

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA

ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR DE GANDIA

I.T. Telecomunicación (Sist. de Telecomunicación)



UNIVERSIDAD
POLITECNICA
DE VALENCIA



ESCUELA POLITECNICA
SUPERIOR DE GANDIA

**“Estudio y análisis de las herramientas para el
cálculo de cobertura radioeléctrica
Linkplanner, RadioGis y Xirio online”**

TRABAJO FINAL DE CARRERA

Autor/es:

José Mezquita Fayos.

Director/es:

D^a. María Consuelo Part Escrivá.

GANDIA, Julio 2013

ÍNDICE

1	Introducción y objetivos.....	3
2	L INKPLANNER	4
2.1	SIMULACIÓN MONTDUVER DENIA CON LINKPLANNER.....	5
2.2	SIMULACIÓN MONTDUVER XÁTIVA CON LINKPLANNER.	12
2.3	SIMULACIÓN MONTDUVER OLIVA CON LINKPLANNER.	15
2.4	CONCLUSIÓN LINKPLANNER.....	18
3	XIRIO –ONLINE.....	19
3.1	SIMULACIÓN MONTDUVER DENIA CON XIRIO ONLINE.	20
3.2	SIMULACIÓN MONTDUVER XÁTIVA CON XIRIO ONLINE.....	28
3.3	SIMULACIÓN MONTDUVER OLIVA CON XIRIO ONLINE.....	32
3.4	CONCLUSIÓN XIRIO ON LINE.	36
4	RADIOGIS.....	37
4.1	INSTALACIÓN.....	39
4.2	DESCRIPCIÓN BARRA DE HERRAMIENTAS RADIOGIS.....	46
4.3	MÉTODOS DE CÁLCULO.....	63
4.4	CONCLUSIONES RADIOGIS.	66
5	CONCLUSIÓN FINAL DEL PROYECTO	67
6	BIBLIOGRAFIA	68
7	Anexos.....	69
7.1	Anexo Antena 23dbi.....	70
7.2	Anexo Montduver Denia Informe Instalación.....	72
7.3	Anexo Montduver Denia Informe Propuesta.....	79
7.4	Anexo B. PTP58600	82
7.5	Anexo C. LPU End Kit PTP 600.	85
7.6	Anexo D. 328 ft (100m) CAT5e.....	87
7.7	Anexo Montduver Oliva Informe Instalación.....	89
7.8	Anexo Montduver Oliva Informe Propuesta.....	1000
7.9	Anexo Perfil Montduver Denia.....	10808
7.10	Anexo Perfil Montduver Oliva.....	1111

1 Introducción y objetivos.

Se va a analizar y comparar distintos programas informáticos basados en la simulación detallada sobre enlaces radioeléctricos. Dichas simulaciones estarán destinadas a cubrir las necesidades de servicio pertinentes. Así los programas serán capaces de trabajar en distintos tipos de coberturas y transmisiones radioeléctricas dando todo tipo de servicios como puede ser banda ancha inalámbrica, navegación aérea o servicio móvil entre muchos otros. Nos centraremos en la tecnología Wimax en banda libre (5,8GHz) y se tendrán en cuenta tanto la elevación del terreno como si se atraviesa mar o atenuaciones atmosféricas como por ejemplo lluvia. También se podrá elegir el tipo de recomendación específica para cada tipo de cálculo en cuestión.

Para todo ello usaremos las versiones demo o gratuitas de las aplicaciones informáticas Linkplanner, Radio Gis y Xirio online. Se realizarán idénticas simulaciones para cada programa en las cuales se estudiarán los distintos resultados ofrecidos de cada aplicación, y se compararán los resultados obtenidos ofreciendo un estudio de todas sus posibilidades y limitaciones técnicas.

También se estudiarán los materiales a utilizar en el Linkplanner, pues este programa contiene los productos de Motorola, materiales de fabricación de uso actual, obteniendo unos resultados muy reales.

A destacar que estas aplicaciones pueden hacer uso si la aplicación lo requiere de trabajar vía Internet, basándose en el Google Maps, Google Earth o mapas topográficos de España entre otros.

2 LINKPLANNER.

Linkplanner es una herramienta personalizada para el diseño y configuración de enlaces punto a punto. Disponible para expandir la amplitud de servicios de Cambium Networks, (líder mundial en soluciones de Banda Ancha PTP (Point To Point, Punto a Punto) y PMP (Point to MultiPoint, Punto a MultiPunto) con más de 12 años de experiencia en el mercado mundial. Actualmente dan servicio de datos, voz y televisión a millones de usuarios en más de 150 países.) la aplicación permite a los operadores a determinar las características de rendimiento del enlace de la Serie PTP 800 con licencia Ethernet de microondas y para el PTP 300, 500 y 600 series de puentes inalámbricos sin licencia y compartido.

Linkplanner permite realizar simulaciones basadas en la geografía, distancia, altura de la antena, la potencia de transmisión y otros factores, para optimizar el rendimiento del sistema.

La versión gratuita que se aloja en su página web nos ofrece un periodo de prueba de 12 meses.

Aquí su página web:

<http://www.cambiumnetworks.com/support/ptp/software/index.php?tag=linkplanner>

Linkplanner trabaja vía Internet a través de Google Maps y Google Earth y utiliza materiales de transmisión y recepción de Motorola basados en su serie PTP XXX. Las características de estos materiales se pueden consultar en su misma web.

Se va a proceder a realizar distintas simulaciones poniendo a prueba la capacidad de la aplicación simulando radioenlaces ubicados en distintas poblaciones.

En todas las simulaciones la cima del Montduver será el equipo transmisor, siendo el receptor las distintas poblaciones elegidas para las distintas simulaciones de cada programa. Cabe destacar que la altura del Montduver se sitúa en 841 metros.

2.1 SIMULACIÓN MONTDUVER DENIA CON LINKPLANNER.

Antes de empezar con ninguna simulación deberemos cambiar las longitudes y latitudes que tiene por defecto para trabajar el Linkplanner. Para ellos nos iremos a la pestaña **Tools -> Options** y nos aparecerá el siguiente menú (**Fig1**):

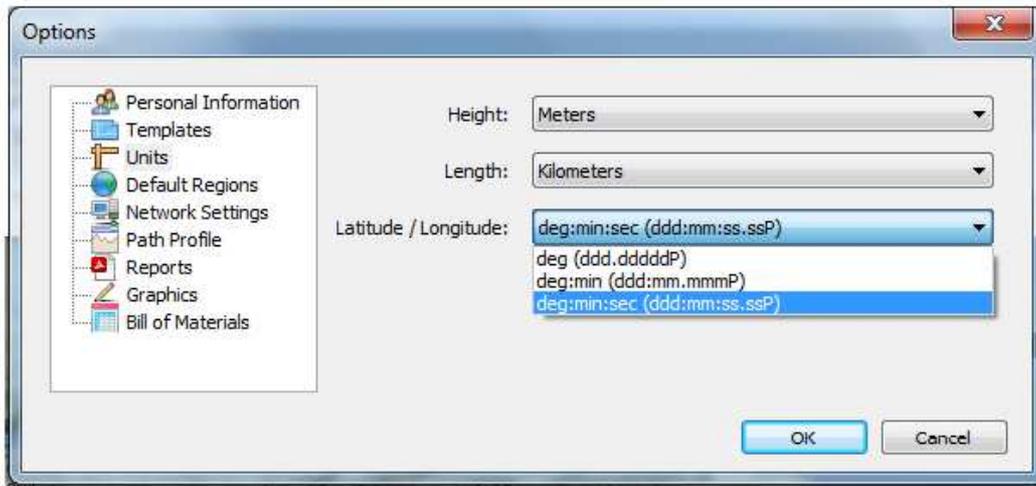


Figura 1. Opciones del Linkplanner.

Seleccionaremos **Units**, y en la opción **Latitude / Longitude** elegiremos la última opción de todas, grados: minutos y segundos.

En esta primera simulación se va a conectar la cima del Montduver con la zona costera de Denia. Ubicamos ambas poblaciones en el mapa y generamos el enlace (**Fig2**).

Name	Latitude	Longitude	Maximum Height (m)
Denia	38:50:33.3N	000:06:25.0E	10
Montduver	39:00:32.3N	000:15:59.3W	10

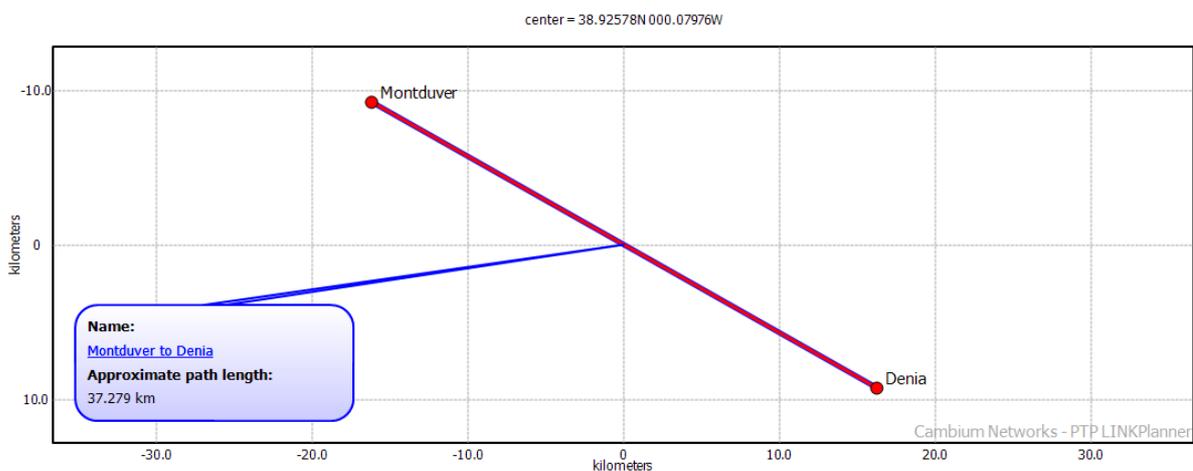


Figura 2.Coordenadas de Denia y el Montduver. Distancia entre ubicaciones.

Distancia aproximada de unos 37,279 km.

El enlace entre dichos puntos atraviesa el Mar Mediterráneo ya que los radio enlaces siempre buscan el camino más corto entre 2 puntos, la línea recta que los une (**Fig3**).



Figura 3. Radioenlace entre el Montduver y Denia. Mapa topográfico.

Una vez realizado esto, procedemos a la configuración del equipamiento en cuestión (**Fig4**):

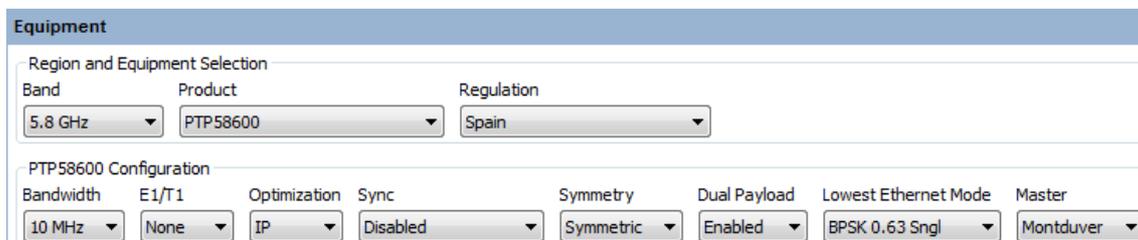


Figura 4. Opciones de configuración.

A destacar que si incluye la opción de 5,8GHz (Wimax libre) en su banda de trabajo pero no de 3,5GHz de Wimax reservado. Sobre los materiales utilizados se añadirá un anexo explicativo de la serie PTP58600. Evidentemente se elige Regulación española.

Elegimos un ancho de banda de 10MHz. Los modos **E1/T1** se refieren a la Optimización en el caso de E1 o Latencia en el caso de T1. La latencia depende de un número de factores que pueden estar fuera del usuario de control, tales como el rango de enlace y los requisitos de detección de radar. También depende del número de canales de telecomunicaciones seleccionados, el ancho de banda del canal, y otros factores. Mediante el ajuste de estos valores, puede ser posible mejorar la latencia.

En el siguiente bloque encontramos la **Optimization** que nos ofrece dos posibilidades.

Modo TDM: Si el enlace PTP está llevando tráfico TDM (E1s o T1s), es deseable mantener la ráfaga lo más corta posible con el fin de minimizar la latencia. Sin embargo, con los tramos más cortos, una mayor proporción del marco es absorbido por el retardo de propagación de radio y el retardo de procesamiento ráfaga reduciendo así el rendimiento. Así, en el modo TDM, el enlace PTP reduce el tamaño de ráfaga en la medida de lo posible mientras que todavía mantiene el rendimiento necesario para el número configurado de E1s y T1s. El resultado es que los tamaños de ráfaga son mayores para los enlaces más largos.

Modo IP: Si el enlace PTP está llevando el tráfico IP únicamente, a menudo es deseable para aumentar el rendimiento a expensas de la latencia. En el modo de IP por lo tanto, el enlace PTP 600 maximiza el tamaño de la ráfaga. Esto hace que el retardo de propagación y el retardo de procesamiento proporcionalmente haciendo más pequeño el marco más eficiente.

La opción **Sync** ofrece ciclos TDD (Time Division Duplex), sincronizados para reducir la interferencia mediante una señal de tiempo GPS. Tiempo de dúplex por división (TDD) se refiere a los enlaces de comunicación dúplex de enlace ascendente, donde se separa de enlace descendente por la asignación de diferentes intervalos de tiempo en la misma banda de frecuencia. Se trata de un esquema de transmisión que permite el flujo asimétrico para el enlace ascendente y la transmisión de datos de enlace descendente. Los usuarios se asignan intervalos de tiempo para el enlace ascendente y transmisión de enlace descendente.

El tiempo de multiplexación por división separa las señales de enlace ascendente y de enlace descendente, haciendo coincidir la comunicación dúplex total sobre un enlace de comunicación semi dúplex. Este método es muy ventajoso en caso de que haya una asimetría de enlace ascendente y velocidades de datos de enlace descendente. TDD divide un flujo de datos en tramas y asigna intervalos de tiempo diferentes para reenviar y revertir transmisiones, permitiendo de ese modo ambos tipos de transmisiones para compartir el mismo medio de transmisión.

En la opción **Symmetry**, el sistema puede ser configurado para dar más o menos de la trama a una dirección en particular. Los valores posibles son:

Simétrica: Tamaño de Igualdad de ráfaga para ambas direcciones de enlace. Cada dirección de enlace tiene el mismo rendimiento máximo.

02:01 (PTP sólo 600): La ráfaga de transmisión del Master es el doble del tamaño de que la ráfaga de transmisión del Slave.

El caudal máximo en la dirección hacia el esclavo es el doble de la del caudal máximo en la dirección hacia el Maestro.

01:02 (PTP sólo 600): La ráfaga de transmisión del Slave es el doble del tamaño de que la ráfaga de transmisión del Master.

El caudal máximo en la dirección hacia el Maestro es el doble del caudal máximo en la dirección hacia el esclavo.

Cuando se habilita la opción **Dual Payload** se permite el acceso a los modos de modulación de doble de carga útil para un mejor rendimiento. Cuando está habilitada la carga útil doble la disponibilidad que se muestra es la suma del tiempo de recepción en modo para cargas útiles simples y dobles todas con un rendimiento de IP Max mayor o igual al nivel de capacidad dada.

Lowest Ethernet Mode (Bajo modo de Ethernet , sólo PTP 600): Seleccione el modo de modulación más bajo para el tráfico de Ethernet para alcanzar la tasa de rendimiento requerida, por defecto es BPSK 0,63 individual.

La opción **Master** se refiere a quien es el que transmite. En nuestro caso es el Montduver ya que es el punto más elevado de los 2 a enlazar.

Puesto que el programa en sí es bastante inteligente pues automáticamente te elige la mejor configuración para cada caso, hemos dejado que actúe según su criterio para algunas opciones.

En cuanto al tipo de cálculo a realizar tenemos 2 opciones (**Fig5**):

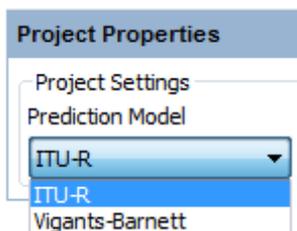


Figura 5. Tipos de cálculo.

UIT-R 12 P530 es una norma internacional de la UIT y es continuamente revisada y actualizada. La Versión 12 fue actualizada en 2007 y es el método utilizado actualmente en Linkplanner. El modelo de la UIT está completamente definido y no tiene ninguna ambigüedad en su aplicación, por lo tanto todas las implementaciones deben devolver los mismos resultados para una configuración determinada de un enlace. **Esta será la opción seleccionada.**

Vigants Barnett es un modelo ampliamente utilizado en los Estados Unidos de América. Este modelo se definió en los años 70 y los algoritmos utilizados se describen en las siguientes dos referencias: propagación de Multipath en 4, 6 y 11 GHz, por W. T.

Barnett, campana sistema Technical Journal, Vol. 51 Febrero de 1972 número 2 espacio diversidad ingeniería, Vigants A. , Bell sistema Technical Journal, Vol. 54 Enero de 1975 número 1 estos papeles definen los algoritmos, pero la aplicación está abierta a interpretación.

A continuación se describe la aplicación utilizada dentro del Linkplanner: el Factor climático se lee automáticamente de una base de datos de los mapas de las condiciones atmosféricas y se toma en el punto medio del camino.

La rugosidad del terreno está calculada para 50 puntos espaciados uniformemente en el 80% central de la ruta, con altura del terreno sobre el nivel medio del mar y altura de obstrucción como la altura de referencia.

La temperatura utilizada para convertir de peor mes a disponibilidad anual se da por el punto medio de la ruta utilizando el archivo de datos ESATEMP estándar de la UIT.

En cuanto a las antenas utilizadas (**Fig6**):

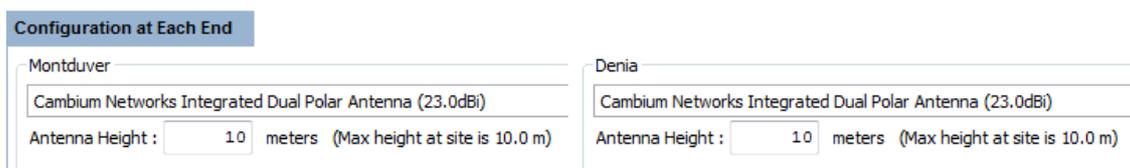


Figura 6. Antena transmisora y antena receptora.

La antena utilizada está integrada en el bridge (puente inalámbrico) PTP 58600. Preparada para trabajar en la banda de frecuencias de 5,8Ghz y con una ganancia de 23dBi cumple perfectamente con nuestro cometido. Está situada a 10 metros de altura.

Como Cambium Networks Motorola no facilita el diagrama de radiación de dicha antena, hemos consultado otra antena de una compañía diferente con unas características muy similares (**Fig7**).

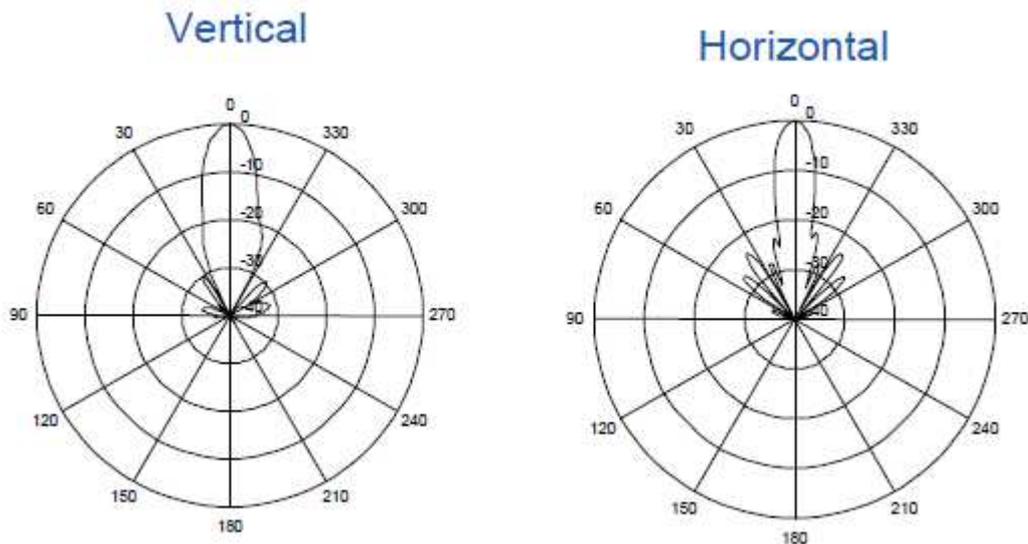


Figura 7. Diagramas de radiación Vertical y Horizontal.

Como se puede observar en el diagrama de radiación, si nos fijamos en el lóbulo principal se distingue claramente que se trata de una antena muy direccional. El resto de características técnicas se incluirán en el **anexo Antena 23dBi**. Una vez configurado esto procedemos a la simulación, para ello hay que mandar un correo electrónico con la opción Project->Get Profiles. Una vez hecho esto recibiremos un correo electrónico con un archivo en la dirección facilitada. Al hacer doble clic sobre el obtendremos por fin dicha simulación (**Fig8**):

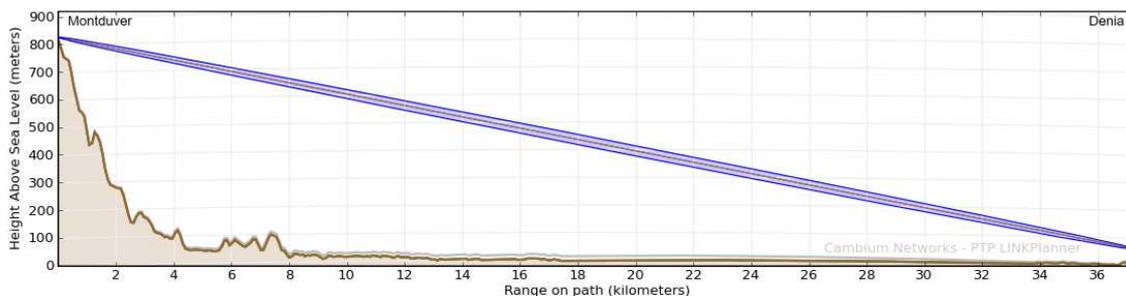


Figura 8. Perfil entre el Montduver y Denia.

En la gráfica se puede observar perfectamente la funcionalidad del enlace.

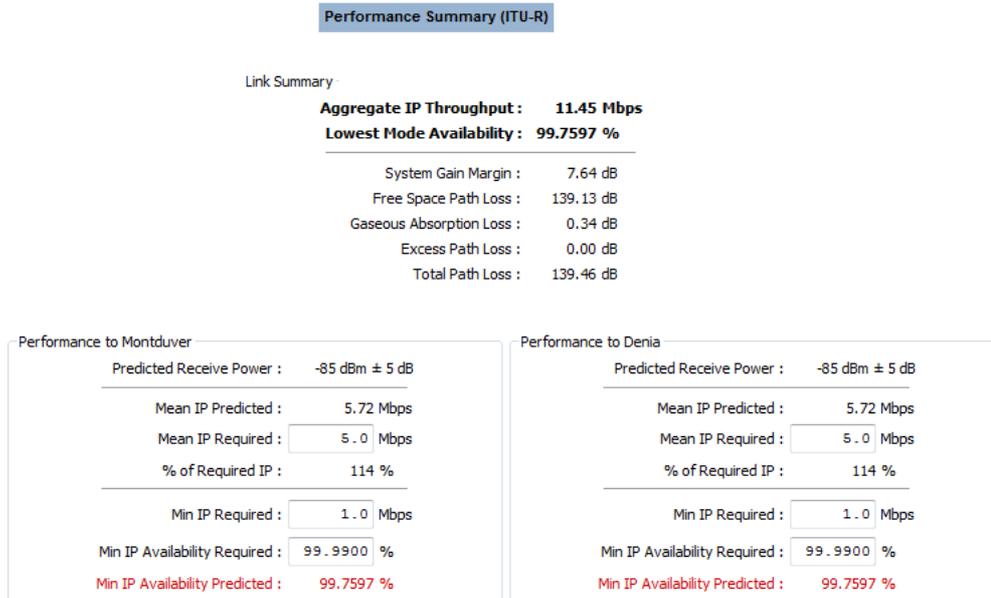


Figura 9. Resumen de disponibilidad del enlace.

Se puede observar una predicción de disponibilidad de 99,7597% (**Fig9**). En cuanto al resto de resultados se añadirán 2 anexos más. El primero de ellos es el **Anexo Montduver Denia Informe Instalación** y el segundo es el **Anexo Montduver Denia Informe Propuesta**.

En cuanto a los materiales utilizados para realizar la transmisión (**Fig10**):

Bill of Materials for Link		
P/N	Description	Qty
BP5830BH-2	PTP 58600 Full Integrated (ETSI/RoW) - Link Complete	1
WB2907	LPU End Kit PTP 600 (2 kits required per Link)	2
WB3176	328 ft (100 m) Reel Outdoor Copper Clad CAT5E (Recommended for PTP)	1

Figura 10. Materiales utilizados en la transmisión y recepción.

El PTP 58600 es un puente o bridge capaz de enlazar transmisores y receptores, trabaja en la banda de frecuencias de 5,8Ghz (de ahí su nombre, el PTP54600 trabaja a 5,4Ghz), con ancho de banda configurable (hasta 30 MHz) y con antena polar integrada. Toda su información y características en el **Anexo B PTP58600**

El LPU End Kit PTP 600 son unos conectores utilizados en el final de la conexión de los enlaces. Se utilizan 2 por cada enlace. Toda su información y características en el **Anexo C LPU End Kit PTP 600**

El 328ft Reel Outdoor Cooper es el cable de categoría 5 de 100 metros de longitud que va desde nuestra caseta de instalación para la transmisión hasta nuestro equipo transmisor. En la parte de recepción también se usará. Toda su información y características en el **Anexo D 328 ft (100m) CAT5e**

2.2 SIMULACIÓN MONTDUVER XÁTIVA CON LINKPLANNER.

En esta segunda simulación se va a conectar la cima del Montduver con la zona montañosa de Xátiva. Ubicamos ambas poblaciones en el mapa y generamos el enlace (Fig11).

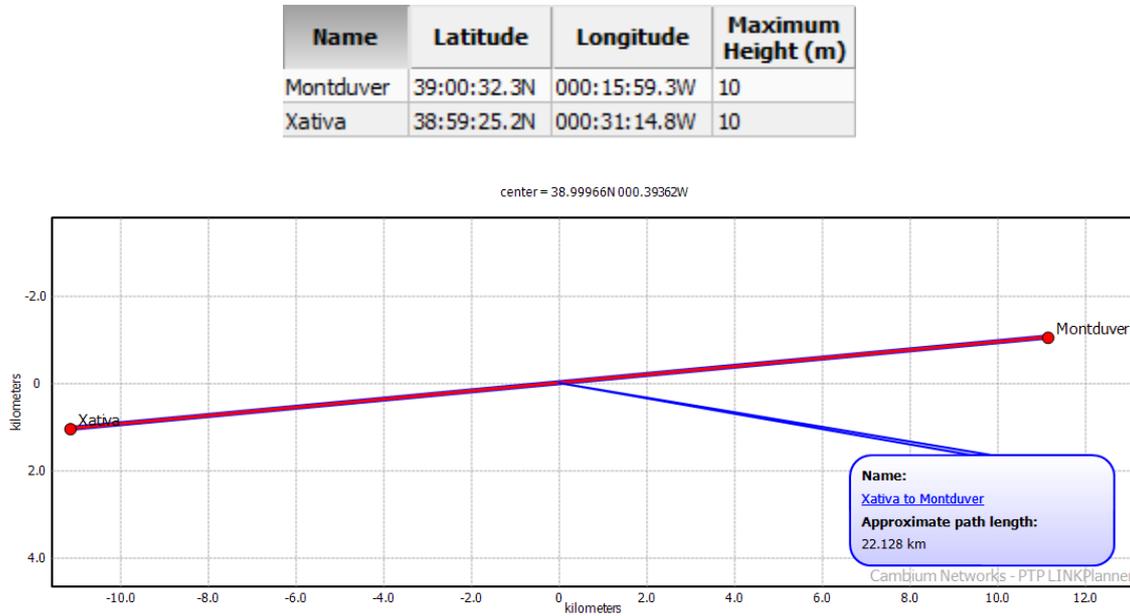


Figura 11. Coordenadas del Montduver y Xátiva. Distancia entre ubicaciones.

Distancia aproximada 22,128Kms.

El enlace entre dichas poblaciones atraviesa varias sierras y montañas ya que los radio enlaces siempre buscan el camino más corto entre 2 puntos, la línea recta que los une (Fig12).



Figura 12. Radioenlace entre el Montduver y Xátiva. Mapa topográfico.

Una vez realizado esto, procedemos a la configuración del equipamiento en cuestión.

La configuración sigue siendo básicamente la misma que la anterior y se mantendrá también en la siguiente (Fig13).



Figura 13. Opciones de configuración.

El método de cálculo elegido será el mismo que el anterior, el Modelo UIT-R 12 P530

En cuanto a las antenas elegidas (Fig14):

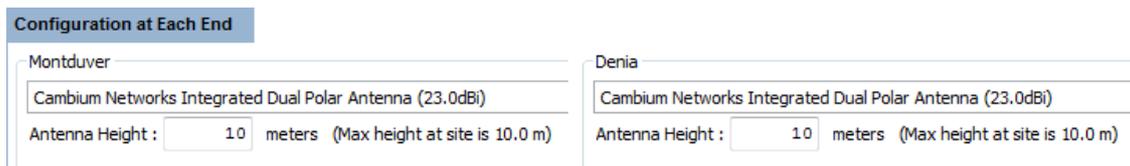


Figura 14. Antena transmisora y antena receptora.

Siguen siendo igual que en las simulaciones anteriores, con 10 metros de altura y 23dBi de ganancia.

Una vez hecho todo esto procedemos a la simulación del enlace, obteniendo estos resultados (Fig15):

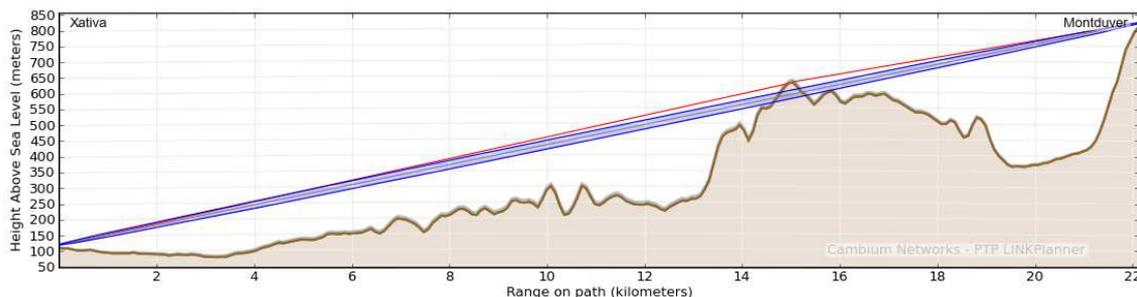


Figura 15. Perfil entre el Montduver y Xátiva.

En color azul sería el camino que recorrería la conexión entre los radioenlaces y en color rojo el camino que sería necesario recorrer para que dicha transmisión tuviera éxito y no se viera afectada por la altitud. Así pues haría falta el uso de repetidores o amplificadores, uno en cada pico más elevado cosa que en este proyecto no vamos a tratar.

Además el programa nos da error de **Reliability**. Este error de fiabilidad es debido primero y principalmente a que el radioenlace atraviesa montañas y sierras, siendo los resultados obtenidos nada fiables (**Fig16**).

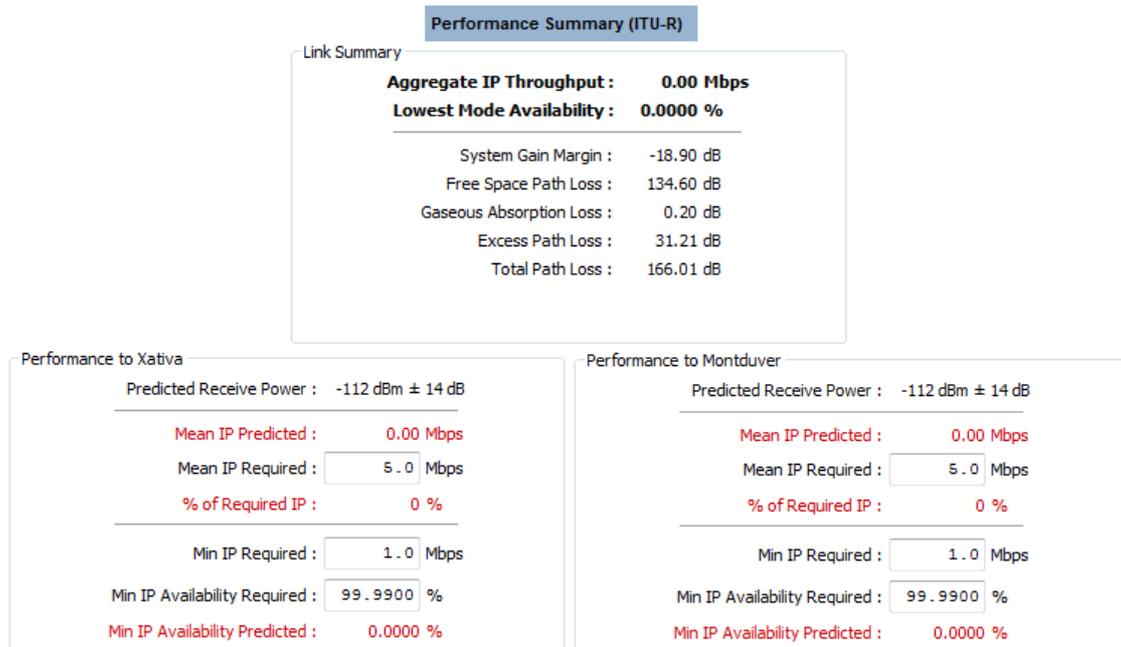


Figura 16. Resumen de disponibilidad del enlace.

Se puede observar una disposición de disponibilidad despreciable.

2.3 SIMULACIÓN MONTDUVER OLIVA CON LINKPLANNER.

En esta tercera simulación se va a conectar la Cima del Montduver con la zona de población de Oliva. Ubicamos ambos puntos en el mapa y generamos el enlace (**Fig17**).

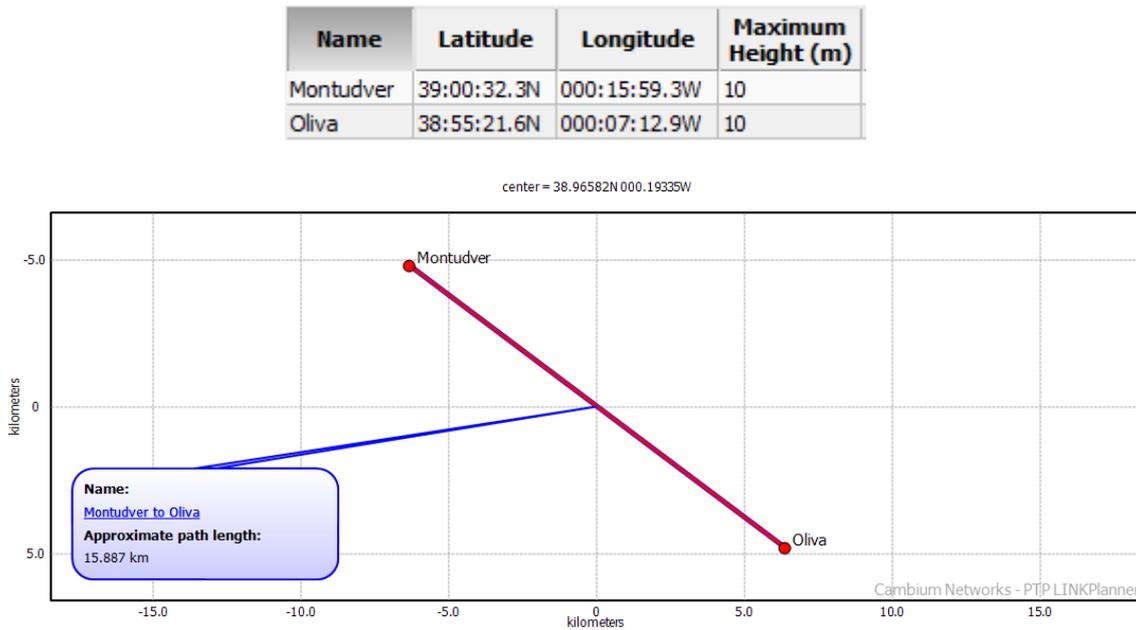


Figura 17. Coordenadas del Montduver y Oliva. Distancia entre ubicaciones.

Distancia aproximada 15,887Kms.

El enlace entre dichos puntos es ideal ya que no atraviesa ni mar ni montañas o sierras, teniendo en cuenta que los radio enlaces siempre buscan el camino más corto entre 2 puntos, la línea recta que los une (**Fig18**).



Figura 18. .Radioenlace entre el Montduver y Oliva. Mapa topográfico.

Una vez realizado esto, procedemos a la configuración del equipamiento en cuestión (Fig19):

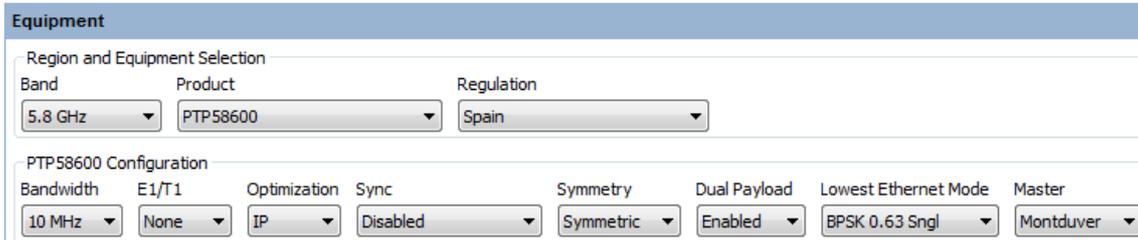


Figura 19. Opciones de configuración.

La configuración sigue siendo básicamente la misma que la anterior.

El método de cálculo también será el mismo que el anterior, el modelo UIT-R 12 P530

En cuanto a las antenas utilizadas (Fig20):

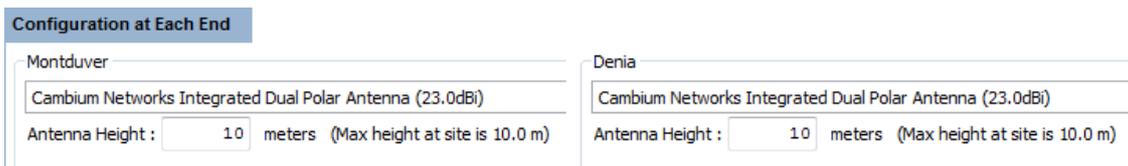


Figura 14. Antena transmisora y antena receptora.

Siguen siendo igual que en las simulaciones anteriores, con 10 metros de altura y 23dBi de ganancia.

Una vez hecho todo esto procedemos a la simulación del enlace, obteniendo estos resultados (Fig21):

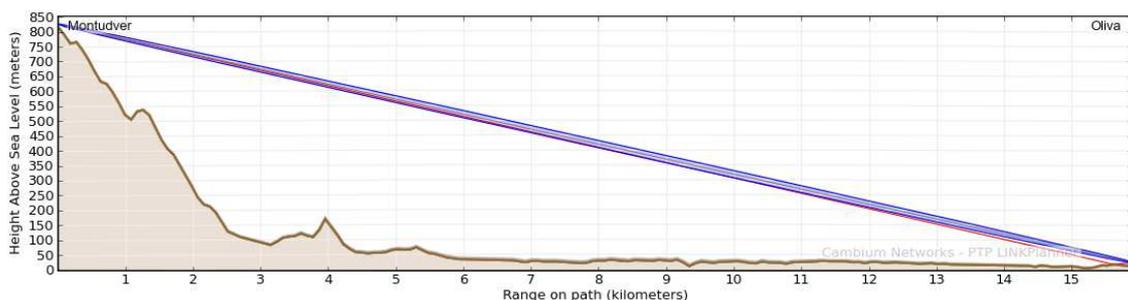


Figura 21. Perfil entre Montduver y Oliva.

En la gráfica se puede observar perfectamente la funcionalidad del enlace.

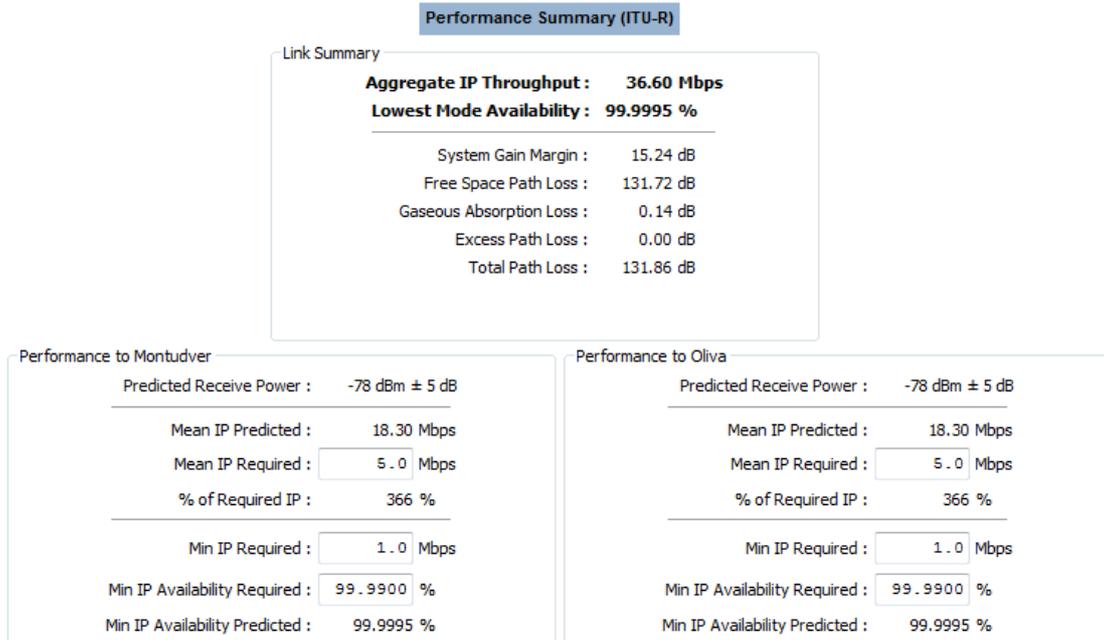


Figura 22. Resumen de disponibilidad del enlace.

Se puede observar una predicción de disponibilidad de 99,9995% (Fig22). En cuanto al resto de resultados se añadirán 2 anexos más. El primero de ellos es el **Anexo Montduver Oliva Informe Instalación** y el segundo es el **Anexo Montduver Oliva Informe Propuesta**.

La lista de materiales es la siguiente (Fig23):

Bill of Materials for Link		
P/N	Description	Qty
BP5830BH-2	PTP 58600 Full Integrated (ETSI/RoW) - Link Complete	1
WB2907	LPU End Kit PTP 600 (2 kits required per Link)	2
WB3176	328 ft (100 m) Reel Outdoor Copper Clad CAT5E (Recommended for PTP)	1

Figura 23. Materiales utilizados en la transmisión y recepción.

Siguen siendo los mismos que en las simulaciones anteriores. Más información en los anexos siguientes: **Anexo B PTP58600**, **Anexo C LPU End Kit PTP 600** y **Anexo D 328 ft (100m) CAT5e**.

2. 4 CONCLUSIÓN LINKPLANNER.

Como se ha podido ver en estas simulaciones, este programa es capaz de ofrecer resultados fiables cuando realizamos radioenlaces que atraviesan el mar o altitudes elevadas como sierras o montañas.

Una vez expira el periodo de prueba de Linkplanner de 12 meses de duración estaremos obligados a realizar la compra de la versión completa si queremos continuar usando este programa.

Aunque tiene la opción de trabajar a la frecuencia libre de Wimax de 5,8Ghz no así para los 3,5Ghz de uso privado de Wimax.

Por otra parte no te deja utilizar todas las antenas o componentes de los que dispone, aunque al menos las que están disponibles son de aplicación real y están basadas en la serie PTP XXX de Motorola.

La aplicación elige además de la antena el tipo de cable a utilizar siendo este también de aplicación real.

No tiene opciones para realizar atenuaciones de efectos por lluvia, nieve, etc...

Cada vez que realizamos un radioenlace, se tiene que mandar un correo para que se genere la resolución de la simulación. ¿Posible estrategia / espionaje comercial?

En cuanto al tipo de cálculo solo ofrece 2 posibilidades , el modelo UIT-R 12 P530 es una norma internacional de la UIT y es continuamente revisada y actualizada y el modelo Vigants Barnetts un modelo ampliamente utilizado en los Estados Unidos de América.

Programa muy autónomo pues elige automáticamente siempre la mejor opción según su criterio para cada simulación.

Generador de resultados de la simulación, tanto el Informe de propuesta como el Informe simulación en formato pdf.

Tampoco sé de qué es capaz de hacer el programa completo pues solo dispongo de la versión demo.

3 XIRIO –ONLINE.

La herramienta de simulación Xirio online permite realizar de forma rápida y económica simulaciones profesionales de cobertura radioeléctrica en cualquier parte del mundo en entornos rurales y urbanos utilizando cartografía de alta resolución. Con XIRIO Online puedes diseñar tus redes sin disponer de herramienta ni cartografías digital propias y bajo un modelo de “pago por uso”.

XIRIO Online, desarrollado por la empresa APTICA, presenta dos módulos de trabajo independientes: PLANNINGTOOL, como herramienta de planificación radioeléctrica genérica y SHAREPLACE como aplicación de consulta e intercambio de resultados. En nuestro caso estudiaremos solo el primer módulo de trabajo.

PLANNINGTOOL es una herramienta de planificación radioeléctrica genérica, que puede aplicarse al diseño de la práctica totalidad de tecnologías inalámbricas: comunicaciones móviles públicas (GSM, DCS, UMTS, LTE,...), radiodifusión (TV, DVB-T, FM, DAB, DVB-H,...), sistemas de comunicaciones móviles profesionales (PMR, TETRA,...), radioenlaces (PDH, SDH,...), acceso a banda ancha (LMDS, WIMAX, WiFi,...). Las posibles aplicaciones son ilimitadas siempre y cuando se disponga de los parámetros específicos de cada tecnología y los algoritmos y métodos de cálculo apropiados de aplicación en cada una de ellas.

XIRIO Online incluye los métodos de cálculo más habituales y reconocidos a nivel internacional, especialmente para entorno urbano (Rec. UIT-R P.530, Rec. UIT-R P.1411, COST231, Xia-Bertoni, trazado de rayos, Okumura-Hata, métodos ajustados a medidas, etc.), además de proponer al usuario los parámetros por defecto más adecuados en cada caso, para que la simulación de redes de cualquier tecnología resulte extremadamente sencilla, incluso para usuarios no expertos en radiofrecuencia.

En lo referente a cartografía, la aplicación utiliza el conocido visor GoogleMaps lo que hace posible trabajar en todo el mundo. Incorporando, por otro lado, modelos del terreno 3D, que simulan la orografía del escenario donde se desplegarán las redes, también con cobertura mundial y para entornos tanto rurales como urbanos.

XIRIO Online PLANNINGTOOL permite el acceso a la aplicación así como realizar cálculos a baja resolución de forma completamente gratuita. El usuario únicamente paga cuando desea realizar los cálculos con una calidad profesional (alta resolución) lo que le proporciona derecho además a compartir los resultados con terceros usuarios o descargarlos a su máquina local.

Aquí su página principal:

<http://www.xirio-online.com/>

3.1 SIMULACIÓN MONTDUVER DENIA CON XIRIO ONLINE.

En esta primera simulación se va a conectar la cima del Montduver con la zona costera de Denia (Fig24).



Figura 24. Radioenlace entre el Montduver y Denia. Mapa topográfico.

El enlace entre dichas poblaciones atraviesa el Mar Mediterráneo ya que los radioenlaces siempre buscan el camino más corto entre 2 puntos, la línea recta que los une.

Este programa dispone de un modo asistente en el cual hemos elegido la siguiente configuración (Fig25):

Seleccione un tipo de estudio

<ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="radio"/> Perfil <input type="radio"/> Cobertura <input type="radio"/> Cobertura multitransmisor <input type="radio"/> Red de transporte <input type="radio"/> * Altura efectiva 	<p>Estudio de perfil:</p> <p>Un perfil es un estudio radioelectrico que analiza la disminución de la señal eléctrica en una línea que une un transmisor con un receptor.</p> <p>Leer más</p>
---	---

Seleccione un servicio o tecnología

Categoría:	Banda Ancha Inalámbrica
Subcategoría:	WIMAX Fijo 5,8 GHz
Servicio:	WIMAX fijo 10 MHz

Figura 25. Configuración. Tipo de estudio y tecnología.

Elegimos la misma configuración que la usada en el Linkplanner.

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.

Este programa posee varias bandas de trabajo entre ellas la de Wimax Fijo a 3,5GHz.

Para esta configuración se ha elegido al igual que antes la banda de trabajo de Wimax libre de 5,8Ghz, antena copolar de 23dBi de ganancia tanto para transmisor como para receptor, polarización vertical y 10 metros de altura, como se observa en la **Figura 26**.

A destacar que Xirio online no posee un menú o catálogo de antenas ni materiales de transmisión y recepción empleados en dicha operación. Así pues la ganancia de nuestra antena la podemos configurar a nuestro gusto (dentro de unos límites aceptables) en dBi.

Propiedades del perfil

Estudio

Nombre:

Servicio: WIMAX fijo 10 MHz

Banda: [icon] [icon] [icon]

Descripción:

Equipos

Transmisor: [icon] [icon] [icon]

Receptor: [icon] [icon] [icon]

Parámetros de cálculo

Método de calculo: [icon] [icon] [icon]

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: [icon] [icon]

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

Figura 26. Propiedades del perfil. Configuraciones.

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.

En cuanto a la modulación utilizada en *Xirio online* basada en Wimax:

La capa física 802.16 emplea modulación OFDM con 256 subportadoras, de las que sólo se emplean 200 (192 para datos y 8 pilotos). La separación entre sub portadoras es de 45 kHz. La señal ocupa un ancho de banda total de 9 MHz (**Fig27**).

802.16 emplea corrección de errores basado en códigos concatenados Reed-Solomon y Convolutacional.

Las subportadoras se modulan de forma adaptativa con modulación BPSK, QPSK, 16QAM y 64QAM.

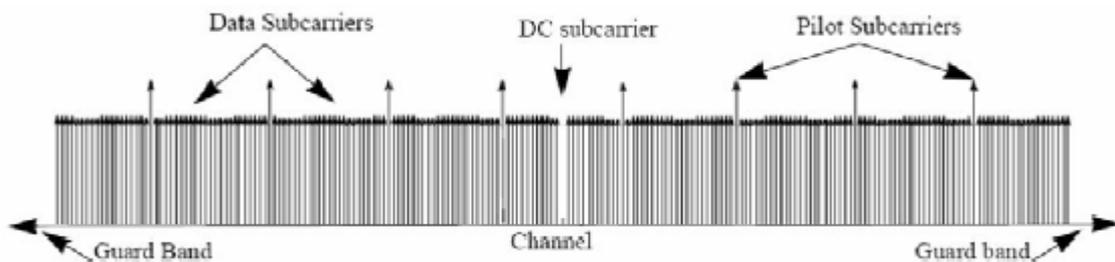


Figura27. Modelo de capa física 802.16 de Wimax.

Así pues nuestra banda de frecuencias quedaría de la siguiente manera (**Fig28**):

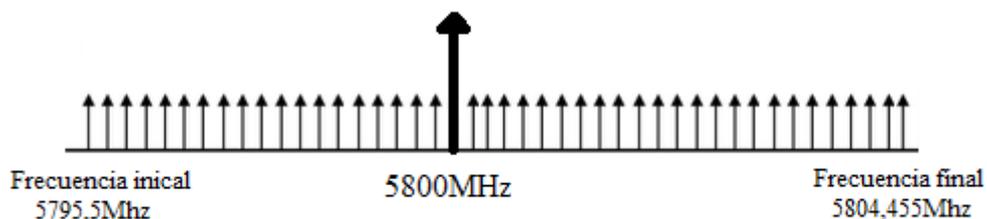


Figura28. Modelo de capa física utilizado a la frecuencia de 5,8GHz.

Ancho de banda total 9MHz. Frecuencia inicial 5795,5Mhz. Frecuencia final 5804,455Mhz. 256 subportadoras con una separación entre cada una de ellas de 45Khz.

Así pues esta es nuestra configuración (**Fig29**):

Bandas de frecuencia

Propiedades
Nombre:

Parámetros de la Banda
Separación entre portadoras: KHz ▾
Ordinal del primer canal:
Tramo inferior:
Frecuencia inicial: MHz ▾
Frecuencia final: MHz ▾
Frecuencia primera portadora: MHz ▾
 Tramo superior:
Frecuencia final: MHz ▾
Frecuencia final: MHz ▾
Frecuencia primera portadora: MHz ▾
Canales prohibidos:
📄 Escriba números de canal e intervalos. (Ejemplo: 2, 2', 5-7, 12'-21', -5, 21-...)

Figura29. Bandas de frecuencia.

Propiedades del transmisor	Propiedades del receptor				
Transmisor Nombre: <input type="text" value="Montduver"/>	Receptor Nombre: <input type="text" value="Denia"/>				
Emplazamiento Coordenadas  Latitud: <input n"="" type="text" value="39°00'32.30"/> Longitud: <input type="text" value="000°15'59.30" w"=""/>	Emplazamiento Coordenadas  Latitud: <input n"="" type="text" value="38°50'33.30"/> Longitud: <input e"="" type="text" value="000°06'25.00"/>				
Parámetros de radio  Antena copolar: <input type="text" value="WIMAX 23 dBi 65°"/>  Frecuencias de transmisión  <table border="1"> <thead> <tr> <th>Frecuencias</th> <th>Canal</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>5800.000 MHz</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> Polarización: <input type="text" value="Vertical"/>  Altura antena: <input type="text" value="10"/> m Orientación: <input type="text" value="119.584487011629"/> [0,359] Inclinación: <input type="text" value="1.18017528771056"/> [-90,90] Potencia: <input type="text" value="0.6"/> W  Pérdidas: <input type="text" value="0"/> dB	Frecuencias	Canal	5800.000 MHz		Parámetros de radio  Antena copolar: <input type="text" value="WIMAX 23 dBi 65°"/>  Polarización: <input type="text" value="Vertical"/>  Altura antena: <input type="text" value="10"/> m Orientación: <input type="text" value="299.819110357413"/> [0,359] Inclinación: <input type="text" value="-1.18017528771056"/> [-90,90] Umbral recepción: <input type="radio"/> Campo <input checked="" type="radio"/> Potencia <input type="text" value="-88"/> dBm  Pérdidas: <input type="text" value="0"/> dB Discriminación 45°: <input type="text" value="0"/> Discriminación 90°: <input type="text" value="0"/>
Frecuencias	Canal				
5800.000 MHz					

Figura 30. Configuración del transmisor. Configuración del receptor.

Esta configuración será válida para el resto de simulaciones y habrá que tenerla en cuenta, cambiando simplemente la ubicación del receptor (Fig30). A destacar que el programa tiene una opción para alinear las antenas automáticamente.

En cuanto a las antenas tanto de transmisión como de recepción se utilizarán antenas Wimax de 23dbi de ganancia, polarización vertical y 10 metros de altura siendo este su diagrama de radiación (Fig31):

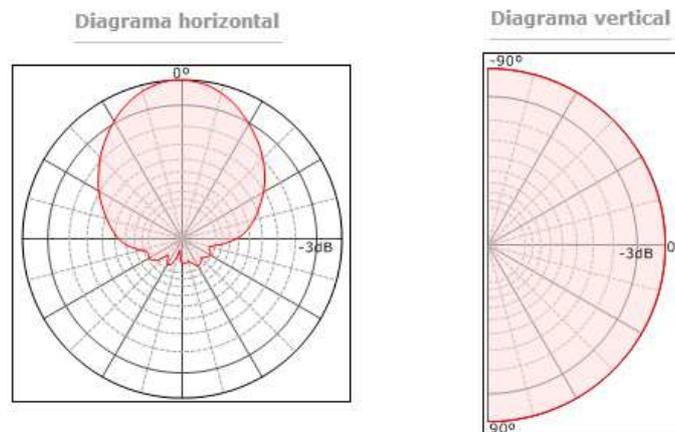


Figura 31. Diagrama de orientación horizontal y vertical.

En cuanto a opciones de cálculos disponemos de varias opciones (**Fig32**).

Propiedades del método de cálculo

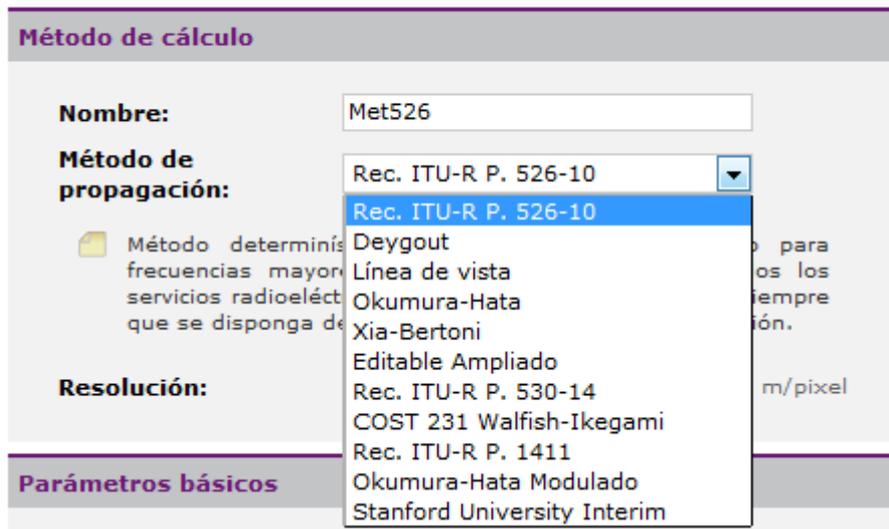


Figura 32. Configuración del método de cálculo.

Los modelos **Okamura-Hata** y **Walfish Bertoni** se utilizan en comunicaciones móviles para estudios de cobertura y este no es nuestro caso.

El modelo **Deygout** inventado por el investigador que da nombre a dicho método de cálculo consiste en suponer que los obstáculos son del tipo “filo de cuchillo” (**Fig33**). Se utiliza un algoritmo recursivo generalizado, que permite abordar el cálculo de las pérdidas por difracción para cualquier número de obstáculos. No es nuestro caso.

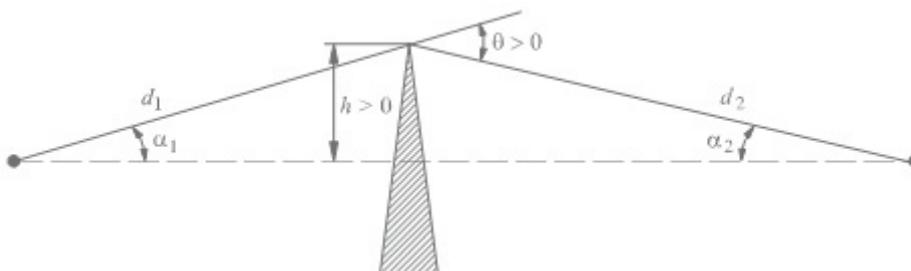


Figura 33. Modelo de cálculo Deygout.

El modelo **Stanford University Interim** es un método empírico válido para frecuencias menores de 11 GHz. Recomendado para los servicios móviles y de acceso a banda ancha (especialmente WIMAX) cuando no se dispone de cartografía urbana con edificios (MDE). Este modelo podría ser válido para nuestras simulaciones.

Elegiremos la Rec. *ITU* Telecommunication Standardization Sector, que es el modelo estándar, el más recomendado y utilizado por todos. Existen pues 3 modelos:

Rec. ITU-R P. 526-10: 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. **Este será el cálculo usado en nuestras distintas simulaciones.**

Rec. ITU-R P. 530-14: Método de cálculo determinístico válido para frecuencias mayores de 30 MHz. Incorpora el análisis de viabilidad de radioenlaces digitales del servicio fijo.

Rec. ITU-R P. 1411: 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). Este método no nos interesa.

Una vez configurado todo pasamos pues a la simulación de nuestro enlace (**Fig34**):

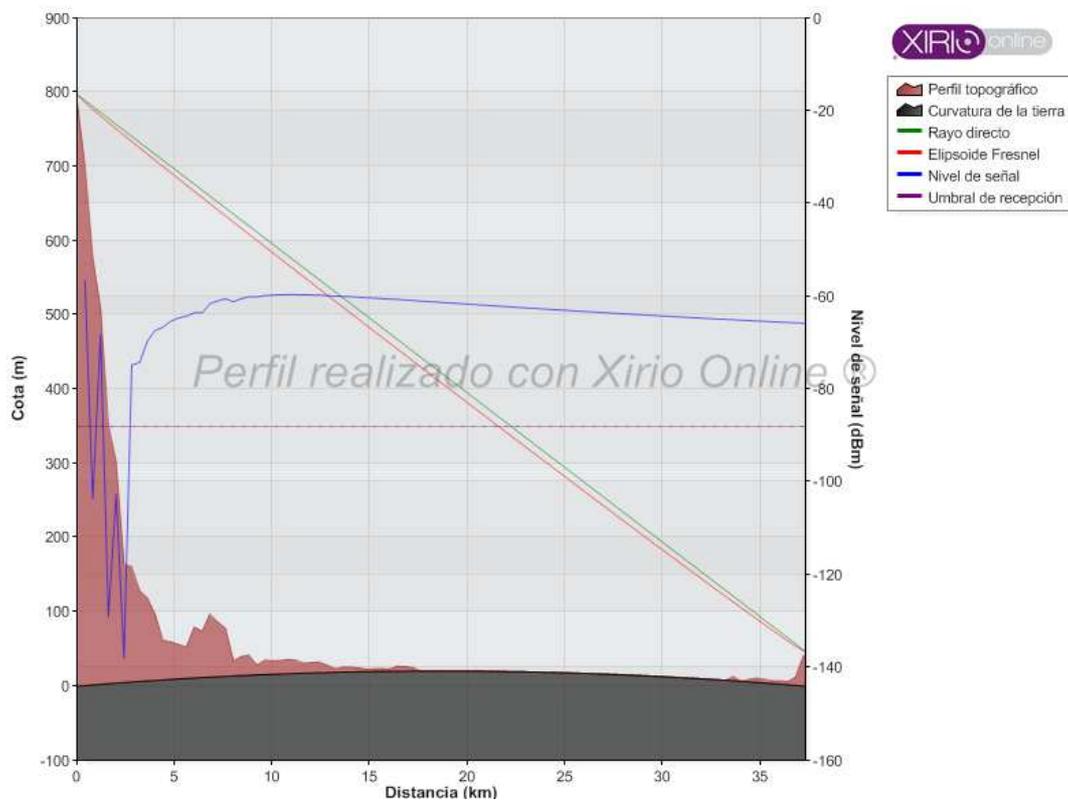


Figura 34. Perfil entre el Montduver y Denia.

En color azul nuestro nivel de señal azul, que cumple con el nivel requerido para un correcto funcionamiento del radio enlace, estando aproximadamente en los -65dbm de potencia recibida.

En color rojo se representa la elipsoide de Fresnel que no es más que el volumen de espacio entre el emisor de una onda electromagnética y un receptor, de modo que el desfase de las ondas en dicho volumen no supere los 180° (Fig35).

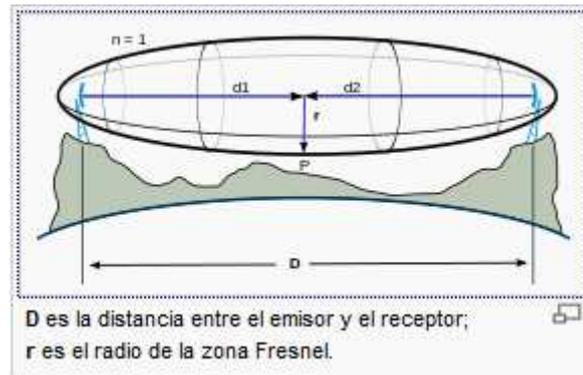


Figura 35. Elipsoide de Fresnel.

Así, la fase mínima se produce para el rayo que une en línea recta al emisor y el receptor. Tomando su valor de fase como cero, la primera zona de Fresnel abarca hasta que la fase llegue a 180° , adoptando la forma de un elipsoide de revolución. La segunda zona abarca hasta un desfase de 360° , y es un segundo elipsoide que contiene al primero. Del mismo modo se obtienen las zonas superiores.

La obstrucción máxima permisible para considerar que no hay obstrucción es el 40% de la primera zona de Fresnel. La obstrucción máxima recomendada es el 20%. Para el caso de radiocomunicaciones depende del factor K (curvatura de la tierra) considerando que para un $K=4/3$ la primera zona de Fresnel debe estar despejada al 100% mientras que para un estudio con $K=2/3$ se debe tener despejado el 60% de la primera zona de Fresnel.

Los distintos resultados del informe de perfil se añadirán con el **Anexo Perfil Montduver Denia.**

3.2 SIMULACIÓN MONTDUVER XÀTIVA CON XIRIO ONLINE.

En esta segunda simulación se va a conectar la ciudad de Gandía con la zona montañosa de Xàtiva (Fig36).



Figura 36. Radioenlace entre el Montduver y Xàtiva. Mapa topográfico.

El enlace entre dichas poblaciones atraviesa varias sierras y montañas ya que los radioenlaces siempre buscan el camino más corto entre 2 puntos, la línea recta que los une.

Se selecciona la misma configuración que la anterior (Fig37):

Seleccione un tipo de estudio

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

Estudio de perfil:

Un perfil es un estudio radioelectrico que analiza la disminución de la señal eléctrica en una línea que une un transmisor con un receptor.

[Leer más](#)

Seleccione un servicio o tecnología

Categoría:

Subcategoría:

Servicio:

Figura 37. Configuración. Tipo de estudio y tecnología.

Cambiamos el receptor a Xàtiva (Fig38).

Propiedades del perfil

Estudio

Nombre:

Servicio: WIMAX fijo 10 MHz

Banda: ☑ ✖ ?

Descripción:

Equipos

Transmisor: ☑ ✖ ?

Receptor: ☑ ✖ ?

Parámetros de cálculo

Método de calculo: ☑ ✖ ?

📄 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
Altimetría mundial	MDT	APTICA	100 m	400,00 m

Figura38. Propiedades del perfil. Configuraciones.

La misma banda de frecuencias (Fig39):

Bandas de frecuencia

Propiedades

Nombre:

Parámetros de la Banda

Separación entre portadoras:

Ordinal del primer canal:

Tramo inferior:

Frecuencia inicial:

Frecuencia final:

Frecuencia primera portadora:

Figura 39.Bandas de frecuencia.

Transmisor	Receptor				
Nombre: Montduver	Nombre: Xativa				
Emplazamiento Coordenadas Latitud: 39°00'32.30"N Longitud: 000°15'59.30"W	Emplazamiento Coordenadas Latitud: 38°59'25.20"N Longitud: 000°31'14.80"W				
Parámetros de radio Antena copolar: WIMAX 23 dBi 65° Frecuencias de transmisión <table border="1"> <thead> <tr> <th>Frecuencias</th> <th>Canal</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>5800.000 MHz</td> <td>100</td> </tr> </tbody> </table> Polarización: Vertical Altura antena: 10 m Orientación: 264.714090860941 [0,359] Inclinación: 1.80771582765117 [-90,90] Potencia: 0.6 W Pérdidas: 0 dB	Frecuencias	Canal	5800.000 MHz	100	Parámetros de radio Antena copolar: WIMAX 23 dBi 65° Polarización: Vertical Altura antena: 10 m Orientación: 84.5540522268508 [0,359] Inclinación: -1.80771582765117 [-90,90] Umbral recepción: <input type="radio"/> Campo <input checked="" type="radio"/> Potencia -88 dBm Pérdidas: 0 dB Discriminación 45°: 0 Discriminación 90°: 0
Frecuencias	Canal				
5800.000 MHz	100				

Figura 40. Configuración del transmisor. Configuración del receptor.

En cuanto a la configuración del transmisor no varía nada, pues sigue siendo el Montduver. En cuanto al equipo receptor tenemos nueva ubicación, la población de Xátiva, pero todos los demás parámetros siguen siendo los mismos, antena de 23 dBi de ganancia y 10 metros de altura (Fig40).

El mismo método de cálculo, Rec. ITU-R P.526-10.

Una vez hechas todas las configuraciones indicadas pasamos a simular el radioenlace obteniendo el siguiente resultado (Fig41):

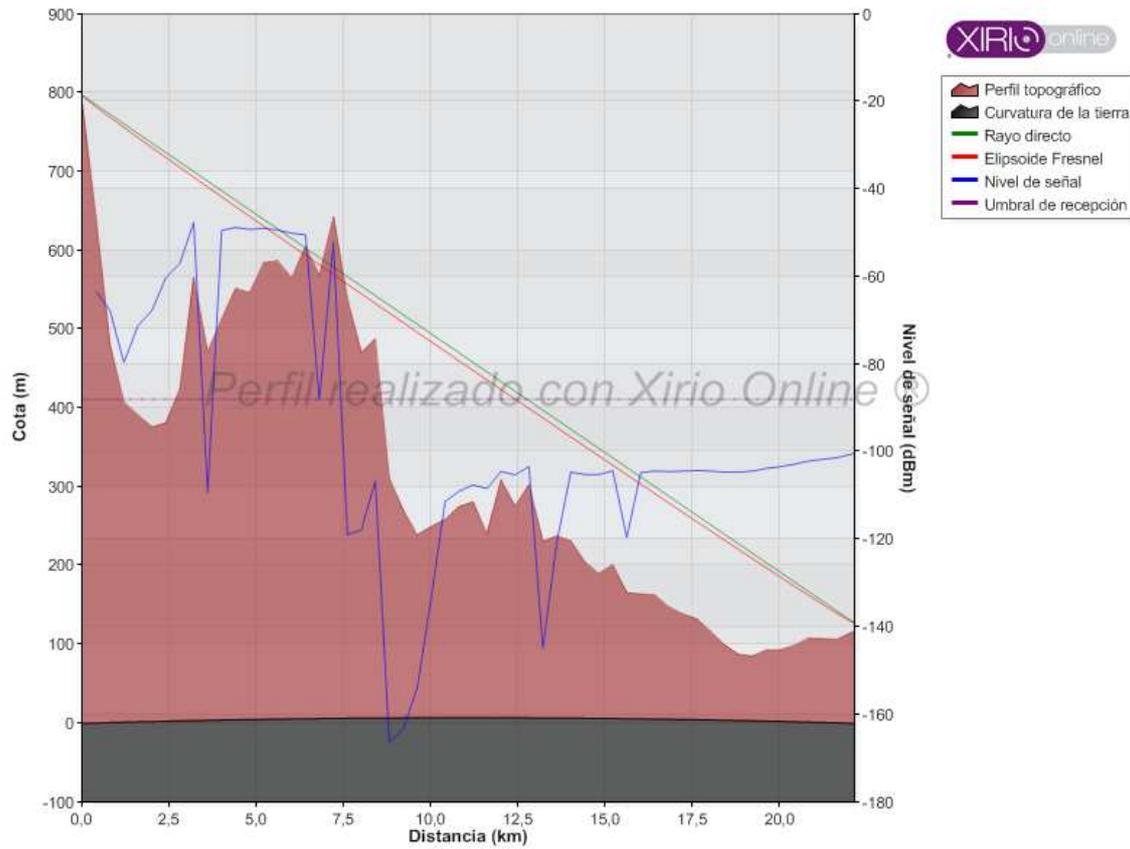


Figura 41. Perfil entre el Montduver y Xátiva.

El color azul nuestro nivel de señal. Es evidente los claros desvanecimientos del mismo debidos a los picos montañosos que debe atravesar nuestro enlace. Una solución sería hacer uso de amplificadores en los puntos más altos de nuestro perfil, pero es un tema que no vamos a abordar en este proyecto.

3.3 SIMULACIÓN MONTDUVER OLIVA CON XIRIO ONLINE.

En esta tercera simulación se va a conectar la Cima del Montduver con la zona de población de Oliva (**Fig42**).



Figura 42. Radioenlace entre el Montduver y Oliva. Mapa topográfico.

El enlace entre dichos puntos es ideal ya que no atraviesa ni mar ni montañas o sierras, teniendo en cuenta que los radio enlaces siempre buscan el camino más corto entre 2 puntos, la línea recta que los une.

Se selecciona la misma configuración que la anterior (**Fig43**):

Seleccione un tipo de estudio

- Perfil**
- Cobertura
- Cobertura multitransmisor
- Red de transporte
- * Altura efectiva

Estudio de perfil:

Un perfil es un estudio radioelectrico que analiza la disminución de la señal eléctrica en una línea que une un transmisor con un receptor.

[Leer más](#)

Seleccione un servicio o tecnología

Categoría:

Subcategoría:

Servicio:

Figura 43. Configuración. Tipo de estudio y tecnología.

Cambiamos el receptor a Oliva (**Fig44**).

Propiedades del perfil

Estudio

Nombre:

Servicio: WIMAX fijo 10 MHz

Banda: [icon] [icon] [icon]

Descripción:

Equipos

Transmisor: [icon] [icon] [icon]

Receptor: [icon] [icon] [icon]

Parámetros de cálculo

Método de calculo: [icon] [icon] [icon]

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: [icon] [icon]

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

Figura 44. Propiedades del perfil. Configuraciones.

La misma banda de frecuencias (Fig45):

Bandas de frecuencia

Propiedades

Nombre:

Parámetros de la Banda

Separación entre portadoras:

Ordinal del primer canal:

Tramo inferior:

Frecuencia inicial:

Frecuencia final:

Frecuencia primera portadora:

Figura 45. Bandas de frecuencia.

Transmisor	Receptor				
Nombre: <input type="text" value="Montduver"/>	Nombre: <input type="text" value="Oliva"/>				
Emplazamiento	Emplazamiento				
Coordenadas	Coordenadas				
Latitud: <input n"="" type="text" value="39°00'32.30"/>	Latitud: <input n"="" type="text" value="38°55'21.60"/>				
Longitud: <input type="text" value="000°15'59.30" w"=""/>	Longitud: <input type="text" value="000°07'12.90" w"=""/>				
Parámetros de radio	Parámetros de radio				
Antena copolar: <input type="text" value="WIMAX 23 dBi 65°"/>	Antena copolar: <input type="text" value="WIMAX 23 dBi 65°"/>				
Frecuencias de transmisión <table border="1"> <thead> <tr> <th>Frecuencias</th> <th>Canal</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>5800.000 MHz</td> <td>100</td> </tr> </tbody> </table>	Frecuencias	Canal	5800.000 MHz	100	Polarización: <input type="text" value="Vertical"/>
Frecuencias	Canal				
5800.000 MHz	100				
Polarización: <input type="text" value="Vertical"/>	Altura antena: <input type="text" value="10"/> m				
Altura antena: <input type="text" value="10"/> m	Orientación: <input type="text" value="307.13685561114"/> [0,359]				
Orientación: <input type="text" value="127.04490273683"/> [0,359]	Inclinación: <input type="text" value="-2.86332788668042"/> [-90,90]				
Inclinación: <input type="text" value="2.86332788668042"/> [-90,90]	Umbral recepción: <input type="radio"/> Campo <input checked="" type="radio"/> Potencia				
Potencia: <input type="text" value="0.6"/> W	<input type="text" value="-88"/> dBm				
Pérdidas: <input type="text" value="0"/> dB	Pérdidas: <input type="text" value="0"/> dB				
	Discriminación 45°: <input type="text" value="0"/>				
	Discriminación 90°: <input type="text" value="0"/>				

Figura 46. Configuración del transmisor. Configuración del receptor.

En cuanto a la configuración del transmisor no varía nada, pues sigue siendo el Montduver. En cuanto al equipo receptor tenemos nueva ubicación, la población de Oliva, pero todos los demás parámetros siguen siendo los mismos, antena de 23 dBi de ganancia y 10 metros de altura (Fig46).

El mismo método de cálculo, Rec. ITU-R P. 526-10.

Una vez configurado todo pasamos pues a la simulación de nuestro enlace (Fig47):

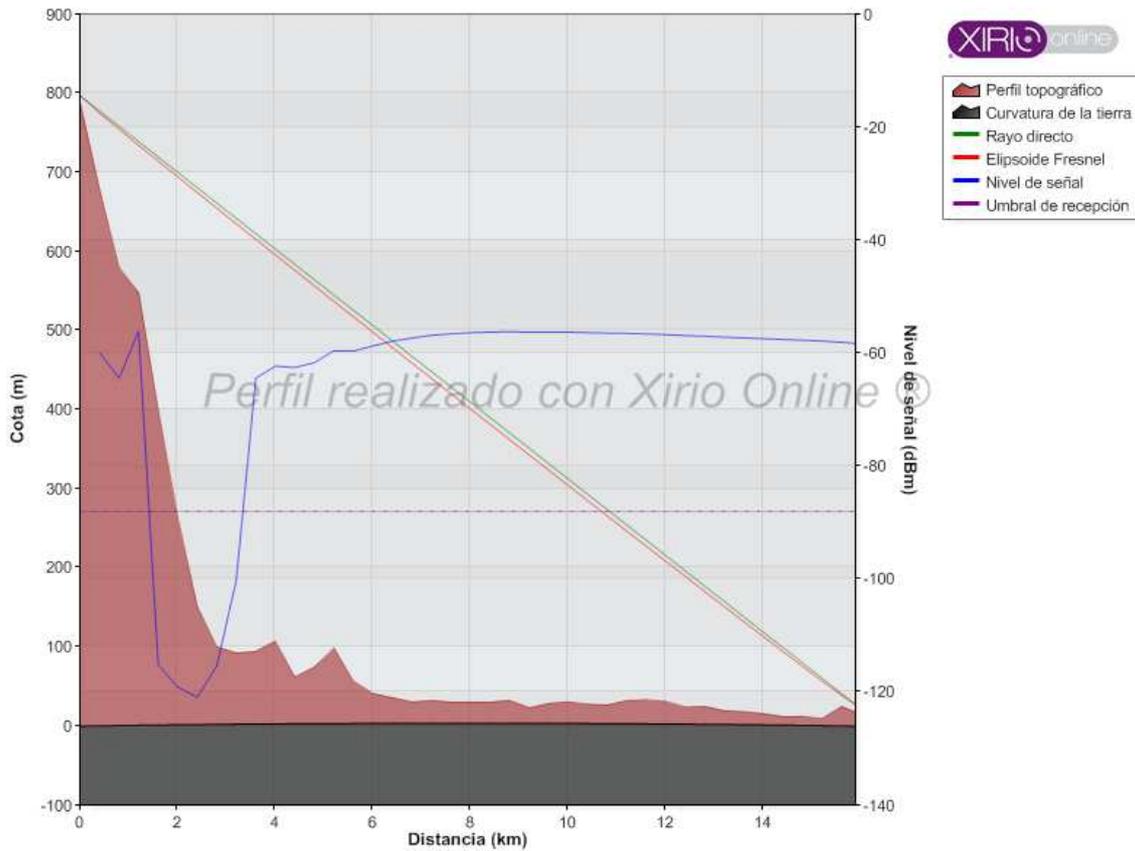


Figura47. Perfil entre el Montduver y Oliva.

En color azul nuestro nivel de señal, que cumple con el nivel requerido para un correcto funcionamiento del radio enlace, estando aproximadamente en los -58dbm de potencia recibida.

Los distintos resultados del informe de perfil se añadirán con el **Anexo Perfil Montduver Oliva.**

3.4 CONCLUSIÓN XIRIO ON LINE.

Sistema de guardado Online, no podemos tener los archivos de nuestras simulaciones guardadas en nuestro ordenador. Las simulaciones caducan a los 3 días si no se modifican durante ese periodo.

El uso de cálculos diarios gratuitos a baja resolución está limitado a una cierta cantidad al día, si superamos dicha cantidad deberemos esperar 24 horas.

Hay que pagar si se desea cálculos a gran resolución.

Editor de antenas muy costoso, pues hay que cambiar los valores de uno en uno haciéndose muy laborioso dicho proceso.

No tiene catálogo de antenas, ni materiales de uso real en aplicaciones de radioenlaces.

Posee un modo asistente para los no iniciados en la aplicación.

Por otro lado posee muchas opciones en cuanto a tipos de estudio de cobertura tanto de banda ancha inalámbrica, navegación aérea o servicio móvil entre otras.

Dentro de la categoría de banda ancha inalámbrica encontramos tanto Wimax a 3,5Ghz de uso privado o Wimax a 5,8Ghz de uso público.

Varios métodos de cálculo, como los modelos que siguen las recomendaciones de la I.T.U (526-10 530-14 y 1411) para radioenlaces Wimax, los modelos Okamura-Hata y Walfish Bertoni para servicios móviles u otros como Deygout basados en la refracción o Standford University Interim recomendado para servicios móviles y de acceso a banda ancha (especialmente Wimax).

Dispone de un menú editable para bandas de frecuencia basadas en la modulación Wimax 802.11, con 256 subportadoras y una separación entre ellas según dicha recomendación de 45KHz.

Posee la opción de orientar antenas automáticamente y optimizar tanto la posición del transmisor como la del receptor al punto más alto de los alrededores.

Resultados fiables pero no exportables a ningún tipo de documento.

Tiene en cuenta el elipsoide de Fresnel.

4 RADIOGIS.

RADIOGIS es una herramienta diseñada en entorno WINDOWS PC para el cálculo de cobertura radioeléctrica de sistemas de radiocomunicaciones como GSM, UMTS, TETRA, LMDS, MMDS, Radio digital, TDT, WiFi, etc.

RADIOGIS tiene uso:

Docente: por estar orientada a la formación de los alumnos en el manejo de este tipo de herramientas de vanguardia que son utilizadas por los operadores y empresas del sector TIC para la planificación de sistemas de radiocomunicaciones.

Investigador: ya que permite incorporar nuevos modelos de propagación por el propio usuario.

Profesional: porque es de fácil manejo para realizar proyectos de ingeniería.

RADIOGIS se integra en el sistema de información geográfica **ArcView 9** como una **barra de herramientas** más (**Fig48**).



Figura 48. Barra de herramientas de RADIOGIS.

SOFTWARE NECESARIO

- Entorno **WINDOWS PC**
- Sistema de Información Geográfica de ESRI **ArcView 8 o 9** con la extensión Spatial Analyst (www.esri.com o www.esri-es.com).

ALGUNAS FUNCIONALIDADES DE RADIOGIS

A. CÁLCULOS

Coberturas de potencia de campo eléctrico o densidad de potencia.

Modelos de propagación: - Entorno rural: **UITR-1546** y **UITR-526**.

-Entorno urbano: Hata, COST231 Y Xia-Bertoni.

-Indoor: Trazado de rayos y UTD (2.5D)

-**Otro** (programable por el usuario, sólo para los entornos rural y urbano).

Porcentaje sobre umbral: utilizando una **capa vectorial** que contenga términos municipales, términos provinciales, carreteras, comarcas, distritos municipales, etc.; o, sobre un **polígono, línea o rectángulo (Fig49)**.

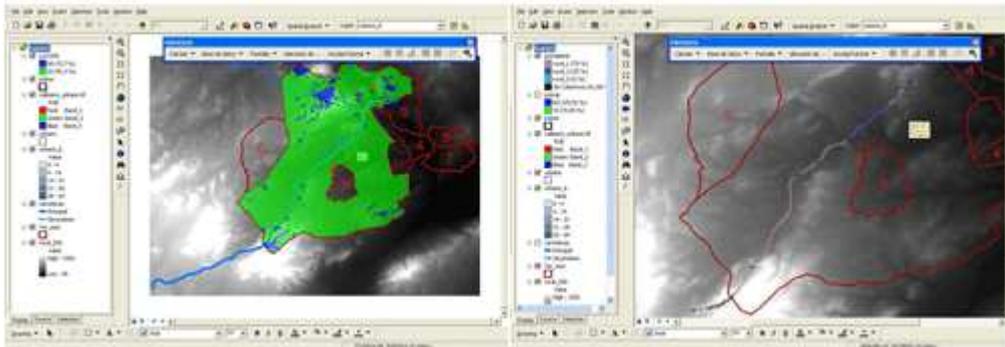


Figura49. Porcentaje sobre umbral.

B. GESTIÓN DE BASES DE DATOS

- De emplazamientos.
- De coberturas radioeléctricas de potencia.
- De mapas de densidad de potencia o de campo eléctrico.
- De sistemas de potencia.
- De mapas múltiples de potencia o de campo eléctrico.
- Campañas de medidas.
- Operaciones de gran utilidad con información raster.

4.1 INSTALACIÓN.

Como hemos mencionado anteriormente para la instalación de RADIOGIS, además de este programa es necesario como mínimo el siguiente Software:

- Entorno **WINDOWS PC**
- Sistema de Información Geográfica de ESRI **ArcView 8 o 9** con la extensión Spatial Analyst (www.esri.com o www.esri-es.com).

Para descargar la aplicación RADIOGIS versión gratuita accederemos al siguiente enlace:

http://www.radiatio.com/index.php?option=com_content&view=article&id=3&Itemid=106&lang=es

Una vez en esta página web pulsaremos sobre la pestaña **Descargas RADIOGIS**, y a continuación pulsaremos en RADIOGIS versión demo (gratuita) (**Fig50**).

Descargar RADIOGIS

[| Imprimir |](#)

Antes de instalar cualquiera de las versiones de RadioGis asegurese de disponer de todo lo necesario como se es en el apartado [¿Qué necesito?](#).

 [RADIOGIS versión demo \(gratuita\).](#)

 RADIOGIS versión completa.

[Contacte](#) con nosotros si desea obtener la versión completa de RADIOGIS.

Figura 50. Descarga de RADIOGIS.

Una vez descargado instalaremos la aplicación

Para la instalación del ArcView basado en la aplicación ArcGis accederemos a la siguiente dirección:

<http://www.esri.com/software/arcgis/arcgis-for-desktop/free-trial>

Una vez en esta dirección web, tendremos que registrarnos para obtener una versión de prueba de 60 días (**Fig51**).

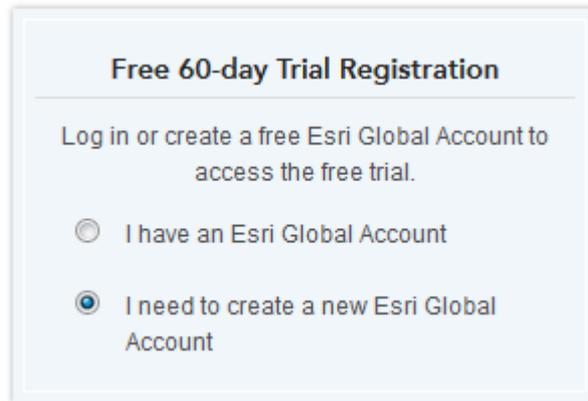


Figura 51. Versión de prueba de 60 días.

Se nos facilitará un código de licencia de serial EVOXXXXXXXXX que deberemos de conservar para una vez instalado el ArcView dar de alta la licencia de prueba, sin él, el programa no se ejecutará.

Una vez registrados descargaremos los programas (**Fig52**):

File Description	Documentation	Download Size	
Microsoft .Net Framework 3.5 SP1			Microsoft .Net Framework 3.5 SP1
ArcGIS Uninstall Utility	Read Me	1.15 MB	Download Spanish
ArcGIS for Desktop	Install Guide	1.12 GB	Download Spanish ▼
ArcGIS Data Reviewer for Desktop	Install Guide	66.11 MB	Download Spanish
ArcGIS Workflow Manager for Desktop	Install Guide	65.96 MB	Download Spanish
ArcGIS Tutorial Data for Desktop		1.70 GB	Download English

Figura 52. Programas de ArcGis descargables.

Una vez descargados instalaremos las aplicaciones, poniendo al final de la instalación el código de licencia facilitado con la versión de prueba.

Una vez instalado se crearán 3 nuevos accesos directos en el escritorio (**Fig53**).



Figura 53. Accesos directos del escritorio.

Ahora ya podemos ejecutar RADIOGIS haciendo doble clic con el ratón o desde el menú inicio de nuestro escritorio y esperar a que se cargue el programa (**Fig54**).

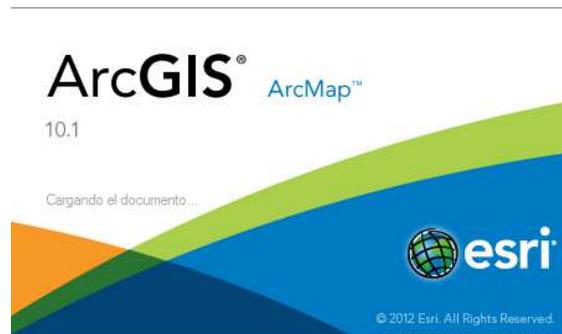


Figura54. RADIOGIS se está cargando.

Una vez el programa cargado (**Fig55**).

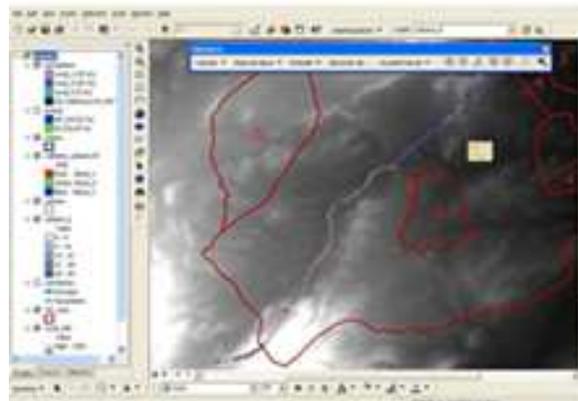


Figura 55. Ventana principal de RADIOGIS.

El programa dispone de mapas de todos los continentes del mundo (**Fig56**).

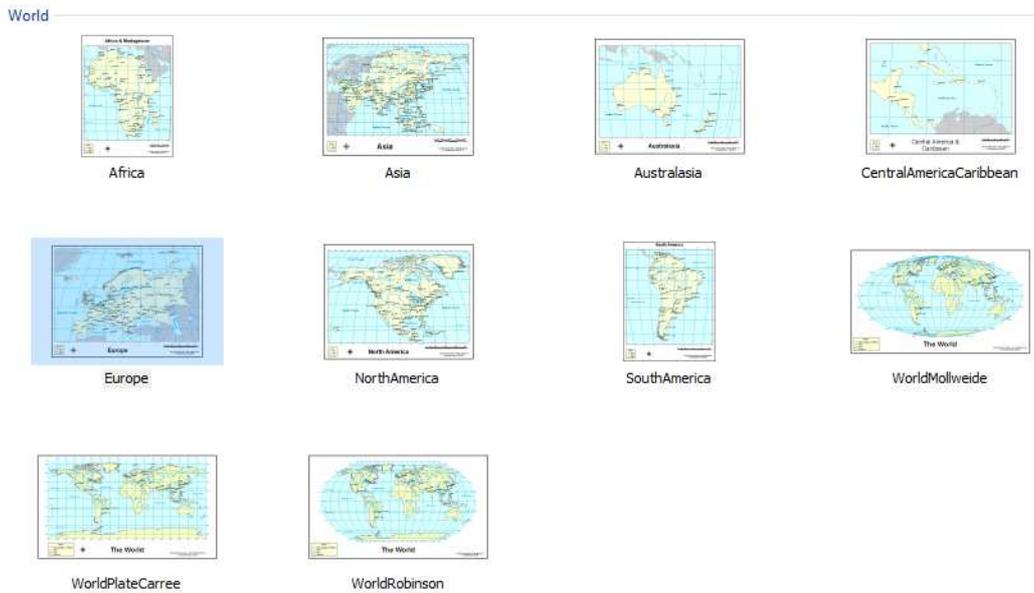


Figura 56. Mapas disponibles.

Existen 2 maneras de obtener la cartografía del continente que se desee. En nuestro caso será la cartografía de Europa y concretamente el país será España.

La primera manera es el **Mapa de España gratuito** a escala 1:2.000.000 de la Base Cartográfica Numérica BCN2000 en formato vectorial DGN (compatible con ArcView y fácilmente convertible a *shapefile*) proporcionado por el Centro Nacional de Información Geográfica Centro Nacional de Información Geográfica of Spain en el apartado de Descargas>DATOS. Para ello accedemos al siguiente enlace:

<http://www.cnig.es/>

En cuanto al **Modelo Digital del Terreno (MDT)** lo podemos descargar en Dielmo 3D S.L. Para ello accedemos al siguiente enlace:

<http://www.dielmo.com/>

Y observamos que la versión ofrecida es de pago.

La segunda manera es en la pestaña Archivo -> Iniciar sesión y registrarse (**Fig57**).



Figura57. Menú para iniciar sesión en ArcGIS Online.

Una vez iniciada sesión ejecutamos la opción ArcGis Online en la pestaña Archivo y obtenemos el siguiente menú en pantalla (Fig58).



Figura 58. Menú de mapas Online disponibles.

Seleccionamos Mapa topográfico de España y lo abrimos (Fig59):



Figura59. Mapa topográfico de España.

Hasta aquí todo perfecto, pero una vez abierto el ArcMap necesitamos la extensión RADIOGIS, para poder realizar las distintas operaciones disponibles (**Fig60**).

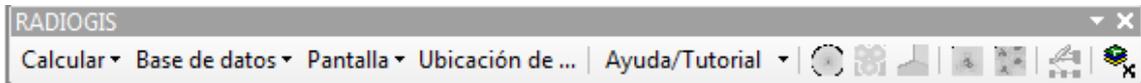


Figura60. Extensión RADIOGIS.

Para ello accederemos a la pestaña Personalizar -> Modo personalizar... (**Fig61**).

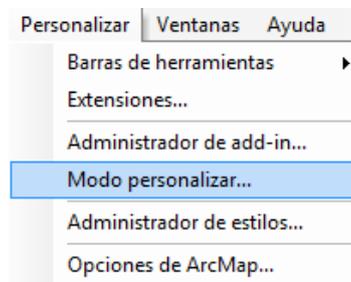


Figura 61. Pestaña Personalizar del menú de ArcMap.

Elegiremos la opción Añadir desde Archivo... (**Fig62**).

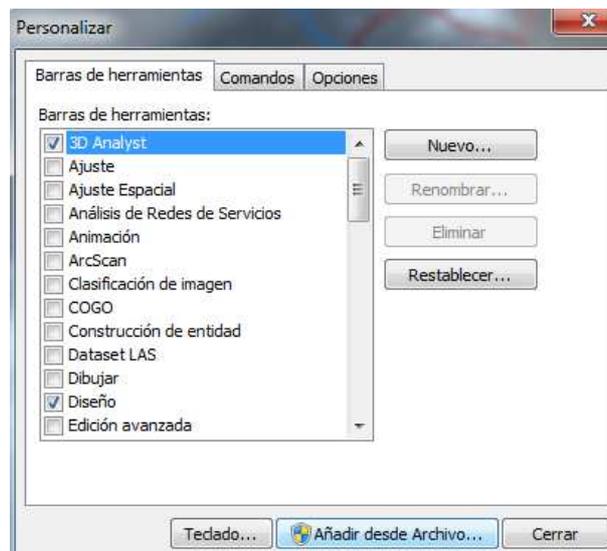


Figura 62. Pestaña Personalizar del menú de ArcMap.

Y buscaremos en el directorio donde instalamos RADIOGIS, por defecto C: RADIOGIS, el archivo con extensión RADIOGIS.dll (**Fig63**).

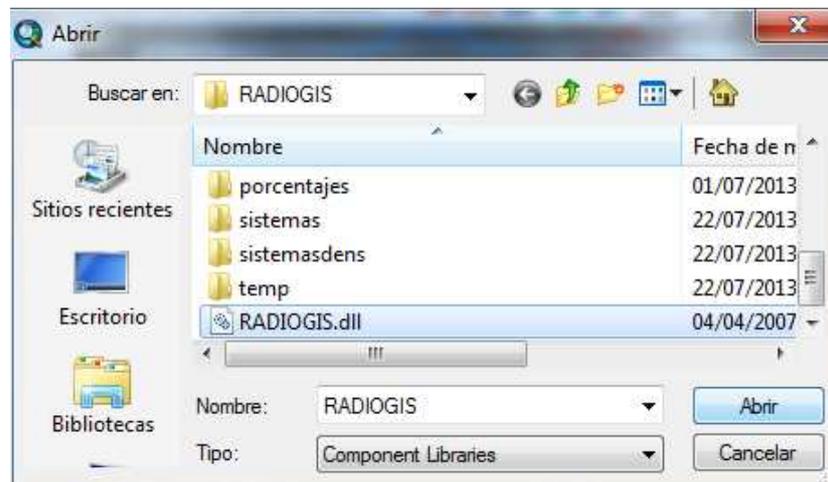


Figura 63. Directorio de RADIOGIS.dll

Una vez hecho esto, ya tendremos por fin a nuestra disposición la barra de herramientas de RADIOGIS con todas sus opciones disponibles.

4.2 DESCRIPCIÓN BARRA DE HERRAMIENTAS RADIOGIS.

Ahora ya podemos hacer uso de todas las acciones de RADIOGIS (**Fig64**).



Figura 64. Extensión de RADIOGIS.

Descripción de los botones (**Fig65**).

Botones.

-  : Selecciona uno o varios objetos de una capa vectorial (ArcView).
-  : Borra los mapas generados por RADIOGIS.
-  : Necesario para dibujar sobre la pantalla.
-  : Calcular cobertura individual de potencia.
-  : Calcular cobertura de potencia del sistema.
-  : Generar mapa de mejor servidor del sistema.
-  : Calcular mapa individual de densidad de potencia / campo eléctrico.
-  : Calcular mapa múltiple de densidad de potencia / campo eléctrico.

Figura 65. Descripción de los botones.

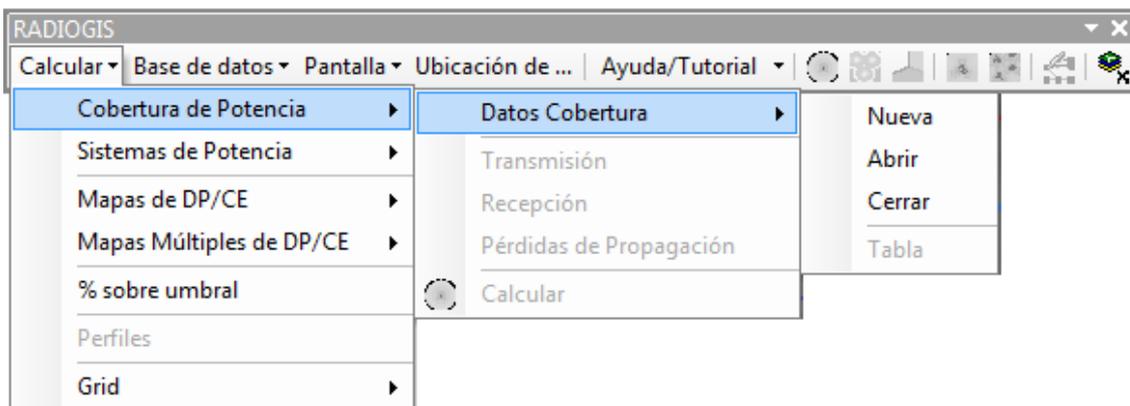


Figura 66. Menús de Cobertura de Potencia.

Datos cobertura (Fig66):

Nueva: Realiza el cálculo de una nueva cobertura radioeléctrica.

Abrir: Visualiza los resultados de una cobertura realizada anteriormente.

Cerrar: Cierra la cobertura abierta. No se podrán realizar más cambios sobre la última cobertura calculada o abierta.

Tabla: Crea un nuevo cálculo de cobertura de potencia cuyos datos se encuentran en un fichero con extensión .dbf (base de datos), el cual se puede crear a partir del programa 'Excel' de 'Microsoft Office'

Transmisión: Cambia los parámetros de transmisión de la cobertura en curso.

Recepción: Cambia los parámetros de recepción de la cobertura en curso.

Pérdidas de propagación: Cambia los datos de la estación base, estación móvil, parámetros comunes y zona de cálculo de la cobertura en curso.

Calcular: Inicia el cálculo de la cobertura radioeléctrica a partir de los datos introducidos en los formularios.

En cuanto a equipos de transmisión y recepción ofrece las siguientes opciones de configuración:



Figura 67. Menú de configuración de transmisión.

Transmisión: Se introducen los parámetros radioeléctricos del transmisor, como son la PIRE, potencia transmitida, ganancia o pérdidas. Una vez introducidos los datos pulsar en Siguiente (**Fig67**).

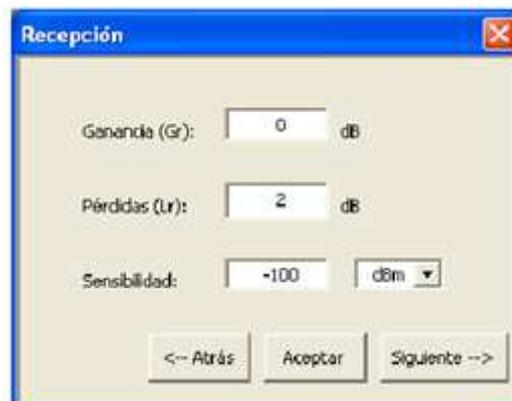


Figura 68. Menú de configuración de recepción.

Recepción: Se introducen los parámetros radioeléctricos del receptor, como son la ganancia, pérdidas y sensibilidad. Se puede volver al formulario de Transmisión

pulsando en 'Atrás' o continuar con la introducción de datos pulsando en Siguiete (Fig68).

En el siguiente menú se pueden observar los parámetros de configuración tanto para la estación base como para la estación móvil, la ubicación del emplazamiento en sus coordenadas correspondientes, el tipo de antena a utilizar y la orientación en el plano vertical y horizontal (Fig69).

Figura 69. Configuración estación base. Ubicación, tipo de antena y polarización.

El emplazamiento se puede cargar con la opción que le corresponde y seleccionado dicha ubicación o bien con la opción ratón y seleccionarlo en el mapa.

Tenemos 3 tipos de antenas para seleccionar: Isotrópica (**Fig70**), Omnidireccional (**Fig71**) y Sectorizada (**Fig72**), cada una con sus diferentes diagramas de radiación.

Las antenas isotrópicas son aquellas que irradian en todos sus grados con la misma potencia. No existen en la vida real, es por ello que si la seleccionamos no obtendremos ningún diagrama de radiación.

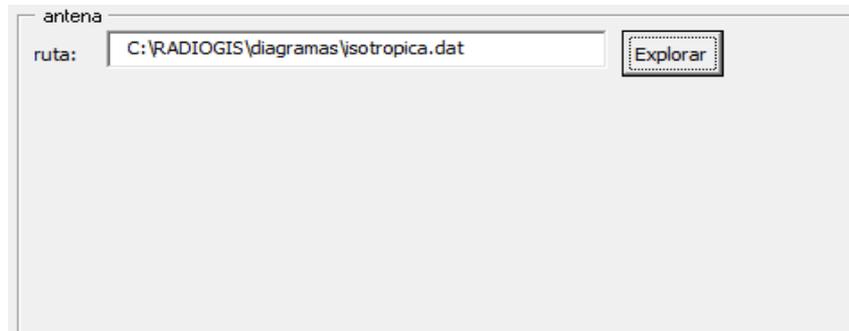


Figura 70. Antena Isotrópica.

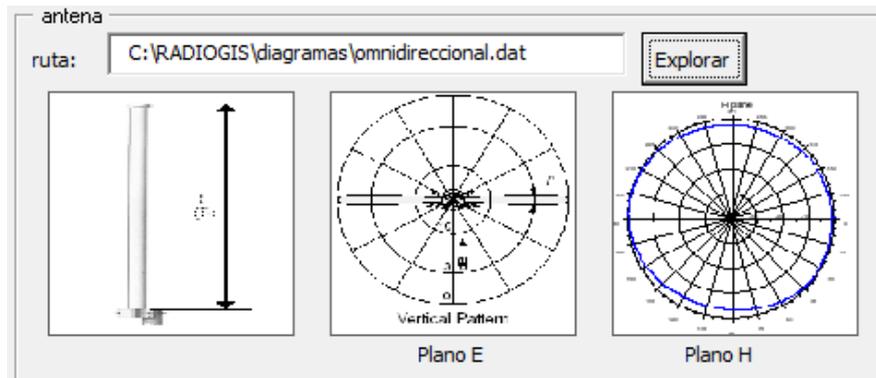


Figura 71. Antena Omnidireccional.

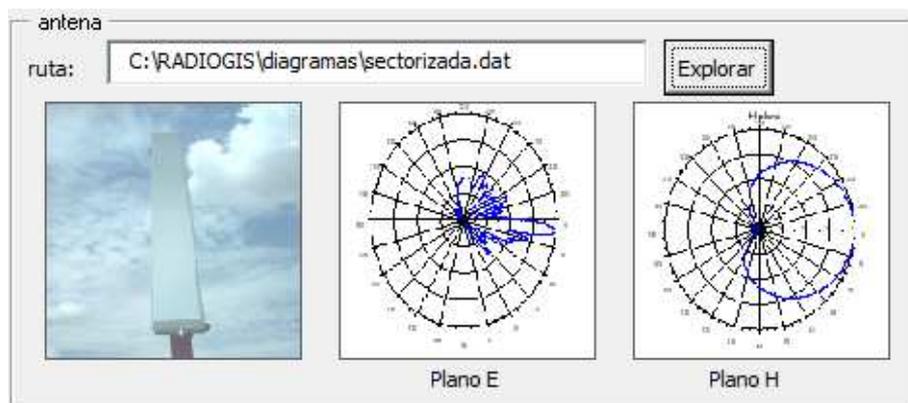
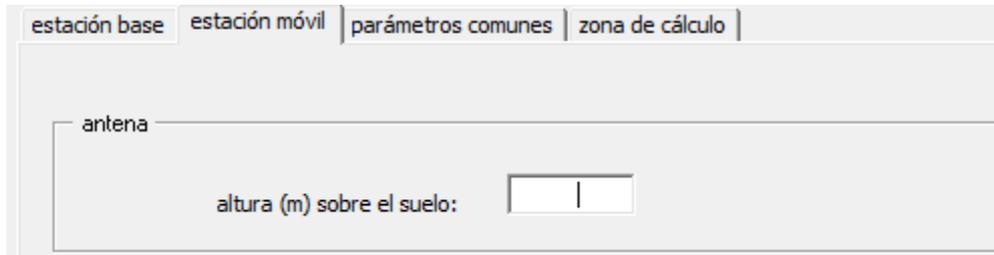


Figura72. Antena sectorizada.

La orientación de las antenas se puede escribir manualmente u orientarlas con la opción ratón.

Las opciones de la estación móvil son las mismas que la estación base con la diferencia de que no indicamos la ubicación del emplazamiento sino la altura de la antena (**Fig73**).



estación base | estación móvil | parámetros comunes | zona de cálculo

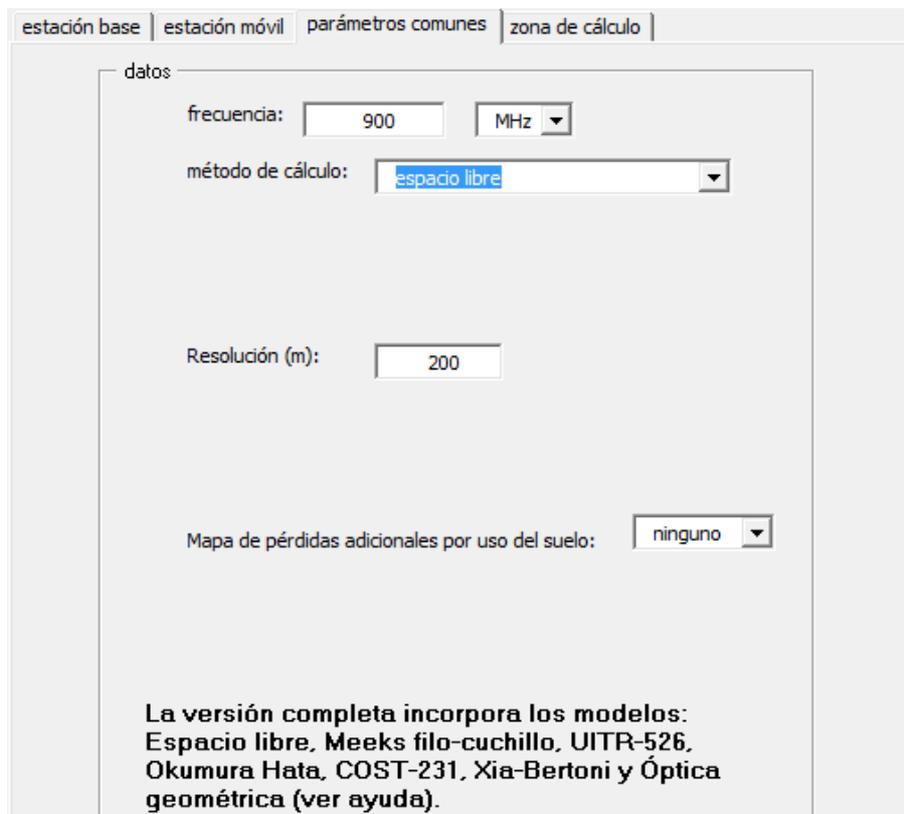
antena

altura (m) sobre el suelo:

Figura 73. Estación móvil. Altura de la antena.

Por lo demás es igual, seleccionamos el tipo de antena, su orientación y listos.

En el siguiente menú encontramos los parámetros comunes (**Fig74**):



estación base | estación móvil | parámetros comunes | zona de cálculo

datos

frecuencia:

método de cálculo:

Resolución (m):

Mapa de pérdidas adicionales por uso del suelo:

**La versión completa incorpora los modelos:
Espacio libre, Meeks filo-cuchillo, UTR-526,
Okumura Hata, COST-231, Xia-Bertoni y Óptica
geométrica (ver ayuda).**

Figura 74. Parámetros comunes.

Se puede leer claramente: La versión completa incorpora los modelos: Espacio libre, Meeks filo-cuchillo, UITR-526, Okumura Hata, COST-231, Xia-Bertoni y Óptica geométrica. En la sección métodos de cálculo se detallan los métodos nombrados.

Así pues en el menú solo están disponibles estos 3 tipos de cálculo (**Fig75**):

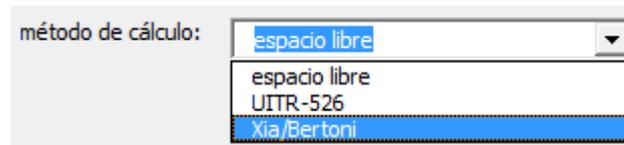


Figura 75.Método de cálculo.

Se pueden definir parámetros como la frecuencia empleada o la resolución.

En el último apartado encontramos zona de cálculo (**Fig76**).

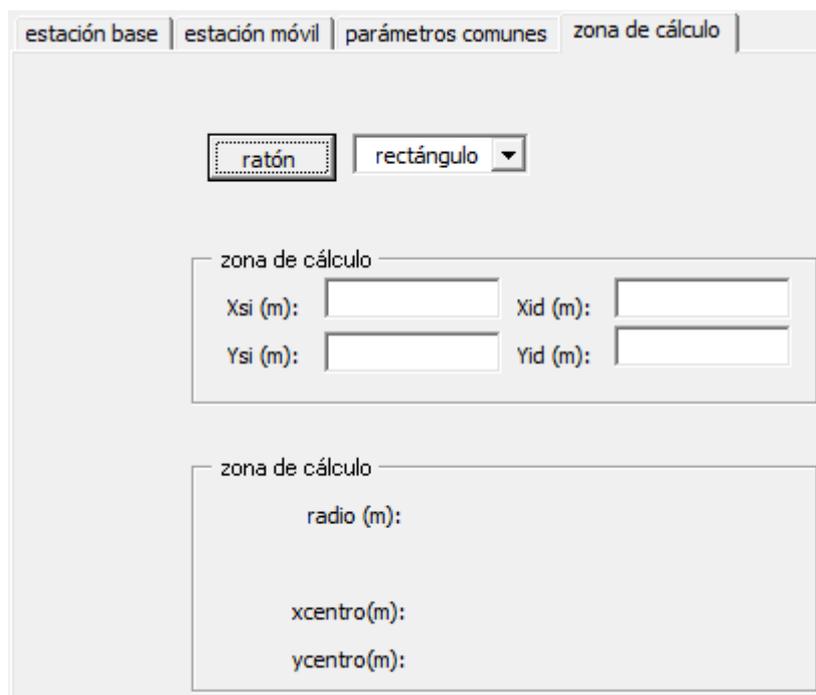


Figura 76. Zona de cálculo.

Con la opción ratón entraremos en el mapa que se esté utilizando y realizaremos un rectángulo sobre la zona que se desee aplicar el cálculo.

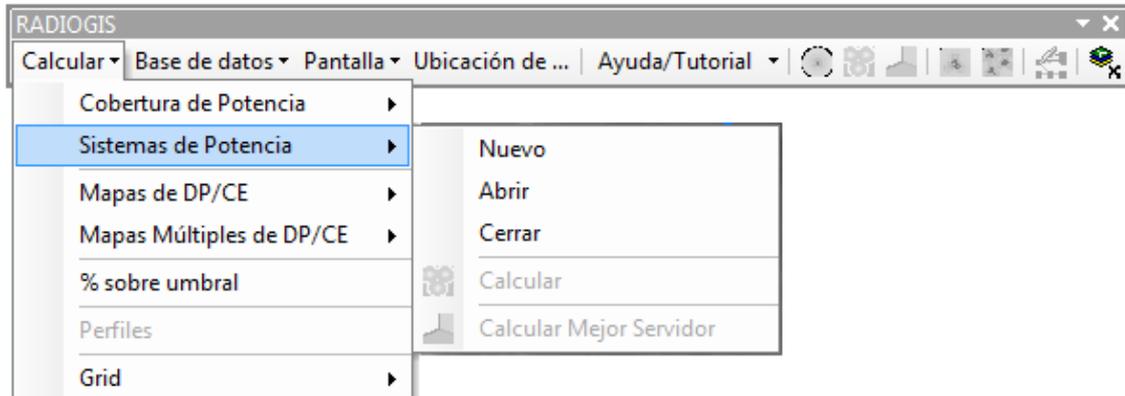


Figura 77. Menús de Sistemas de Potencia.

Sistemas de Potencia (Fig77):

Nuevo: Crea un nuevo sistema.

Abrir: Visualiza los resultados de un sistema calculado anteriormente.

Cerrar: Cierra el sistema abierto. No se podrán realizar más cambios sobre el último sistema calculado o abierto.

Calcular: Realiza el cálculo del sistema según los datos introducidos en el menú 'Nuevo'.

Calcular Mejor Servidor: Realiza el cálculo de mejor servidor del sistema una vez realizado el cálculo de potencia.

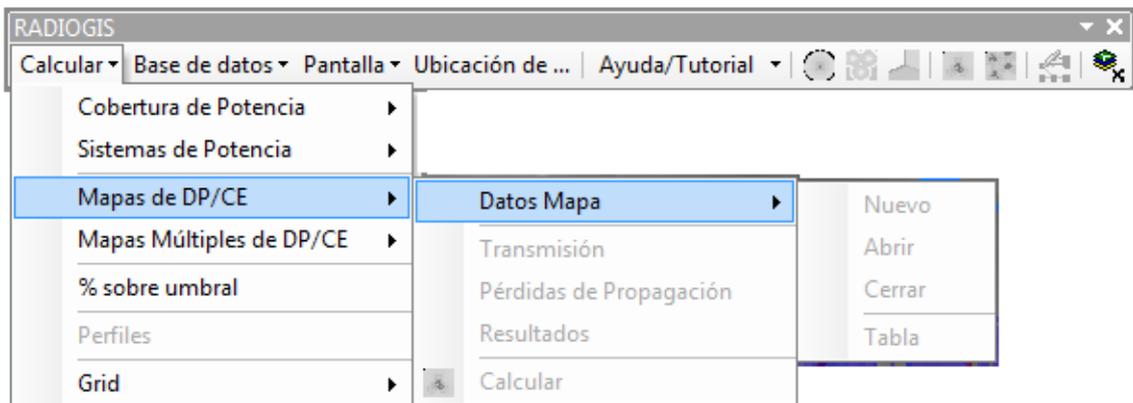


Figura 78. Menú Mapas de DP/CE.

Mapas de DP/C (Fig78):

Datos Mapa.

Nuevo: Crea un nuevo cálculo de densidad de potencia o campo eléctrico..

Abrir: Visualiza los resultados de una densidad de potencia o campo eléctrico calculado con anterioridad.

Cerrar: Cierra la densidad abierta. No se podrán realizar más cambios sobre la última densidad calculada o abierta.

Tabla: Crea un nuevo cálculo de cobertura de potencia cuyos datos se encuentran en un fichero con extensión .dbf (base de datos), el cual se puede crear a partir del programa 'Excel' de 'Microsoft Office'.

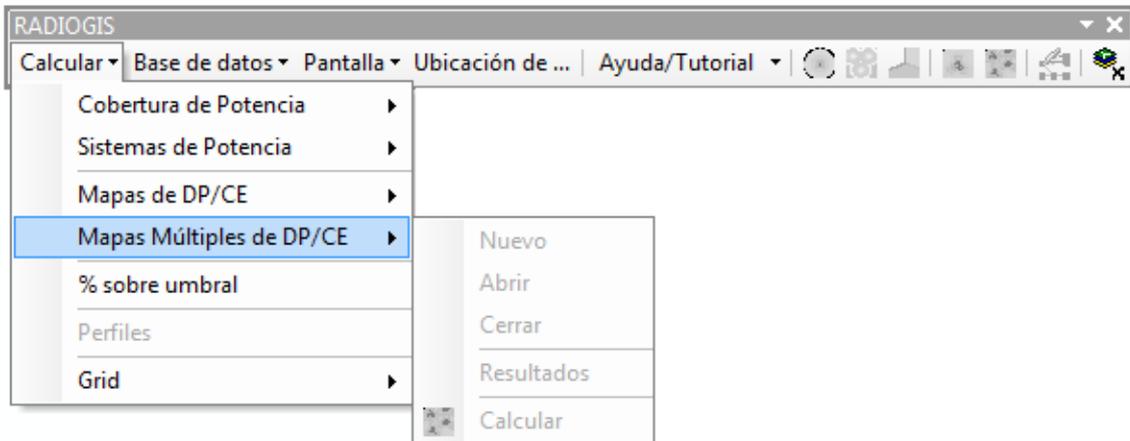


Figura 79. Mapas Múltiples de DP/CE.

Mapas Múltiples de DP/CE (Fig79):

Nuevo: Crea un nuevo mapa múltiple de densidad.

Abrir: Visualiza los resultados de un mapa múltiple de densidad calculado anteriormente.

Cerrar: Cierra el mapa múltiple abierto. No se podrán realizar más cambios sobre el último mapa calculado o abierto.

Resultados: Permite realizar cambios en las unidades del resultado del mapa de densidad de potencia/campo eléctrico en curso.

Calcular: Realiza el cálculo del mapa múltiple de densidad de potencia/campo eléctrico según los datos introducidos en el menú 'Nuevo'.

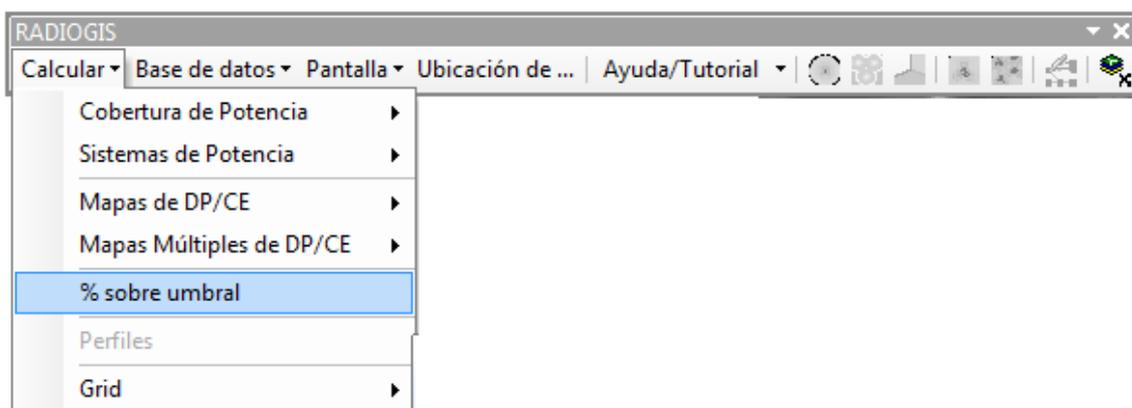


Figura 80. % sobre umbral.

% sobre umbral (Fig80):

Esta opción permite calcular el porcentaje de potencia que supera un umbral sobre una zona (región, término municipal, carretera,...) aportado por una estación base o por un sistema, así como el cálculo del mejor servidor.

Perfiles:

Para el cálculo de perfiles es necesario modelo digital del terreno en formato ASCII.

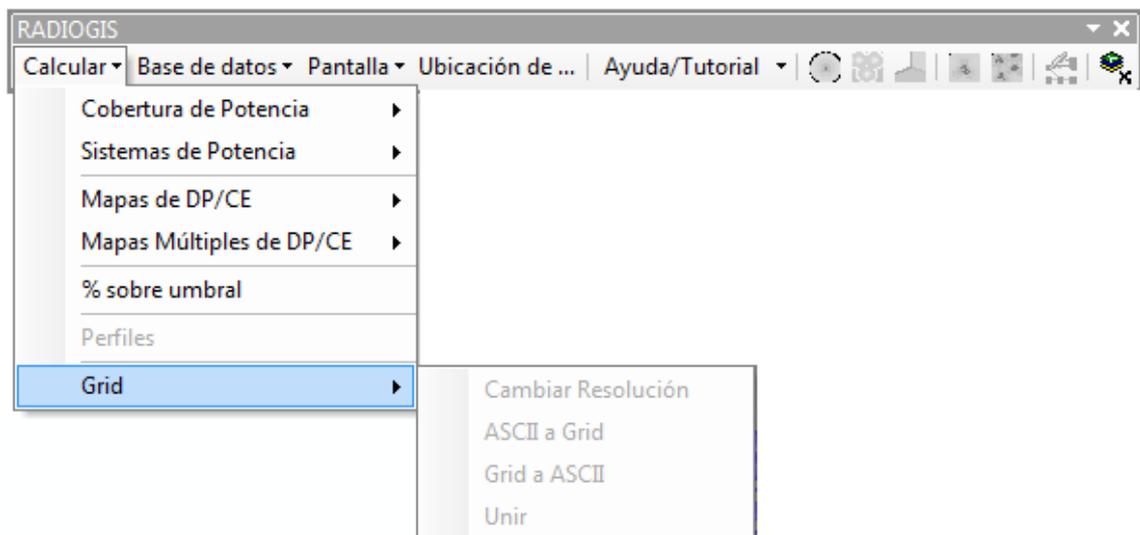


Figura 81.Menú Grid.

Grid (Fig81):

Un *grid* es una estructura de datos basada en celdas (información *raster* o matricial). Todas las celdas son cuadradas, tienen el mismo tamaño y contienen un valor numérico que puede ser entero o real. Cada *grid* representa una variable espacial, tema o capa de información. En un *grid* las celdas se almacenan en filas y columnas a diferencia de la cobertura donde las características geográficas se almacenan como series de coordenadas x, y . El sistema de coordenadas es cartesiano y las filas y columnas son paralelas a los ejes X e Y , respectivamente. El tamaño del *grid* queda definido por el número de filas y columnas y el tamaño de la celda. Como cada celda tiene la misma dimensión es fácil localizar una de ellas en un sistema de coordenadas dado si se toma una esquina (inferior izquierda en ArcGis) del *grid* como referencia. Cada *grid* cuyas celdas tengan asignados números enteros (no reales) tiene asociada mediante el modelo georrelacional una tabla de atributos presentada en el directorio

Cambiar resolución: Cambia la resolución de un raster almacenado en memoria.

ASCII a Grid: Importa un raster con formato ASCII a un fichero grid.

Grid a ASCII: Exporta un raster con formato grid a un fichero ASCII.

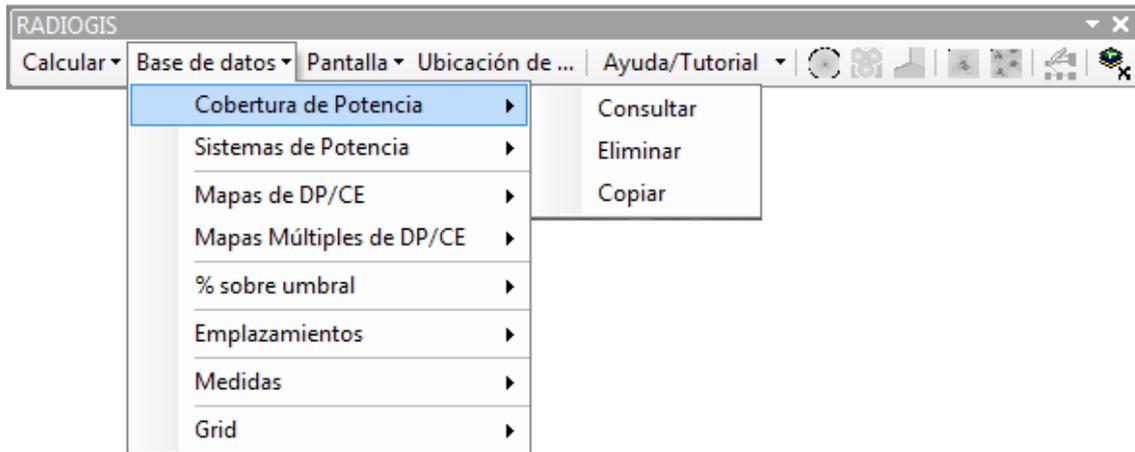


Figura 82.Menú Cobertura de Potencia

Cobertura de Potencia (Fig82):

Consultar: Muestra los resultados de una cobertura calculada anteriormente

Eliminar: Elimina coberturas creadas anteriormente

Copiar: Copia una cobertura existente, creando otra con el nombre deseado

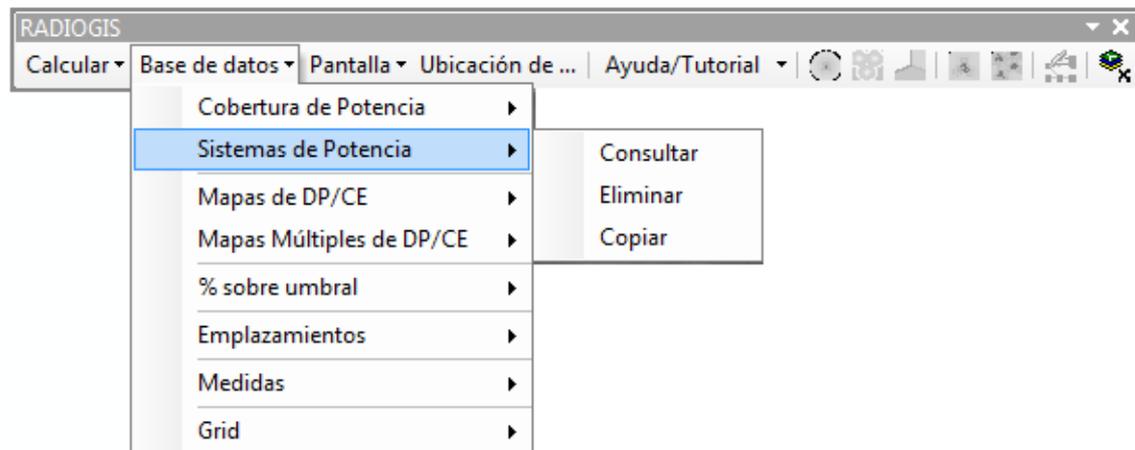


Figura 83.Menú Sistemas de Potencia.

Sistemas de potencia (Fig83):

Consultar: Muestra los resultados de un sistema calculado anteriormente

Eliminar: Elimina sistemas creados anteriormente

Copiar: Copia un sistema existente, creando otro con el nombre deseado.

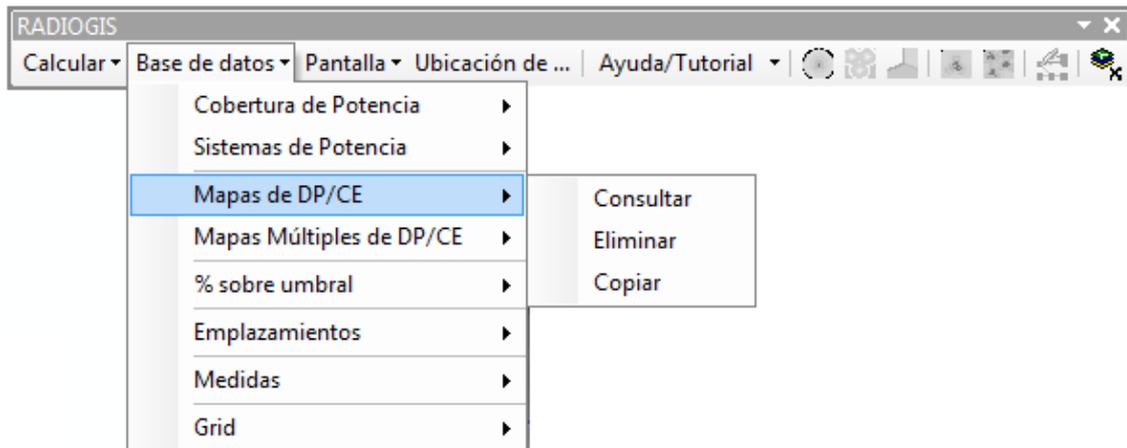


Figura 84. Menú Mapas de DP/CE.

Mapas de DP/CE (Fig84):

Consultar: Muestra los resultados de un mapa múltiple de densidad de potencia calculado anteriormente.

Eliminar: Elimina mapas múltiples de densidad creados anteriormente.

Copiar: Copia un mapa múltiple de densidad existente, creando otro con el nombre deseado.

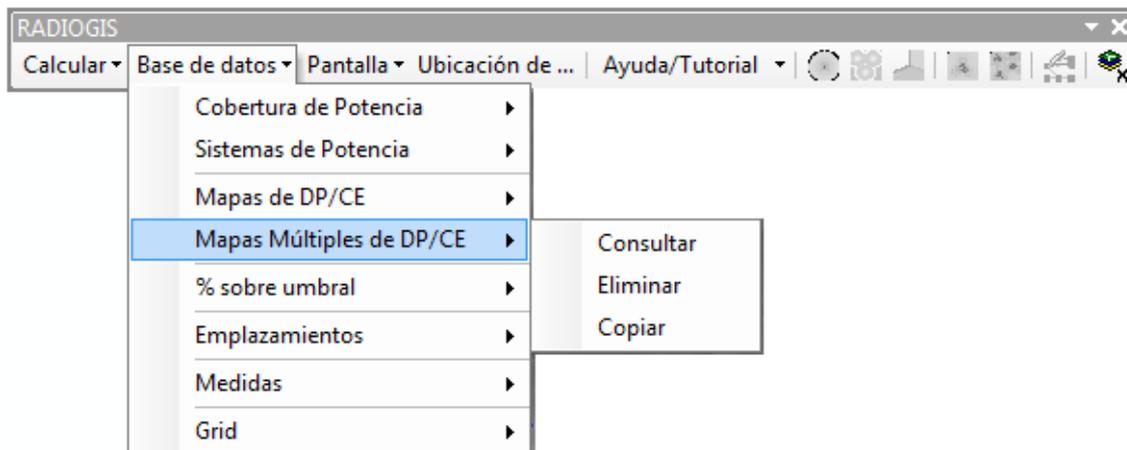


Figura 85. Menú Mapas Múltiples de DP/CE.

Mapas Múltiples de DP/CE (Fig85):

Consultar: Muestra los resultados de un mapa múltiple de densidad de potencia calculado anteriormente.

Eliminar: Elimina mapas múltiples de densidad creados anteriormente.

Copiar: Copia un mapa múltiple de densidad existente, creando otro con el nombre deseado.

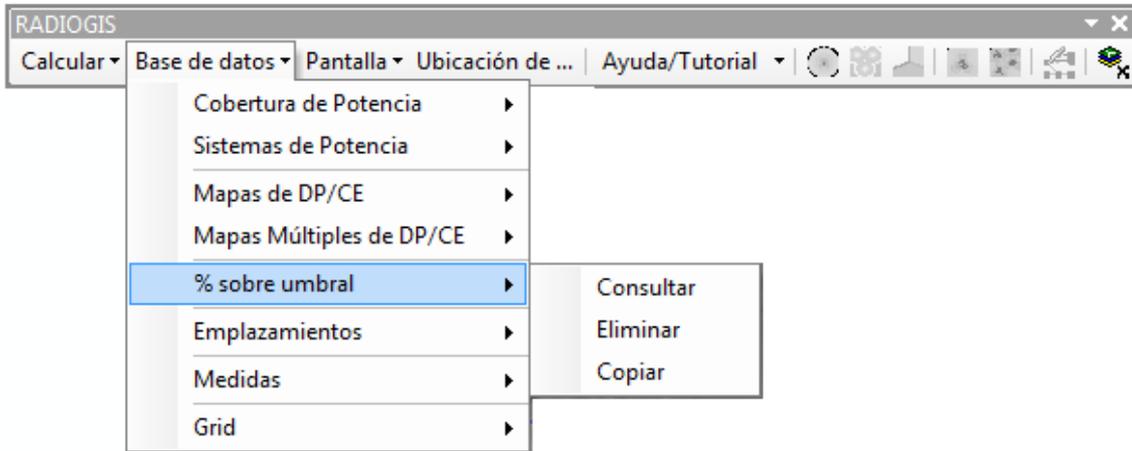


Figura 86.Menú % sobre umbral

% sobre umbral (Fig86):

Consultar: Muestra los resultados de un cálculo de % sobre umbral.

Eliminar: Elimina porcentajes creados anteriormente.

Copiar: Copia un porcentaje existente, creando otro con el nombre deseado.

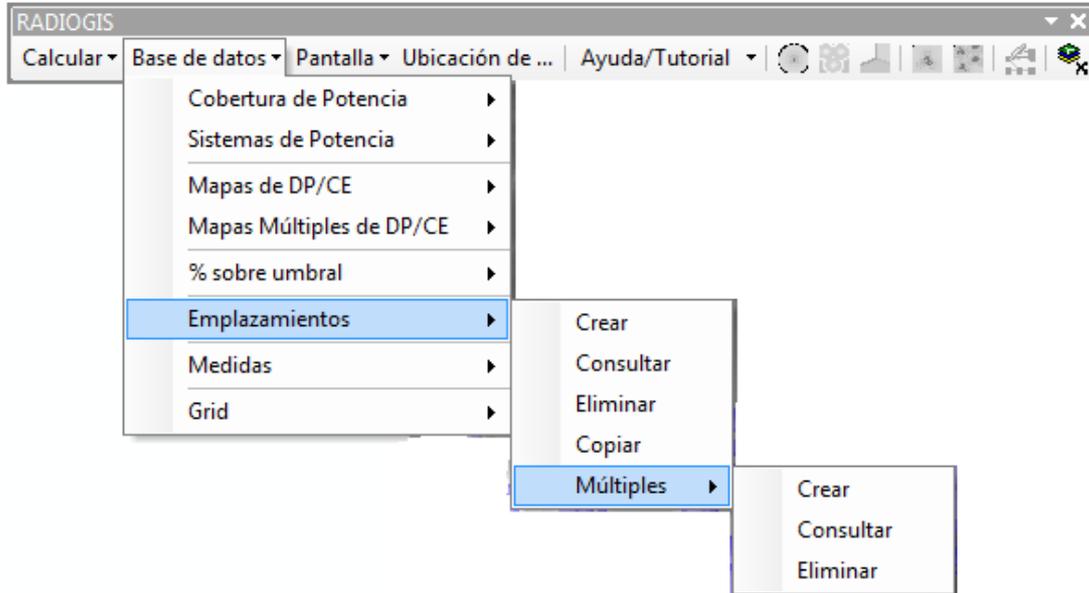


Figura 87.Menú Emplazamientos.

Emplazamientos (Fig87):

Crear: Crea un nuevo emplazamiento. Al pinchar en esta opción aparecerá el siguiente formulario (**Fig88**):

Figura 88. Menú crear emplazamiento.

Después de crear los distintos emplazamientos se pueden representar sobre el mapa quedando de la siguiente forma (**Fig89**).

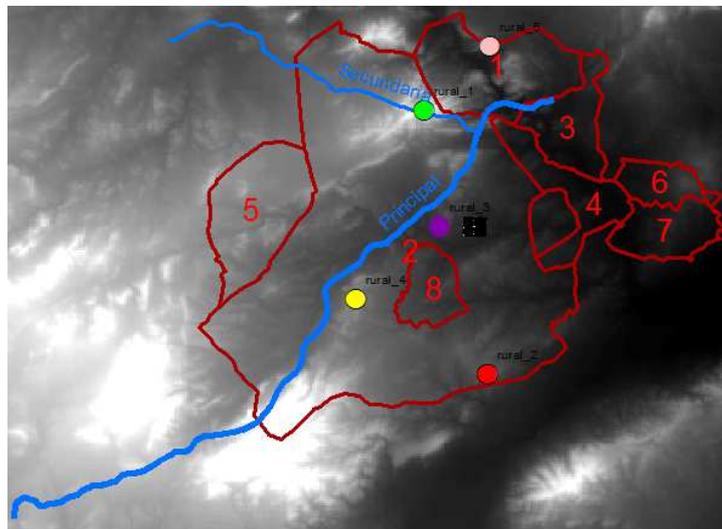


Figura 89. Mapa con los distintos emplazamientos ubicados.

Siendo estas las coordenadas x e y en metros para cada ubicación (**Fig90**).

Nombre	Coordenada X(m)	Coordenada Y(m)
rural_1	3686976	5348405
rural_2	3692574	5325258
rural_3	3688358	5338274
rural_4	3681035	5331832
rural_5	3692749	5354010

Figura 90. Coordenadas X e Y de las distintas ubicaciones.

Existe la posibilidad de elegir la posición del nuevo emplazamiento directamente sobre el mapa. Para ello pulsar en el botón 'ratón', una vez que el formulario desaparezca pulsar en el icono  y a continuación sobre el mapa en el punto donde se encuentre el emplazamiento. Una vez introducidas las coordenadas y el nombre pinchar en 'Crear'. En este momento el emplazamiento pasará a formar parte de la base de datos.

Consultar: Muestra los datos de un emplazamiento definido anteriormente.

Eliminar: Elimina emplazamientos definidos anteriormente.

Copiar: Copia un emplazamiento existente, creando otro con el nombre deseado.

Múltiples:

Permite agrupar emplazamientos creando un nuevo emplazamiento múltiple.

Crear: Crea un nuevo grupo múltiple emplazamiento.

Consultar: Muestra los datos de un grupo múltiple de emplazamiento definido anteriormente.

Eliminar: Elimina grupos múltiples de emplazamientos definidos anteriormente.

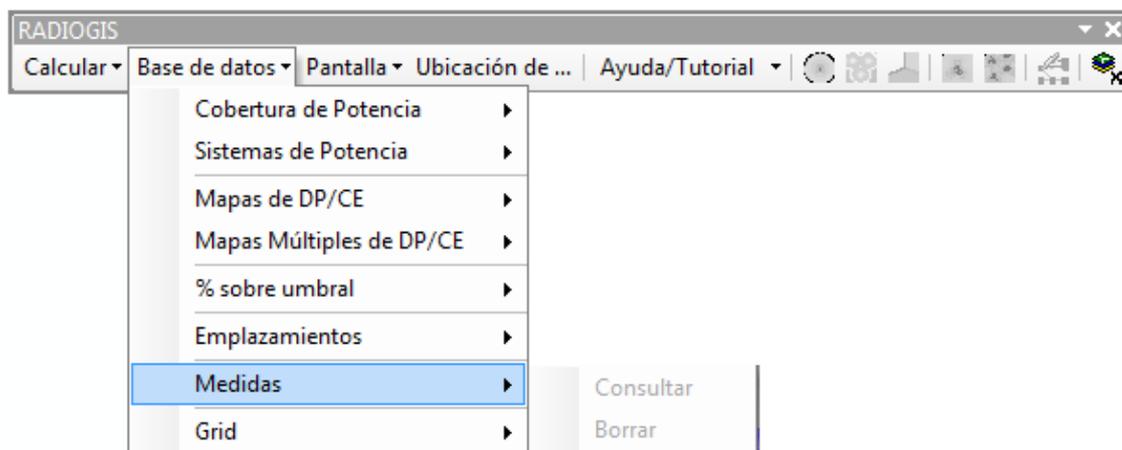


Figura 91. Menú Medidas.

Medidas (Fig91):

Consultar: Muestra los resultados de una campaña de medidas.

Eliminar: Elimina campañas de medidas.

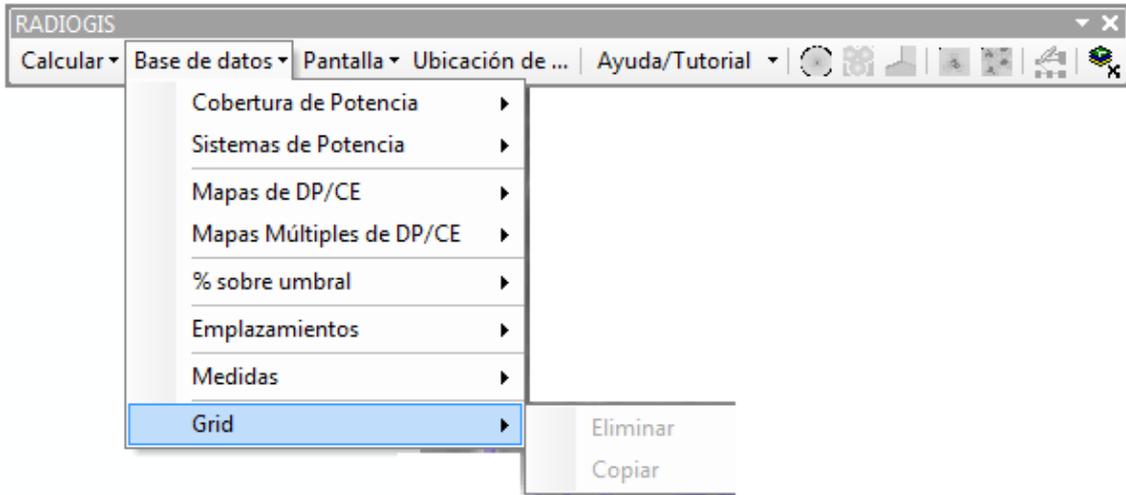


Figura 92. Menú Grid.

Grid (Fig92):

Eliminar: Elimina un grid almacenado en memoria.

Copiar: Copia un grid almacenado en el directorio deseado.

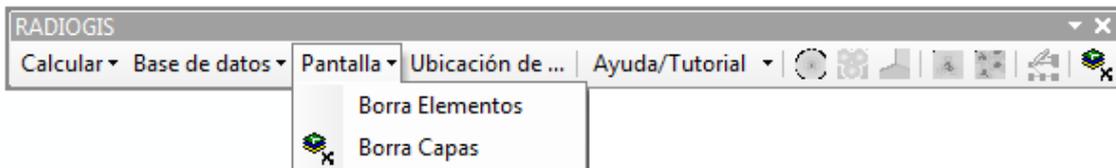


Figura 93. Menú pantalla.

Pantalla (Fig93):

Borra Elementos: Elimina los elementos seleccionados.

Borra Capas: Elimina la capas seleccionadas.

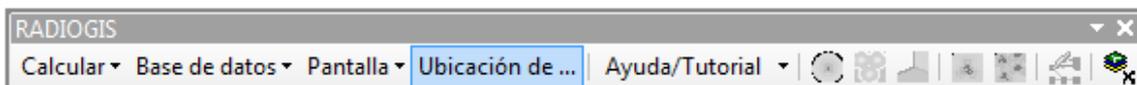


Figura 94. Menú Ubicación de...

Ubicación de (Fig94):

Al seleccionar esta opción se nos abre el siguiente menú. En este formulario se introducen los directorios en los que los resultados de cada tipo de cálculo serán guardados (**Fig95**).

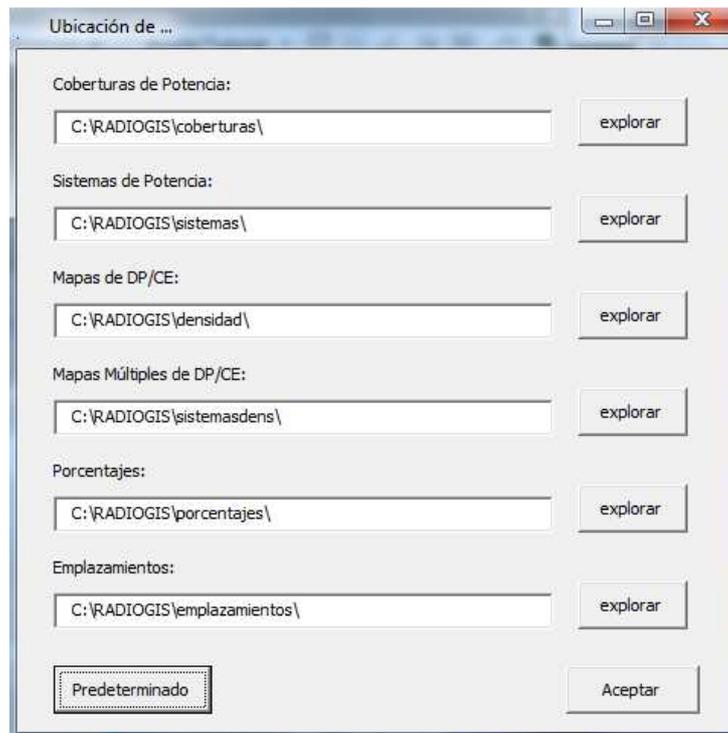


Figura 95. Menú Ubicación de... abierto.

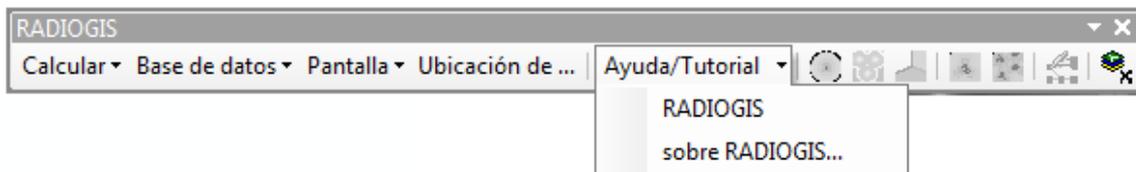


Figura 96. Menú Ayuda/Tutorial.

Ayuda/Tutorial (Fig96):

RADIOGIS: La primera opción, al ser pulsada nos abre el manual de ayuda de Radiogis. La versión demo de ayuda solo incluye la primera de las 6 prácticas disponibles.

Sobre RADIOGIS: La segunda opción nos muestra información sobre los creadores de dicha aplicación (**Fig97**).

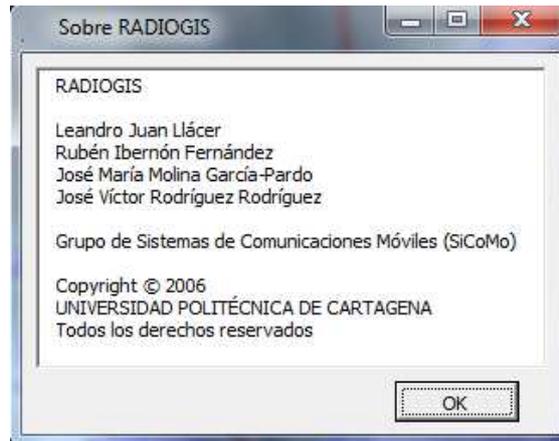


Figura 97. Sobre RADIOGIS.

4.3 MÉTODOS DE CÁLCULO.

RADIOGIS posee varios tipos de cálculo que son los siguientes: **Espacio libre**, **UITR-526**, **Xia/Bertoni**, **Okumura-Hata** y **COST-Hata**, **COST 231**, **Meeks filo-cuchillo**, **Óptica geométrica** y la opción **Otro** que se trata de un modelo de propagación creado previamente por el usuario.

En su versión demo RADIOGIS sólo ofrece la posibilidad de cálculo con las 3 primeras, siendo estas las que estudiaremos a continuación.

Espacio Libre: Utilizando este método de propagación las pérdidas se calcularán sin tener en cuenta ningún obstáculo suponiendo un medio dieléctrico homogéneo, teniendo en cuenta la siguiente fórmula:

$$L(dB) = 32,45 + 20 * \log_{10}(f \text{ (MHz)}) + 20 * \log_{10}(d \text{ (Km)})$$

El método de espacio libre se puede utilizar para cualquier rango de frecuencias y alturas del transmisor y receptor.

UITR-526: Este método es válido para entornos rurales en los que existen múltiples obstáculos, como se puede apreciar en la siguiente figura (**Fig98**).

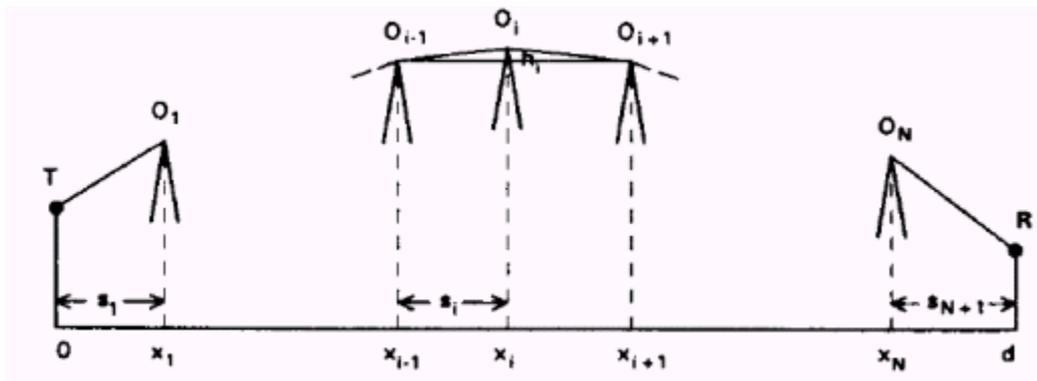


Figura 98. UITR-526 para entornos rurales.

Donde:

- N : número de obstáculos
- h_i : altura del obstáculo O_i respecto a la recta que une O_{i-1} con O_{i+1} ,
- x_i : abscisa del obstáculo O_i
- $s_i = x_i - x_{i-1}$: distancia entre los obstáculos O_{i-1} y O_{i+1} ,
- $s_1 = x_1$: distancia entre el primer obstáculo y el transmisor.
- $s_{n+1} = d - x_n$: distancia del último obstáculo al receptor (d es la distancia entre emisor y receptor)

La atenuación por difracción viene dada, para múltiples obstáculos, por:

$$LD \text{ (dB)} = \sum_{i=1}^n LD(v_i) + \sum_{i=1}^j LsD(v'_i) - 10 * \log(C_n)$$

Donde:

$$v_i = 2.58 * 10^{-3} * h_i * \sqrt{f * \frac{S_i + S_{i+1}}{S_i * S_{i+1}}}$$

L_{sD} son las pérdidas debidas a obstáculos en el subvano O_{i-1} , O_i , O_{i+1} que queden por debajo de la línea O_{i-1} , O_{i+1} con despejamiento insuficiente. Únicamente se tendrá en cuenta un único obstáculo, el que tenga el parámetro v menos negativo (el peor caso). C_m es un factor de corrección que viene dado por:

$$C_n = \left[\frac{S_2 * \dots * S_N * (S_1 + S_2 + \dots + S_{N+1})}{(S_1 + S_2) * \dots * (S_N + S_{N+1})} \right]$$

Xia/Bertoni: El modelo Xia/Bertoni se aplica en entornos urbanos y suburbanos. El modelo es aplicable en caso de que el perfil sea como en la siguiente figura (**Fig99**).

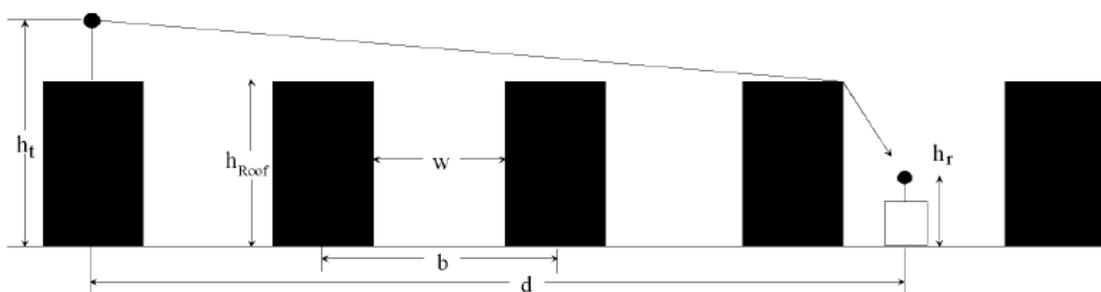


Figura 99. Perfil del modelo Xia/Bertoni en entornos urbanos y suburbanos.

Al igual que el modelo de Walfish-Bertoni, las pérdidas de propagación se expresan como la suma de tres términos: pérdidas por espacio libre, por la difracción desde la última difracción hasta el receptor y por la múltiple difracción sobre edificios.

Se toman tres casos en función de la altura de la antena de la estación base:

1 .Altura de la estación base cercana a la altura media de los edificios:

$$L = -10\log \left(\frac{\lambda}{2\sqrt{2}\pi R} \right)^2 - 10\log \left[\frac{\lambda}{2\pi^2 r} * \left(\frac{1}{\theta} - \frac{1}{2\pi l \theta} \right)^2 \right] \\ - 10\log \left(\frac{d}{R} \right)^2$$

2. Altura de la estación base por encima de la altura media de los edificios:

$$L = -10\log \left[\left(\frac{\lambda}{4\pi R} \right)^2 \right] \\ - 10\log \left[(2.35)^2 * \left(\frac{\Delta h}{R} * \sqrt{\frac{d}{\lambda}} \right)^{1.8} \right] \\ - 10\log \left[\frac{\lambda}{2\pi^2 r} * \left(\frac{1}{0} - \frac{1}{2\pi + 0} \right)^2 \right]$$

3. Altura de la estación base por debajo de la altura media de los edificios:

$$L = -10\log \left(\frac{\lambda}{2\sqrt{2}\pi R} \right)^2 \\ - 10\log \left[\frac{\lambda}{2\pi^2 r} * \left(\frac{1}{\theta} - \frac{1}{2\pi l \theta} \right)^2 \right] \\ - 10\log \left\{ \left[\frac{d}{2\pi(R-d)} \right]^2 * \frac{\lambda}{\sqrt{(\Delta hb)^2 + d^2}} * \left(\frac{1}{\phi} - \frac{1}{2\pi + \phi} \right)^2 \right\}$$

Usando este modelo la altura de la estación base puede estar situada por debajo de la altura media de los edificios.

4.4 CONCLUSIONES RADIOGIS.

Potente simulador de radioenlaces radioeléctricos y estudios de cobertura, siendo un sistema basado en capas donde cada una de ellas simula la altura de los edificios, montañas, suelo urbano o agua como mares o ríos.

Se requiere equipo potente y conexión a internet de banda ancha para un funcionamiento fluido.

Tiempo de carga de programa lenta.

Cartografía real muy extensa, con mapas de todo el mundo.

Simulación de edificios urbanos, montañas, etc. en 3D muy reales.

Se permite introducir mapas en formato DMT (Modelo Digital del Terreno) de una zona en concreto permitiendo así centrarnos solo en la zona deseada y ahorrar recursos.

Periodo de prueba de 60 días.

No dispone de materiales como antenas o equipos transmisores de aplicación en la vida real.

Programa dedicado exclusivamente a investigación y aprendizaje.

Instalación larga y costosa por parte de ArcGis/ArcMap.

Solamente están disponibles los 3 primeros métodos de cálculo de los que se nombran a continuación: Espacio libre, UITR-526, Xia/Bertoni, Okumura-Hata y COST-Hata, COST 231 y la opción Otro.

La versión demo de ayuda solo incluye la primera de las 6 prácticas disponibles.

Software muy limitado en su versión demo.

5 CONCLUSIÓN FINAL DEL PROYECTO.

Después de estudiar detalladamente los 3 programas de simulaciones radioeléctricas propuestos he aquí mis conclusiones.

LinkPlanner es el simulador que más se podría aplicar a la vida real de hoy en día pues todos los materiales utilizados en sus simulaciones basados en los productos ofrecidos por Motorola existen en la vida real. Por otra parte está bastante limitado en cuanto a métodos de cálculo poseyendo solo 2 opciones. No posee la opción de trabajo de Wimax de uso privado a 3,5GHz. Si posee un generador automático en pdf sobre la instalación completa con los materiales a utilizar, y otros aspectos como pérdidas por propagación. El programa elige automáticamente las mejores opciones para cada simulación.

Xirio online, como su nombre indica es un simulador online que posee todo tipo de simulaciones de radioenlaces radioeléctricos desde banda ancha inalámbrica, navegación aérea, radiodifusión audiovisual, radiodifusión sonora, servicio fijo o servicio móvil. Además posee un modo asistente para los menos experimentados en la materia. No posee un catálogo demasiado amplio de antenas, además de no tener aplicación real. Por otra parte dichas antenas son editables completamente. Este simulador sería el más completo en cuanto a opciones. Posee la opción de trabajo de Wimax de uso privado a 3,5GHz.

RadioGis es una barra de herramientas que se añade de manera opcional al potente simulador de mapas ArcMap basado en ArcGis. Se basa prácticamente en simulaciones de cobertura de servicio móvil. Creado por la universidad de Cartagena y basado íntegramente para la investigación, posee 6 prácticas de simulación, estando disponible sólo la primera en su versión demo. En su versión demo solo se nos ofrece 3 tipos de cálculo: Espacio libre, UITR-526 y Xia/Bertoni estando muy limitado en este aspecto. En cuanto a materiales no trabaja con ninguna empresa del sector, ofreciéndonos solamente 3 tipos de antenas creadas por ellos mismos y no editables: Isotrópica, Omnidireccional y Sectorizada.

6 BIBLIOGRAFIA.

CAMBIUM NETWORKS. *Linkplanner* versión 3.5.4

<<http://www.cambiumnetworks.com/support/ptp/software/index.php?tag=linkplanner>> (9 de Julio de 2013)

XIRIO ON LINE. *Xirio online* versión actualizada 2013

<<http://www.xirio-online.com/>> (15 de Julio de 2013)

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CARTAGENA *RadioGis* Versión 2006

<http://www.radiatio.com/index.php?option=com_content&view=article&id=3&Itemid=106&lang=es> (21 de Julio de 2013)

ESRI *ArcGis* Versión 10.1

<<http://www.esri.com/software/arcgis/arcgis-for-desktop/free-trial>> (21 de Julio de 2013)

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CARTAGENA *Sicomo*. Grupo de investigación.

<<http://www.upct.es/sicomo/index.php>> (24 de Julio de 2013)

JOSÉ MARÍA HERNANDO RÁBANOS (2003 4ª ed.) *Transmisión por radio*.

Madrid: Centro de Estudios Ramón Areces D.L.

7 Anexos.

7.1 Anexo Antena 23dbi.



Model: ARC-5823P

This outdoor enclosure with integrated directional antenna is an innovative low cost solution for integrating electronics and an antenna into a single package eliminating the need for bulky cables. The antenna and enclosure both meet IP67 weatherproofing requirements. The single linear polarization directional panel antenna consists of a patented low cost, high performance circuit design that can be mounted in either a vertical or horizontal polarization configuration. The antenna is enclosed in a very low profile, UV stabilized ABS plastic radome with aluminum backplane for superior weatherability. The enclosure is a lightweight, powder-coated die-cast aluminum designed to address thermal issues inherent in outdoor installations of sensitive electronic equipment. A pole/wall mounting kit is also included.



WIRELESS COMMUNICATIONS SOLUTIONS DIVISION
Outdoor Integrated Enclosure
4.9-5.875 GHz 23 dBi Panel Antenna

Electrical Specifications	
Frequency Range	5.15-5.875 GHz
Gain	19 dBi 23 dBi
4.9-5.1 GHz	
5.1-5.875 GHz	
Vertical Beamwidth	10 deg
Horizontal Beamwidth	10 deg
Polarization	Single linear, horizontal or vertical
VSWR	≤1.7:1
Front-to-Back Ratio	>40 dB
Cross Polarization	>30 dB
Power Rating	30 watts
Impedance	50 ohms
Lighting Protection	DC ground
Connector Type (others available)	Integral type N jack, standard

Mechanical and Environmental Specifications	
Antenna Dimensions	13.3 in x 13.3 in x 0.4 in (338 mm x 338 mm x 10 mm)
Enclosure Dimensions, Interior	8.5 in x 7.5 in x 2.2 in (216 mm 191 mm x 56 mm)
Weight	6.0 lb (2.7 kg)
Enclosure	Die-cast aluminum
Backplane	Aluminum
Radome	UV stabilized ABS plastic
Wind Survivability	125 mph (201 kph)
Wind Load	1.23 ft ² (0.12 m ²)
Operating Temperature Range	-49°F to +149°F (-45°C to +65°C)
Pole Mount Diameter Range	0.75 in to 3.0 in (19 mm to 76 mm)

Radiation Patterns, typ.



Antenna mounted in vertical polarization configuration



Specifications subject to change without notice

sales@antennas.com • www.antennas.com • 1.800.508.6532 • 10601 West 48th Ave. • Wheat Ridge CO 80033-2660

Rev. 101005

7.2 Anexo Montduver Denia Informe Instalación.



Project Montduver Denia, Link Montduver to Denia

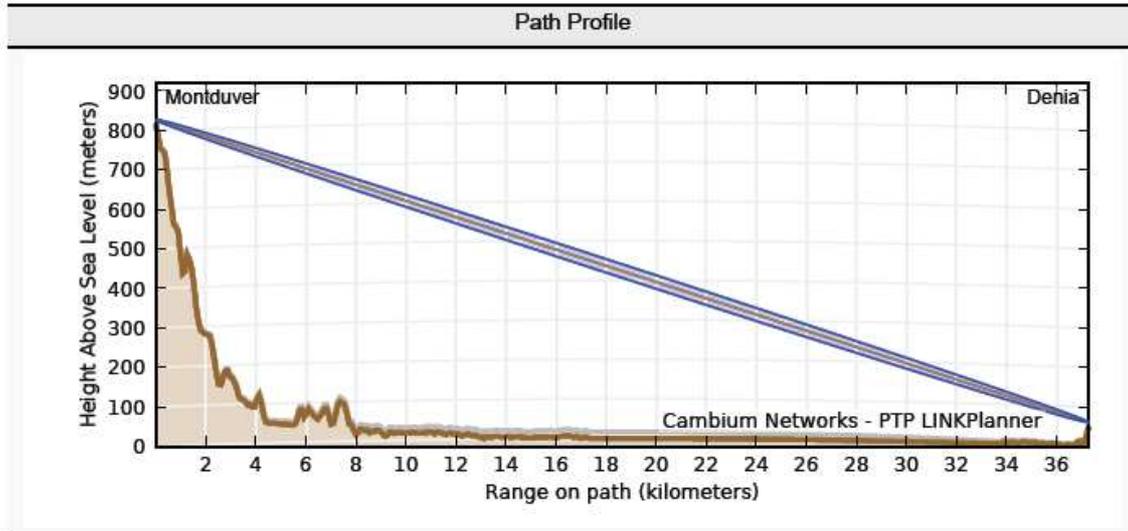
PTP LINKPlanner Installation Report

06 July 2013

Jose
 Organization: aaa
 Phone: 659616550
 Email: themesk83@hotmail.com



Summary	
Link Name	Montduver to Denia
Link Type	Line-of-Sight
Equipment Type	PTP58600
Maximum Obstruction	0 meters
Link Distance	37.279 kilometers
Free Space Path Loss	139.13 dB
Excess Path Loss	0.00 dB
User IP Throughput Expectation Aggregate	Aggregate 11.45 Mbps assuming PTP-600 Series running the 600-10-04 software
RF Frequency Band	5.8 GHz (5725 to 5850 MHz)
RF Channel Bandwidth	10 MHz



Link Configuration	
Bandwidth	10 MHz
E1/T1	None
Optimization	IP
Sync	Disabled
Symmetry	Symmetric
Dual Payload	Enabled
Lowest Ethernet Mode	BPSK 0.63 Sngl
Master	Montduver
Slave	Denia

Installation Notes for Montduver	
Coordinates	39.00898N 000.26646W
Antenna Height	10.0 meters AGL
Antenna Type	Cambium Networks Integrated Dual Polar Antenna
Bearing to Denia	119.59° from True North
Antenna Tilt angle	-1.3°
Link Name	Montduver to Denia
Link Location	Montduver
Telecomms Interface	None
Dual Payload	Enabled
Master Slave Mode	Master
Link Mode Optimization	IP Traffic
TDD Synchronization Mode	Disabled



Installation Notes for Montduver (continued)	
Max Transmit Power	8 dBm while aligning 8 dBm in normal operation
Ranging Mode	Auto 0 to 40 kilometers
Platform Variant	Integrated Antenna
Channel Bandwidth	10 MHz
Link Symmetry	Symmetric
Max Receive Modulation Mode	64QAM 0.92 Dual
Lowest Ethernet Modulation Mode	BPSK 0.63 Sngl
Predicted Receive Power	-85 dBm \pm 5 dB while aligning
Predicted Link Loss	139.46 dB \pm 5.00 dB

Installation Notes for Denia	
Coordinates	38.84258N 000.10695E
Antenna Height	10.0 meters AGL
Antenna Type	Cambium Networks Integrated Dual Polar Antenna
Bearing to Montduver	299.82° from True North
Antenna Tilt angle	1.1°
Link Name	Montduver to Denia
Link Location	Denia
Telecomms Interface	None
Dual Payload	Enabled
Master Slave Mode	Slave
Link Mode Optimization	IP Traffic
TDD Synchronization Mode	Disabled
Max Transmit Power	8 dBm while aligning 8 dBm in normal operation
Ranging Mode	Auto 0 to 40 kilometers
Platform Variant	Integrated Antenna
Channel Bandwidth	10 MHz
Max Receive Modulation Mode	64QAM 0.92 Dual
Lowest Ethernet Modulation Mode	BPSK 0.63 Sngl
Predicted Receive Power	-85 dBm \pm 5 dB while aligning
Predicted Link Loss	139.46 dB \pm 5.00 dB

Installation Instruction

Perform the following checks during the installation (Check the deployment guide and the User Guide.)

1. Check with a GPS that you are installing at the correct location.



Installation Instruction (continued)

2. Check carefully the direction to the other end of the link. Either use a corrected compass or use the GPS waypoint feature about 300 meters from the installation location.
3. When aligning antennas, it is important to find the centre of the main beam. This is done by adjusting the antenna at each end of the link in turn and monitoring the receive level until the peak is found. Once the peak level is found, it should be checked against the predicted receive power to ensure that the antennas have not been aligned on a side lobe.
4. An hour after disarm check that the mean value for the link loss is as predicted (139.46 dB \pm 5.00 dB). Also check that the received power is not greater than -58dBm.

Montduver Performance *	
Mean IP Throughput Predicted	5.72 Mbps
Mean IP Throughput Required	5.00 Mbps
Minimum IP Throughput Required	1.00 Mbps
Minimum IP Throughput Availability Predicted	99.7597% (unavailable for 21.0 hrs/year)

Denia Performance *	
Mean IP Throughput Predicted	5.72 Mbps
Mean IP Throughput Required	5.00 Mbps
Minimum IP Throughput Required	1.00 Mbps
Minimum IP Throughput Availability Predicted	99.7597% (unavailable for 21.0 hrs/year)

* Multipath availability calculated using ITU-R

Mode	Max Aggregate User IP Throughput (Mbps)	Max User IP Throughput in Either Direction (Mbps)	Montduver			Denia		
			Fade Margin (dB)	IP Throughput Availability (%)*	Receive time in Mode (%)	Fade Margin (dB)	IP Throughput Availability (%)*	Receive time in Mode (%)
64QAM 0.92 Dual	80.33	40.16	-17.17	0.0000	0.0000	-17.17	0.0000	0.0000
64QAM 0.75 Dual	65.64	32.82	-12.71	0.0009	0.0008	-12.71	0.0009	0.0008
16QAM 0.87 Dual	51.07	25.53	-9.48	0.0071	0.0062	-9.48	0.0071	0.0062
16QAM 0.63 Dual	36.71	18.35	-5.80	0.0801	0.0730	-5.80	0.0801	0.0730



(continued)

Mode	Max Aggregate User IP Throughput (Mbps)	Max User IP Throughput in Either Direction (Mbps)	Montduver			Denia		
			Fade Margin (dB)	IP Throughput Availability (%) *	Receive time in Mode (%)	Fade Margin (dB)	IP Throughput Availability (%) *	Receive time in Mode (%)
64QAM 0.92 Sngl	40.16	20.08	-13.71	0.0000	0.0000	-13.71	0.0000	0.0000
64QAM 0.75 Sngl	32.82	16.41	-9.53	0.0000	0.0000	-9.53	0.0000	0.0000
16QAM 0.87 Sngl	25.53	12.77	-6.39	0.0000	0.0000	-6.39	0.0000	0.0000
16QAM 0.63 Sngl	18.35	9.18	-1.84	2.6463	2.5662	-1.84	2.6463	2.5662
QPSK 0.87 Sngl	12.76	6.38	0.50	60.6318	57.9854	0.50	60.6318	57.9854
QPSK 0.63 Sngl	9.17	4.59	4.53	98.7906	38.1589	4.53	98.7906	38.1589
BPSK 0.63 Sngl	4.58	2.29	7.64	99.7597	0.9691	7.64	99.7597	0.9691

* Multipath availability calculated using ITU-R

Regulatory Conditions	
Regulation	Spain
Region Code	10
Max EIRP	31.00 dBm
Output Power	8.00 dBm

Part Number	Qty	Description
BP5830BH-2	1	PTP 58600 Full Integrated (ETSI/RoW) - Link Complete
WB2907	2	LPU End Kit PTP 600 (2 kits required per Link)
WB3176	1	328 ft (100 m) Reel Outdoor Copper Clad CAT5E (Recommended for PTP)

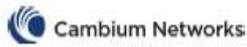
Cambium Networks assumes no responsibility for the accuracy of the information produced by the Cambium PTP LINKPlanner. Reference to products or services which are not provided by Cambium Networks is for information purposes only and constitutes neither an endorsement nor a recommendation. All information provided by the Cambium PTP LINKPlanner is provided without warranty of any kind, either expressed



or implied.

All product or service names are the property of their respective owners. © Cambium Networks. 2013

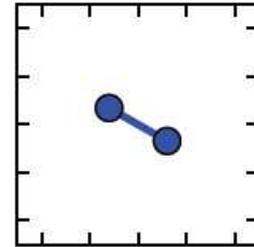
7.3 Anexo Montduver Denia Informe Propuesta.



Project Montduver Denia



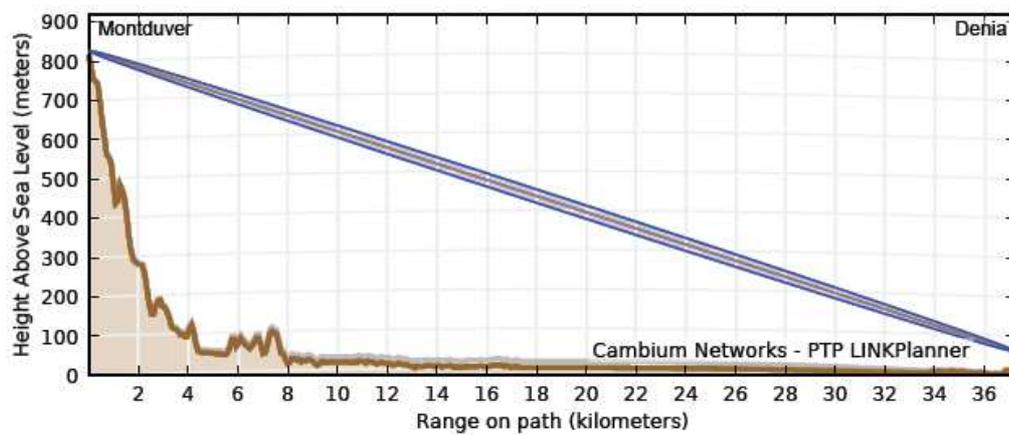
Montduver to Denia



Equipment: Cambium Networks PTP58600 Integrated

Cambium Networks Integrated Dual Polar Antenna @ 10 m

Cambium Networks Integrated Dual Polar Antenna @ 10 m

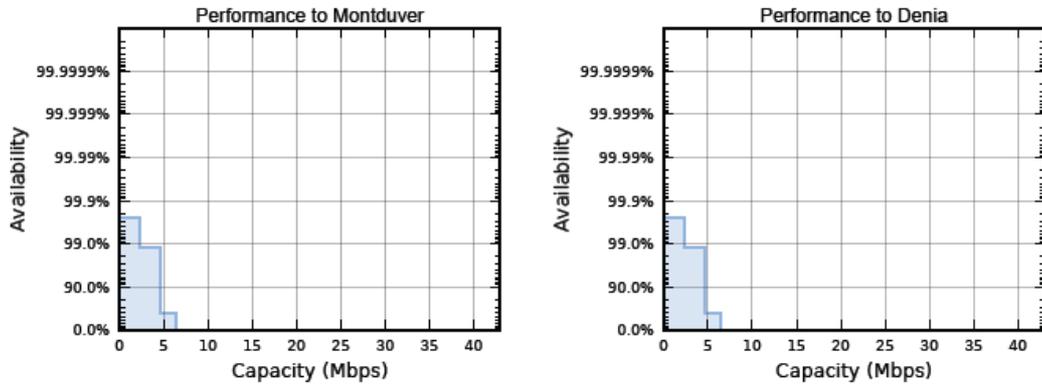


	Performance to Montduver	Performance to Denia
Mean IP	5.7 Mbps	5.7 Mbps
IP Availability	99.7597 % for 1.0 Mbps	99.7597 % for 1.0 Mbps

Link Summary			
Link Length	37.279 km	System Gain	147.10 dB
Band	5.8 GHz	System Gain Margin	7.64 dB
Regulation	Spain	Mean Aggregate Data Rate	11.4 Mbps
Modulation	Adaptive	Annual Link Availability	99.7597 %
Bandwidth	10 MHz	Annual Link Unavailability	21.0 hrs/year
Total Path Loss	139.46 dB	Prediction Model	ITU-R



Performance Charts



Climatic Factors, Losses and Standards			
dN/dH not exceeded for 1% of time	-550.68 N units/km	Link Type	Line-of-Sight
Area roughness 110x110km	267.99 metre	Excess Path Loss	0.00 dB
Geoclimatic factor	5.40e-004	Atmospheric Gasses	ITU-R P.676-7, ITU-R P.835-4
Fade Occurrence Factor (P0)	3.99e-002	Diffraction Loss	ITU-R P.526-10
Path inclination	20.55 mr	Propagation	ITU-R P.530-12
0.01% Rain rate	44.57 mm/hr	Rain Rate	ITU-R P.837-5
Free Space Path Loss	139.13 dB	Refractivity Index	ITU-R P.453-9
Gaseous Absorption Loss	0.34 dB		

Part Number	Qty	Description
BP5830BH-2	1	PTP 58600 Full Integrated (ETSI/RoW) - Link Complete
WB2907	2	LPU End Kit PTP 600 (2 kits required per Link)
WB3176	1	328 ft (100 m) Reel Outdoor Copper Clad CAT5E (Recommended for PTP)

Cambium Networks assumes no responsibility for the accuracy of the information produced by the Cambium PTP LINKPlanner. Reference to products or services which are not provided by Cambium Networks is for information purposes only and constitutes neither an endorsement nor a recommendation. All information provided by the Cambium PTP LINKPlanner is provided without warranty of any kind, either expressed or implied.

All product or service names are the property of their respective owners. © Cambium Networks. 2013

7.4 Anexo B. PTP58600.



MOTOROLA WIRELESS BROADBAND

PTP 54600 & PTP 58600

5.4 and 5.8 GHz Point-to-Point Bridges



Spectrum-Efficient, High-Availability Wireless Ethernet Bridges

The Motorola PTP 54600 and PTP 58600 Point-to-Point (PTP) Wireless Ethernet Bridges bring together the speed and reliability of licensed wireless with the flexibility of the unlicensed space. Operating in the 5.4 and 5.8 GHz bands at Ethernet data rates up to 300 Mbps (aggregate), the systems can deliver up to 99.999% link availability in virtually any environment – non-line-of-sight, line-of-sight and high interference. The bridges offer robust connectivity in any locations where high throughput is a major requirement and/or single or dual T1/E1 capability is needed.

Through Motorola's unique combination of technologies, PTP 54600 and 58600 radios enhance link performance in a wide variety of applications, including T1/E1 replacement, Voice-over-IP, video surveillance, distance learning, telemedicine, and high-capacity backhaul.

The small-footprint, lightweight units can be installed quickly with audio and graphical assistance features that help you easily obtain the maximum signal strength and throughput. Plus, Motorola's PTP LINKPlanner tool lets you perform path calculations and project link performance prior to purchase, based on variables specific to your deployment.

Motorola Wireless Broadband

PTP 54600 and 58600 bridges are included in Motorola's comprehensive portfolio of reliable and cost-effective wireless broadband solutions that, together with our WLAN solutions, provide and extend coverage both indoors and outdoors. The Motorola Wireless Broadband portfolio offers high-speed Point-to-Point, Point-to-Multipoint, Mesh, Wi-Fi and WiMAX networks that support data, voice and video communications, enabling a broad range of fixed and mobile applications for public and private systems. With Motorola's innovative software solutions, customers can design, deploy and manage a broadband network, maximizing uptime and reliability while lowering installation costs.

Motorola PTP 54600 Bridges

5.4 GHz Part Numbers

BP5530BH-2 Full Integrated – Link
 BP5530BHC-2 Full Connectorized – Link
 BP5530BH15-2 Lite Integrated – Link
 BP5530BHC15-2 Lite Connectorized – Link

Motorola PTP 58600 Bridges

5.8 GHz Part Numbers

BP5830BH-2 Full Integrated – Link
 BP5830BHC-2 Full Connectorized – Link
 BP5830BH15-2 Lite Integrated – Link
 BP5830BHC15-2 Lite Connectorized – Link

SPECIFICATION SHEET

Motorola 5.4 and 5.8 GHz Point-To-Point Bridges – PTP 54600 and PTP 58600

Radio Technology	Remarks
RF band	5.470 GHz–5.725 GHz ¹ 5.725 GHz–5.850 GHz ¹
Channel size	Configurable to 5, 10, 15 or 30 MHz
Channel selection	By <i>intelligent</i> Dynamic Frequency Selection (i-DFS) or manual intervention; automatic selection on start-up and continual adaptation to avoid interference
Transmit power	Varies with modulation mode and settings up to 25 dBm ²
System gain	Integrated: Varies with modulation mode; up to 168 dB using 23 dBi integrated antenna ² Connectorized: Varies with modulation mode and antenna type ²
Receiver sensitivity	Adaptive, varying between -98 dBm and -58 dBm
Modulation	Dynamic; adapting between BPSK single and 256 QAM dual
Error correction	FEC
Duplex scheme	Time Division Duplex (TDD) and Half Duplex Frequency Division Duplex (HD-FDD), Dynamic or Fixed ratio; each TDD-synchronized link requires a Memorylink UltraSync™ GPS-100M synchronization unit to provide an accurate timing reference signal
Antenna	Integrated: Integrated flat plate 23 dBi / 7° Connectorized: Can operate with a selection of separately-purchased single and dual polar antennas through 2 x N-type female connectors (local regulations should be checked prior to purchase)
Range	Up to 124 miles (200 km)
Security and encryption	Optional FIPS-197 compliant 128-bit and 256-bit AES Encryption

Ethernet Bridging & T1/E1

Protocol	IEEE 802.3
User data throughput	Full: Dynamically variable up to 300 Mbps at the Ethernet (aggregate): 5 MHz Channel – Up to 40 Mbps 10 MHz Channel – Up to 84 Mbps 15 MHz Channel – Up to 126 Mbps 30 MHz Channel – Up to 300 Mbps Lite: Dynamically variable up to 150 Mbps at the Ethernet (aggregate): 10 MHz Channel – Up to 42 Mbps 15 MHz Channel – Up to 63 Mbps 30 MHz Channel – Up to 150 Mbps
QoS	8 Queues
Ethernet Interface	10 / 100 / 1000 Base T (RJ-45), auto MDI/MDIX, optional 1000 Base SX
T1/E1 Interface	Supports up to two T1/E1 ports; bandwidth determines port availability G703 G823/G824
T1/E1 latency (one way)	As low as 2.2 ms, depending on range, bandwidth, modulation mode and number of T1/E1 ports; accurate latency figures can be determined for any given configuration using the PTP LINKPlanner

Management & Installation

LED indicators	Power status, Ethernet link status and activity
System management	Web or SNMP using MIBII and proprietary PTP MIB; Motorola One Point Wireless Management Suite
Installation	Built-in audio and graphical assistance for link optimization
Connection	Distance between outdoor unit and primary network connection: up to 330 ft. (100 meters)

Physical

Dimensions	Integrated Outdoor Unit (ODU): Width 14.5" (370 mm), Height 14.5" (370 mm), Depth 3.75" (95 mm) Connectorized ODU: Width 12.2" (309 mm), Height 12.2" (309 mm), Depth 4.1" (105 mm) Powered Indoor Unit (PIDU Plus): Width 9.75" (250 mm), Height 1.5" (40 mm), Depth 3" (80 mm)
Weight	Integrated ODU: 12.1 lbs (5.5 kg) including bracket Connectorized ODU: 9.1 lbs (4.3 kg) including bracket PIDU Plus: 1.9 lbs (864 g)
Operating temperature	-40°F (-40°C) to +140°F (+60°C), including solar radiation
Wind speed survival	202 mph (325 kph)
Power supply	Integrated with Indoor Unit
Power source	90–240 VAC, 50–60 Hz / 36-60V DC; redundant powering configurations supported
Power consumption	55 W max

¹ Regulatory conditions for RF bands should be confirmed prior to system purchase.

² Gain, maximum transmit power and effective radiated power may vary based on regulatory domain.

Environmental & Regulatory

Protection and safety	UL60950; IEC60950; EN60950; CSA-C22.2 No. 60950; CB Approval for Global
Radio	5.8 GHz: FCC Part 15, sub-part C 15.247, EN 302 502, Eire ComReg 02/71R1, UK Approval to IR2007 5.4 GHz: FCC Part 15, sub-part E 15.407; EN 301 893
EMC	USA–FCC Part 15, Class B; Europe–EN 301 489-4



Motorola, Inc., 1303 E. Algonquin Road, Schaumburg, Illinois 60196 U.S.A. • www.motorola.com/ptp

MOTOROLA and the Stylized M Logo are registered in the U.S. Patent and Trademark Office. All other product or service names are the property of their respective owners. © Motorola, Inc. 2009. All rights reserved.

GPS WB PTP 54600-58600 SS 072209

7.5 Anexo C. LPU End Kit PTP 600.

POINT TO POINT WIRELESS SOLUTIONS GROUP

***** Field Alert *****

**PRODUCT:** Motorola PTP 400/600 LPU End Kit**Models affected:** WB2907AA**Date:** 30 May 2008

Problem Description: a cable fault may occur in the 2ft (600mm) long ODU to LPU cable supplied as part of the WB2907AA package. During installation, open circuits may develop in some of the connections of the cable. Additionally, customer terminated Superior Essex BBDGE cables may also suffer open circuits during installation.

**Work Around:**

1. Connector type **Tyco (AMP) 5-558530** is no longer recommended for use with Superior Essex BBDGE cable.
2. Connector type **Tyco (AMP) 5-569278** is **now** recommended for use with Superior Essex BBDGE cable.
3. Inspect the ODU to LPU cable if it has a green sleeve somewhere across its length no further action is required. However, note item 5 below if terminating any gel filled cable.
4. If there is no green sleeve, the connectors should be cut from the cable and the cable re-terminated using the connector recommended in 2 above.
5. During termination gel filled cables (including Superior Essex BBDGE), it is essential that the cores are straightened over at least $\frac{3}{4}$ " (15mm) of their length and all traces of gel are removed from the cores.

NOTE: Both the die set and the crimp tool for use with **Tyco (AMP) 5-569278** remain as:

Crimp Tool: Tyco (AMP), 2-231652; **Die set** 1-853400-0

NOTE: Existing installations using WB2907AA product do not need to be re-worked.

For more information, Please contact our Technical Support Centre on +1 877 515 0400 or visit our web site: <http://motorola.com/ptp>

7.6 Anexo D. 328 ft (100m) CAT5e.

OSP Broadband Category 5e

BBDDe, BBDNe and BBDGe

PRODUCT DESCRIPTION

BBD Category 5e Outside Plant (OSP) cables are designed to provide extension of the LAN beyond the premises. The core is filled with PFM™ thixotropic filling compound to prevent water ingress. PFM gel will not drip even in cell tower applications at elevated temperatures. A variety of constructions are available to suit multiple environmental needs. Shielded designs feature dry water block between the shield and the core jacket to prevent water ingress. All designs are suitable for buried applications.

APPLICATIONS

- 10BASE-T through 1000BASE-T Ethernet
- Power over Ethernet (PoE) - IEEE 802.3af
- PoE+ - IEEE 802.3at Type 1 and 2
- ATM and token ring
- WiMAX cell towers
- BBDNe: Lashed aerial, underground conduit or low-risk direct burial
- BBDGe: Direct burial where additional mechanical protection is required

FEATURES

- Transmission performance characterized to 350 MHz
- BBDDe: Unshielded
- BBDNe: Aluminum tape shield
- BBDGe: Copper-clad steel armor
- Dry block between shield/armor and inner jacket
- PFM gel-filled core construction
- OSP-grade black polyethylene jacket
- ColorTip™ circuit identification system

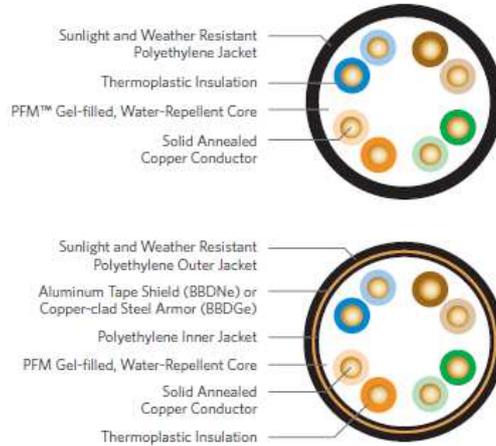
BENEFITS

- OSP rated cable connections for work area and backbone LAN
- Small, robust design for unshielded applications
- Protection against EMI/RFI
- Protection against EMI/RFI and provides rodent resistance
- Prevents water ingress between shield in inner cable preventing damage to equipment
- Prevents intrusion of moisture and easily wipes clean during installation
- Outside plant rated cable for years of reliable performance
- Easily identifiable conductor mates even in low-light environments



TECHNICAL GUIDELINE

Special connectivity is required for these cable designs. Refer to the "OSP Broadband Installation Guidelines" on our site for more information: SuperiorEssex.com/TechTip.aspx



SPECIFICATIONS

Pair Count	4
Conductor	Solid annealed copper
AWG (mm)	24 (0.51)
Filling Compound	PFM™ thixotropic gel
Insulation	Solid polyolefin
Shield/Armor	BBDDe: Unshielded BBDNe: Electrically continuous 0.008 in (0.20 mm) polymer coated smooth aluminum tape, applied with an overlap BBDGe: Electrically continuous 0.005 in (0.13 mm) corrugated copper-clad steel armor, applied with an overlap
Dry Water Block	BBDNe: SAP powder BBDGe: SAP yarn
Jacket	Black, sunlight and weather resistant polyethylene
Characteristic Impedance (Ohms)	100 ± 15
Nominal Velocity of Propagation (%)	65
Performance Compliance	ANSI/TIA-568-C.2 ANSI/ICEA S-107-704-2006 Article 800, NEC (NFPA 70) RoHS-compliant

PART NUMBERS AND PHYSICAL CHARACTERISTICS

Part Number	Product Code	Shield/Armor	Nominal Diameter in (mm)	Approx. Weight lbs/kft (kg/km)	Package
04-001-58	BBDDe	None	0.26 (6.6)	30 (45)	1,000' Plywood reel
04-002-58	BBDDe	None	0.26 (6.6)	30 (45)	2,500' Plywood reel
04-003-58	BBDDe	None	0.26 (6.6)	30 (45)	5,000' Plywood reel
04-601-58	BBDDe	None	0.26 (6.6)	30 (45)	Cut to length
04-001-54	BBDNe	Coated aluminum tape	0.36 (9.1)	55 (82)	1,000' Plywood reel
04-002-54	BBDNe	Coated aluminum tape	0.36 (9.1)	55 (82)	2,500' Plywood reel
04-003-54	BBDNe	Coated aluminum tape	0.36 (9.1)	55 (82)	5,000' Plywood reel
04-601-54	BBDNe	Coated aluminum tape	0.36 (9.1)	55 (82)	Cut to length
04-001-55	BBDGe	Copper-clad steel	0.36 (9.1)	64 (95)	1,000' Plywood reel
04-002-55	BBDGe	Copper-clad steel	0.36 (9.1)	64 (95)	2,500' Plywood reel
04-003-55	BBDGe	Copper-clad steel	0.36 (9.1)	64 (95)	5,000' Plywood reel
04-601-55	BBDGe	Copper-clad steel	0.36 (9.1)	64 (95)	Cut to length



Rev 3/12, Ed 11.2

Toll Free 800.551.8948 | Fax 770.657.6807 | SuperiorEssex.com/Comm



A-39

7.7 Anexo Montduver Oliva Informe Instalación.

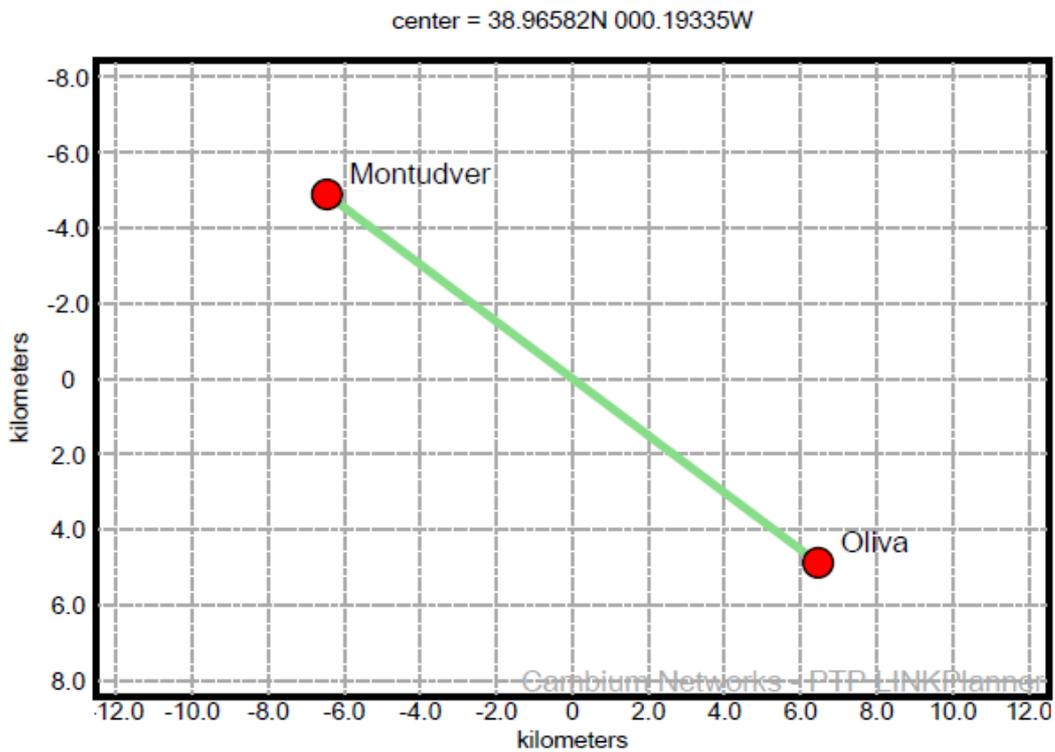


Project Montduver Oliva

PTP LINKPlanner Installation Report

08 July 2013

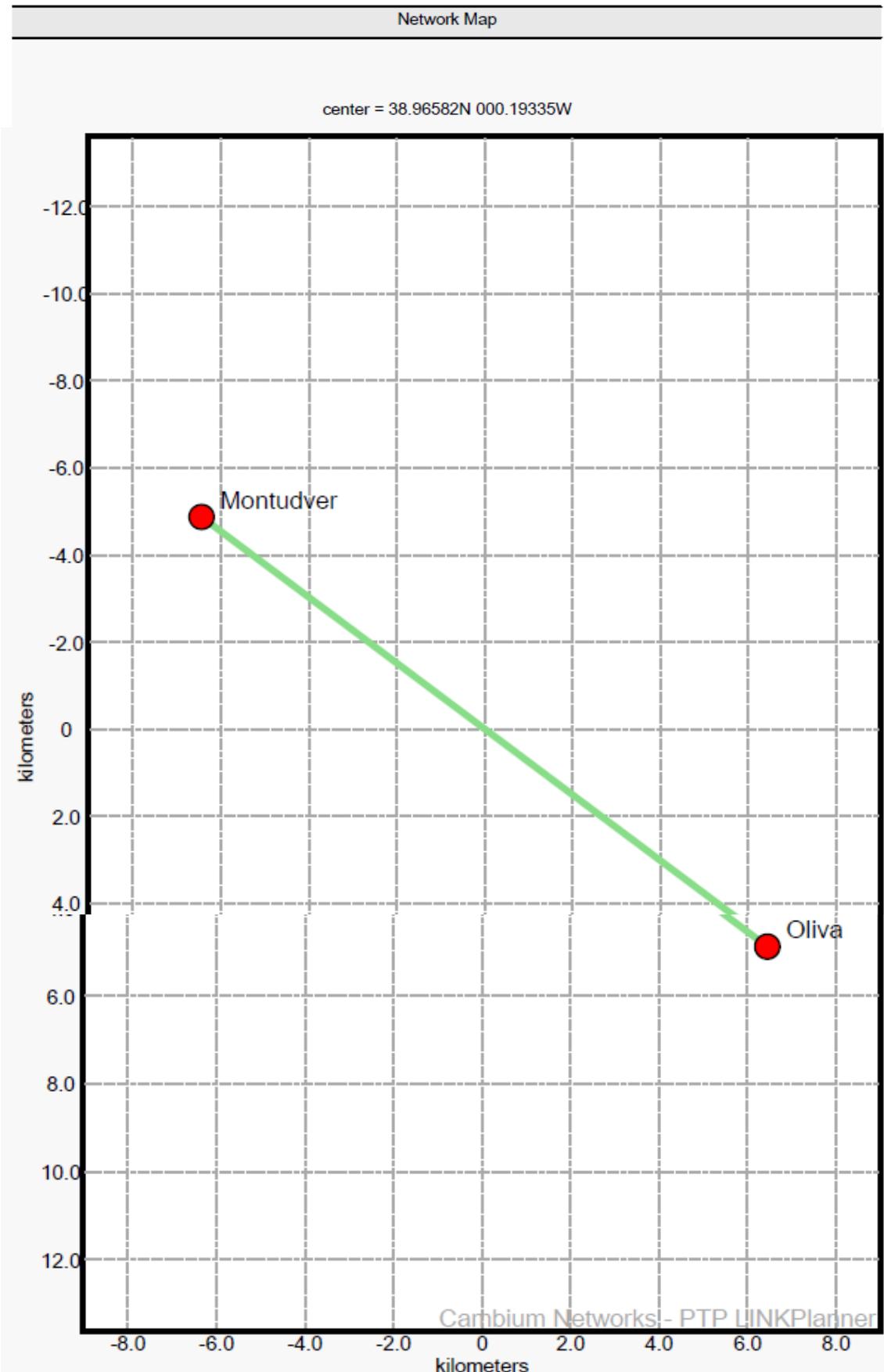
Jose
Organization: aaa
Phone: 659616550
Email: themesk83@hotmail.com



1. Project Summary

Project: Montduver Oliva

General Information	
Customer Name	Montduver Oliva
Company Name	
Address	
Phone	
Cell Phone	
Email	



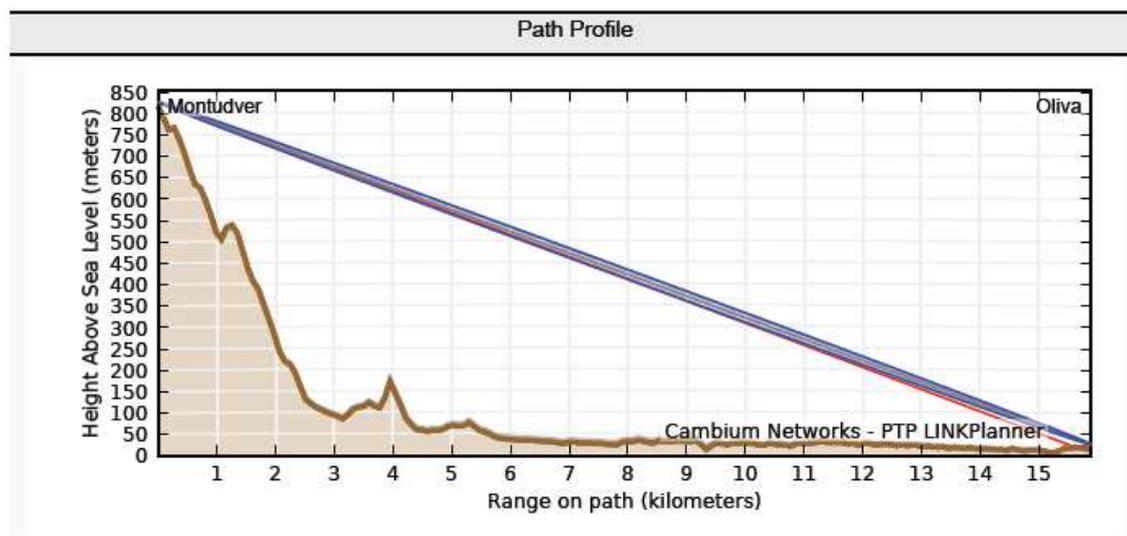


Link name	Product	Local antenna	Remote antenna	Max aggregate IP throughput (Mbps)
Montudver to Oliva	PTP58600	Cambium Networks Integrated Dual Polar Antenna	Cambium Networks Integrated Dual Polar Antenna	36.60

Part Number	Qty	Description
BP5830BH-2	1	PTP 58600 Full Integrated (ETSI/RoW) - Link Complete
WB2907	2	LPU End Kit PTP 600 (2 kits required per Link)
WB3176	1	328 ft (100 m) Reel Outdoor Copper Clad CAT5E (Recommended for PTP)

2. Montudver to Oliva

Summary	
Link Name	Montudver to Oliva
Link Type	Line-of-Sight
Equipment Type	PTP58600
Maximum Obstruction	0 meters
Link Distance	15.887 kilometers
Free Space Path Loss	131.72 dB
Excess Path Loss	0.00 dB
User IP Throughput Expectation Aggregate	Aggregate 36.60 Mbps assuming PTP-600 Series running the 600-10-04 software
RF Frequency Band	5.8 GHz (5725 to 5850 MHz)
RF Channel Bandwidth	10 MHz



Link Configuration	
Bandwidth	10 MHz
E1/T1	None
Optimization	IP
Sync	Disabled
Symmetry	Symmetric
Dual Payload	Enabled
Lowest Ethernet Mode	BPSK 0.63 Sngl
Master	Montudver



Link Configuration (continued)	
Slave	Oliva

Installation Notes for Montudver	
Coordinates	39.00898N 000.26646W
Antenna Height	10.0 meters AGL
Antenna Type	Cambium Networks Integrated Dual Polar Antenna
Bearing to Oliva	127.05° from True North
Antenna Tilt angle	-2.9°
Link Name	Montudver to Oliva
Link Location	Montudver
Telecomms Interface	None
Dual Payload	Enabled
Master Slave Mode	Master
Link Mode Optimization	IP Traffic
TDD Synchronization Mode	Disabled
Max Transmit Power	8 dBm while aligning 8 dBm in normal operation
Ranging Mode	Auto 0 to 40 kilometers
Platform Variant	Integrated Antenna
Channel Bandwidth	10 MHz
Link Symmetry	Symmetric
Max Receive Modulation Mode	64QAM 0.92 Dual
Lowest Ethernet Modulation Mode	BPSK 0.63 Sngl
Predicted Receive Power	-78 dBm ± 5 dB while aligning
Predicted Link Loss	131.86 dB ± 5.00 dB

Installation Notes for Oliva	
Coordinates	38.92266N 000.12025W
Antenna Height	10.0 meters AGL
Antenna Type	Cambium Networks Integrated Dual Polar Antenna
Bearing to Montudver	307.14° from True North
Antenna Tilt angle	2.8°
Link Name	Montudver to Oliva
Link Location	Oliva
Telecomms Interface	None
Dual Payload	Enabled
Master Slave Mode	Slave



Installation Notes for Oliva (continued)	
Link Mode Optimization	IP Traffic
TDD Synchronization Mode	Disabled
Max Transmit Power	8 dBm while aligning 8 dBm in normal operation
Ranging Mode	Auto 0 to 40 kilometers
Platform Variant	Integrated Antenna
Channel Bandwidth	10 MHz
Max Receive Modulation Mode	64QAM 0.92 Dual
Lowest Ethernet Modulation Mode	BPSK 0.63 Sngl
Predicted Receive Power	-78 dBm \pm 5 dB while aligning
Predicted Link Loss	131.86 dB \pm 5.00 dB

Installation Instruction

Perform the following checks during the installation (Check the deployment guide and the User Guide.)

1. Check with a GPS that you are installing at the correct location.
2. Check carefully the direction to the other end of the link. Either use a corrected compass or use the GPS waypoint feature about 300 meters from the installation location.
3. When aligning antennas, it is important to find the centre of the main beam. This is done by adjusting the antenna at each end of the link in turn and monitoring the receive level until the peak is found. Once the peak level is found, it should be checked against the predicted receive power to ensure that the antennas have not been aligned on a side lobe.
4. An hour after disarm check that the mean value for the link loss is as predicted (131.86 dB \pm 5.00 dB). Also check that the received power is not greater than -58dBm.

Montudver Performance *	
Mean IP Throughput Predicted	18.30 Mbps
Mean IP Throughput Required	5.00 Mbps
Minimum IP Throughput Required	1.00 Mbps
Minimum IP Throughput Availability Predicted	99.9995% (unavailable for 2.7 mins/year)

Oliva Performance *	
Mean IP Throughput Predicted	18.30 Mbps
Mean IP Throughput Required	5.00 Mbps
Minimum IP Throughput Required	1.00 Mbps
Minimum IP Throughput Availability Predicted	99.9995% (unavailable for 2.7 mins/year)

* Multipath availability calculated using ITU-R



Mode	Max Aggregate User IP Throughput (Mbps)	Max User IP Throughput in Either Direction (Mbps)	Montudver			Oliva		
			Fade Margin (dB)	IP Throughput Availability (%) *	Receive time in Mode (%)	Fade Margin (dB)	IP Throughput Availability (%) *	Receive time in Mode (%)
64QAM 0.92 Dual	82.56	41.28	-9.57	0.0006	0.0006	-9.57	0.0006	0.0006
64QAM 0.75 Dual	67.46	33.73	-5.10	0.0195	0.0188	-5.10	0.0195	0.0188
16QAM 0.87 Dual	52.48	26.24	-1.88	3.1363	3.1168	-1.88	3.1363	3.1168
16QAM 0.63 Dual	37.73	18.86	1.80	91.5743	88.4379	1.80	91.5743	88.4379
64QAM 0.92 Sngl	41.28	20.64	-6.11	0.0000	0.0000	-6.11	0.0000	0.0000
64QAM 0.75 Sngl	33.73	16.86	-1.93	0.0000	0.0000	-1.93	0.0000	0.0000
16QAM 0.87 Sngl	26.24	13.12	1.21	0.0004	0.0004	1.21	0.0004	0.0004
16QAM 0.63 Sngl	18.86	9.43	5.77	99.9338	8.3591	5.77	99.9338	8.3591
QPSK 0.87 Sngl	13.12	6.56	8.10	99.9871	0.0533	8.10	99.9871	0.0533
QPSK 0.63 Sngl	9.43	4.71	12.13	99.9983	0.0113	12.13	99.9983	0.0113
BPSK 0.63 Sngl	4.71	2.36	15.24	99.9995	0.0012	15.24	99.9995	0.0012

* Multipath availability calculated using ITU-R

Regulatory Conditions	
Regulation	Spain
Region Code	10
Max EIRP	31.00 dBm
Output Power	8.00 dBm



Part Number	Qty	Description
BP5830BH-2	1	PTP 58600 Full Integrated (ETSI/RoW) - Link Complete
WB2907	2	LPU End Kit PTP 600 (2 kits required per Link)
WB3176	1	328 ft (100 m) Reel Outdoor Copper Clad CAT5E (Recommended for PTP)

Disclaimer

Cambium Networks assumes no responsibility for the accuracy of the information produced by the Cambium PTP LINKPlanner. Reference to products or services which are not provided by Cambium Networks is for information purposes only and constitutes neither an endorsement nor a recommendation. All information provided by the Cambium PTP LINKPlanner is provided without warranty of any kind, either expressed or implied.

All product or service names are the property of their respective owners. © Cambium Networks. 2013

7.8 Anexo Montduver Oliva Informe Propuesta.

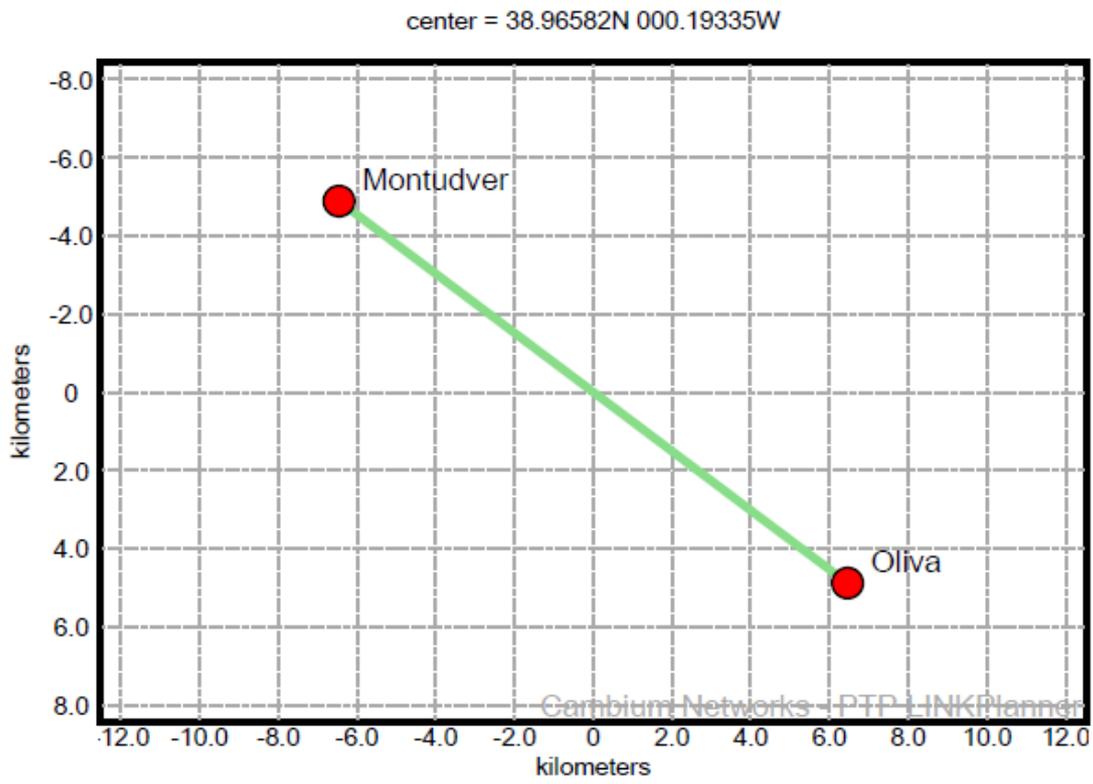


Project Montduver Oliva

PTP LINKPlanner Proposal Report

08 July 2013

Jose
Organization: aaa
Phone: 659616550
Email: themesk83@hotmail.com

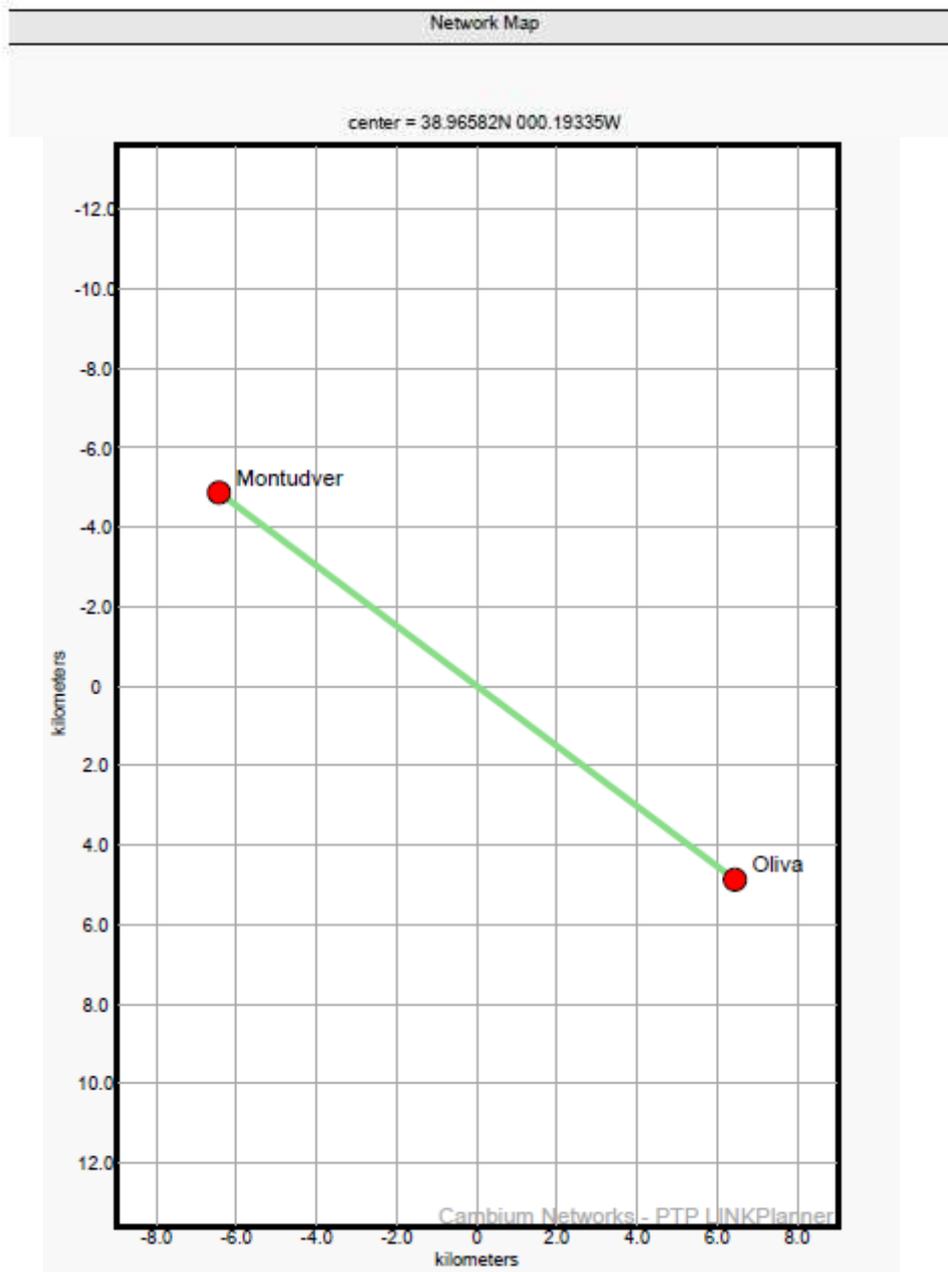




1. Project Summary

Project: Montduver Oliva

General Information	
Customer Name	Montduver Oliva
Company Name	
Address	
Phone	
Cell Phone	
Email	



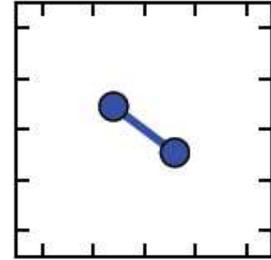


Link name	Product	Local antenna	Remote antenna	Max aggregate IP throughput (Mbps)
Montudver to Oliva	PTP58600	Cambium Networks Integrated Dual Polar Antenna	Cambium Networks Integrated Dual Polar Antenna	36.60

Part Number	Qty	Description
BP5830BH-2	1	PTP 58600 Full Integrated (ETSI/RoW) - Link Complete
WB2907	2	LPU End Kit PTP 600 (2 kits required per Link)
WB3176	1	328 ft (100 m) Reel Outdoor Copper Clad CAT5E (Recommended for PTP)



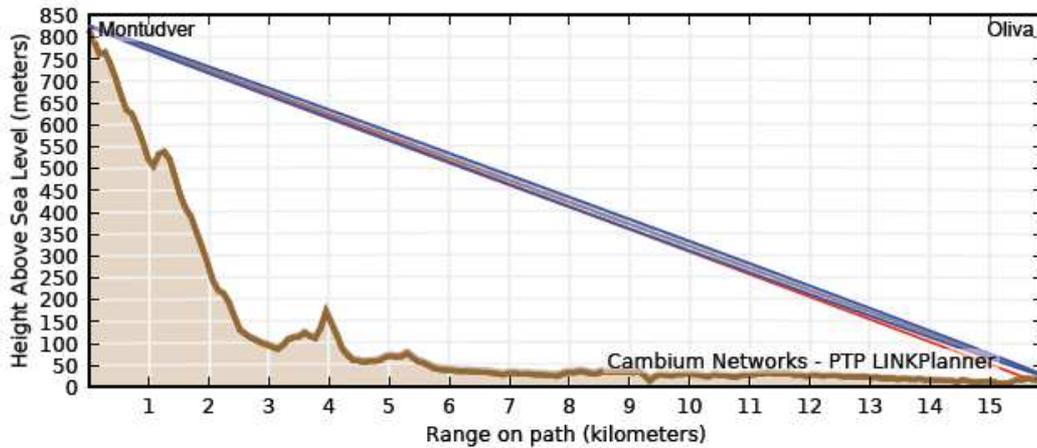
Montudver to Oliva



Equipment: Cambium Networks PTP58600 Integrated

Cambium Networks Integrated Dual Polar Antenna @ 10 m

Cambium Networks Integrated Dual Polar Antenna @ 10 m

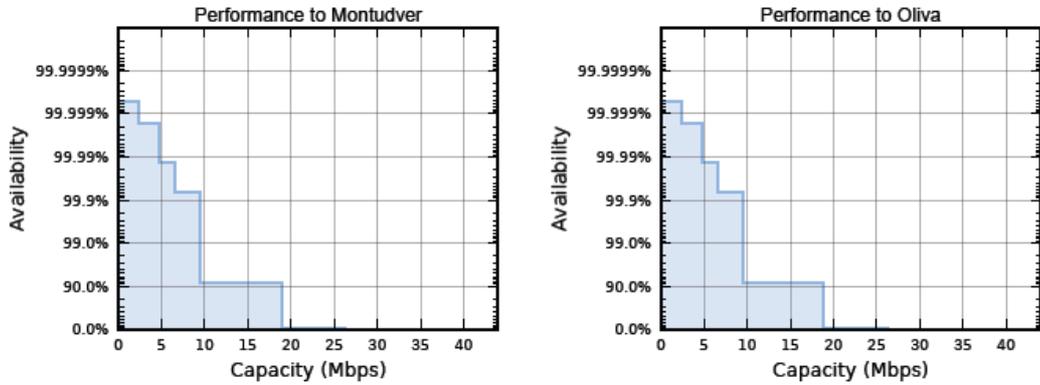


	Performance to Montudver	Performance to Oliva
Mean IP	18.3 Mbps	18.3 Mbps
IP Availability	99.9995 % for 1.0 Mbps	99.9995 % for 1.0 Mbps

Link Summary			
Link Length	15.887 km	System Gain	147.10 dB
Band	5.8 GHz	System Gain Margin	15.24 dB
Regulation	Spain	Mean Aggregate Data Rate	36.6 Mbps
Modulation	Adaptive	Annual Link Availability	99.9995 %
Bandwidth	10 MHz	Annual Link Unavailability	2.7 mins/year
Total Path Loss	131.86 dB	Prediction Model	ITU-R



Performance Charts



Climatic Factors, Losses and Standards			
dN/dH not exceeded for 1% of time	-521.82 N units/km	Link Type	Line-of-Sight
Area roughness 110x110km	289.95 metre	Excess Path Loss	0.00 dB
Geoclimatic factor	4.28e-004	Atmospheric Gasses	ITU-R P.676-7, ITU-R P.835-4
Fade Occurrence Factor (P0)	9.50e-004	Diffraction Loss	ITU-R P.526-10
Path inclination	50.37 mr	Propagation	ITU-R P.530-12
0.01% Rain rate	43.08 mm/hr	Rain Rate	ITU-R P.837-5
Free Space Path Loss	131.72 dB	Refractivity Index	ITU-R P.453-9
Gaseous Absorption Loss	0.14 dB		

Part Number	Qty	Description
BP5830BH-2	1	PTP 58600 Full Integrated (ETSI/RoW) - Link Complete
WB2907	2	LPU End Kit PTP 600 (2 kits required per Link)
WB3176	1	328 ft (100 m) Reel Outdoor Copper Clad CAT5E (Recommended for PTP)



Disclaimer

Cambium Networks assumes no responsibility for the accuracy of the information produced by the Cambium PTP LINKPlanner. Reference to products or services which are not provided by Cambium Networks is for information purposes only and constitutes neither an endorsement nor a recommendation. All information provided by the Cambium PTP LINKPlanner is provided without warranty of any kind, either expressed or implied.

All product or service names are the property of their respective owners. © Cambium Networks. 2013

7.9 Anexo Perfil Montduver Denia.

Distancia (km)	Cota (m)	Nivel de señal (dBm)
0	787,09	---
0,4	701,78	-56,62
0,8	576,29	-103,64
1,2	505,93	-68,29
1,6	349,4	-129,05
2	298,48	-102,59
2,4	160,08	-137,98
2,8	155,17	-74,74
3,2	122,35	-74,25
3,6	111,78	-69,6
4	88,07	-67,3
4,4	53,57	-66,61
4,8	50,51	-65,32
5,2	46,23	-64,62
5,6	42,71	-64,22
6	68,42	-63,54
6,4	62,22	-63,54
6,8	85,12	-61,54
7,2	73,94	-60,94
7,6	64,32	-60,5
8	20,37	-61,12
8,4	25,65	-60,47
8,8	27,2	-60,09
9,2	13,15	-60,1
9,6	19,54	-59,8
10	18,21	-59,7
10,4	18,04	-59,63
10,8	19,05	-59,58
11,2	17,97	-59,58
11,6	13,41	-59,65
12	13,9	-59,67
12,4	14,42	-59,71
12,8	9,75	-59,81
13,2	4,98	-59,91
13,6	6,73	-59,97
14	6,58	-60,05
14,4	5,52	-60,15
14,8	2,94	-60,26
15,2	3,59	-60,35
15,6	3,95	-60,44
16	2,88	-60,55
16,4	6,94	-60,63
16,8	6	-60,74
17,2	4,84	-60,85
17,6	0	-60,99
18	0	-61,1
18,4	0	-61,2
18,8	0	-61,31
19,2	0	-61,42
19,6	0	-61,53
20	0	-61,64
20,4	0	-61,75
20,8	0	-61,86
21,2	0	-61,97
21,6	0	-62,08
22	0	-62,18
22,4	0	-62,29
22,8	0	-62,4
23,2	0	-62,51
23,6	0	-62,61
24	0	-62,72

24,4	0	-62,82
24,8	0	-62,92
25,2	0	-63,03
25,6	0	-63,13
26	0	-63,23
26,4	0	-63,33
26,8	0	-63,43
27,2	0	-63,53
27,6	0	-63,63
28	0	-63,73
28,4	0	-63,83
28,8	0	-63,92
29,2	0	-64,02
29,6	0	-64,11
30	0	-64,21
30,4	0	-64,3
30,8	0	-64,39
31,2	0	-64,48
31,6	0	-64,58
32	0	-64,67
32,4	0	-64,76
32,8	0	-64,85
33,2	0	-64,93
33,6	6	-65,01
34	0	-65,11
34,4	3,42	-65,19
34,8	5,69	-65,27
35,2	5,16	-65,36
35,6	3,85	-65,44
36	4,33	-65,53
36,4	4,26	-65,61
36,8	11,45	-65,68
37,2	41,59	-65,78
37,306	36,78	-65,8

7.10 Anexo Perfil Montduver Oliva.

Distancia (km)	Cota (m)	Nivel de señal (dBm)
0	787,09	---
0,4	677,7	-59,9
0,8	578,62	-64,42
1,2	546,66	-56,12
1,6	398,25	-115,13
2	262,3	-119,08
2,4	149,21	-120,91
2,8	97,95	-115,37
3,2	89,82	-100,21
3,6	91,72	-64,44
4	104,48	-62,28
4,4	59,14	-62,53
4,8	71,49	-61,68
5,2	95,18	-59,56
5,6	53,58	-59,63
6	37,71	-58,73
6,4	32,15	-57,87
6,8	26,79	-57,33
7,2	28,52	-56,83
7,6	26,4	-56,57
8	26,26	-56,39
8,4	26,28	-56,27
8,8	28,77	-56,19
9,2	19,39	-56,29
9,6	25,01	-56,24
10	26,93	-56,27
10,4	24,47	-56,36
10,8	23,35	-56,45
11,2	28,9	-56,5
11,6	30,41	-56,59
12	28,36	-56,72
12,4	21,73	-56,89
12,8	22,37	-57
13,2	17,29	-57,16
13,6	16,36	-57,29
14	14,12	-57,43
14,4	10,4	-57,58
14,8	11,21	-57,71
15,2	8,94	-57,85
15,6	24,32	-58,08
15,887	17,22	-58,27