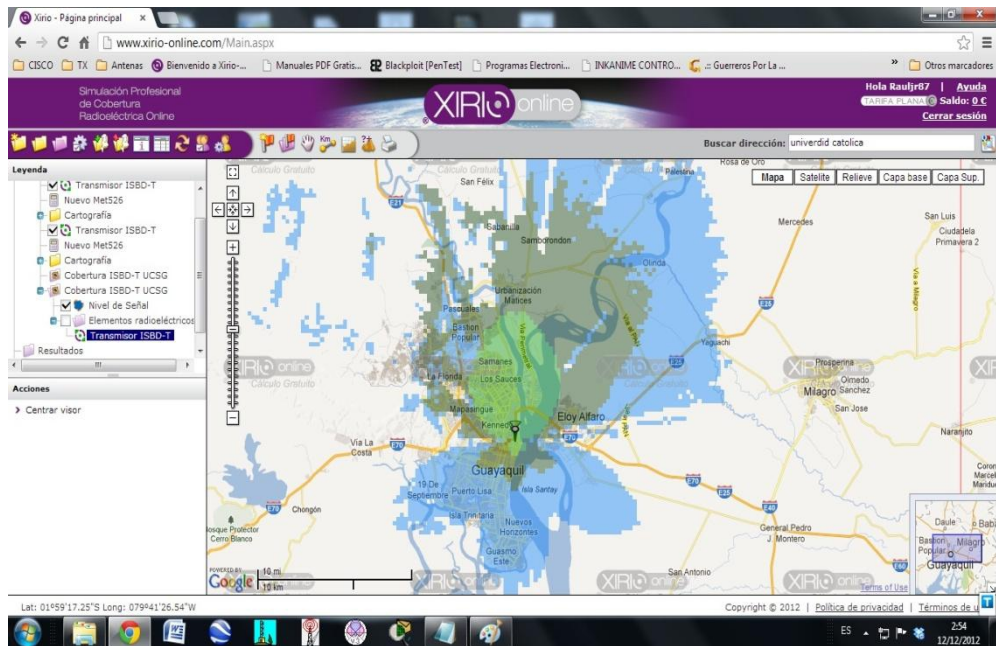
El **diagrama vertical** se construye para un azimut dado. Para cada uno de los azimuts introducidos por el usuario el diagrama vertical se define por un conjunto de pares de ángulo-atenuación. Para crear un diagrama vertical únicamente es necesario un único par ángulo-atenuación ya que el sistema obtiene el resto de valores mediante interpolación, sin embargo es recomendable introducir todos aquellos puntos que caracterizan el diagrama.

Según se añaden estos pares se crea una tabla al igual que para el diagrama horizontal. El resultado final es uno o varios diagramas verticales para distintos azimuts.



Es de vital importancia que exista coherencia entre los valores introducidos en el diagrama horizontal y los introducidos en los diagramas verticales. Es decir, el diagrama de radiación final debe conformar un sólido perfecto. Para ello, los valores del ángulo  $-90^\circ$  de todos los diagramas verticales introducidos deben ser los mismos al igual que sucede con los valores del ángulo  $+90^\circ$ .

También es necesario que los valores de cada orientación introducidos en el diagrama horizontal coincidan con los valores del ángulo  $0^\circ$  de los diagramas verticales correspondientes.



En la figura anterior se aprecia la cobertura radioeléctrica del transmisor ISDBT ubicado en cerro El Carmen. La siguiente figura muestra la cobertura del transmisor ISDB T y esta cubre todo la parte Nor-oeste de Guayaquil.

