

E.T.S. de Ingeniería Industrial,
Informática y de Telecomunicación

Extensión de televisión de ámbito autonómico en Navarra



Grado en Ingeniería
en Tecnologías de Telecomunicación

Trabajo Fin de Grado

Leyre Garralda Iriarte

Dr. Francisco Javier Falcone Lanas

Pamplona, 26 de Junio del 2014



RESUMEN

Este trabajo fin de grado trata sobre la televisión digital terrestre (TDT), concretamente de la extensión de un nuevo múltiple de televisión de ámbito autonómico en Navarra.

Primero se ha realizado un estudio teórico de la arquitectura de red actual en Navarra y de las infraestructuras que son utilizadas para el transporte y la difusión de la señal de televisión autonómica.

Una vez analizado el estado actual, mediante simulaciones realizadas con la herramienta de planificación de redes radio Radio Mobile, se ha procedido a la planificación de la nueva red. Se ha examinado la recepción de señal en todas las estaciones difusoras, el alcance de cobertura de los centros transmisores y se han analizado las posibles interferencias en la red.

Por otro lado, se ha realizado una comparación de los equipos transmisores/reemisores disponibles actualmente en el mercado.

ABSTRACT

This Degree Final Project deals with Digital Terrestrial Television (DTT), in particular, it is about the deployment of a new regional television multiplex in Navarre.

First, it was performed a theoretical study of the current network architecture of Navarre and the infrastructures that are used for the transport and diffusion of regional television signal.

Once the current state was analysed, through simulations made by Radio Mobile radio planning tool, we proceeded to the planning of the new network. We examined signal reception in all broadcasting stations, the scope of coverage of the transmitters and possible interferences in the network.

Furthermore, a comparative study of commercially available transmitter/retransmitter equipment was made.

LISTA DE PALABRAS CLAVE

Cobertura

Centro de Telecomunicaciones (CT)

Centro de Teledistribución

Dividendo Digital

Difusión

DVB

Emisor

Gap-filler

Múltiplex

Radio Mobile

SFN

TDT

UHF

ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN	10
2.	OBJETIVOS	13
3.	ESTADO DEL ARTE/CONTEXTO TECNOLÓGICO	14
3.1	Televisión Digital en España	14
3.1.1	Antecedentes	14
3.1.2	Televisión Digital	14
3.1.3	Estudio de tecnologías	15
3.2	Características técnicas de la señal TDT.....	16
3.2.1	Estándar DVB-T.....	16
3.2.2	Estándar DVB-T2.....	21
3.2.3	Parámetros de la TDT utilizados en este trabajo	21
3.3	Dividendo Digital	22
3.3.1	Primer Dividendo Digital	22
3.3.2	Segundo Dividendo Digital	22
3.3.3	Ubicación del nuevo múltiple autonómico	23
3.4	Arquitectura de las redes TDT.....	23
3.4.1	Estructura de una red TDT	23
3.4.2	Arquitectura de red en Navarra	32
3.5	Equipamiento mínimo de un Centro de Telecomunicación.....	40
3.5.1	Transmisores y reemisores.....	40
3.5.2	Equipos de recepción	48
3.5.3	Equipos de sincronización de red.....	48
3.5.4	Sistema Radiante.....	48
3.5.5	Cuadro de Conmutación.....	51
3.5.6	Equipo de Presurización	51
4.	METODOLOGÍA.....	52
4.1	Programa de simulación de coberturas Radio Mobile	52
4.2	Configuración de Radio Mobile.....	52
4.2.1	Creación de unidades radio.....	52
4.2.2	Creación de un mapa.....	53
4.2.3	Propiedades de imagen.....	54

4.2.4	Creación de redes.....	55
4.3	Verificación de la configuración realizada	59
5.	PLANIFICACIÓN Y DISEÑO DE LA RED.....	61
5.1	Parámetros a considerar	61
5.2	Recepción de señal en centros difusores.....	62
5.2.1	Centros emisores.....	62
5.2.2	Centros reemisores	63
5.2.3	Teledistribuciones	68
5.3	Estudio de coberturas	70
5.4	Niveles de señal en un punto	73
5.5	Análisis de interferencias	75
5.5.1	Análisis sin consideración de tiempos.....	77
5.5.2	Análisis considerando el intervalo de guarda	79
5.5.3	Modificación de parámetros de la red	80
5.6	Cobertura total.....	85
6.	CONCLUSIONES	87
7.	LÍNEAS FUTURAS	88
8.	BIBLIOGRAFÍA.....	89
9.	ANEXOS	91
A.	Infraestructuras disponibles.....	91
A.1.	Centros de Telecomunicación	91
A.2.	Centros de Teledistribución	106
A.3.	Red de Transporte.....	107
B.	Resultados adicionales.....	109
B.1.	Recepción de señal.....	109
B.2.	Coberturas de los transmisores	138
B.3.	Niveles de señal en un punto	149
C.	Equipamiento	150
C.1.	Transmisores y reemisores.....	150
C.2.	Sistema radiante.....	185

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1: Proceso de liberación del Dividendo Digital. [3]	10
Figura 1.2: Actual red de difusión TDT en Navarra (CTs en azul y teledistribuciones en blanco). (<i>Radio Mobile</i>).....	11
Figura 3.1: Esquema de transmisión del sistema DVB-T. [5].....	17
Figura 3.2: Paquete protegido con código Reed Solomon (204, 188, 8). [5]	19
Figura 3.3: Estructura de los datos a la salida del entrelazador externo, con l=12 bytes. [5]	19
Figura 3.4: Secuencias transmitidas en función del <i>code rate</i> . [5]	20
Figura 3.5: Codificación y entrelazado interno. [5]	20
Figura 3.6 Diagrama de bloques DVB-T2. [9]	21
Figura 3.7: Banda de frecuencias a liberar.....	22
Figura 3.8: Escenario del posible segundo dividendo digital. [13].....	23
Figura 3.9: Estructura de una red TDT. [14]	24
Figura 3.10: Proceso de codificación y multiplexación desde la cabecera hasta la red de distribución primaria. [14].....	25
Figura 3.11: Proceso de extracción y procesamiento de cuatro múltiplex que llegan desde la cabecera para ser transmitidos por satélite. [14]	26
Figura 3.12: Red de transporte y distribución primaria desde la cabecera hasta los centros de difusión de TDT. [14]	26
Figura 3.13: Distribución de las portadoras procedentes del satélite en los centros emisores primarios. [14].....	27
Figura 3.14: Diagrama de bloques de un centro emisor. [15]	29
Figura 3.15: Diagrama de bloques de centro reemisor. [15]	30
Figura 3.16 Esquema de funcionamiento de un reemisor isofrecuencia. [15]	30
Figura 3.17: Esquema de red CATV coaxial. [17].....	31
Figura 3.18 Sincronización con sistema GPS [15].....	32
Figura 3.19: Red de distribución de TDT en Navarra (<i>Google earth</i>).	35
Figura 3.20: Situación geográfica de los centros emisores (<i>Radio Mobile</i>).	37
Figura 3.21: Centros reemisores que componen la red de difusión de TDT en Navarra (<i>Radio Mobile</i>).	38
Figura 3.22: Situación geográfica de las 57 teledistribuciones de Navarra (<i>Radio Mobile</i>).....	39
Figura 3.23: Simulación realizada con Radio Mobile de la cobertura actual del canal de televisión autonómico de Navarra.....	40
Figura 3.24: Transmisor R&S®MLx. [19].....	41
Figura 3.25: Vista frontal del transmisor TUH3000. [22]	44
Figura 4.1: Ventana de configuración de las estaciones.	53
Figura 4.2: Ventana de configuración del mapa de trabajo.....	53
Figura 4.3: Mapa de elevaciones donde se incluyen las unidades radio.	54
Figura 4.4 Ventana de configuración de combinación de imágenes.	54
Figura 4.5 Ventana de configuración de los parámetros de la red.	55
Figura 4.6 Ventana de configuración de los sistemas radiantes.....	56
Figura 4.7 Ventana de configuración del sistema <i>Mobile</i>	57

Figura 4.8 Ventana de gestión de red.	57
Figura 4.9 Ventana de asociación de unidades radio.....	58
Figura 4.10 Visualización del patrón de radiación del Centro de Telecomunicaciones de Amescoas.	58
Figura 4.11: Resultado de simulación de cobertura del transmisor de Santesteban para el múltiple autónomo actual realizado con Sirenet y Radio Mobile respectivamente.	59
Figura 4.12: Resultado de simulación de cobertura del transmisor de San Cristobal para el múltiple autónomo actual realizado con Sirenet y Radio Mobile respectivamente.	60
Figura 5.1: Red de transporte y distribución primaria de Navarra (<i>Radio Mobile</i>).....	63
Figura 5.2: Configuración de sistemas receptores en centros reemisores (<i>Radio Mobile</i>).	64
Figura 5.3: Configuración de la dirección de las antenas de los centros reemisores (<i>Radio Mobile</i>).	65
Figura 5.4: Resultados correspondientes al enlace Higa de Monreal – Amescoas con Radio Link (<i>Radio Mobile</i>).....	66
Figura 5.5: Resultados del enlace Higa de Monreal – Amescoas con RmPath.	66
Figura 5.6: Definición del sistema de recepción de las teledistribuciones (<i>Radio Mobile</i>).....	68
Figura 5.7: Ventana de configuración para la representación de las coberturas zonales en el canal 21 y 60 respectivamente (<i>Radio Mobile</i>).....	71
Figura 5.8: Cobertura del centro emisor situado en Lesaka para el canal 21 y 60 (<i>Radio Mobile</i>).	72
Figura 5.9: Cobertura del centro emisor situado en San Cristóbal para el canal 21 y 60 (<i>Radio Mobile</i>).	73
Figura 5.10: Situación gráfica de los puntos a analizar (<i>Radio Mobile</i>).	74
Figura 5.11: Ventana de configuración de red con los nuevos puntos añadidos (<i>Radio Mobile</i>).	74
Figura 5.12: Ventana de configuración para el análisis de interferencias en Radio Mobile.....	76
Figura 5.13: Análisis de interferencias en Navarra para el canal 60 siendo el CT San Cristóbal el interferente (<i>Radio Mobile</i>).	77
Figura 5.14: Análisis de interferencias en la Comarca de Pamplona siendo San Cristóbal el interferente para el canal 60 y 21 respectivamente (<i>Radio Mobile</i>).	78
Figura 5.15: Análisis de interferencias en la Comarca de Pamplona siendo la Higa de Monreal el interferente para el canal 60 y 21 respectivamente (<i>Radio Mobile</i>).	78
Figura 5.16 Ventana de configuración de la cobertura radio de interferencias con la opción de <i>Time delay</i> (<i>Radio Mobile</i>).	79
Figura 5.17: Interferencias entre la señal de San Cristóbal y la de la Higa de Monreal, teniendo en cuenta S/I y retardo max, en el canal 60 y 21 respectivamente (<i>Radio Mobile</i>).	80
Figura 5.18: Análisis de interferencias en el canal 60 y 21 respectivamente cuando Ptx Higa es de 29 kW (<i>Radio Mobile</i>).....	81
Figura 5.19: Análisis de interferencias sin opción de <i>Time relay</i> para el canal 60 cuando Ptx Higa es de 1 W siendo éste el transmisor interferente y el deseado respectivamente (<i>Radio Mobile</i>).	81
Figura 5.20: Disminución de cobertura alcanzada por la Higa de Monreal al reducir de 1kW a 1W la potencia en el canal 60 (<i>Radio Mobile</i>).....	82

Figura 5.21: Interferencias Higa-San Cristóbal introduciendo un retardo de 180 μ s en CT Higa (*Radio Mobile*)..... 83

Figura 5.22: Interferencias Higa-San Cristóbal introduciendo un retardo de 224 μ s en CT Higa (*Radio Mobile*)..... 83

Figura 5.23: Interferencias Higa-San Cristóbal introduciendo un retardo de 300 μ s en CT Higa (*Radio Mobile*)..... 84

Figura 5.24: a) Diagramas de radiación actuales. b) Modificación del patrón de radiación del CT San Cristóbal..... 84

Figura 5.25: a) Autointerferencias del canal 60 con los sistemas radiantes originales b) Autointerferencias modificando el diagrama de radiación de San Cristóbal (*Radio Mobile*)..... 85

Figura 5.26: Resultados de cobertura neta en el canal 21 (*Google earth*). 86

Figura 5.27: Resultados de cobertura neta en el canal 60 (*Google earth*). 86

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 3.1: Parámetros de las modulaciones OFDM recomendadas por el grupo DVB.....	18
Tabla 3.2 Comparación de los estándares DVB-T y DVB-T2. [10]	21
Tabla 3.3: Vanos de la red de distribución de Navarra.	35
Tabla 3.4: Comparación de las características principales de los equipos transmisores.....	47
Tabla 3.5: Resumen de la composición y características de la configuración de los sistemas radiantes estándar [14].	49
Tabla 5.1: Niveles de campo mínimos para bandas IV y V.....	61
Tabla 5.2: Resultados de los enlaces transmisores-reemisores.....	67
Tabla 5.3: Comparación de los niveles de campo de recibidos en las teledistribuciones en función del canal.	69
Tabla 5.4: Municipios cubiertos actualmente por el CT de Lesaka.....	72
Tabla 5.5: Coordenadas de los puntos a analizar.....	73
Tabla 5.6: Niveles de potencia e intensidad de campo en un punto para los canales 21 y 60...	75
Tabla 5.7: Márgenes de protección cocanal (dB) para una señal DVB-T interferida por otra señal DVB-T.....	76

1. INTRODUCCIÓN

La televisión analógica ha utilizado para su emisión parte de la banda de frecuencias de VHF (47 a 230 MHz) y parte de la banda de UHF (470 a 862 MHz) desde el comienzo de las emisiones de televisión a principios del segundo cuarto del pasado siglo XX [1].

Con la llegada de las tecnologías digitales y las nuevas tecnologías de compresión digital, el espectro utilizado para la difusión de un canal analógico permite la transmisión de hasta 6 canales digitales.

Gracias a la mayor eficiencia de la señal digital, en noviembre de 2007, la Conferencia Mundial de Radiocomunicaciones, acuerda atribuir la banda de 790-862 MHz a los servicios de comunicaciones electrónicas, en lo que se denomina *Dividendo Digital*. En mayo de 2009, España anuncia que reservará dicha banda para dichos servicios, mediante el Real Decreto 365/2010, por el que se regula la asignación de múltiples de la Televisión Digital Terrestre tras el cese de las emisiones de televisión terrestre con tecnología analógica.

Dicho decreto establece que tras el cese de las emisiones analógicas, cada radiodifusor privado accederá a un múltiple digital de cobertura estatal, la Corporación de Radio y Televisión Española accederá a dos múltiples digitales de cobertura estatal para su explotación en régimen de gestión directa [2] y, para cada una de las comunidades autónomas, se reservarán dos múltiples digitales de cobertura autonómica.

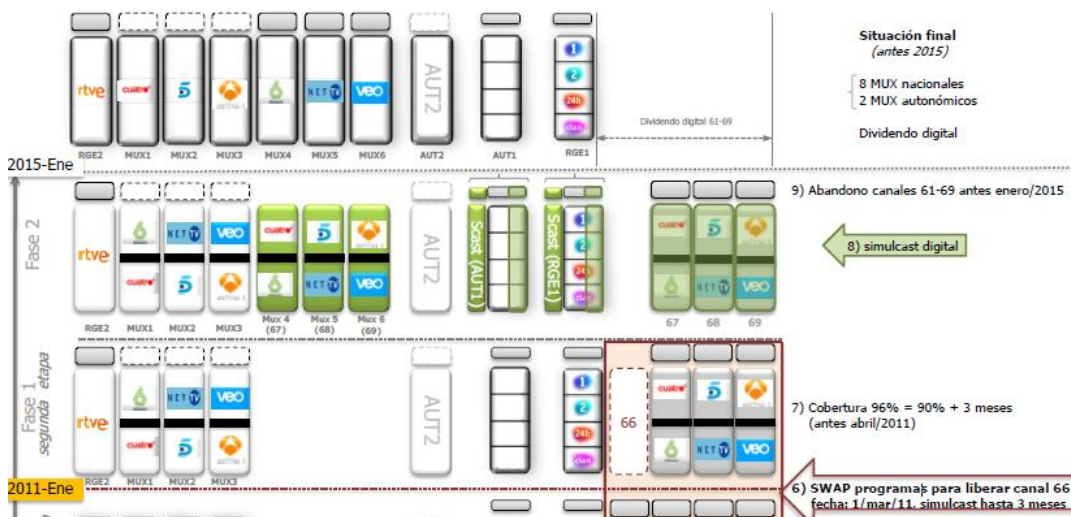


Figura 1.1: Proceso de liberación del Dividendo Digital. [3]

En la actualidad, ya se han desplegado parte de los nuevos múltiples (RGE2, MUX 1, MUX 2 y MUX3) y han cesado las emisiones en el canal 66, por lo que Navarra cuenta con la siguiente oferta de canales:

- 6 MUX de cobertura estatal: Canales 67, 68, 69, 55 (MUX1), 37 (MUX2) y 53 (MUX3).
- 2 MUX de cobertura estatal con capacidad para realizar desconexiones territoriales: Canales 59 y 29.
- 1 MUX de cobertura autonómica: Canal 62/26.

Como se puede observar, el segundo múltiple digital de cobertura autonómica aún no ha sido desplegado. Por lo tanto, el objetivo de este trabajo va a consistir en realizar un estudio del futuro despliegue de un segundo canal de televisión de ámbito autonómico en Navarra.

Para la planificación de una segunda extensión de TDT, se han tenido en cuenta las infraestructuras con las que cuenta en la actualidad el canal autonómico: La actual red de difusión de TDT, que consta de un total de 64 centros de telecomunicación (emisores y reemisores) completada por otros 57 centros de teledistribución vía cable y la actual solución de transporte, ya que el Gobierno de Navarra cuenta con una red de transporte digital compuesta casi por 150 radioenlaces, de los cuales 39 se utilizan para la distribución terrestre de Televisión Digital.

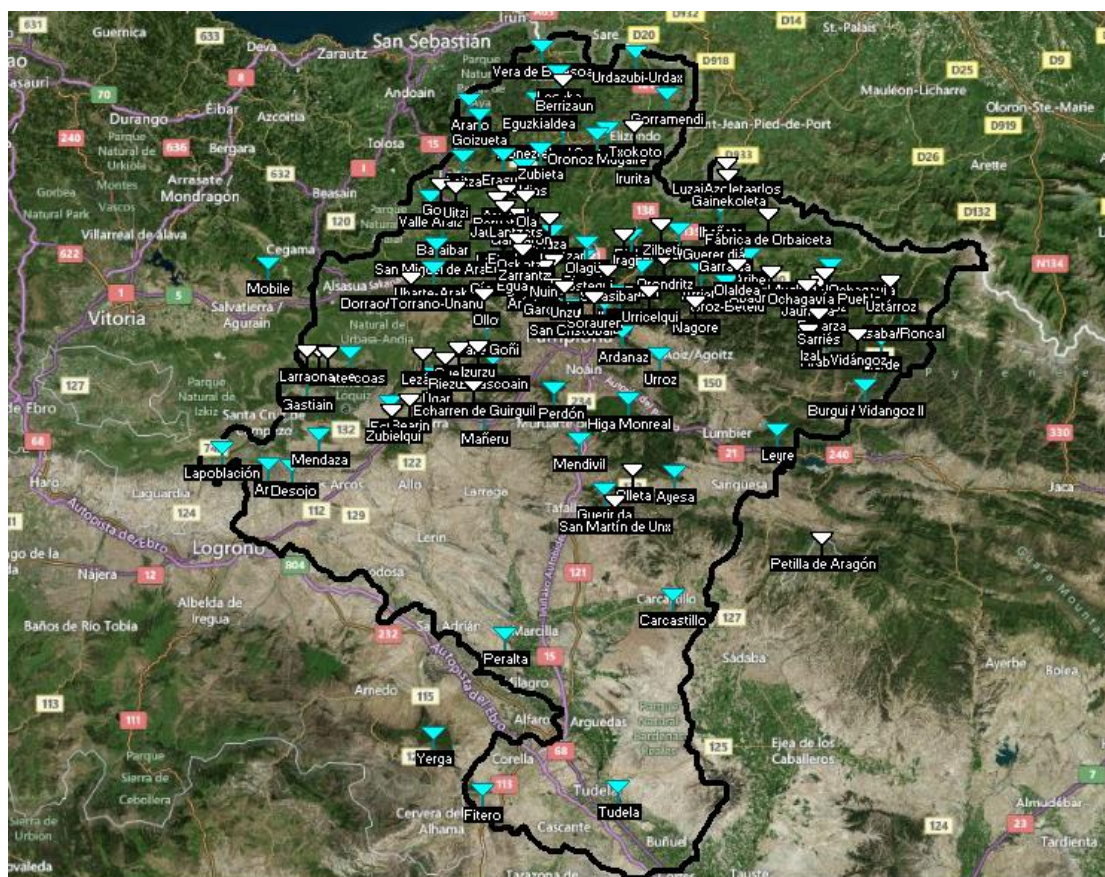


Figura 1.2: Actual red de difusión TDT en Navarra (CTs en azul y teledistribuciones en blanco). (Radio Mobile)

Como se puede ver, la red de difusión de TDT de Navarra, se trata de una red muy extensa. La mayoría de las instalaciones están concentradas en las poblaciones del norte de Navarra, ya que son zonas de valles muy profundos con muy pobre cobertura para las señales de radio.

Con estas infraestructuras, se logra dar cobertura de la TDT autonómica al 99,8% de la población de Navarra, siendo el 0,2% restante de la población cubierto por tecnología satélite. Así pues, con la extensión del nuevo canal autonómico, se deberá asegurar este mismo porcentaje de cobertura, y se deberán de cubrir las zonas cubiertas actualmente.

2. OBJETIVOS

El objetivo principal de este trabajo es realizar una nueva extensión de televisión de ámbito autonómico en Navarra. Para ello, a través de la herramienta de simulación Radio Mobile, se realizarán los siguientes estudios:

- Análisis de la situación actual de los servicios de Televisión Digital Terrestre en Navarra.
- Análisis de la viabilidad de los centros como reemisores terrestres o emisores y el aprovechamiento de las infraestructuras de la red de transporte.
- Estudio de cobertura alcanzada a la nueva frecuencia, utilizando todos los centros que en la actualidad se disponen para dar servicio de difusión en la Comunidad Foral de Navarra.
- Estudio de incompatibilidades y posibles interferencias entre centros.
- Análisis y comparación del equipamiento transmisor y reemisor disponible en el mercado.

3. ESTADO DEL ARTE/CONTEXTO TECNOLÓGICO

3.1 Televisión Digital en España

3.1.1 Antecedentes

En España han existido históricamente tres plataformas de difusión de TV: la TV terrestre (desde 1956), la TV por satélite (finales de los años 80) y la TV por cable (mediados de los 90).

La TV terrestre está asociada en España a la TV en abierto, con un porcentaje de cobertura del 98,5% de la población, muy superior al de la media europea, lo que implica que la TV terrestre tiene la consideración de servicio público.

Para llevar a cabo la transición de la TV analógica terrestre a la TV digital terrestre, el Plan Técnico de la TDT estableció las condiciones, obligando a las cadenas de TV a unas coberturas de TDT similares a la analógica, es decir, el 98% de población para RTVE y 96% para las privadas.

Para alcanzar esta cobertura, contrataron con Abertis-Retevisión, el transporte y difusión de la señal de TV a través de los Centros de Telecomunicación que Abertis tiene en todo el territorio.

En el caso de Navarra, desde el año 95, y para la prestación del servicio de TV analógica existía un convenio de colaboración entre Gobierno de Navarra y Abertis-Retevisión para dar servicio de televisión. Navarra disponía de una red de centros de difusión de televisión analógica terrestre cuya cobertura se extendía a más del 99% de la población. Sobre esta infraestructura se optó por la solución más sencilla para realizar el proceso de digitalización, que consistió en la sustitución del equipamiento analógico por equipamiento digital para la distribución de la televisión digital terrestre, aprovechando la red de centros de emisión ya existente y manteniendo la misma cobertura.

3.1.2 Televisión Digital

La Televisión Digital es la difusión de las señales de TV que utiliza la tecnología digital más moderna para transmitir de forma optimizada imagen y sonido de mayor calidad, permitiendo ofrecer adicionalmente otros servicios interactivos o de acceso a los usuarios. [4]

Actualmente, es posible acceder a la Televisión Digital mediante las siguientes tecnologías de acceso:

- Ondas Terrestres (TDT).
- Satélite.
- Cable.
- ADSL.

3.1.3 Estudio de tecnologías

En la actualidad, para la difusión de los contenidos audiovisuales a los usuarios se utilizan fundamentalmente cuatro plataformas diferentes, que son:

- Terrestre (TDT): Es la más extendida en España, alcanzando al 98,5% de la población. Es televisión en abierto, salvo en el caso de algún programa con acceso condicional (por ejemplo, GoITV).
- Satélite: Es televisión de pago, en general, salvo la solución TDTSAT puesta a disposición de los usuarios de zonas sin cobertura TDT. El satélite puede proporcionar cobertura al 100% de la población, pero para ello es necesario instalar el equipo de recepción, constituido por una antena parabólica, cableado y decodificadores de satélite, lo que supone un coste importante para el usuario.
- Cable: Al igual que la anterior, es de acceso mediante abono. En general, no se suelen cubrir las zonas rurales, ya que tan solo da cobertura en las zonas donde han desplegado red los operadores.
- ADSL (IP): Es también televisión de pago, y al igual que en las redes de cable, el acceso de los usuarios depende de la disponibilidad de la red del operador que presta el servicio, por lo que en general, no dan servicio en zonas rurales.

Por lo tanto, en España coexiste la radiodifusión de televisión terrestre, basada en un modelo en abierto y gratuito para el usuario, con los servicios de televisión de pago a través de plataformas de TDT, satélite, cable o IPTV. Además de las tecnologías mencionadas, se encuentra la difusión de servicios de televisión en movilidad, a través de las redes celulares de tercera generación de los operadores móviles.

Sin embargo, la única forma disponible a nivel nacional, autonómico y local para recibir los canales de los licenciatarios del servicio de difusión de televisión de forma gratuita es a través de la TDT. Esto explica que en este trabajo fin de grado se realice la extensión del múltiple de ámbito autonómico mediante tecnología de ondas terrestres (TDT). Al existir infraestructuras (centros

difusores y redes de transporte) ya implantadas, se considera la solución más eficiente en costes. Por lo tanto, dada la evidencia derivada, no se considera oportuno realizar ningún estudio específico para valorar las soluciones de satélite.

3.2 Características técnicas de la señal TDT

La Televisión Digital Terrestre (TDT) es la que ha sustituido a la Televisión Analógica Terrestre. Es un servicio de telecomunicación en el que la comunicación se realiza hacia varios puntos de recepción simultáneamente, transmitiendo la señal por medio de ondas terrestres y recibéndola por medio de antenas UHF convencionales.

A continuación, se exponen las características y los esquemas de funcionamiento del sistema de transmisión de televisión digital de la norma DVB-T.

3.2.1 Estándar DVB-T

El sistema de TV digital denominado DVB-T (*Terrestrial Digital Video Broadcasting*), recogido en el estándar ETSI (*European Telecommunications Standards Institute*) EN300 744, se puede definir como el bloque que adapta la señal de televisión en banda base a la salida del multiplexor MPEG-2, a las características del canal terrestre. [5]

Los procesos que se aplicarán a los datos son:

- Adaptación y aleatorización del flujo de transporte
- Codificación y entrelazados externos (por ejemplo código Reed-Solomon)
- Codificación y entrelazados internos (por ejemplo entrelazado convolucional)
- Mapeado y modulación
- Transmisión OFDM (*Orthogonal Frequency Division Multiplexing*)

La principal característica del sistema de transmisión de televisión digital es el uso de la modulación OFDM codificada (COFDM) que ofrece protección sobre interferencias cocanal e interferencias del canal adyacente. [6]

Además, para lograr un compromiso entre la eficiencia espectral y la topología de red, se establece un intervalo de guarda flexible. De esta forma, el sistema soporta distintas configuraciones de red, como pueden ser redes SFN de área extensa y un único transmisor, y no se compromete la eficiencia espectral del sistema.

Se definen dos modos de operación: Un modo 2K y un modo 8K. El modo 2K es el más apropiado para redes MFN o SFN de área reducida, mientras que el modo 8K es más indicado para redes SFN de tamaño grande o pequeño.

El sistema permite varios niveles de modulación QAM y varios valores de relación o tasas de codificación internas lo cual afecta a la capacidad del canal y a su protección. En la figura 3.1, se muestra el esquema de transmisión del sistema DVB-T.

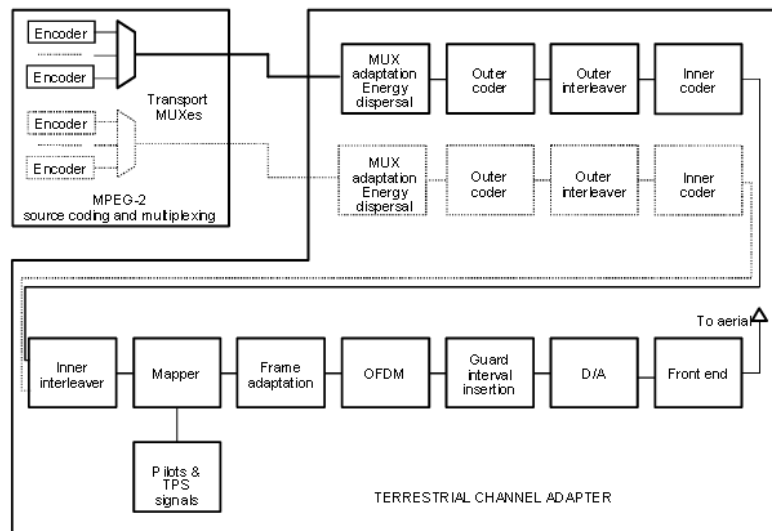


Figura 3.1: Esquema de transmisión del sistema DVB-T. [5]

Como se puede ver, el sistema permite la codificación y modulación de dos niveles jerárquicos, dividiendo el flujo de transporte MPEG-2 en dos flujos de alta y de baja prioridad.

3.2.1.1 Características del DVB-T

3.2.1.1.1 Modulación OFDM

Este tipo de modulación, cuyo principio de funcionamiento consiste en repartir un tren binario de gran velocidad entre un alto número de portadoras ortogonales, consigue que cada una transporte un pequeño flujo. [7]

Su principal ventaja es su buen comportamiento en caso de recepción de señales multitrayecto (frecuente durante las recepciones terrestres móviles o portátiles), ya que el retardo de los múltiples trayectos resulta muy inferior al periodo de símbolo (T_s).

Por lo tanto, el principio de la modulación OFDM (*Orthogonal Frequency Division Multiplexing*) consiste en modular un gran número de portadoras de más baja velocidad con una separación entre portadoras consecutivas de $1/T_s$.

Esto determina la condición de ortogonalidad entre estas portadoras, cuyo espectro puede verse en la figura 3.2. Sin embargo, en las condiciones reales de recepción terrestre, debido a la propagación multitrayecto, que se añaden a la señal directa hacen que las condiciones de ortogonalidad entre portadoras no se respeten, lo que hace que aparezcan interferencias intersímbolos.

Para poder solucionar este problema, se añade a la duración del símbolo T_s un intervalo de seguridad Δ y así, se obtiene un nuevo periodo de símbolo $T_s' = T_s + \Delta$. Este intervalo de guarda normalmente es igual o inferior a $T_s/4$.

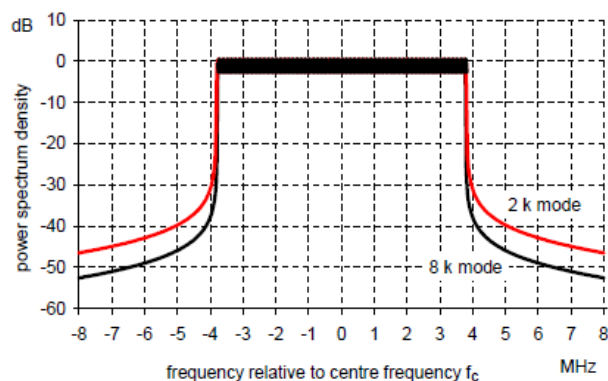


Figura 3.2: Espectro teórico de la señal de transmisión DVB para canales de 8 MHz e intervalo de guarda $\Delta = T_s/4$. [5]

El estándar DVB recomienda una modulación COFDM para 8.192 (8K) o 2.048 (2K) portadoras para las redes de TDT [8]. La tabla 3.1 muestra sus principales parámetros (para un canal de 8 MHz).

Tabla 3.1: Parámetros de las modulaciones OFDM recomendadas por el grupo DVB.

Parámetro	Modo 8 K	Modo 2 K
Número de portadoras (N')	6817	1705
Duración útil del símbolo (T_s)	896 μ s	224 μ s
Intervalo de seguridad (Δ)	$T_s/4$, $T_s/8$ o $T_s/32$	$T_s/4$, $T_s/8$ o $T_s/32$
Espaciado de las portadoras ($1/T_s$)	1.116 Hz	4.464 Hz
Diferencia entre portadoras extremas	7,61 MHz	7,61 MHz
Modulación de las portadoras	QPSK, 16-QAM o 64-QAM	QPSK, 16-QAM o 64-QAM

Como se puede observar, con el modo 8K, se consigue un periodo de símbolo largo (896 μ s) y además, si se utiliza el intervalo de guarda máximo (224 μ s), se posibilita una correcta recepción incluso cuando los ecos son muy largos. Esto permite el diseño de redes de cobertura nacional isofrecuenciales (SFN, *Single Frequency Network*).

En el caso del modo 2K, se simplifica la parte de recepción pero eso hace que se aumente la sensibilidad a los ecos, y por lo tanto, se dificulte el diseño de redes SFN y recepción móvil para este modo.

3.2.1.1.2 Codificación de canal

3.2.1.1.2.1 Codificación y entrelazado externo

La codificación es un proceso en el que se introduce redundancia en la estructura de los paquetes de transporte, de forma que se pueda realizar una corrección de errores (FEC) en la recepción.

La codificación externa que se utiliza es una versión de la codificación original RS (255, 239, $t=8$), concretamente, se trata de una codificación de tipo Reed-Solomon RS (204, 188, $t=8$). En este proceso se añaden a los 188 bytes iniciales de cada paquete de transporte 16 bytes de paridad, lo que permite corregir hasta 8 bytes erróneos aleatorios.

En cuanto al proceso de entrelazado externo, se utiliza la aproximación de Forney, que es compatible con la de Ramsey tipo III, con $l=12$. El entrelazado convolucional preserva la periodicidad de los 204 bytes de los paquetes de transporte, ya que los bytes de datos están delimitados por los de sincronización MPEG-2 (invertidos y no invertidos) y no sufren alteración alguna.

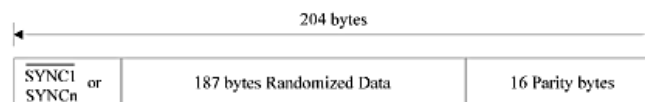


Figura 3.2: Paquete protegido con código Reed Solomon (204, 188, 8). [5]

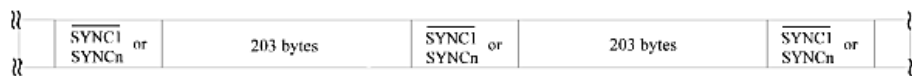


Figura 3.3: Estructura de los datos a la salida del entrelazador externo, con $l=12$ bytes. [5]

3.2.1.1.2.2 Codificación interna

El proceso de la codificación interna, se basa en un codificador convolucional de relación $1/2$, que consigue una mayor capacidad de corrección de errores de tipo aleatorio a cambio de disminuir la capacidad del canal a la mitad.

Para no tener que limitar tanto la capacidad del canal, se puede aumentar la relación de codificación mediante técnicas de *puncturing*, consiguiendo relaciones de $1/2$, $2/3$, $3/4$, $5/6$ o $7/8$.

A mayor relación, menor será la protección del canal, aunque la capacidad del canal aumenta. La elección del *code rate* por el radiodifusor será, pues, un compromiso entre el flujo útil del canal y la extensión de la zona de servicio perseguida para una potencia de emisión y un tamaño de antena de recepción dados.

Code Rates r	Puncturing pattern	Transmitted sequence (after parallel-to-serial conversion)
1/2	X: 1 Y: 1	$X_1 Y_1$
2/3	X: 1 0 Y: 1 1	$X_1 Y_1 Y_2$
3/4	X: 1 0 1 Y: 1 1 0	$X_1 Y_1 Y_2 X_3$
5/6	X: 1 0 1 0 1 Y: 1 1 0 1 0	$X_1 Y_1 Y_2 X_3 Y_4 X_5$
7/8	X: 1 0 0 0 1 0 1 Y: 1 1 1 1 0 1 0	$X_1 Y_1 Y_2 Y_3 Y_4 X_5 Y_6 X_7$

Figura 3.4: Secuencias transmitidas en función del *code rate*. [5]

3.2.1.1.3 Entrelazado interno

Este proceso consiste en preparar el flujo de bits para la modulación OFDM. Funciona en dos etapas, primero se realiza un entrelazado a nivel de bit y después se realiza otro entrelazado a nivel de símbolo, ambos entrelazadores están formados por bloques.

Si se utiliza una modulación jerárquica, el entrelazador interno se encarga de unir los flujos de baja y de alta prioridad.

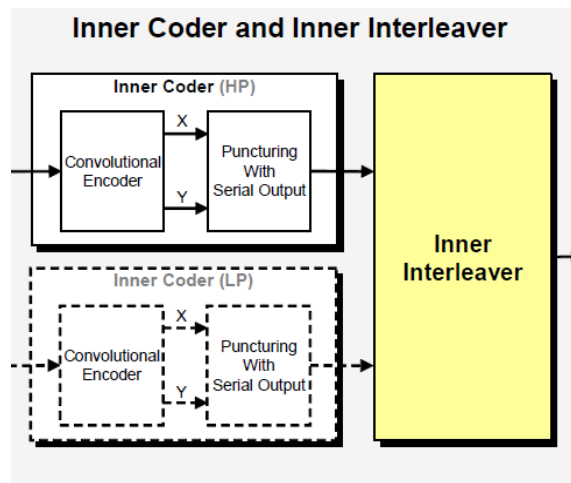


Figura 3.5: Codificación y entrelazado interno. [5]

3.2.2 Estándar DVB-T2

La segunda generación del estándar DVB-T2 extiende el rango de la mayoría de los parámetros de DVB-T y reduce significativamente el *overhead*, de forma que se consigue un rendimiento cercano a la capacidad teórica del canal, con la mayor robustez de transmisión posible. [9]

En la siguiente figura se puede ver el diagrama de bloques del estándar de segunda generación.

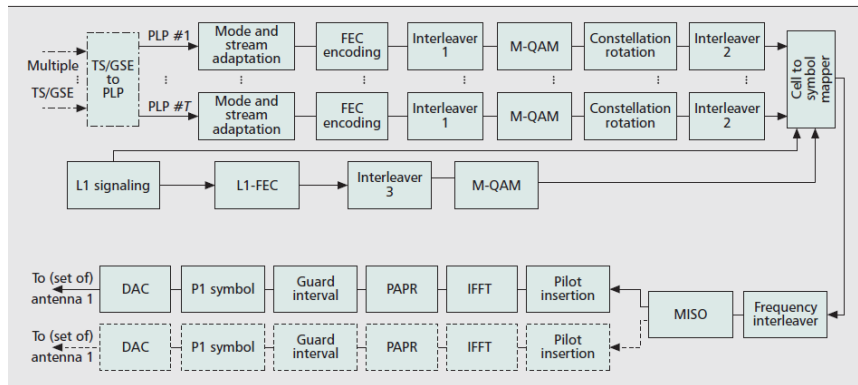


Figura 3.6 Diagrama de bloques DVB-T2. [9]

Las principales mejoras respecto a DVB-T se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 3.2 Comparación de los estándares DVB-T y DVB-T2. [10]

	DVB-T	DVB-T2 (new/improved options in bold)
FEC	Convolutional Coding+Reed Solomon 1/2, 2/3, 3/4, 5/6, 7/8	LDPC + BCH 1/2, 3/5 , 2/3, 3/4, 4/5 , 5/6
Modes	QPSK, 16QAM, 64QAM	QPSK, 16QAM, 64QAM, 256QAM
Guard Interval	1/4, 1/8, 1/16, 1/32	1/4, 19/128 , 1/8, 19/256 , 1/16, 1/32, 1/128
FFT Size	2k, 8k	1k , 2k, 4k , 8k, 16k , 32k
Scattered Pilots	8% of total	1% , 2% , 4% , 8% of total
Continual Pilots	2.0% of total	0.4%-2.4% (0.4%-0.8% in 8K-32K)
Bandwidth	6, 7, 8 MHz	1.7 , 5, 6, 7, 8, 10 MHz
Typical data rate (UK)	24 Mbit/s	40 Mbit/s
Max. data rate (@20 dB C/N)	31.7 Mbit/s (using 8 MHz)	45.5 Mbit/s (using 8 MHz)
Required C/N ratio (@24 Mbit/s)	16.7 dB	10.8 dB

3.2.3 Parámetros de la TDT utilizados en este trabajo

En el desarrollo de este trabajo, se va a tomar como referencia la configuración elegida a nivel del estado español para la emisión de los actuales múltiples, de todas las configuraciones posibles que ofrece el sistema DVB-T. Los valores a configurar son los siguientes:

- Número de portadoras: modo 8K.
- Modulación de portadoras: 64QAM.
- Relación de codificación: 2/3
- Intervalo de guarda: 1/4
- Ancho de banda: 8 MHz
- Modo no jerárquico.

La configuración elegida es la indicada para el despliegue de redes de frecuencia única (SFN) de área extensa, ya que se consigue la mayor duración del intervalo de guarda minimizando las autointerferencias y se proporciona una alta velocidad de datos con una tasa de codificación que ayuda a mejorar la protección frente a errores.

3.3 Dividendo Digital

En función de la sub-banda de frecuencias, en la transición de la televisión analógica a la digital, se han realizado dos reasignaciones del espectro: Primer y Segundo Dividendo Digital.

3.3.1 Primer Dividendo Digital

El primer Dividendo Digital se conoce como el proceso por el cual las frecuencias comprendidas entre 790 MHz y 862 MHz, es decir, los canales 61 al 69 de UHF, dejarán de ser utilizadas para la transmisión de televisión y serán asignadas a las compañías operadoras de comunicaciones electrónicas [11].

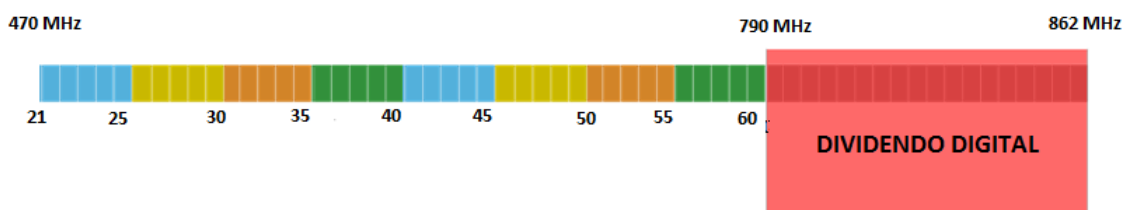


Figura 3.7: Banda de frecuencias a liberar.

Tras el cese de la televisión analógica, mediante el RD 365/2010, el Gobierno reguló la asignación de los múltiplex de TDT, estableciéndolo en dos fases:

- Cuatro nuevos múltiplex (MUX1, MUX2, MUX3 y MUX con capacidad para desconexión territorial) y uno autonómico, por debajo de la banda 790-862 MHz.
- Nuevos múltiplex de ámbito nacional y autonómico por debajo del canal 61 de UHF, por lo que cada operador obtendría un múltiplex.

3.3.2 Segundo Dividendo Digital

En la Conferencia Mundial de Radiocomunicaciones 2012, se aprobó la asignación de un “segundo dividendo digital” en las frecuencias comprendidas entre 698 y 790 MHz (equivalente a los canales 50 al 60 de UHF), por lo que el servicio de transmisión de TDT quedaría acotado entre los canales 21 y 49 (470-698 MHz). [12]

Scenario for a second Digital Dividend in Europe, Africa and the Middle-East

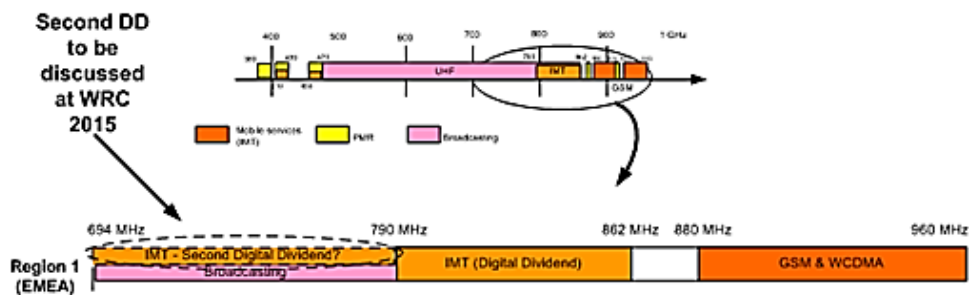


Figura 3.8: Escenario del posible segundo dividendo digital. [13]

3.3.3 Ubicación del nuevo múltiple autónomico

La segunda fase del primer dividendo digital concluye en enero de 2015, por lo que la nueva extensión autónomica se deberá realizar por debajo de la banda 790-862 MHz.

Debido a que no se han realizado aún las asignaciones efectivas de los canales radioeléctricos a utilizar en esta segunda fase, en el desarrollo de este trabajo, se va a realizar un estudio de la extensión del nuevo múltiple para el canal de máxima y mínima frecuencia del rango (470MHz-790MHz). Por lo tanto, se van a comparar los resultados obtenidos para el caso en el que el canal autónomico esté situado en el canal radioeléctrico 21 (470MHz-478MHz) y en el canal 60 (782 MHz -790MHz).

3.4 Arquitectura de las redes TDT

3.4.1 Estructura de una red TDT

En el siguiente apartado se muestra la arquitectura de los sistemas de televisión digital terrestres [14]. Como ejemplo general, se describe la arquitectura completa de los múltiplex de ámbito nacional.

En general, un sistema de televisión digital terrestre está compuesto por las siguientes partes:

- La red de contribución
- La cabecera
- La red de transporte o distribución primaria
- La red de difusión primaria
- La red de difusión secundaria
- La red de reserva o back-up

- El sistema de sincronización
- El sistema de supervisión y de gestión de red

La siguiente figura muestra, de forma esquemática, la estructura de red de transmisión general:

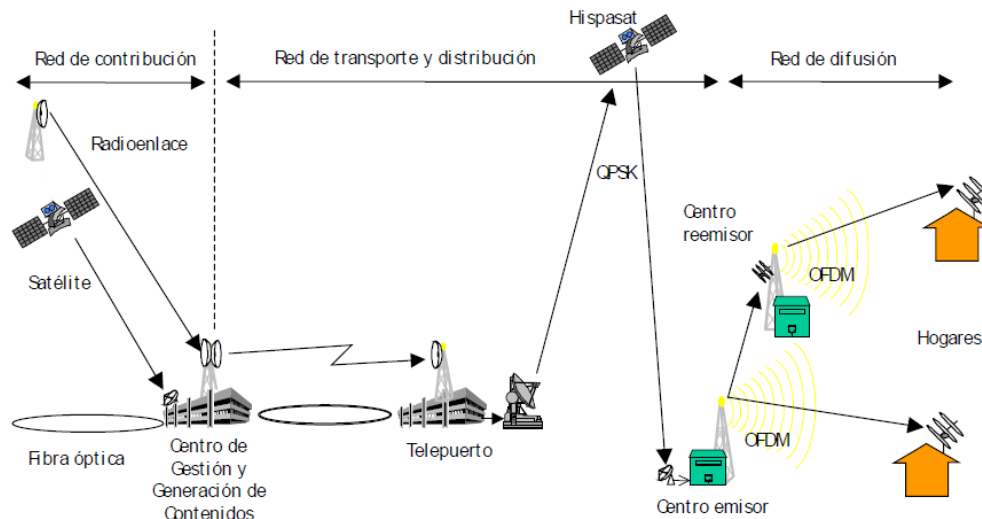


Figura 3.9: Estructura de una red TDT. [14]

En primer lugar, la red de contribución se encarga de transmitir las señales o programas desde los puntos en los que son generados hasta la cabecera, donde serán multiplexados en los correspondientes múltiplex digitales, cada uno de los cuales podrá llevar diversos programas.

Una vez generados los múltiplex, la red de transmisión y distribución primaria los transporta desde la cabecera hasta los centros de difusión para que puedan ser radiodifundidos. Esta red de transporte primaria contiene dos tramos: En el primero, se realiza el transporte de los múltiplex desde la cabecera hasta el Telepuerto sobre fibra óptica y, paralelamente, se realiza el transporte sobre radioenlace digital. En el segundo tramo, se realiza la difusión vía satélite desde el Telepuerto hasta los centros emisores de los múltiplex considerados, mediante transpondedores de los satélites del sistema Hispasat. Además, se dispone de una red de reserva o de back-up terrestre como alternativa a la red de transporte satelital.

Una vez llegan los múltiplex a los centros de difusión o centros emisores que constituyen la red de difusión primaria, se difunden utilizando los canales radioeléctricos asignados en la banda UHF. Las zonas de sombra que pudiesen quedar de los centros emisores se rellenan utilizando la red de difusión secundaria. Ésta está constituida por reemisores isofrecuenciales (denominados gap-fillers), que reciben la señal de los centros emisores de difusión anteriores y los redifunden a la misma frecuencia.

Si se quiere que todos los emisores y reemisores de la red emitan la misma señal, a la misma frecuencia y en el mismo instante de tiempo, es decir, operen en modo de red de frecuencia única, será necesario dotar a la red de un sistema de sincronización.

3.4.1.1 Red de contribución

La red de contribución permite llevar las señales desde los lugares en los que se generan los contenidos de los diferentes proveedores hasta el Centro de Gestión y Generación de Contenidos o Cabecera de Red donde se realizará la codificación digital y el multiplexado de programas. Esta red incluye diferentes medios: radioenlaces digitales PDH y SDH, enlaces por satélite y tendidos de fibra óptica.

3.4.1.2 Red de distribución

3.4.1.2.1 Red de transporte y distribución primaria

La red de transporte y distribución primaria transporta las señales de los programas multiplexados desde el Centro de Gestión y Generación de Contenidos hasta los centros emisores primarios, donde se realizará la modulación y radiodifusión de la señal.

En la siguiente figura, se muestra el proceso que siguen las señales de contribución desde que llegan a la cabecera donde se codifica cada programa según el estándar MPEG-2, hasta que se entregan los múltiplex generados a la red de distribución primaria.

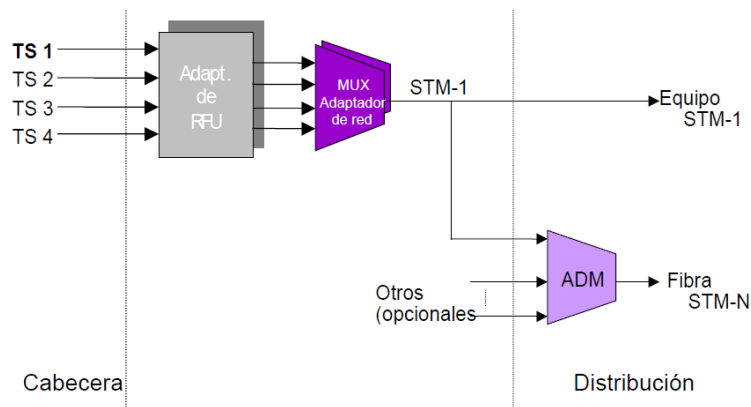


Figura 3.10: Proceso de codificación y multiplexación desde la cabecera hasta la red de distribución primaria. [14]

3.4.1.2.1.1 Distribución primaria satelital

Para el transporte de los múltiplex nacionales, se utilizan redes de transporte satelitales para hacer llegar la señal hasta los centros de difusión. Para ser transmitidos por satélite, se vuelven a extraer los flujos de transporte y tras pasar por el adaptador de red de frecuencia única, cada uno de los flujos llega a un modulador QPSK, conforme a la Norma DVB-S. Después de realizar la modulación de las señales, se suman en frecuencia, dos a dos, para proceder a la conversión de frecuencia y amplificación.

Finalmente, las señales se combinan y son radiadas por la antena hacia el satélite Hispasat. La siguiente figura muestra el proceso de extracción y procesamiento de cuatro múltiplex que proceden de la cabecera para ser transmitidos al satélite Hispasat.

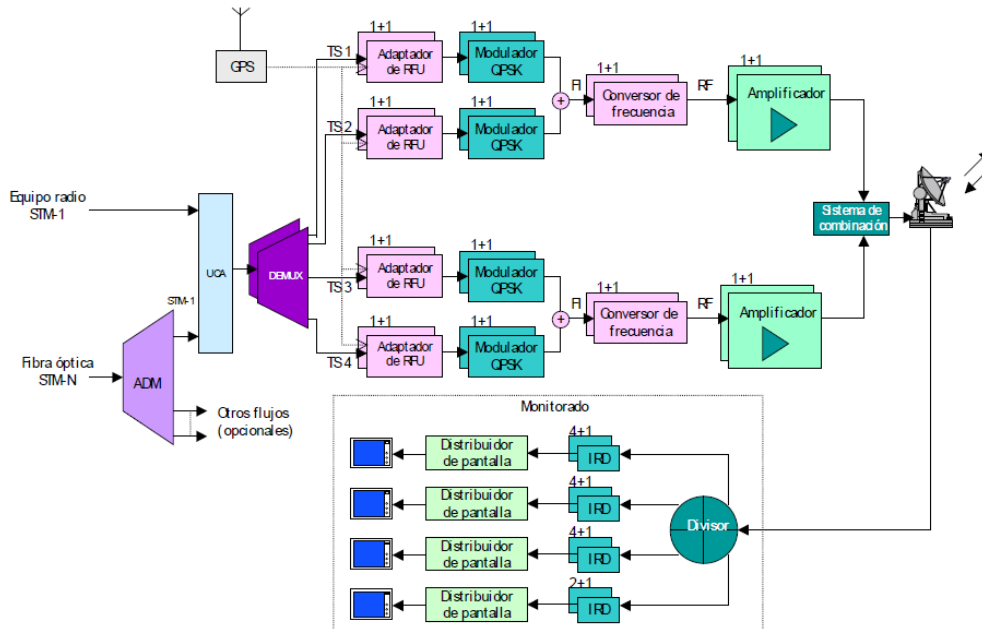


Figura 3.11: Proceso de extracción y procesamiento de cuatro múltiplex que llegan desde la cabecera para ser transmitidos por satélite. [14]

En general, la red de transporte y distribución primaria desde la cabecera (donde se generan los múltiplex mediante el multiplexado de los diferentes programas a transmitir) hasta los centros de difusión primarios de TDT repartidos por la geografía española cumple el esquema mostrado en la Figura 3.12.

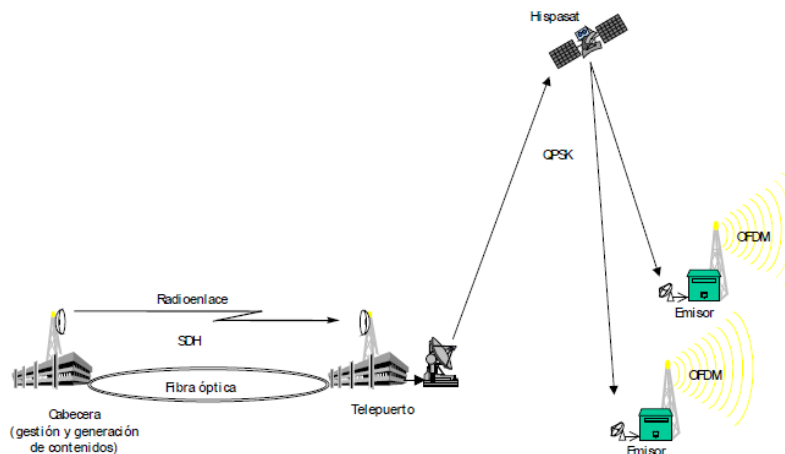


Figura 3.12: Red de transporte y distribución primaria desde la cabecera hasta los centros de difusión de TDT. [14]

3.4.1.2.1.2 Distribución primaria terrestre

Además de la red de distribución primaria satelital, hay una red terrena de distribución alternativa. En este caso, la cabecera entrega a dicha red los flujos de transporte correspondientes, con la interfaz de red adecuada, multiplexados en un STM-1. La adaptación a la red de transporte se realiza mediante la capa de adaptación ATM tipo 1 (AAL-1), de acuerdo con la normativa DVB.

3.4.1.3 Red de Difusión

En los centros emisores, se distribuyen las portadoras de las señales nacionales procedentes del satélite a un conjunto de receptores de satélite IRD-S, que entregan los flujos de transporte originales para ser modulados y radiados según la norma europea de difusión de televisión digital terrestre DVB-T.

La siguiente figura muestra esta distribución esquemáticamente:

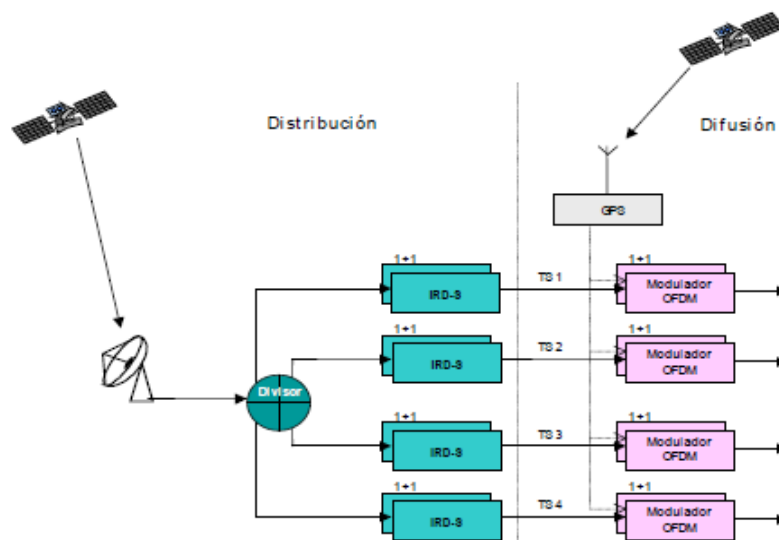


Figura 3.13: Distribución de las portadoras procedentes del satélite en los centros emisores primarios. [14]

3.4.1.3.1 Tipos de redes de difusión

En función del número de frecuencias que se utilicen para difundir la señal, existen dos tipos de redes principales de difusión de Televisión Digital Terrestre, las redes multifrecuencia (MFN) y las redes de frecuencia única (SFN).

3.4.1.3.1.1 *Redes MFN*

En las redes MFN (*Multiple Frequency Networks* o Redes de Frecuencia Múltiple) se utilizan distintas frecuencias para difundir la señal a lo largo de la red. Esto hace que la planificación del área de cobertura se simplifique, ya que el margen de seguridad a cumplir aumenta y las emisiones procedentes de distintas estaciones pueden solaparse sin que haya interferencias entre ellos. Además, los programas transmitidos pueden ser iguales o no.

3.4.1.3.1.2 *Redes SFN*

Las redes SFN (*Single Frequency Networks* o Redes de Frecuencia Única) exigen que todos sus transmisores radien la misma frecuencia, por lo que en este caso, todos emiten la misma información al mismo tiempo. Esto hace que el diseño de red se dificulte, ya que todos los transmisores deberán estar referenciados a las señales de 10 MHz y 1 pps obtenidos de receptores GPS y además, el alcance de cada estación transmisora no debe rebasar otras estaciones para que no sean tomadas como ecos.

Así pues, la solución MFN presenta un coste más reducido, ya que aumenta el número de reemisores y por lo tanto, requiere menos infraestructura de red de transporte. No obstante, el Plan Técnico Nacional de la TDT no prevé soluciones MFN.

La opción isofrecuencial otorga un mayor aprovechamiento del espectro, por lo que esto facilita la introducción de canales en alta definición, los cuales precisan una mayor ocupación de espectro. Además, dado que la señal puede llegar a un receptor desde varios emisores, dentro del periodo de símbolo, las señales se pueden sumar de forma constructiva produciendo una ganancia interna en la red. Por lo tanto, esta solución precisa una menor potencia de transmisión en las estaciones.

Por todo ello, se considera aconsejable optar por una solución SFN a la hora de diseñar una red de difusión de TDT.

3.4.1.3.2 Descripción de los elementos de las redes de difusión

Se define la red de difusión como el conjunto de centros desde los cuales se difunden los múltiples TDT de los difusores de ámbito nacional y autonómico hasta los hogares de los usuarios. Dichos centros podrán ser centros emisores (los que difunden la señal que procede de la red de distribución), los centros reemisores (que reciben la señal del aire procedente de los centros emisores) y los centros de teledistribución (que reciben la señal del aire procedente de un centro emisor o reemisor y la distribuyen por una red de cable).

3.4.1.3.2.1 Centro emisor

El centro emisor es aquel en el que se realiza la difusión a partir de la señal que se recibe de la red de distribución primaria (del satélite o de radioenlace). Habitualmente está equipado con transmisores de potencia media o alta, cubriendo grandes áreas de servicio. [15]

La señal recibida de la red de transporte, tras ser demodulada, se remodula en COFDM en los equipos transmisores de cada uno de los múltiplex, y en el excitador, se convierte a la frecuencia del canal de emisión correspondiente. Posteriormente, la señal es amplificada hasta el nivel de potencia de emisión requerido, y es filtrada para que obtenga el ancho de banda adecuado y se eliminen las posibles interferencias con los canales adyacentes. Por último, las señales se combinan en el multiplexor para ser difundidas por el sistema radiante.

El conjunto de centros emisores constituye la red de difusión primaria.

La siguiente figura muestra de forma esquemática el diagrama de bloques de un centro emisor de televisión digital terrestre.

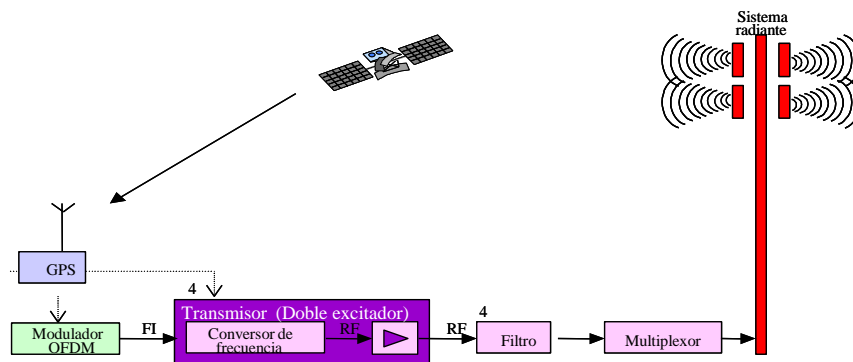


Figura 3.14: Diagrama de bloques de un centro emisor. [15]

3.4.1.3.2.2 Centro reemisor

El centro reemisor isofrecuencia (también denominado gap-filler) recibe la señal primaria por aire de un centro emisor y redifunde la señal de entrada a la misma frecuencia. Los equipos reemisores son generalmente de baja potencia (1W-20W aprox.) y cubren áreas reducidas, ya que su misión es la de cubrir huecos en la cobertura de una red DVB-T SFN.

En el reemisor, en primer lugar, se convierte la señal recibida a frecuencia intermedia para poder mejorar la selectividad del canal y reducir los riesgos de alimentación y posteriormente, se pasa de nuevo a la frecuencia RF para amplificar y enviar la señal al sistema radiante para que sea difundida.

La siguiente figura muestra de forma esquemática el diagrama de bloques de un centro reemisor.

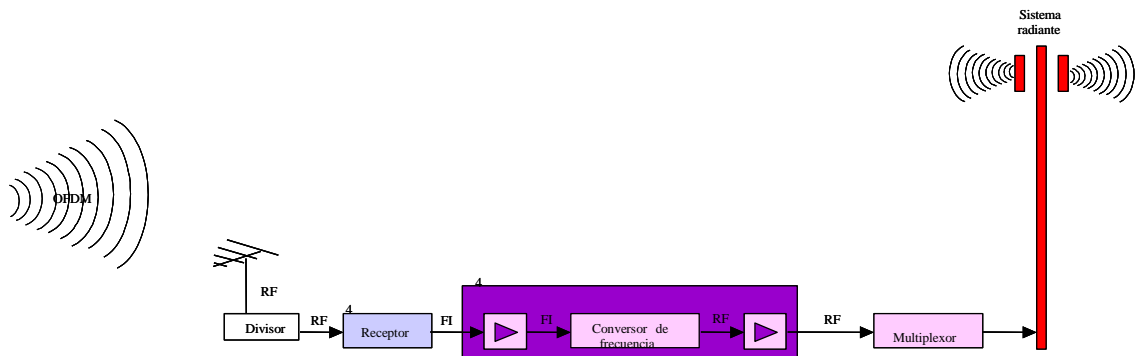


Figura 3.15: Diagrama de bloques de centro reemisor. [15]

Por lo tanto, el principal problema de estos centros isofrecuenciales es el de la realimentación, que dependerá del aislamiento entre las antenas de transmisión y recepción y del nivel de la señal de entrada, y limitará la ganancia y la capacidad de entregar potencia del reemisor.

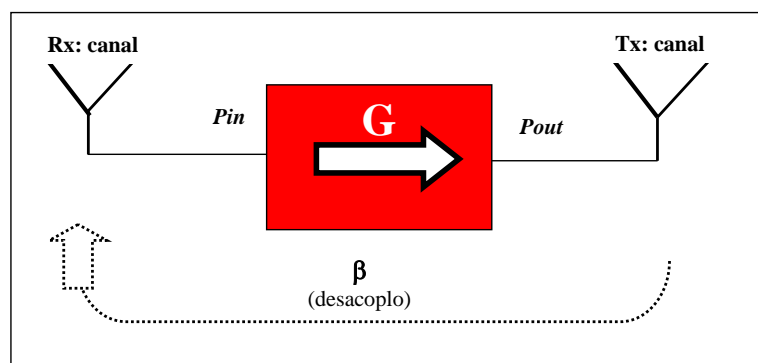


Figura 3.16 Esquema de funcionamiento de un reemisor isofrecuencia. [15]

3.4.1.3.2.3 Teledistribución

Las redes de cable (CATV) se caracterizan por tener un sistema captador de señales único para toda la red [16]. Mediante una antena yagi convencional se recoge la señal, se regenera y se distribuye por la red de cable del pueblo, de la urbanización, etc. garantizando que todos los usuarios reciban las señales de TDT. Así pues, estas soluciones resultan de utilidad en lugares donde por la orografía de la región y la distancia, ninguna de las señales difundidas por los centros emisores y reemisores no llegan a cubrir la totalidad del pueblo, por lo que es necesaria la distribución por cable de la señal de TV.

En cuanto a la topología, se pueden diferenciar tres partes:

- Cabecera.
- Línea troncal.
- Línea de distribución.

La cabecera es la infraestructura encargada de agrupar los contenidos de televisión que se ofrecerán a los usuarios. Puede tener receptores de programas de televisión terrestre, vía satélite o señales de vídeo procedentes de un centro de producción local.

Desde la cabecera CATV se extiende hacia las viviendas de los usuarios una ramificación de cable coaxial y para resolver el problema de la atenuación, se utilizan amplificadores en línea. Por lo tanto, se despliegan amplificadores a intervalos donde la señal es “débil” para aumentar la señal a un nivel aceptable de amplitud. También se despliegan distribuidores para repartir la señal a cada vivienda.

Dependiendo principalmente de su antigüedad, se pueden encontrar teledistribuciones completamente coaxiales, híbridas fibra/coaxial y redes completamente de fibra [17].

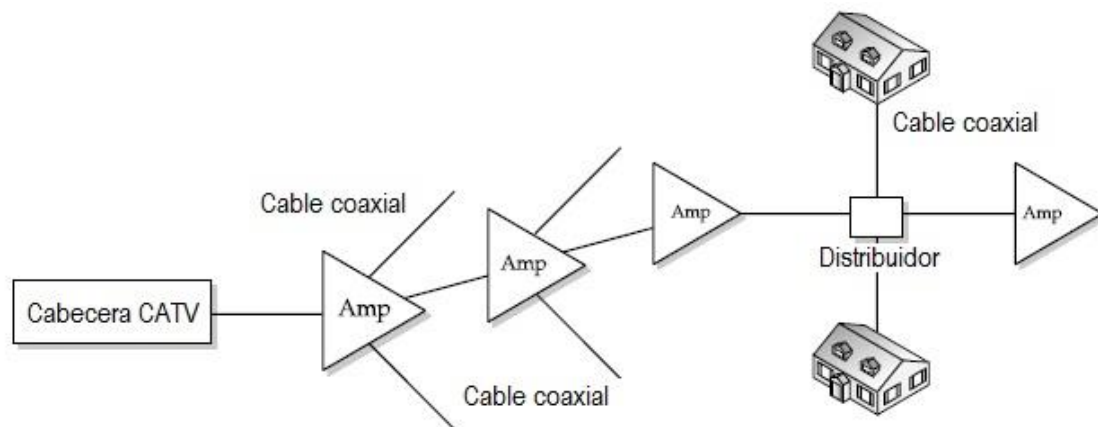


Figura 3.17: Esquema de red CATV coaxial. [17]

3.4.1.4 Red de reserva o back-up

Para la distribución de los múltiples nacionales, se cuenta con elementos de reserva para la red de distribución satelital y paralelamente, se dispone de una red de distribución terrestre de back-up, compuesta por radioenlaces digitales y fibra óptica que en el caso de que la red satelital quedara indisponible, ofrecería cobertura a un 75% del total de la población española.

3.4.1.5 Sincronización de la red de distribución

Las redes digitales a través de las cuales se difunden los servicios de Televisión Digital Terrestre son redes de frecuencia única (SFN). Por lo tanto, es necesario dotar a la red de un sistema de sincronización que posibilite la misma emisión de todos los transmisores en la misma frecuencia y al mismo tiempo.

Para dotar a la red de un sistema de sincronización en tiempo y en frecuencia, se emplean sistemas GPS (*Global Positioning Satellite*).

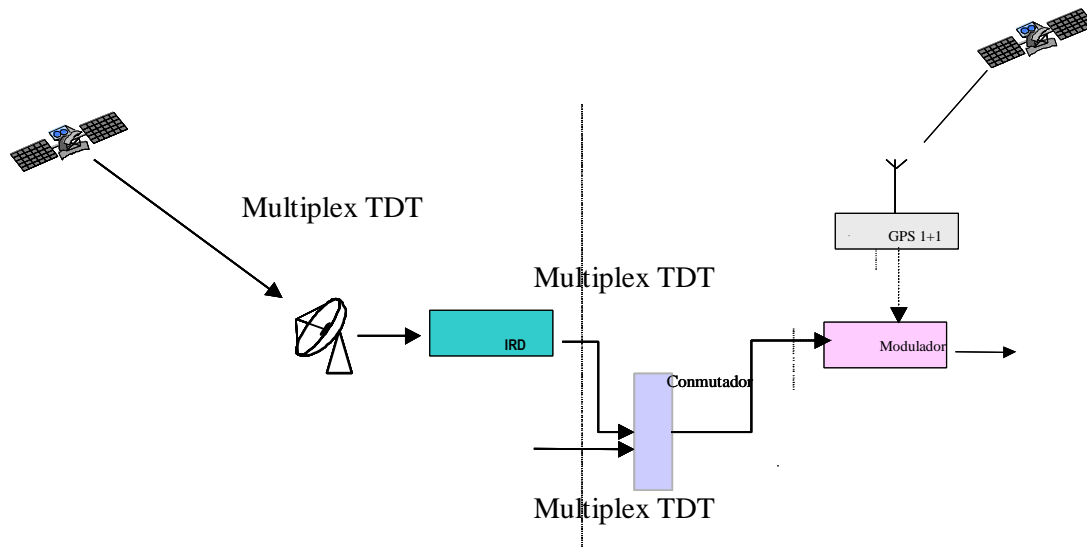


Figura 3.18 Sincronización con sistema GPS [15].

Estos sistemas están compuestos por antena y receptor y proporcionan dos señales de referencia, una referencia de frecuencia de 10 MHz y una referencia de tiempo de 1 pulso por segundo. De esta forma, mediante el sistema GPS y un adaptador de red de frecuencia única, se compara el instante en el que se recibe el primer byte de un paquete con el instante en el que se generó el paquete, se calcula el retardo causado por la red de distribución y se realiza una compensación del retardo.

3.4.2 Arquitectura de red en Navarra

La red de telecomunicaciones de TDT del Gobierno de Navarra está constituida por 64 Centros de Telecomunicaciones y 57 Centros de Teledistribución (CATV) en poblaciones rurales que se encargan de difundir la señal de TDT hasta los usuarios, de tal manera que se obtiene una cobertura nacional, autonómica y local del 99,8% de la población. Para dotar de señal primaria a los centros emisores, se dispone de una red de transporte digital compuesta por casi 150 radioenlaces de los cuales 39 son utilizados para la distribución de televisión [18].

3.4.2.1 Centro de Codificación y Multiplexado (Cabecera de la red)

La cabecera de la red en Navarra, es decir, el centro que recoge las señales transmitidas por los diversos centros de producción a través de la red de contribución y las multiplexa en una única señal que es transmitida a través de la red de distribución, está situada en la higa de Monreal.

Estas instalaciones son propiedad de Abertis/Telecom, por lo que las emisoras principales y los múltiplex (estadísticos y redundantes) son mantenidos por ellos.

3.4.2.2 *Red de distribución primaria*

En aquellos centros donde no se reciba señal con calidad suficiente desde ningún centro emisor y no se den los requerimientos técnicos necesarios para garantizar una señal de difusión de calidad, es necesaria la existencia de una red de distribución que los dote de señal primaria.

Esta red es la encargada de transportar la señal de los múltiplex de TDT, conformada en el centro de multiplexado, hasta los centros emisores primarios de difusión de la señal.

La distribución de la señal a los centros emisores de la red de difusión en Navarra se basa en dos modelos diferenciados según se trate de los múltiplex correspondientes a la RGE y a la TDT Autónoma o los múltiplex SFN nacionales.

- Múltiplex RGE y Autónoma:

La cabecera de multiplexación está situada en la Higa de Monreal y la solución de transporte para la red de distribución terrestre de TDT del múltiplex RGE Navarra y del múltiplex Autónomo de Navarra, se realiza desde otros centros de telecomunicación.

- Múltiplex SFN:

En la red implantada para los múltiplex SFN actuales en Navarra (canales 67, 68, 69, 55, 37 y 53), se toman las señales de distribución disponibles en Hispasat.

Por lo tanto, la red consta de las siguientes subredes: Red de distribución de transporte terrestre y Red de distribución satélite. En este caso, al tratarse de la extensión de un canal autónomo, la red a dimensionar será la red de distribución terrestre.

3.4.2.2.1 *Distribución terrestre: RGE y Autónoma de Navarra*

La distribución terrestre a nivel autónomo de la señal RGE de Navarra y la señal de la TDT Autónoma de Navarra tiene como origen el centro de codificación y multiplexado de la Higa.

A partir del centro de multiplexado se realiza una distribución mediante enlaces digitales IP sobre SDH/PDH hasta los centros emisores. Estos enlaces son de configuración partida, es decir, se componen de una unidad interior (IDU) y de una unidad exterior (ODU). La conexión entre las unidades interior y exterior se realiza mediante cable RG o similar.

La configuración de estos enlaces es en general 1+1 isofrecuencia. En algún caso concreto, para garantizar la calidad del enlace, se han configurado como 1+1 heterofrecuencia. Dependiendo de la configuración final de las IDUs, la ocupación es de 1 o 3 unidades de rack.

Las unidades interiores se alimentan en continua a -48 VDC y proporcionan alimentación a las unidades exteriores mediante el mismo cable RG. El consumo para la configuración 1+0 es de 60 W y para las configuraciones 1+1 de 100 W.

Se dota a los terminales del radioenlace de baterías para proporcionar una autonomía de 4-6 horas en caso de corte del suministro eléctrico (baterías típicas de 40 Ah).

En configuración 1+1 se utilizan dos ODU en cada uno de los terminales del radioenlace y dos unidades modem, las cuales son equipadas en la misma unidad interior IDU, proporcionando una mayor disponibilidad al enlace frente a averías del equipo.

Las diferentes bandas de frecuencia en las cuales trabajan los enlaces son bandas licenciadas: 6 GHz, 15 GHz, 18GHz y 23 GHz, y con anchos de banda de 28 MHz. Los enlaces están dimensionados para capacidades de 64xE1 o 75xE1 equivalentes, lo que garantiza la capacidad ofertada, STM-1 (63 X E1 equivalentes). Los interfaces de tráfico son tanto Ethernet como PDH, pudiendo transportar ambos tipos de señales simultáneamente.

Para cada enlace se utiliza la mejor configuración de redundancia, modulación y ancho de banda que proporciona la máxima capacidad sin comprometer la disponibilidad del sistema utilizando las siguientes recomendaciones:

- Rec. 530-10 del ITU-R o alternativamente la Rec. 530-7 del ITU-R.
- Rec. F.1491 del ITU-R como objetivos de calidad, los establecidos para redes de larga distancia.
- Rec. F.1493 del ITU-R como objetivos de indisponibilidad por lluvia. Los de redes de larga distancia.

En los centros de origen de señal, la señal ASI es encapsulada en un flujo IP (UDP) mediante adaptadores de red ASI→IP, esto permite optimizar el ancho de banda disponible en los radioenlaces, posibilitando el transporte de varias tramas ASI encapsuladas en el flujo IP sobre el mismo radioenlace. Estas tramas DVB-ASI pueden ser programas (SPTS) o múltiplex autonómicos y/o locales (MPTS).

En los centros emisores la señal IP (UDP) es desencapsulada de nuevo (adaptadores de red IP→ASI) para la entrega en formato DVB-ASI a los transmisores de cada múltiplex.

Con esta arquitectura de red se garantiza que se preserva la estructura de la trama SFN, lo que permite la difusión de la señal en una red SFN.

Para dotar de señal primaria a todos los centros transmisores hay desplegada una red de transporte de 39 vanos STM-1 en configuración (1+1), contando los dos vanos troncales de Abertis.

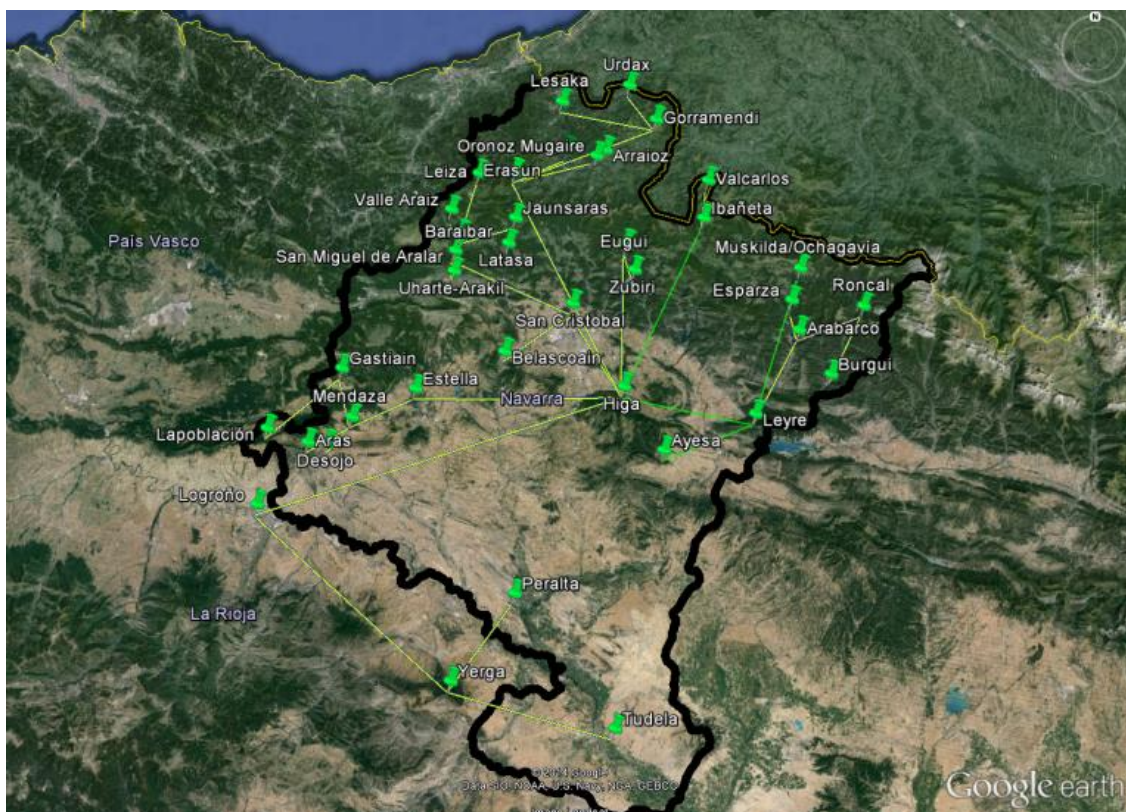


Figura 3.19: Red de distribución de TDT en Navarra (Google earth).

Tabla 3.3: Vanos de la red de distribución de Navarra.

Centro Origen	Centro Destino	Capacidad	Frecuencia	Longitud (Km)	Equipo
Arabarco	Leyre	155 Mbps	6 Ghz	19,805	MXC Alcatel
Eratsun	Arraioz	155 Mbps	6 Ghz	19,739	MXC Alcatel
Ayesa	Leyre	155 Mbps	6 Ghz	20,598	MXC Alcatel
San Miguel	Baraibar	155 Mbps	23 Ghz	3,87	MXC Alcatel
Belascoáin	San Cristóbal	155 Mbps	6 Ghz	17,488	MXC Alcatel
Isaba	Burgui	155 Mbps	6 Ghz	15,723	MXC Alcatel
Desojo	Mendaza	155 Mbps	15 Ghz	7,554	MXC Alcatel
Eratsun	Santesteban	155 Mbps	6 Ghz	11,983	MXC Alcatel
Arabarco	Esparza	155 Mbps	18 Ghz	6,544	MXC Alcatel
Higa	Estella	155 Mbps	6 Ghz	43,743	MXC Alcatel
Eugui	Higa	155 Mbps	6 Ghz	30,081	MXC Alcatel
Garde	Isaba	155 Mbps	6 Ghz	30,081	MXC Alcatel
Gastiáin	Mendaza	155 Mbps	6 Ghz	10,424	MXC Alcatel
Goizueta	Eratsun	155 Mbps	6 Ghz	11,887	MXC Alcatel
Eratsun	Gorramendi	155 Mbps	6 Ghz	31,766	MXC Alcatel
Ibañeta	Higa	155 Mbps	6 Ghz	39,128	MXC Alcatel
Arabarco	Isaba	155 Mbps	6 Ghz	14,298	MXC Alcatel
Baraibar	Jauntsarats	155 Mbps	6 Ghz	11,887	MXC Alcatel
Gastiáin	Lapoblación	155 Mbps	6 Ghz	20,088	MXC Alcatel

Jauntsarats	Latasa	155 Mbps	18 Ghz	5,468	MXC Alcatel
San Miguel	Leitza	155 Mbps	6 Ghz	17,037	MXC Alcatel
Gorramendi	Lesaka	155 Mbps	6 Ghz	20,231	MXC Alcatel
Higa	Leyre	155 Mbps	6 Ghz	28,097	MXC Alcatel
Ibañeta	Valcarlos	155 Mbps	15 Ghz	8,104	MXC Alcatel
Estella	Mendaza	155 Mbps	6 Ghz	14,574	MXC Alcatel
Leyre	Muskilda	155 Mbps	6 Ghz	2,249	MXC Alcatel
Oronoz	Arraioz	155 Mbps	6 Ghz	2,249	MXC Alcatel
Yerga	Peralta	155 Mbps	6 Ghz	22,527	MXC Alcatel
Higa	San Cristóbal	155 Mbps	6 Ghz	20,429	MXC Alcatel
San Cristóbal	San Miguel	155 Mbps	6 Ghz	27,033	MXC Alcatel
Yerga	Tudela	155 Mbps	6 Ghz	35,798	MXC Alcatel
Uharte-Arakil	San Miguel	155 Mbps	18 Ghz	4,206	MXC Alcatel
Gorramendi	Urdax	155 Mbps	15 Ghz	9,357	MXC Alcatel
Valle Araiz	Baraibar	155 Mbps	18 Ghz	5,59	MXC Alcatel
Zubiri	Eugui	155 Mbps	6 Ghz	8,539	MXC Alcatel
Erasun	Higa	155 Mbps	6 Ghz	50,62	MXC Alcatel
Aras	Mendaza	155 Mbps	6 Ghz	10,66	MXC Alcatel
Higa¹	Logroño	--	--	--	--
Logroño	Yerga	--	--	--	--

3.4.2.3 Centros difusores

3.4.2.3.1 Centros emisores

Para realizar la difusión de las señales de TDT que se recogen de la red de transporte en Navarra, hay instalados en total 34 centros transmisores, los cuales se encuentran en las siguientes localidades:

Aras, Arraioz, Ayesa, Baraibar, Belascoáin, Bera de Bidasoa, Burgui/Vidangoz, Desojo, Doneztebe/Santesteban, Erasun, Esparza, Estella, Garde, Gastiáin, Goizueta, Gorramendi/Elizondo, Higa de Monreal, Lapoblación, Latasa, Leitza, Lesaka, Leyre, Luzaide/Valcarlos, Mendaza, Muskilda, Oronoz-Mugaire, Peralta, San Miguel, Tudela, Uharte-Arakil, Urdaxubi/Urdax, Valle Araiz, Yerga y Zubiri.

¹ Los enlaces Higa-Logroño y Logroño-Yerga son troncales de Abertis.

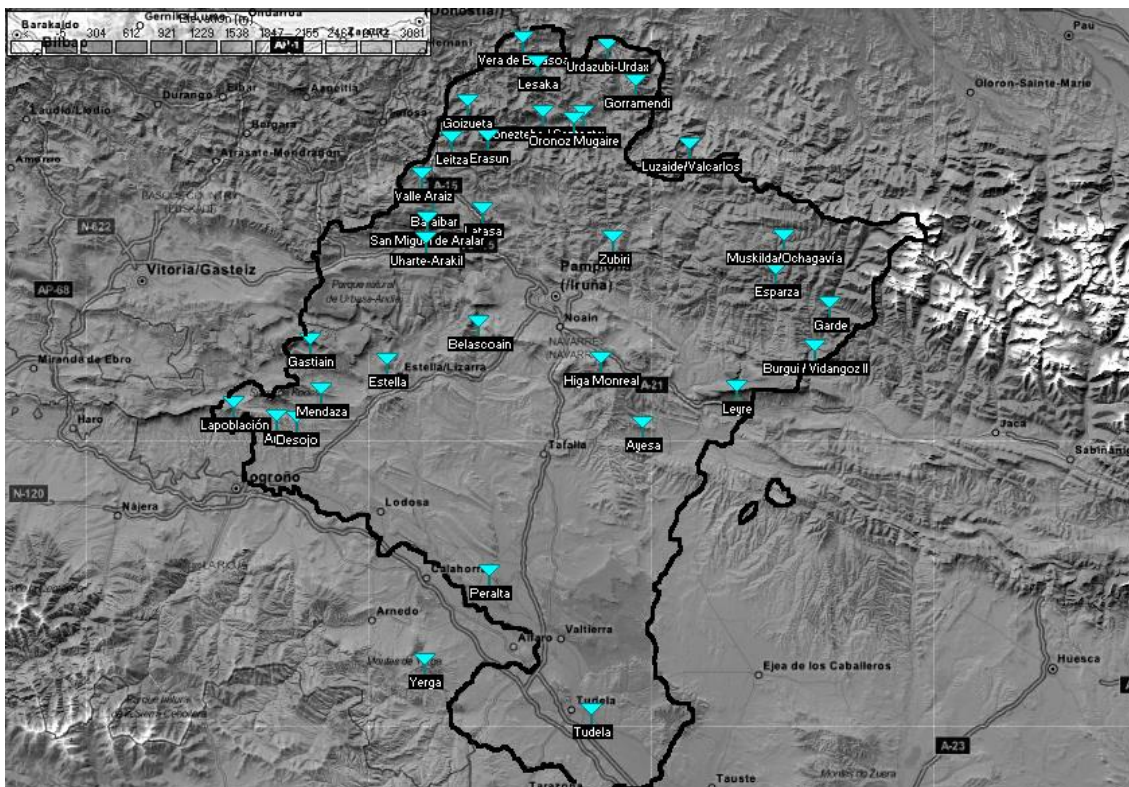


Figura 3.20: Situación geográfica de los centros emisores (Radio Mobile).

Se adjunta Anexo A.1 donde se facilita información detallada sobre la situación y equipamiento de cada centro.

3.4.2.3.2 Centros reemisores

En total, Navarra cuenta con 30 gap-fillers, distribuidos en las siguientes localidades:

Amescoas, Arabarco, Arano, Ardanaz, Aribes, Arrieta, Biskarreta/Guerendiáin, Carcastillo, Ciurriz, Eguzkialdea, El Perdón, Eugui, Fitero, Guerinda, Ibañeta, Ilurdoz, Iroz, Irurita, Isaba/Roncal, Larraintzar, Mañeru, Mendivil, Olagüe, Oronoz-Betelu, Saldias, San Cristobal, Úgar, Urroz, Valle de Goñi y Zubieta.

Se adjunta Anexo A.1 donde se facilita información detallada sobre la situación y equipamiento de cada centro.

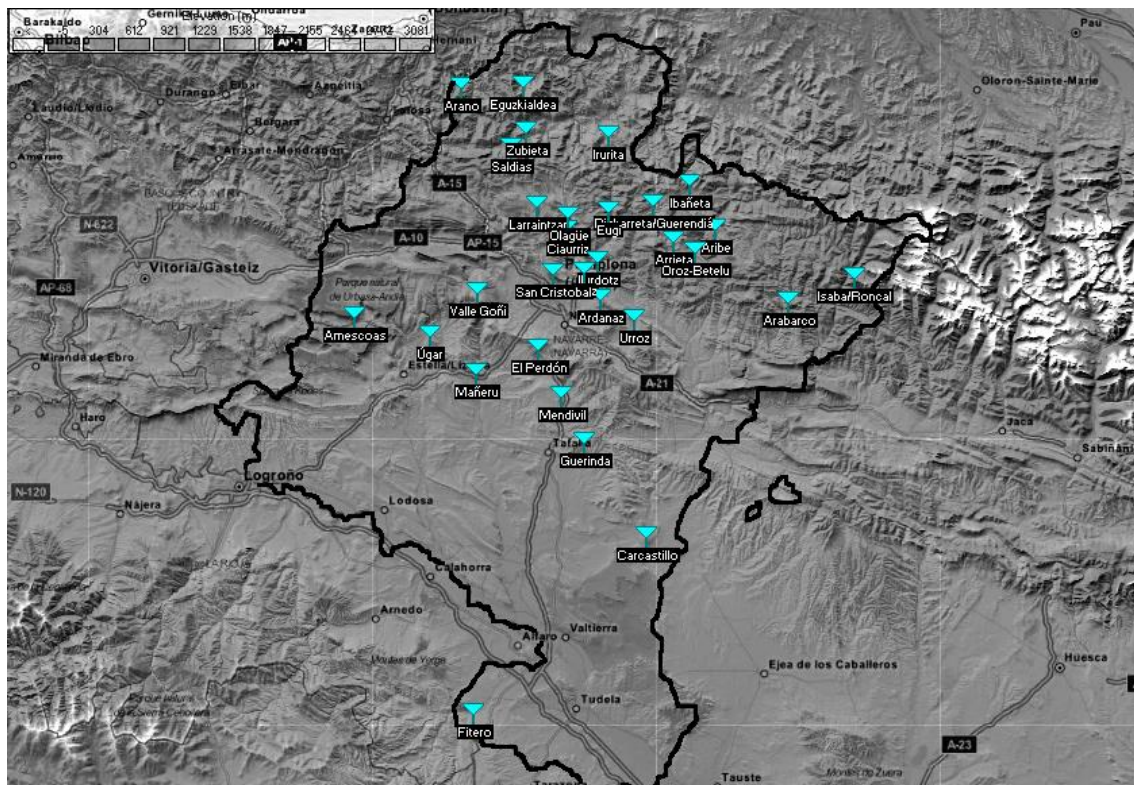


Figura 3.21: Centros reemisores que componen la red de difusión de TDT en Navarra (Radio Mobile).

3.4.2.3.3 Teledistribuciones

Debido a que muchas de las poblaciones del norte de Navarra se encuentran localizadas en zonas accidentadas de valles muy profundos, con muy pobre cobertura para las señales de radio, ha sido necesaria la creación de centros de captación de la señal en la parte alta de dichos valles, para posteriormente efectuar su distribución mediante tendido de cable (CATV) hacia las poblaciones que carecen de la cobertura necesaria.

En total, se cuenta con 57 centros de Teledistribución situados en los siguientes municipios:

Abaurrea Alta, Aranarache, Aristregui, Arraras, Auza, Azoleta, Bearin, Berrizaun, Beruete, Cía-Aginaga, Dorrao-Unanu, Echarren de Guirguillano, Eguaras-Aróstegui, Eraso, Etxaleku, Eulate, Ezcaroz, Gaineakoleta, Garciriáin, Garralda, Gartzaron, Gorriti, Guembe, Iragi, Izal, Izurzu, Jaunsaras, Jaurrieta, Lantz, Larraona, Lezaun, Muskiz, Nagore, Nuin, Ochagavía, Ola, Olalde, Olleta, Ollo, Orbaizeta Fábrica, Orondriz, Oskoz, Petilla de Aragón, Riezu, S. Martín de Unx, Sarasibar, Sarries, Sorauren, Txokoto, Uitzu, Unzu, Urricelqui, Uztarroz, Vidangoz, Zarrantz, Zilbeti y Zubielqui.

En el Anexo A.2 se facilita información acerca de la situación geográfica de cada centro.

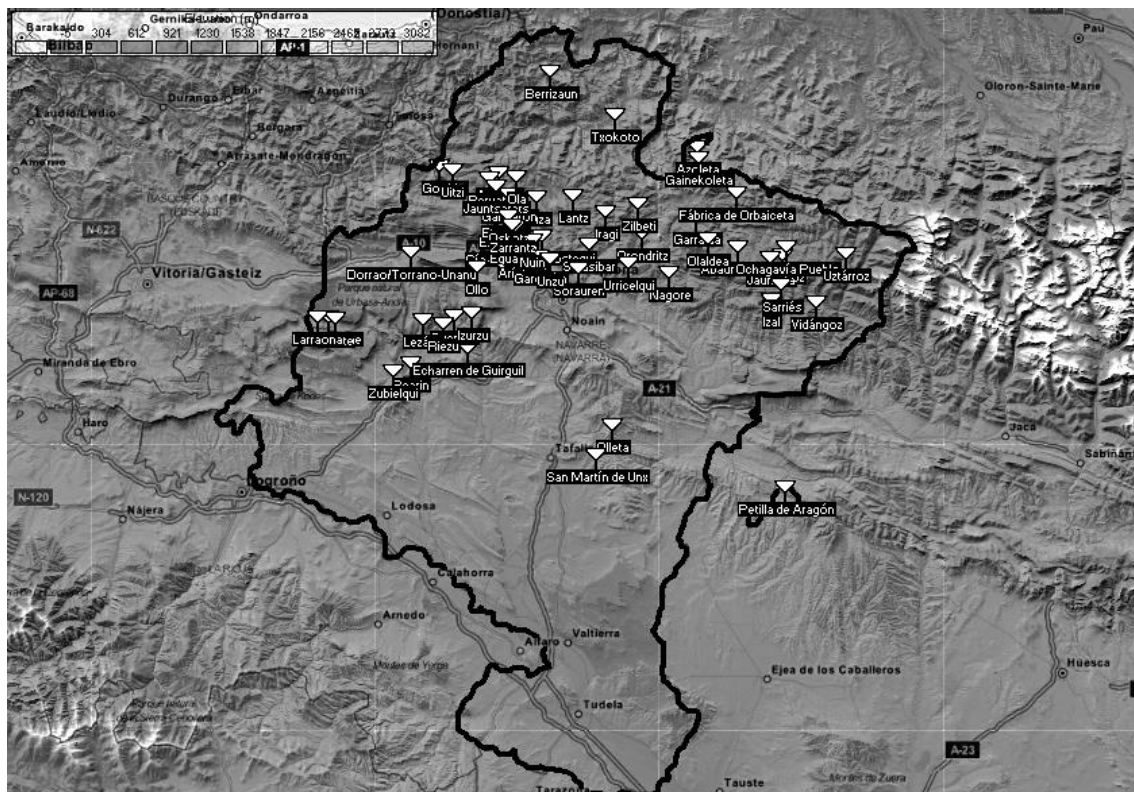


Figura 3.22: Situación geográfica de las 57 teledistribuciones de Navarra (Radio Mobile).

3.4.2.4 Cobertura

Se distinguen tres zonas geográficas distintas de cobertura, en función de la tecnología utilizada y del tipo de financiación (pública o privada):

- Zona I. En esta zona la conversión terrestre es obligatoria, no se facilita financiación pública y corresponde a los radiodifusores y/o a los operadores de la plataforma invertir en la digitalización de la red. Incluye el 95 % de la población navarra y cuenta con una infraestructura compuesta por 14 Centros de Telecomunicación.
- Zona II. Son poblaciones remotas y menos urbanizadas donde la obligación de cobertura mínima no se aplica. Puesto que, según las autoridades españolas, la digitalización no es rentable de forma privada, de no haber medidas, los telespectadores de esta zona no tendrían acceso a canales emitidos por la red terrestre. Cuenta con 50 Centros de Telecomunicación y 57 teledistribuciones que cubren aproximadamente el 4,8%.
- Zona III. Se trata de la zona más aislada, que cuenta con alrededor del 0,2% de la población, donde las ondas terrestres no llegan por razón de la orografía o en las que, por razón de su escasa y dispersa población no era económicamente rentable construir

una red terrestre. El satélite es la única plataforma disponible y al igual que la zona II, requiere de financiación pública.

Por lo tanto, la red de difusión de Televisión Digital Terrestre de Navarra (zona I y II) proporciona cobertura de TDT de ámbito nacional, autonómico y local al 99,8% de la población.

En la siguiente figura se muestra la cobertura actual de la televisión autonómica en Navarra. Se ha realizado mediante el software de planificación radioeléctrico Radio Mobile, introduciendo los datos de los sistemas radiantes que se especifican en los proyectos técnicos de cada uno de los Centros de Telecomunicación.



Figura 3.23: Simulación realizada con Radio Mobile de la cobertura actual del canal de televisión autonómica de Navarra.

3.5 Equipamiento mínimo de un Centro de Telecomunicación

3.5.1 Transmisores y reemisores

En este apartado se van a estudiar y comparar las características con las que cuentan los equipos transmisores y reemisores disponibles en el mercado.

3.5.1.1 Rohde&Schwarz

Rohde&Schwarz ofrece equipos de transmisión, monitorización y medida de audio y TV. Dispone de las siguientes familias de transmisores/reemisores [19]:

- **SERIE SLx8000:** Incluye transmisores de baja potencia UHF/VHF disponibles para ATV, DTV y DAB/T-DMB. Debido a su tamaño (dos o cuatro unidades de rack), se utilizan para cubrir zonas de sombra en las redes de transmisión, situándolas en estaciones transmisoras pequeñas y alejadas. Estos transmisores cuentan con potencias de salida de 2, 5, 10, 25, 50 y 100W para el caso de los estándares digitales de TV. Además, el R&S®SLx8000 puede utilizarse como retransmisor en redes multifrecuencia para DVB-T, DVB-T2 y DVB-H y opcionalmente se le podría incluir un receptor GPS interno.
- **SERIE XLx8000:** Familia de características similares a la anterior, pero en este caso incluye reemisores de UHF y VHF para TV digital o analógica y radio digital. Estos equipos pueden usarse como reemisores o como retransmisores. Además, el corto tiempo de procesamiento de señal permite integrar los reemisores R&S®XLx8000 en redes digitales de frecuencia única (SFN). La retroalimentación se elimina mediante un método de cancelación de eco en dos etapas. Las potencias de salida de estos reemisores son los mismos que los de la familia anterior.
- **Transmisor multicanal de baja potencia MLx:** Estos sistemas se han desarrollado para poder reducir la infraestructura necesaria. Su carcasa compacta de 19" con cinco unidades de altura y 250 mm de profundidad permite combinar y operar de forma paralela hasta un total de seis transmisores, reemisores (gap-fillers) y retransmisores para DVB-T, DVB-H y DVB-T2 con las clases de potencia 1 W, 5 W y 10 W. En cuanto al lugar de instalación, pueden ser operados tanto en una estación transmisora como en un bastidor de exteriores.



Figura 3.24: Transmisor R&S®MLx. [19]

- **SERIE TMU9/TMV9:** Son transmisores de media potencia que alcanzan potencias de salida de 300 W hasta 2,85 kW en la banda UHF para estándares digitales. Los

transmisores son refrigerados por aire y están colocados en un solo rack ofreciendo una eficiencia de hasta 25% (COFDM).

- **SERIE THU9/THV9:** En este caso, son transmisores de alta potencia refrigerados por líquido que permiten la difusión terrestre de señales de TV y de audio digital. Ofrecen una eficiencia energética de hasta 38% (COFDM) en la banda UHF proporcionando potencias de salida de hasta 50 kW para los estándares digitales.

Se pueden ver más detalladamente las características de los distintos modelos transmisores y reemisores de Rohde&Schwarz en el Anexo C.1.1.3 y C.1.1.4 respectivamente.

3.5.1.2 *BTESA*

Esta empresa está dedicada al diseño, la fabricación y la comercialización de productos para estaciones transmisoras como para centros de producción. Fabricante de transmisores de TV analógicos y digitales diseñados para las bandas de trabajo UHF y VHF, que abarcan los estándares PAL, SECAM, ATSC, DVB-T/-H, DVB-T2 y ISDB-T. Cuenta con transmisores digitales de baja, media y alta potencia que proporcionan 1-500Wrms, 500W-2kWrms y 2-12kWrms respectivamente [20].

- **SERIE STAND-ALONE:** La serie TTD-Stand Alone ofrece transmisores de baja y media potencia que proporcionan en TV Digital potencias de salida de hasta 20Wrms y 1kWrms respectivamente. Además, permiten el funcionamiento como transmisor regenerativo.
- **SERIE TTD:** Los transmisores de la serie TTD son equipos de media potencia refrigerados por aire con potencias que abarcan desde 300W hasta 6kWrms en DVB, mediante el uso de módulos amplificadores.
- **SERIE LTD:** Abarca transmisores de alta potencia con refrigeración por líquido con un rango de potencias de salida de 1,5kW-20kWrms en DVB-T/-T2/-T2 Lite. Se pueden llegar a suministrar hasta 10kWrms OFDM dentro de un rack.
- **SERIE TTD MULTICANAL:** Los equipos TTD-Multicanal pueden transmitir hasta tres canales de 10Wrms o hasta seis canales de 5Wrms, contenidos en un espacio de 19" y 6RU's. La configuración por canal es independiente pudiendo trabajar cada uno de ellos como transmisor, repetidor, Tx regenerativo o gap-filler.
- **SERIE TTD-GF:** Los equipos de la serie TTD-GF pueden funcionar tanto en redes SFN como MFN. Actuando como gap-filler (SFN) abarcan potencias de salida de 1mW-20Wrms y en el caso de los repetidores MFN entre 50W y 150Wrms.

Se pueden ver más detalladamente las características de los distintos modelos transmisores y reemisores de BTESA en el Anexo C.1.1.1 y C.1.1.2 respectivamente.

3.5.1.3 *Itelsis*

Itelsis diseña y fabrica transmisores y reemisores de TV para los estándares DVB-T2, ISDB-Tb y DVB-T/H desde 0,2 W hasta 1000 W en las distintas configuraciones posibles [21].

- **SERIE MRTVD2:** La serie MRTVD2 es la familia de transmisores y gapfillers de baja potencia que ofrece soluciones multicanal con potencias de salida de 200mW, 1W, 2W, 5W y 10W para completar cobertura en pequeñas zonas de sombra. Está especialmente diseñada para conseguir una máxima fiabilidad con redundancia de fuentes de alimentación y modularidad en la difusión de múltiples canales digitales (hasta 4 múltiplex por subrack).

Además, permite configuraciones híbridas de transmisor o gapfiller (con cancelador de ecos adaptativo con doble ventana de cancelación) en el mismo subrack y dispone de soluciones de intemperie con opción de alimentación en continua para sistemas de energía solar.

- **SERIE ATVD2:** La serie ATVD2 engloba a la familia de transmisores, reemisores y gapfillers de media potencia ofreciendo soluciones para potencias de transmisión de 25W, 100W, 250W, 500W y 1kW. En función del estándar de modulación soportado, se pueden clasificar en tres grupos: Los que soportan el estándar ISDB-Tb, el estándar DVB-T/H y el multiestándar DVB-T/H y DVB-T2.

Diseñados con tecnología de transistores LDMOS alimentados a 50V, están pensados para ocupar el mínimo espacio. Pueden configurarse como transmisores o reemisores (con cancelador de ecos adaptativo con doble ventana) tanto en redes SFN o MFN con opción de añadir un receptor GPS interno.

Se pueden ver más detalladamente las características de los distintos modelos transmisores y reemisores de Itelsis en el Anexo C.1.1.5 y C.1.1.6 respectivamente.

3.5.1.4 *Egatel*

Egatel se centra en el desarrollo y fabricación de equipos para la radiodifusión de televisión. La gama de productos abarca los principales estándares de Televisión Digital Terrestre: DVB-T / H, DVB-T2, ISDB-T/-TB y ATSC y soporta toda la gama de potencia de RF (baja, media y alta potencia) [22].

-Transmisores de baja potencia.

- **SERIE TE8000:** Los transmisores de la serie TE8000 son transmisores de baja potencia que abarcan los estándares DVB-T/H/T2 y proporcionan potencias de salida de hasta 12,5 Wrms en un espacio de 2U.

- **SERIE TE9000LP:** Esta serie cubre los principales estándares analógicos y digitales, abarcando potencias de baja potencia (1.25W-210Wrms en DVB).

- **SERIE MTD7000:** Se trata de una solución modular pudiendo englobar hasta 7 módulos en una altura de 6U y 19" con potencias de salida de hasta 6W.

- **SERIE MTD5000:** La serie MTD5000 proporciona potencias de salida de hasta 12W. Al igual que la serie anterior, puede contener hasta 7 módulos micro transmisores, pero en este caso no abarca el nuevo estándar DVB-T2.

- **SERIE MTD5100:** Los equipos transmisores de la serie MTD5100 son menos compactos que los dos anteriores, en el cofre de 19"-6U de altura sólo pueden integrarse 4 módulos micro transmisores.

-Transmisores de media/alta potencia refrigeración por aire.

- **SERIE TUH3000:** Es una serie de alta eficiencia energética que proporciona potencias de salida entre 570W y 2850W en DBV-T/-H/-T2.

- **SERIE TE9000:** La serie TE9000 puede llegar a alcanzar potencias de salida de hasta 2,3 kW (antes del filtro), con el uso de 8 amplificadores.

- **SERIE TUWH4000:** Se trata de una serie de alta eficiencia – banda ancha mediante la tecnología Doherty. Las potencias de salida proporcionadas están en el rango de 650W-3,1kWrms.



Figura 3.25: Vista frontal del transmisor TUH3000. [22]

-Transmisores de media/alta potencia refrigeración por líquido.

- **SERIE TLE6800:** Los equipos de la serie TLE6800 son de alta eficiencia energética (38% en COFDM) y alcanzan una potencia de entre 1,55Kw y 7,1kW por rack en DVB-T/-H/-T2, pudiendo llegar a un máximo de 12kW mediante el uso de 16 amplificadores.

- **SERIE TLWH7800:** Se trata de una serie de transmisores de alta potencia de tecnología avanzada: eficiencia energética del 38% (COFDM) y de banda ancha (aplicables a toda la banda UHF). Abarcan un rango de potencias de 1,7kW-6,5kW.

-Reemisores de baja potencia.

- **SERIE MRD8000:** Al igual que la serie MTD7000, se trata de una solución modular donde se pueden integrar hasta 7 módulos reemisores en un cofre de 19" - 6U y con potencias de salida (antes del filtro) del rango 0,3 - 6Wrms.

- **SERIE MRR5000:** En la serie MRR5000 también se pueden incluir hasta 7 módulos en un bastidor de 19" -6U/10U, pero en este caso, son microreemisores regenerativos que remodulan la señal. Además, a diferencia de la serie anterior, no soporta el estándar DVB-T2.

- **SERIE MRD5000:** Se pueden incluir hasta 7 módulos en un cofre de 19" - 6U con potencias de salida de hasta 6Wrms, pero a diferencia de la serie MRD8000, no soportan el estándar DVB-T2.

- **SERIE RDE9000:** Se trata de una solución no modular multinorma. Las potencias de salida (antes del filtro) alcanzables por los reemisores de baja potencia son de 1,25-65Wrms en DVB.

- **Reemisores de media potencia.**

- **SERIE RE9000MP:** Los reemisores multinorma de media potencia RE9000MP proporcionan una potencia de salida (antes del filtro) de 300Wrms en un espacio de 19" - 1+3U. Pueden operar en redes MFN (modo reemisor) y SFN (modo gap-filler) y no precisan instalación en rack.

- **SERIE RR9000MP:** La familia RR9000MP de reemisores digitales proporcionan soluciones para extender una red MFN de reemisores digitales a través del estándar DVB-T/H/-T2. En un espacio de 19"-1+3U obtienen una potencia de salida (antes del filtro) de 300Wrms.

Se pueden ver más detalladamente las características de los distintos modelos transmisores y reemisores de Egatel en el Anexo C.1.1.7 y C.1.1.8 respectivamente.

3.5.1.5 TRedess

Esta empresa ofrece soluciones de telecomunicaciones para la extensión de cobertura de Televisión Digital Terrestre. Están especializados en soluciones de baja potencia de hasta 50W: Transmisores, Gap-Fillers y Reemisores Regenerativos para llevar la señal de TV digital allí donde la infraestructura primaria de la red no puede llegar [23].

TRedess divide el catálogo de soluciones para la Televisión Digital Terrestre en dos series de productos:

-**SERIE Compact:** Los equipos de la serie Compact son una solución compacta: Hasta 7 Transmisores, Gap Fillers o Reemisores Regenerativos en configuraciones SFN/MFN pueden ser alojados en un subrack de 19 "x 5U. Pueden entregar una potencia de salida de hasta 10W.

-**SERIE Broadcast:** Los equipos Transmisores, Gap Fillers y Reemisores Regenerativos de la serie Broadcast cubren un rango más amplio de potencias, hasta los 100W. La serie se basa en un concepto modular, con módulos separados para el procesamiento digital y la amplificación de potencia: modulador (transmisor hasta 100W) y el procesador de canal (gap - filler hasta 50W). Los módulos se colocan en un subrack de 19 "x 5HU y un bastidor de 19"x 5HU que puede albergar hasta tres transmisores/reemisores de 5W y un máximo de dos transmisores/reemisores de 10W, 20W, 50W y 100W.

Ambas series, Compact y Broadcast, son totalmente compatibles con las normas DVB-T/T2/H, permiten redundancias (N+1 y 1+1), control remoto y monitorado, sistemas de sincronización para SFN (GPS) y la posibilidad de incorporar un cancelador de ecos para los gap -fillers.

Se pueden ver más detalladamente las características de los distintos modelos transmisores y reemisores de TRedess en el Anexo C.1.1.9 y C.1.1.10 respectivamente.

3.5.1.6 Comparación / Resumen

En términos generales, se ha podido comprobar que los transmisores y reemisores de todos los fabricantes abarcan los principales estándares de TV Digital Terrestre: DVB-T / H, DVB-T2, ISDB-T/-TB y ATSC.

La mayoría soportan toda la gama de potencia de RF (baja, media y alta potencia), aunque también hay empresas que están especializadas en soluciones de baja/media potencia (TRedess e Itelsis).

Además, la mayoría de los moduladores son capaces de funcionar tanto en redes SFN como MFN y cumplen los parámetros de la señal DVB-T o DVB-T2 requeridos (tamaño de la FFT, intervalo de guarda, códigos de corrección y constelaciones) y todos ellos presentan un error máximo en frecuencia de 1Hz en todas las portadoras.

En cuanto a las características de control y monitorización, todos los fabricantes implementan protocolos de comunicación basados en SNMP para el control remoto. Además, para el control local disponen de teclados, displays, interfaces Ethernet, etc. Por lo tanto, todos están dotados de gestión remota y local a través de estándares SNMP y protocolos HTTP a través de web server.

Respecto a las características ambientales, todos los transmisores y reemisores trabajan de forma correcta en un rango de temperatura de 0°C hasta 45°C y un margen de máxima humedad del 95%, excepto los equipos de media potencia de Itelsis que ofrecen un rango algo más amplio de Tª de -10°C hasta 50°C y humedad máxima del 90%.

Las características mecánicas, de alimentación y de consumo dependen tanto del fabricante como de la gama de potencia de RF, por lo que hay una gran variedad de soluciones. En general, todos los transmisores y reemisores pueden ser alojados en un rack de 19".

Cabe destacar que no ha sido posible obtener información acerca de algunos de los parámetros que se querían comparar, por lo que como se puede ver en la siguiente tabla comparativa, no se dispone de ciertos detalles de ciertas soluciones.

Tabla 3.4: Comparación de las características principales de los equipos transmisores.

		SALIDA RF				GENERAL		ENTRADA RF
		Pout (COFDM)	Pérdidas de retorno	Intermodulación (dB)	MER (dB)	Peso (Kg)	Alimentación (V)	Sensibilidad (reemisores)
ROHDE & SCHWARZ	Baja potencia	2 W-100 W	>20 dB	>38 dB	>34 dB	--	100-240VAC	-70 ... 0 dBm
	Media potencia	300 W - 2,85kW	--	--	--	--	--	--
	Alta potencia	1,3 kW - 29kW	--	--	--	--	230 / 400 /240 /208 VAC	--
BTESA	Baja potencia	1mW - 20W	--	<-47dB / <-37dB	>41dB / >32dB	Transmisor Multicanal: 38 kg (6 canales) Reemisores: 5,5-21Kg	110/220 VAC, opc. 48 VDC	-75 ... 0 dBm
	Media potencia	1W - 4 kW	--	< -41dB / < -35dB	>38dB / >32dB		Trifásica 220/380VAC	--
	Alta potencia	1,5kW - 20kW	--	< -41dB / < -35dB	>38dB / >32dB		--	--
ITELSYS	Baja potencia	0,2 W - 10 W	≥20 dB	≤-37/-36 dB	≥35 dB	7 + (3.5 x N)	85 a 264 Vac	-70 ... -27/-20 dBm
	Media potencia	25 W - 1kW	≥20 dB	≤-37 dB	≥35 dB	Excitador: 6,5 Kg Amplificador: 8,5Kg/12Kg/21.5Kg/43Kg/86Kg	200/220/240 VAC	-70 ... -27 dBm
EGATEL	Baja potencia	0,3 W - 210 W	>18 dB	--	>40 dB	1,5-3 Kg. aprox.	24 VDC o 90 - 264 VAC	-75 ... -20 dBm / -80 ... 0 dBm
	Media potencia	300 W - 3,7kW	--	--	--	--	Monofásica: 230VAC	-80 ... 0 dBm
	Alta potencia	1,55kW - 12,5kW	--	--	--	--	Trifásica: 400 VAC	--
TREDESS	Baja potencia	1 W - 100 W	>20 dB	>38 dB	>34/35 dB	6,5-18 Kg	220 VAC	-80/-70 ... 20 dBm

3.5.2 Equipos de recepción

En cuanto a los equipos de recepción, existen dos sistemas de recepción distintos:

- Receptores satélite: Para los múltiples SFN que se reciben por satélite, es necesaria la instalación de antenas parabólicas de recepción satélite que capten la señal de televisión de los satélites geoestacionarios y la distribuyan a través de los paneles UHF.
- Receptores terrestres: Para la recepción de los canales regionales, los centros emisores disponen de equipos adaptadores a la red de transporte que se encargan de proporcionar un enlace transparente para las tramas de transporte MPEG-2. En los centros reemisores es necesario el uso de una antena Yagi de recepción, que sirven para recibir las señales de televisión de otros centros emisores.

3.5.3 Equipos de sincronización de red

Si el equipo transmisor no incluye un receptor GPS interno, es necesario incluir un receptor GPS externo. El objetivo principal de los equipos de sincronización de red es la de permitir la sincronización de los diversos transmisores DVB-T de la red, para ello, se proporcionan dos tipos de señales de sincronismo:

- Una referencia de frecuencia de 10 MHz que permitirá disponer de intervalos exactos de 100ns (1/10 MHz), que es el paso con el que se miden los tiempos.
- Una referencia de tiempo de 1 pulso por segundo (1pps).

Por lo tanto, a partir de la referencia de reloj de 10 MHz, se divide la referencia de tiempo de un pulso por segundo en pasos de 100ns. Se utilizarán estos intervalos de 100ns para sincronizar las redes SFN.

3.5.4 Sistema Radiante

El objetivo del sistema radiante es transformar la señal procedente del equipo transmisor o reemisor y difundirla a través del canal aire mediante ondas electromagnéticas por radiofrecuencia, con el fin de que sea captada por los sistemas receptores de todos los usuarios que pretende cubrir. Está formado por un conjunto de elementos que permiten configurar el diagrama de radiación de un canal determinado. [24]

Los elementos que forman un sistema radiante son los siguientes:

- Multiplexores y filtros
- Antenas
- Cables y conectores
- Distribuidores

3.5.4.1 Multiplexores y filtros

3.5.4.1.1 Multiplexores

La función del dispositivo pasivo multiplexor es la de emitir varias señales de radiofrecuencia por un único sistema radiante. Por lo tanto, el multiplexor suma las señales que vienen de dos o varias fuentes a distinta frecuencia en una salida común, minimizando las pérdidas y manteniendo un buen aislamiento entre las entradas.

El diplexor permite la emisión de dos frecuencias distintas por un mismo sistema radiante simultáneamente y se compone de los siguientes elementos:

- Acopladores direccionales o híbridos a 3 dB.
- Filtros o cavidades resonantes
- Líneas de transmisión
- Cargas de equilibrio

En general, se distinguen tres tipos de multiplexores: de estrella, de línea de retardo y de impedancia constante.

3.5.4.1.2 Filtros

Los filtros son dispositivos encargados de eliminar las señales indeseadas, por lo que son diseñados para ajustar la señal de entrada a un patrón determinado. Así pues, dejan pasar la banda de frecuencias deseada y eliminan el resto.

3.5.4.2 Antenas

En términos generales, según el tipo de antena, se definen los cinco tipos de sistemas radiantes que se definen en la tabla 3.5.

Tabla 3.5: Resumen de la composición y características de la configuración de los sistemas radiantes estándar [14].

ANTENA	PANELES POR CARA	Nº CARAS	GANANCIA (dB)
Omnidireccional	2	4	7,58
Tres caras	1	3	5,83
2 Caras contiguas	1	2	7,59
2 Caras opuestas	1	2	7,59
Unitaria	1	1	10,6

En algunos centros difusores es posible seleccionar un sistema radiante ajustado a alguno de los descritos en la tabla, pero en general, es necesario realizar un diseño específico para cada uno, teniendo en cuenta aspectos de cobertura y de interferencias.

Para poder adaptarse de la forma más óptima posible a la cobertura deseada, teniendo en cuenta las particularidades del entorno orográfico, el diseño de la red de difusión de TDT en Navarra se ha basado en la utilización de una antena unitaria que permite la configuración de sistemas radiantes tanto directivos como omnidireccionales.

En concreto, se utiliza una antena unitaria, generalmente de 4 dipolos que combinándose a varias caras y con distintos apilamientos de antenas por cara permite configurar diferente ganancia en cada sector de radiación.

En el Anexo C.2 se describe más información acerca de la antena unitaria utilizada en toda la red de difusión para proporcionar cobertura de TDT a Navarra.

3.5.4.3 Cables y conectores

3.5.4.3.1 Cableado

Dependiendo de la función, se distinguen dos tipos de cableados:

- Cableado de Alimentación: Se utilizan para unir los diferentes elementos del sistema radiante entre si y su conjunto al coaxial rígido.
- Coaxial rígido: Realiza las uniones desde la salida del multiplexor al conector de entrada del cuadro de conmutación y desde la salida del cuadro de conmutación al conector del cable principal. Mediante la utilización de codos, consiguen soportar potencias más elevadas y ángulos de giro más pronunciados.

3.5.4.3.2 Conectores

La función de los conectores es la de unir los diferentes elementos del sistema radiante: la salida del multiplexor con el cable principal, el cable principal con el distribuidor de potencia, éste con los latiguillos, etc.

Todos los cables, coaxiales rígidos y conectores deben cumplir las normas IEC o EIA que garantizan que se cumpla el estándar.

3.5.4.4 Distribuidores

La función de los distribuidores de potencia es alimentar el conjunto de salidas correctamente en amplitud y fase, repartiendo la potencia de entrada de forma asimétrica o simétrica. Los

simétricos reparten simétricamente la potencia entre todas sus salidas, son de fácil reposición y más económicos. Los asimétricos se utilizan cuando se quiere configurar un patrón de radiación de características muy determinadas.

3.5.5 Cuadro de Conmutación

Está destinado a conectar el transmisor sobre las secciones del sistema radiante mediante la inserción de un distribuidor de dos vías, o acoplador de 3 dB con su correspondiente carga de absorción. Se compondrá de:

- Un rack normalizado cerrado con chapa metálica desmontable.
- Un panel de conmutación con los conectores necesarios.
- Un acoplador 3 dB para la potencia requerida.
- Los puentes en U necesarios para realizar las operaciones de servicio.
- Un sistema de traba que impida “entrar” al transmisor cuando la operación realizada no sea lógica.
- Líneas rígidas para su interconexión.
- Un panel superior de entrada y salida con sus conectores correspondientes.

3.5.6 Equipo de Presurización

El propósito del equipo de presurización es suministrar aire seco a una cierta presión al conjunto del sistema radiante para evitar la entrada de humedad y proporcionar una alarma en caso de fugas elevadas.

Consta de lo siguiente:

- Compresor de aire.
- Reguladores de presión.
- Equipo de secado.
- Alarma.

4. METODOLOGÍA

4.1 Programa de simulación de coberturas Radio Mobile

En este apartado se detallan las principales características de la herramienta Radio Mobile, la cual es un software que permite planificar y analizar el funcionamiento de un sistema de comunicaciones fijo o móvil. Está desarrollado para simular radioenlaces, predecir el comportamiento de sistemas radio y representar el área de cobertura de una red de radiocomunicaciones, entre otras funciones. [25]

Radio Mobile trabaja en el rango de frecuencias de 20MHz - 20GHz y utiliza el modelo de propagación ITM (*Irregular Terrain Model*). Los datos de elevación que utiliza el programa para crear los mapas del área a estudiar se descargan gratuitamente de Internet y pueden obtenerse de diversas fuentes. Una de las fuentes de datos de elevación es el SRTM (*Shuttle Terrain Radar Mapping Misión*), el cual es un proyecto de la NASA que ofrece datos de altitud con una precisión de 100m.

Además, el software ofrece la posibilidad de agregar a los relieves de contorno obtenidos los mapas de carreteras, imágenes satélites o imágenes con mapas topográficos simultáneamente.

Entre las diversas herramientas que ofrece Radio Mobile, destacan las funcionalidades de cálculo de radioenlaces *Radio Link* y el cálculo de coberturas *Radio Coverage* que permite evaluar distintos tipos de cobertura: cobertura de una estación transmisora para un terminal móvil, cobertura combinada de varias estaciones fijas, estudios de interferencia, etc.

4.2 Configuración de Radio Mobile

Para realizar la planificación y el análisis de la nueva extensión de televisión de ámbito autonómico en Radio Mobile, es necesaria la introducción de los centros difusores (emisores, reemisores y teledistribuciones) y la configuración de los diferentes parámetros que caracterizan a dichos difusores. [26]

4.2.1 Creación de unidades radio

Para situar las estaciones, a las cuales se les llama *units* en Radio Mobile, en *File > Unit properties* se han introducido tanto el nombre como las coordenadas de los emplazamientos. La lista de ubicaciones y las coordenadas correspondientes que se han introducido para los centros de Telecomunicación y de Teledistribución se encuentran en el Anexo A.1.1 y A.2 respectivamente.

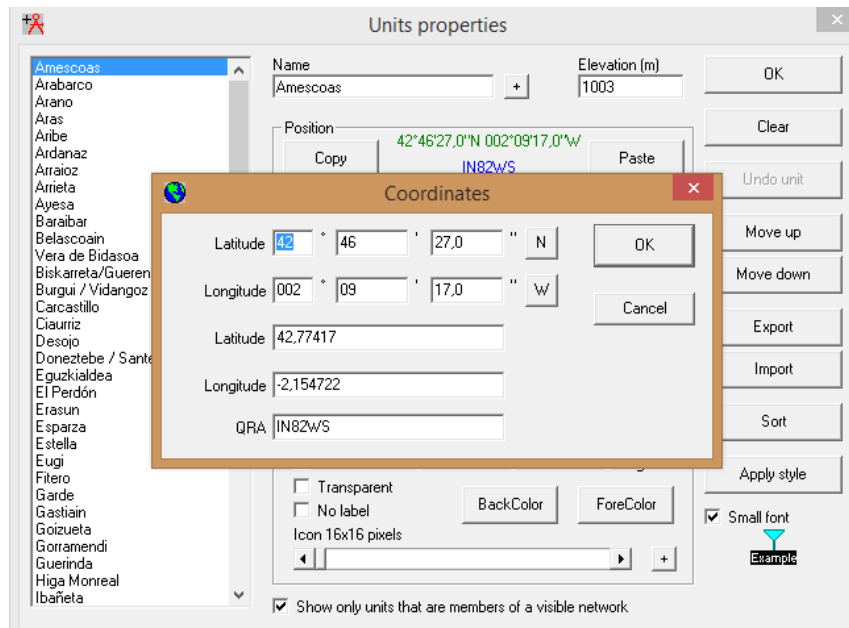


Figura 4.1: Ventana de configuración de las estaciones.

4.2.2 Creación de un mapa

Para poder visualizar todas las estaciones, es necesaria la creación de un mapa que englobe todos los emplazamientos introducidos. Para ello, en el menú *File > Map properties* se puede configurar el mapa de trabajo.

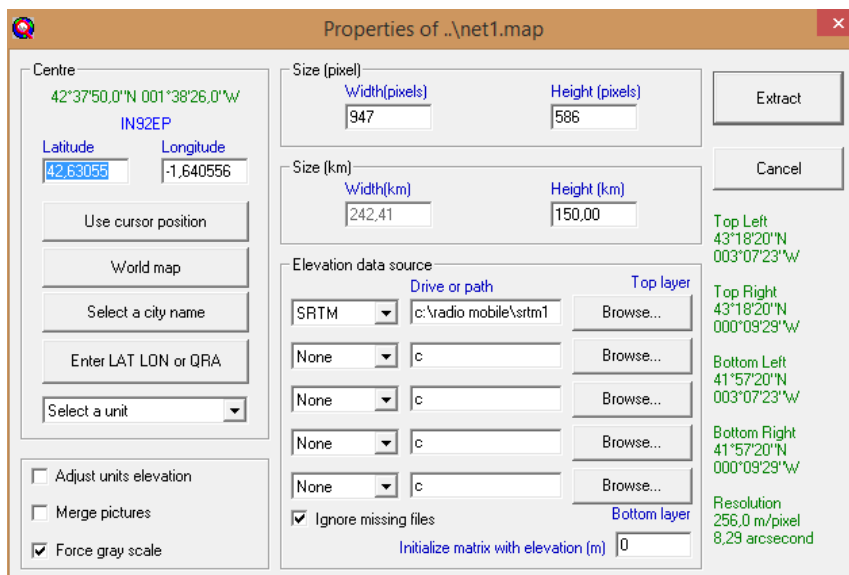


Figura 4.2: Ventana de configuración del mapa de trabajo.

Como se puede ver en la figura superior, en dicha ventana se puede determinar la fuente de datos de elevación (SRTM), las dimensiones del mapa necesarias para poder visualizar Navarra al completo y las coordenadas del punto central de la región de trabajo. En este caso, se han escogido las coordenadas del CT Mendivil, por estar situado en el centro de Navarra. Además, con la opción *Force gray scale*, se muestran las elevaciones en escala de grises de forma que se puedan superponer encima otros mapas. Una vez extraído el mapa, se comprueba que todas las estaciones han sido introducidas correctamente y que se encuentran dentro de la región.

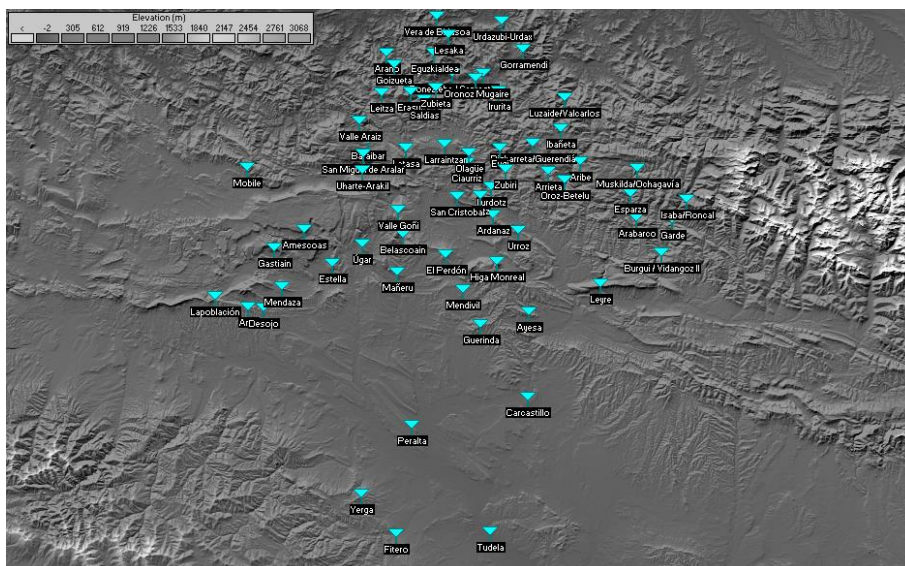


Figura 4.3: Mapa de elevaciones donde se incluyen las unidades radio.

4.2.3 Propiedades de imagen

Una vez extraído el mapa, se le pueden combinar o superponer imágenes satelitales, mapas de carreteras o mapas híbridos en el menú *Edit > Merge pictures*.

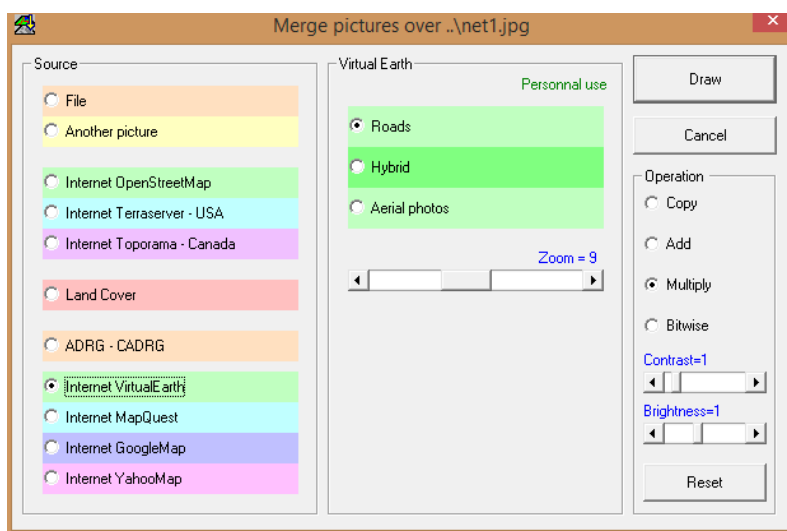


Figura 4.4 Ventana de configuración de combinación de imágenes.

En función de la necesidad, se utilizarán varias de las opciones a lo largo de este trabajo.

4.2.4 Creación de redes

Se le denomina *network* al grupo de unidades radio que trabajan en el mismo rango de frecuencias con la misma polarización y bajo las mismas condiciones climatológicas.

4.2.4.1 Parámetros de la red

En este trabajo, para el estudio de la nueva extensión, se van a manejar cuatro redes distintas: dos redes para el canal 21 y dos para el canal 60, habiendo una de polarización vertical y otra de polarización horizontal en cada frecuencia.

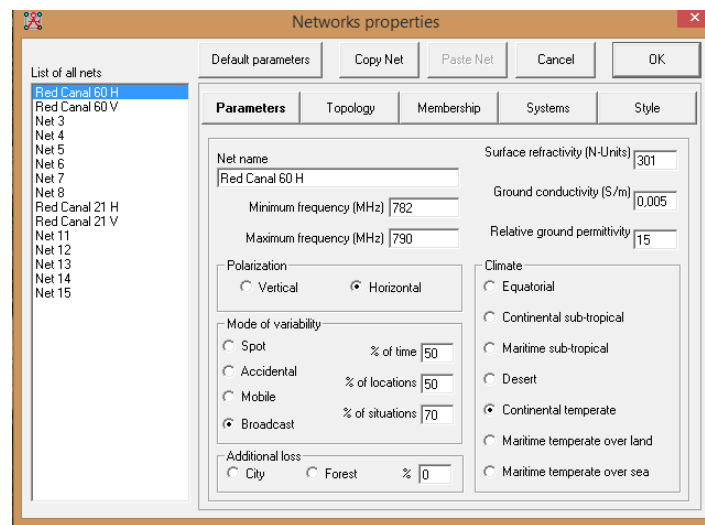


Figura 4.5 Ventana de configuración de los parámetros de la red.

Además, para el análisis de la situación actual, se crearán otras cuatro redes: dos para los centros difusores del canal 26 y dos para los centros que difunden la señal en polarización horizontal y vertical en el canal 62.

4.2.4.2 Definición de los sistemas radiantes

En la ventana *File > Network Properties > Systems*, a partir de las hojas de especificaciones de los equipos actualmente instalados en los centros, se ha definido un sistema para cada uno de los centros donde se especifica la potencia de transmisión, el umbral de recepción (sensibilidad), las pérdidas del circuito de la antena (conectores + cable), el diagrama de radiación de la antena, la ganancia de la antena y la altura a la que está situada la antena sobre el suelo.

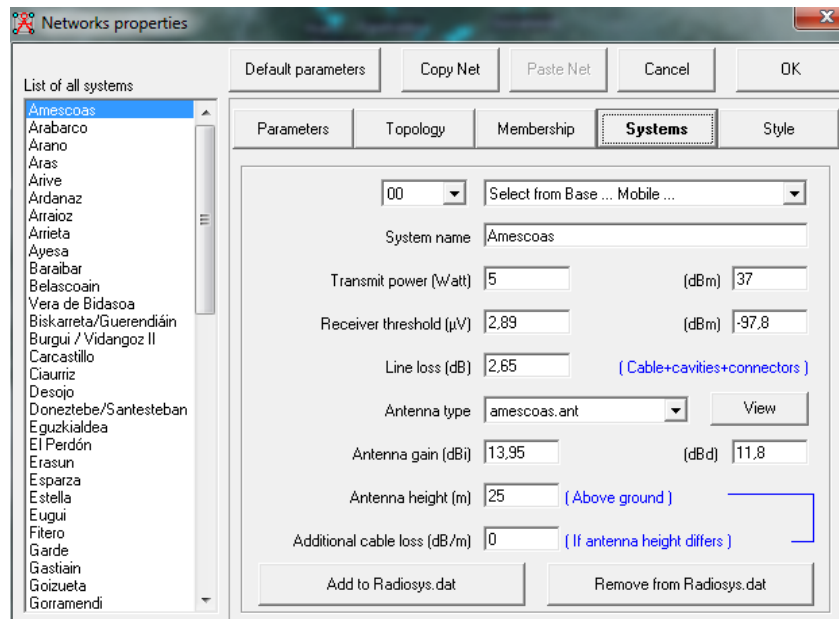


Figura 4.6 Ventana de configuración de los sistemas radiantes.

Se han introducido las pérdidas por cables y conectores que se detallan en los Proyectos Técnicos de cada Centro de Telecomunicación para el canal AUT1, ya que al reutilizar el sistema radiante, serán similares a las actuales.

En cuanto a los diagramas de radiación, el programa contiene algunos patrones de antenas genéricos: omnidireccional, dipolo, yagi, etc. El patrón de la yagi será de utilidad en los sistemas receptores, pero para los difusores será necesario generar patrones personalizados. Esto es debido a que los sistemas radiantes de los CT deben de adaptarse de la forma más óptima posible a la cobertura deseada, teniendo en cuenta las particularidades del entorno orográfico de cada centro emisor, por lo que en cada CT se necesita un diagrama de radiación particular, que será el resultante de la combinación de varios paneles.

Para poder generar dichos patrones, se ha hecho uso de la herramienta externa, un archivo Excel, que se encuentra en la web de G3TVU [27] y se ha generado un nuevo patrón para cada uno de los centros, introduciendo en dicho Excel los valores de atenuación respecto al azimut que se adjuntan en los proyectos técnicos de cada uno de los Centros de Telecomunicación.

Además de los sistemas difusores correspondientes a los centros emisores y reemisores, se ha introducido un sistema *Mobile* para la recepción de las señales de los difusores. Como se ha mencionado, el tipo de antena de recepción es una yagi, considerándose una ganancia de una antena convencional de 17,5 dBi [28] y una altura de 10 metros.

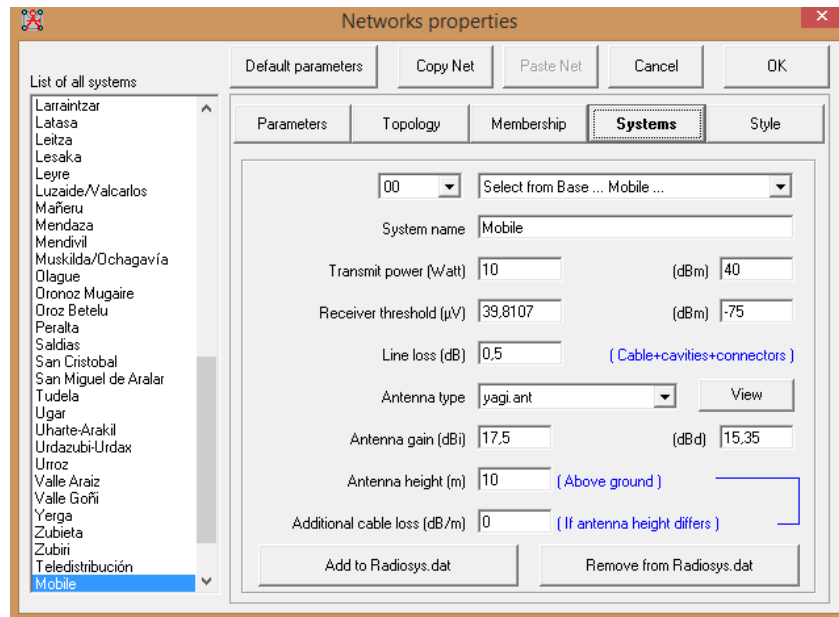


Figura 4.7 Ventana de configuración del sistema *Mobile*.

En general, de forma predeterminada en Radio Mobile, se pueden guardar hasta 25 tipos de sistemas radio, los cuales están asociados a una misma red. En el caso de la red de difusión de la Televisión Digital Terrestre de Navarra, al tratarse de una red extensa, se ha aumentado esa cifra a 70 para poder introducir los 64 Centros de Telecomunicación con los que cuenta la red. Dicha modificación, y el aumento o disminución del número de unidades y redes se puede realizar pulsando en *Tools > Network manager*.

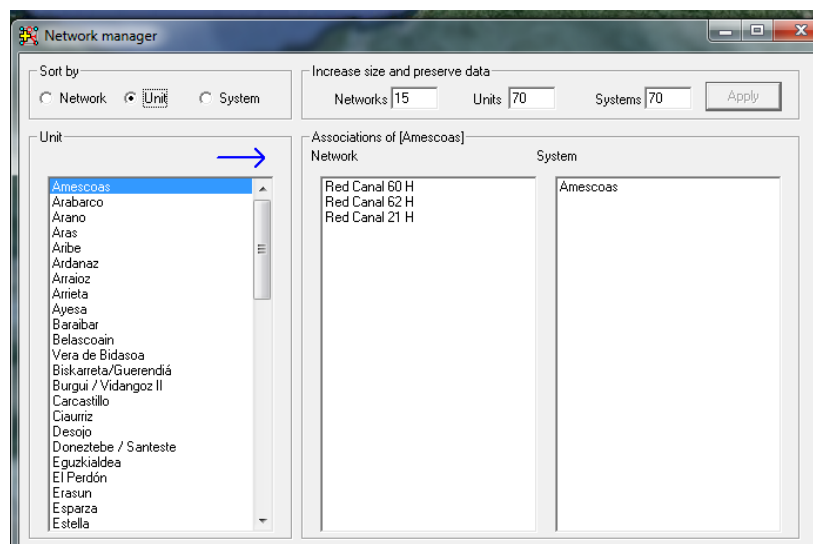


Figura 4.8 Ventana de gestión de red.

4.2.4.3 Asociación de unidades a la red

Una vez situadas en el mapa las unidades radio, creadas las redes y configurados los sistemas, se han asociado las unidades y los sistemas a las distintas redes. Las estaciones difusoras que radian con polarización vertical se han añadido a las redes verticales de los canales 21, 60, 62 y

26 y las difusoras de polarización horizontal a las redes de dicha polarización. Para ello, se ha pulsado en *File > Network properties > Membership*.

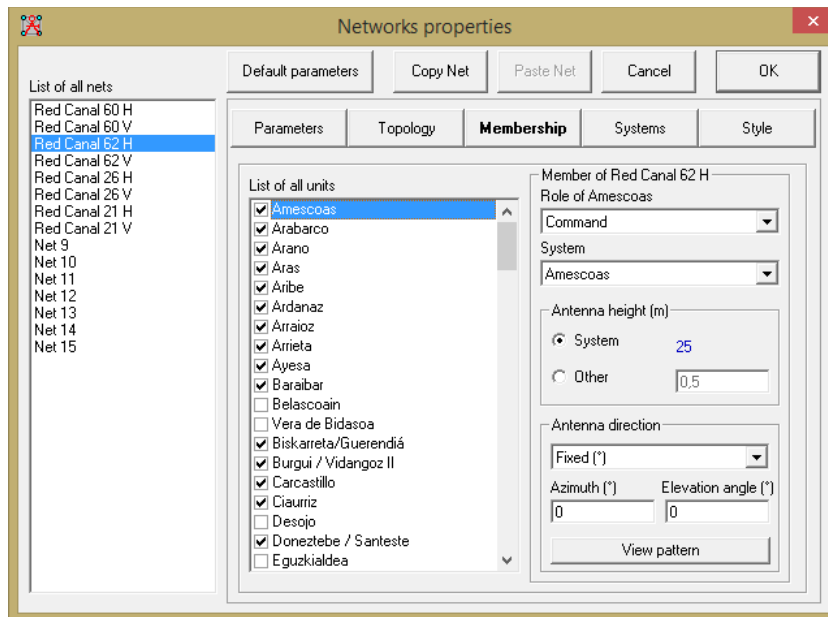


Figura 4.9 Ventana de asociación de unidades radio.

A cada una de las unidades radio se le ha asignado el sistema radio correspondiente que se le ha creado. Por ejemplo, a la unidad *Amescoas*, se le ha añadido el sistema *Amescoas* como se puede ver en la figura y no se le han realizado modificaciones a la orientación del diagrama de radiación introducido. Éste puede visualizarse pulsando en *View pattern*, que como se puede observar, no es similar a ninguno de los patrones genéricos que tiene Radio Mobile.

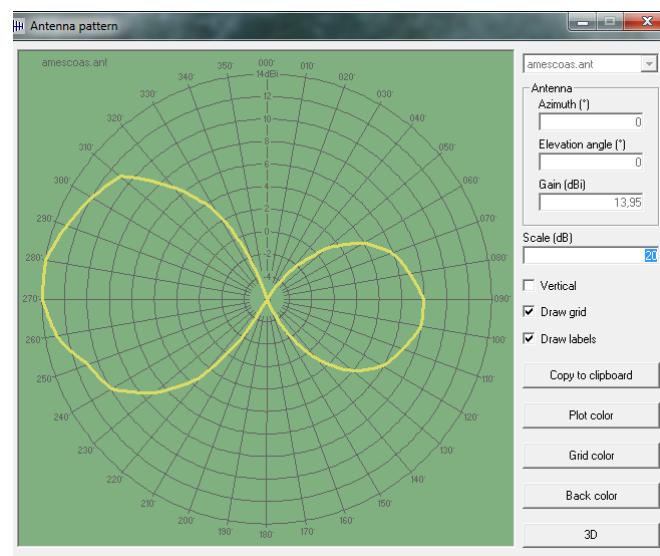


Figura 4.10 Visualización del patrón de radiación del Centro de Telecomunicaciones de Amescoas.

4.3 Verificación de la configuración realizada

En primer lugar, una vez establecido el escenario a analizar en Radio Mobile y de haber introducido todos los parámetros de radiación y recepción de todas las estaciones, se ha llevado a cabo una comprobación para verificar que la configuración se ha realizado correctamente.

Para ello, se han realizado simulaciones de cobertura zonal para el canal autonómico actual (canales 62 y 26) y se han comparado con los resultados que ofrecía Abertis utilizando la herramienta de simulación de coberturas Sirennet.

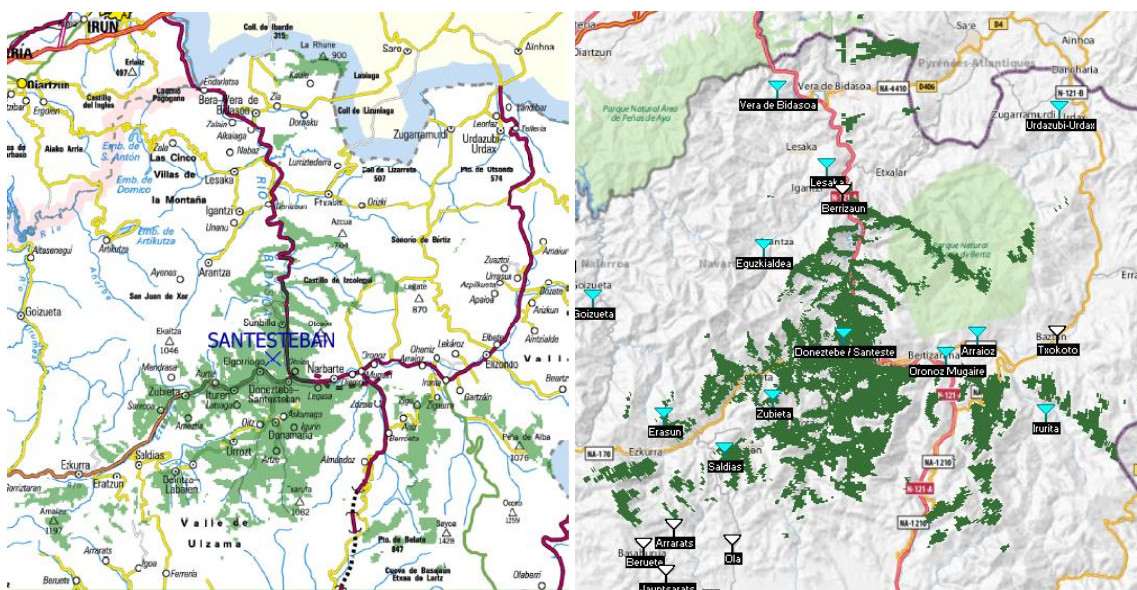


Figura 4.11: Resultado de simulación de cobertura del transmisor de Santesteban para el múltiple autonómico actual realizado con Sirennet y Radio Mobile respectivamente.

Como se puede observar en la figura superior, las simulaciones proporcionadas por ambos programas son muy similares. Por lo tanto, aunque Radio Mobile es una herramienta de simulación de radio propagación gratuita diseñada, en un principio, para radioaficionados, y en cambio, Sirennet es un producto destinado al diseño profesional de redes radio, vemos que en cuanto a cálculos de cobertura, los resultados obtenidos son comparables.

Teniendo en cuenta las simulaciones obtenidas en todos los Centros de Telecomunicación, en general, se podría afirmar que los resultados que ofrece Radio Mobile son algo más pesimistas que los que proporciona Sirennet. Por ejemplo, como muestra la figura 4.12, en la simulación realizada para el transmisor situado en el CT San Cristóbal, Radio Mobile deja zonas de municipios como Oteiza, Paternáin, Berrioplano sin cubrir, mientras que en las simulaciones realizadas por Abertis sí que están cubiertas.

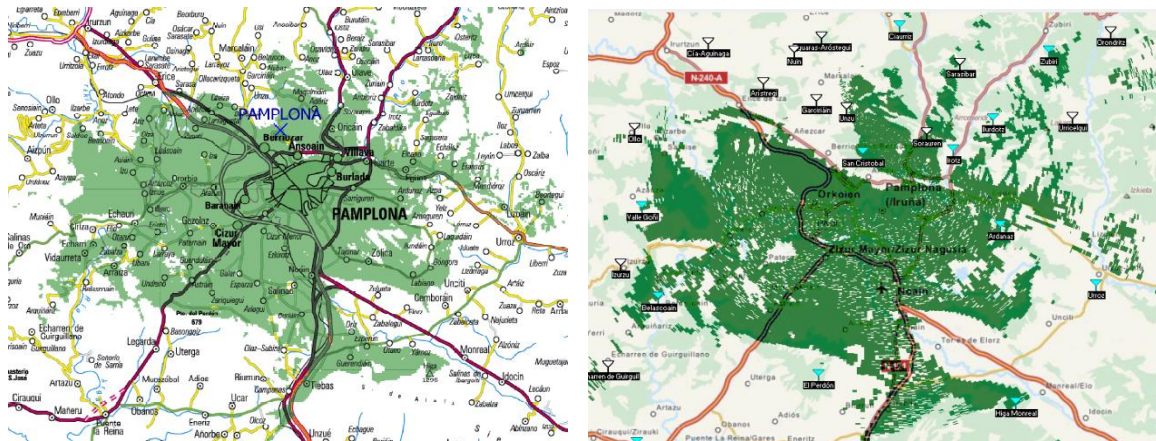


Figura 4.12: Resultado de simulación de cobertura del transmisor de San Cristobal para el múltiple autonómico actual realizado con Sirenet y Radio Mobile respectivamente.

5. PLANIFICACIÓN Y DISEÑO DE LA RED

Una vez realizadas las configuraciones necesarias del programa, situadas las unidades, elegido un mapa, creada la red y configurados los sistemas, se puede comenzar con la tarea de planificación radioeléctrica.

5.1 Parámetros a considerar

En términos generales, para planificar una red de TDT se han de considerar los siguientes parámetros:

- Modo de operación: Se define el modo de operación DVB-T en relación con las características generales de la red en la que se integra el centro transmisor.
- Potencia transmitida: La potencia transmitida dependerá de la relación C/I mínima deseada para conseguir una cobertura determinada.
- Diagrama de radiación: El patrón de radiación del sistema radiante de cada emplazamiento viene definido por las restricciones impuestas por otros centros transmisores y las características de la zona a cubrir.
- Calidad del sistema: Viene determinada por la red en la que se integra el transmisor y por las características de potencia emitida y población cubierta por el centro.

Para el diseño de la nueva extensión, se han considerado los parámetros configurados actualmente en la difusión del múltiple autonómico (canal 62 y 26), ya que se reutilizará el sistema radiante existente.

En cuanto a la calidad del sistema, se define teniendo en cuenta las condiciones de recepción, tanto en lo que se refiere a porcentaje de ubicaciones en recepción y porcentaje de tiempo. Se considera un nivel de cobertura fija “buena” cuando como mínimo el 95% de las ubicaciones de un área están cubiertas durante el 99% del tiempo. Además, la calidad requerida se obtiene siempre que se asegure un determinado nivel de campo mediano útil dentro del área de servicio de la estación.

El mínimo nivel de campo válido para que una población se considere cubierta es el especificado en la siguiente tabla:

Tabla 5.1: Niveles de campo mínimos para bandas IV y V.

Intensidad de campo, a 10m del suelo (dB μ V/m)	Banda IV	Banda V
Recepción Fija “buena”	53	58

Debido a que los dos canales radioeléctricos a comparar se encuentran en distintas bandas, se considerará que se tiene una “buena” recepción, cuando el nivel de campo en el canal 21 sea mayor que 53 dB μ V/m y mayor que 58 dB μ V/m en el caso del canal 60.

5.2 Recepción de señal en centros difusores

La extensión de cobertura de TDT está basada en la inclusión de nuevos equipamientos en la actual red de Centros de Telecomunicación consistente básicamente en la instalación de nuevos equipos emisores y repetidores gap-fillers en ellos.

La necesidad de instalación de transmisores en la red está determinada por las condiciones de recepción de la señal difundida desde otros transmisores. Cuando el nivel de señal recibido y las condiciones de aislamiento entre recepción/transmisión no sean las adecuadas, se requerirá la instalación de equipos transmisores, en caso contrario la instalación puede realizarse con equipos gap-fillers.

5.2.1 Centros emisores

La inclusión de emisores en la red supone realizar una inversión económica consistente en coste de equipo y además, para la recepción de las señales primarias, es necesaria una red terrestre de transporte, basada en radioenlaces, o bien la recepción de las señales desde satélite.

En este caso, al tratarse de canales con información autonómica, para la distribución de la señal se requiere necesariamente la existencia de una red de transporte, basada en radioenlaces SDH, para alcanzar aquellos centros en los que no resulte viable la recepción de la señal difundida por otros transmisores.

Como ya se ha mencionado anteriormente, el Gobierno de Navarra actualmente dispone de infraestructuras para el transporte de la señal TDT. Concretamente, tiene desplegada una red de transporte que cuenta con 37 vanos dimensionados para capacidades de 64XE1, garantizando una capacidad de un STM-1 y 2 vanos que son propiedad de Abertis-Telecom.

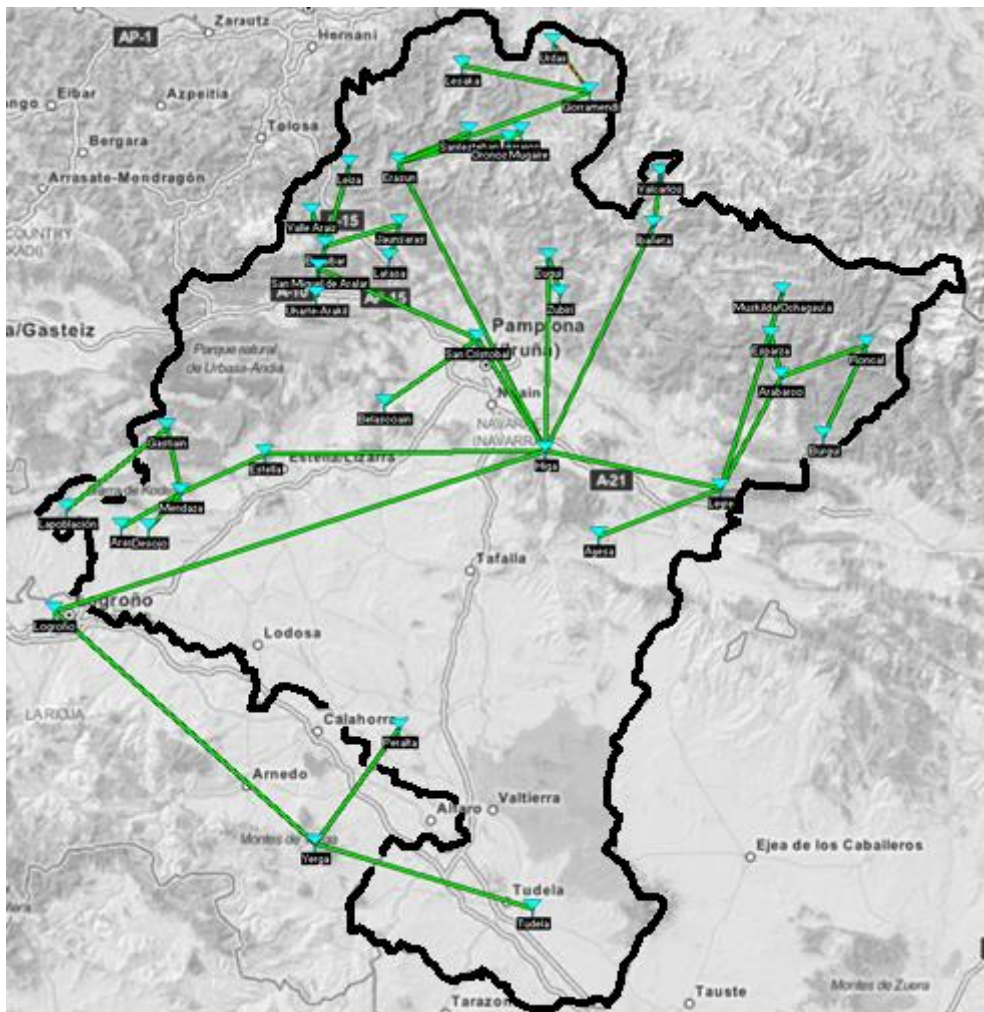


Figura 5.1: Red de transporte y distribución primaria de Navarra (Radio Mobile).

Actualmente se realiza la distribución terrestre de los canales con información regionalizada, es decir, el múltiplex nacional con desconexión autonómica y el múltiplex autonómico.

Para el transporte de cada uno de los múltiplex, es necesaria una capacidad cercana a 20Mbps, por lo que hay capacidad suficiente para incluir el transporte de un nuevo múltiplex en las infraestructuras de red actuales que cuentan con una capacidad de 155Mbps por enlace.

5.2.2 Centros reemisores

En este apartado se va a analizar si tras el primer dividendo digital, en la ubicación del nuevo múltiplex se seguirán pudiendo utilizar los centros repetidores o gap-fillers actuales, de forma que se siga recibiendo la señal con calidad suficiente desde los centros emisores actuales y se den los requerimientos técnicos necesarios para garantizar una señal de difusión de calidad.

Tal y como se ha dicho anteriormente, la red de Televisión Digital de Navarra cuenta con un total de 30 centros reemisores los cuales reciben la señal primaria desde los siguientes centros de Telecomunicación:

-CT Higa: Amescoas, Arabarco, Ardanaz, Arrieta, Bizkarreta, Ciaurriz, Carcastillo, Eugui, Fitero, Guerinda, Ibañeta, Ilurdoz, Iroz, Larraintzar, Mañeru, Mendivil, Olague, Oroz Betelu, Roncal, San Cristobal, Valle de Goñi, Ugar, Urroz.

-CT Erasun: Arano, Saldias y Zubieta.

-CT Ibañeta: Arive.

-CT Roncal: Garde.

-CT Lesaka: Eguzkialdea.

-CT Gorramendi: Irurita.

Para poder comprobar si se seguiría garantizando un nivel de señal suficiente, se han modificado los sistemas de Radio Mobile correspondientes a cada centro reemisor, de forma que en este caso se va a tener en cuenta la antena de recepción y no el sistema transmisor/reemisor.

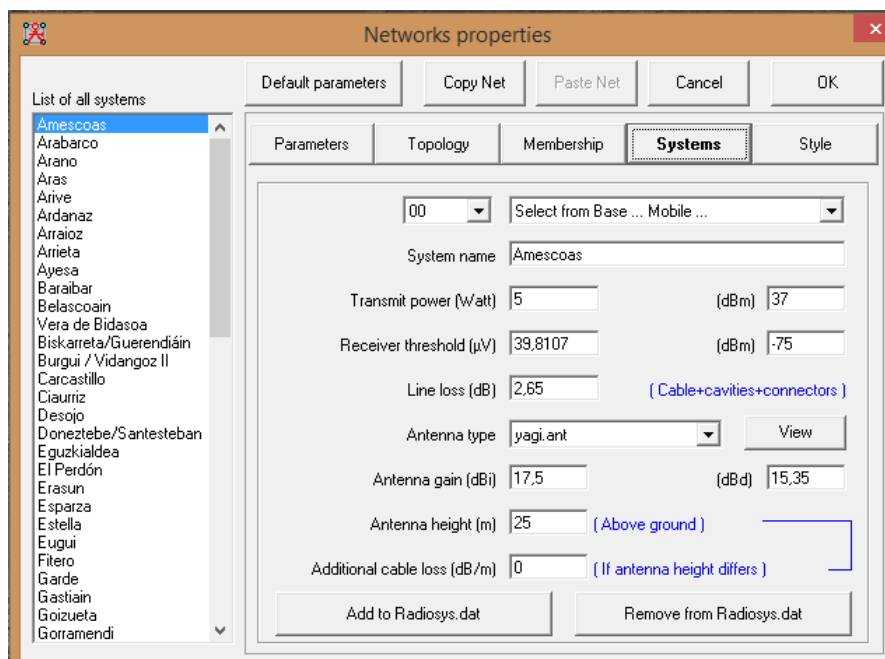


Figura 5.2: Configuración de sistemas receptores en centros reemisores (Radio Mobile).

Por lo tanto, como se puede ver en la figura superior, se ha sustituido el sistema radiante compuesto por paneles por una antena de tipo yagi. Además, se ha introducido la sensibilidad de los equipos reemisores actuales (Reemisores/Gap-fillers serie TTD Modular-Multicanal,

BTESA). Al no tener información acerca de la altura de la antena de recepción, se ha supuesto que tiene la misma altura que el sistema reemisor.

Una vez modificada la configuración de los sistemas, en la pestaña *Membership* se ha modificado la orientación de la antena receptora, de forma que cada centro reemisor tenga la antena dirigida al centro emisor que le corresponda.

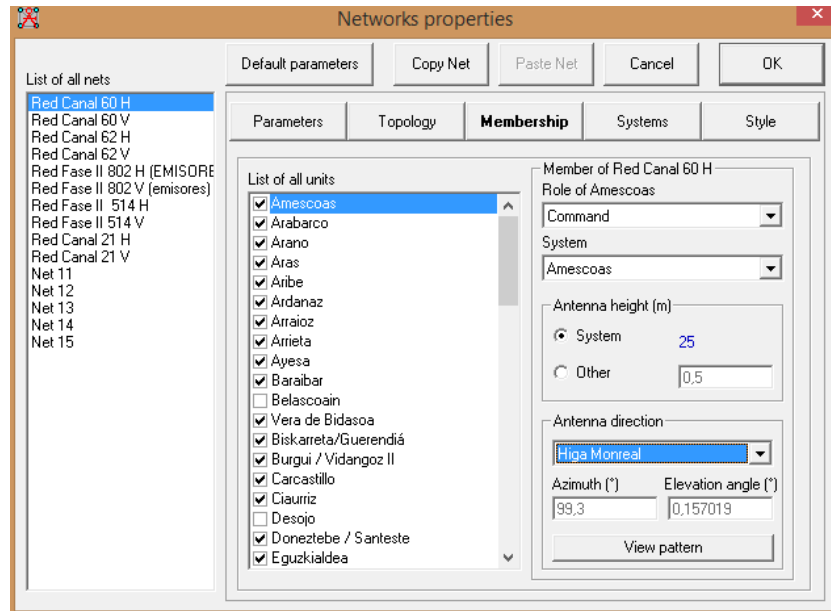


Figura 5.3: Configuración de la dirección de las antenas de los centros reemisores (*Radio Mobile*).

Una vez definido el escenario, se procede al análisis de los resultados con Radio Link. Como se puede observar, se presentan todos los resultados relativos al enlace seleccionado, en este caso, los resultados correspondientes al enlace Higa de Monreal – Amescoas.

En la fila superior se presentan los resultados radio eléctricos de propagación: azimuth con que está orientada la antena de CT Higa de Monreal a R1 (279.69°), pérdidas de espacio libre (127.5dB), distancia del enlace (57.78Km); peor ángulo de Fresnel para este trayecto (1.8F1); etc.

En particular Rx Relative permite conocer el valor de margen respecto de la sensibilidad del sistema receptor con que llega la potencia de la señal recibida. En este caso será de 34,1dB, ya que se está recibiendo un nivel de señal de -40,9dB. Por lo tanto, el Centro de Telecomunicación de Amescoas sigue recibiendo la señal de la Higa de Monreal con calidad suficiente.

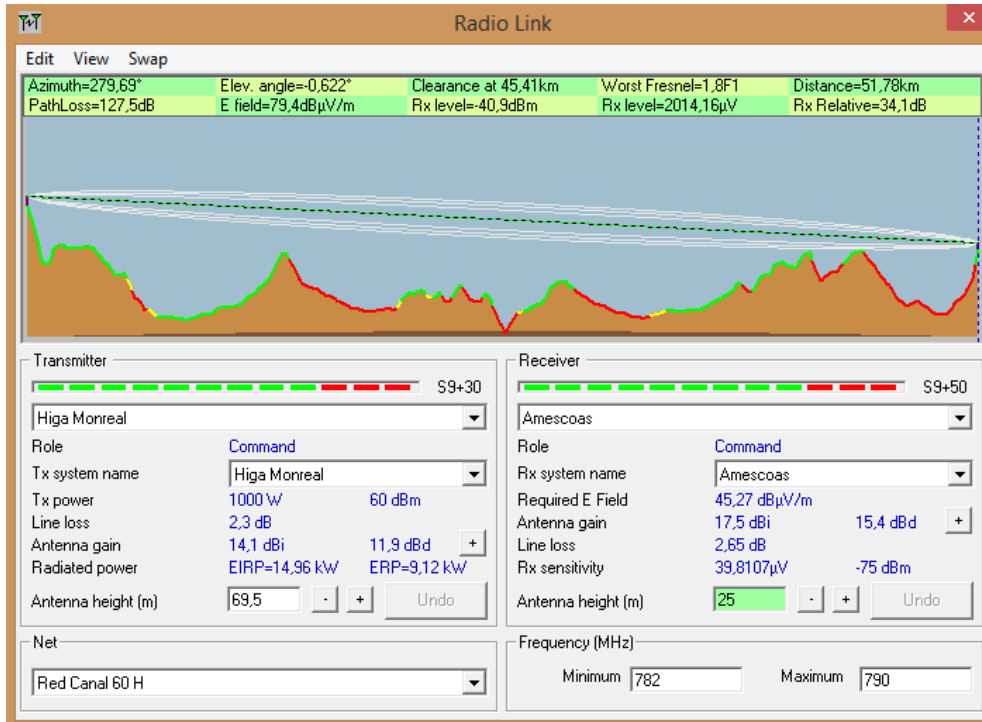


Figura 5.4: Resultados correspondientes al enlace Higa de Monreal – Amescoas con Radio Link (Radio Mobile).

En la figura 5.5, además se puede apreciar el perfil orográfico de este enlace y en la parte de abajo se describen los sistemas y topología de cada uno de los emplazamientos. Se pueden modificar las alturas de las antenas, así como la frecuencia para comprobar el efecto de la variación de estos parámetros sobre el enlace, que se actualiza con los nuevos datos de forma automática.

Además, Radio Mobile permite ver diferentes perspectivas y presentaciones del trayecto del enlace y exportar los datos en distintos formatos. En concreto, si guardamos el fichero en formato RmPath, con el ejecutable Radio Path que incluye Radio Mobile podemos observar otra forma de representar los datos anteriores.

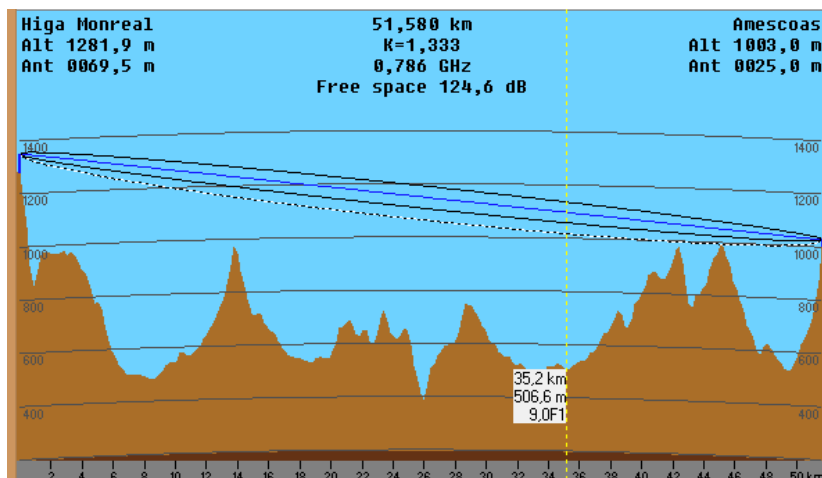


Figura 5.5: Resultados del enlace Higa de Monreal – Amescoas con RmPath.

En este caso, se va a utilizar la primera forma de presentación, ya que se considera más representativa por ofrecer datos acerca de los niveles de señal recibidos.

Se ha realizado el análisis de los perfiles de todos los enlaces transmisores-reemisores existentes actualmente para el canal 21 y 60, obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 5.2: Resultados de los enlaces transmisores-reemisores.

CT REEMISOR	CT EMISOR	Distancia del enlace	Nivel Rx Canal 60	Nivel Rx Canal 21
Amescoas	Higa de Monreal	51.78 km	-41.7 dBm	-38.2 dBm
Arabarco	Higa de Monreal	38.59 km	-40.3 dBm	-37.1 dBm
Arano	Erasun	11.94 km	-53.7 dBm	-48.8 dBm
Ardanaz	Higa de Monreal	12.37 km	-33.0 dBm	-29.3 dBm
Arive	Ibañeta	10.17 km	-53.5 dBm	-49.7 dBm
Arrieta	Higa de Monreal	27.38 km	-38.2 dBm	-34.2 dBm
Bizkarreta	Higa de Monreal	32.76 km	-42.5 dBm	-39.3 dBm
Carcastillo	Higa de Monreal	36.78 km	-45.4 dBm	-43.3 dBm
Ciaurriz	Higa de Monreal	27.47 km	-36.7 dBm	-32.6 dBm
Eguzkialdea	Lesaka	6.23 km	-60.3 dBm	-50.7 dBm
Eugui	Higa de Monreal	30.10 km	-42.0 dBm	-36.4 dBm
Fitero	Higa de Monreal	76.68 km	-46.6 dBm	-40.1 dBm
Garde	Roncal	6.73 km	-48.4 dBm	-45.6 dBm
Guerinda	Higa de Monreal	17.27 km	-34.3 dBm	-29.7 dBm
Ibañeta	Higa de Monreal	39.13 km	-46.1 dBm	-41.2 dBm
Ilurdoz	Higa de Monreal	19.85 km	-36.9 dBm	-34.6 dBm
Iroz	Higa de Monreal	18.16 km	-31.7 dBm	-25.1 dBm
Irurita	Gorramendi	12.7 km	-47.6 dBm	-43.7 dBm
Larraintzar	Higa de Monreal	34.03 km	-36.8 dBm	-33.0 dBm
Mañeru	Higa de Monreal	26.61 km	-40.7 dBm	-35.9 dBm
Mendivil	Higa de Monreal	11.72 km	-25.3 dBm	-24.9 dBm
Olague	Higa de Monreal	29.82 km	-38.7 dBm	-33.8 dBm
Oroz Betelu	Higa de Monreal	28.16 km	-37.5 dBm	-32.8 dBm
Roncal	Higa de Monreal	52.85 km	-46.8 dBm	-38.1 dBm
Saldias	Erasun	4.27 km	-46.9 dBm	-42.4 dBm
San Cristóbal	Higa de Monreal	20.43 km	-32.8 dBm	-30.0 dBm
Ugar	Higa de Monreal	36.04 km	-36.2 dBm	-31.9 dBm
Urroz	Higa de Monreal	9.96 km	-33.0 dBm	-19.7 dBm
Valle de Goñi	Higa de Monreal	29.49 km	-40.2 dBm	-34.7 dBm
Zubieta	Erasun	6.76 km	-44.5 dBm	-39.4 dBm

Como se puede observar, todos los valores de nivel de potencia recibidos tanto para el canal inferior como el superior son mayores que el nivel de sensibilidad de los reemisores, por lo que en todos los centros se contaría con señal suficiente para poder regenerar la señal. Por otro lado, respecto al límite superior, se observa que en el caso del CT Mendivil y el CT Urroz, los niveles de potencia de recepción previstos son bastante altos. Los equipos reemisores que se utilizan actualmente (Reemisores/Gap-fillers Serie TTD Modular-Multicanal, BTESA) cuentan

con un rango dinámico de entrada de -75...0 dBm, por lo que en este caso los niveles recibidos cumplirían las especificaciones. Pero como se puede ver en las tablas de los equipos reemisores del Anexo C, actualmente algunos equipos tienen un rango dinámico de entrada de hasta -20 dBm o incluso -27 dBm, por lo que en este caso, el nivel de señal recibido en estos dos centros sería superior al límite y sería necesaria la utilización de atenuadores para que no haya saturación en el gap-filler.

5.2.3 Teledistribuciones

Al igual que en el caso de los centros reemisores, en los centros de teledistribución se asegurará un nivel suficiente a la entrada de la cabecera, para poder distribuir la señal mediante la red de cable a lo largo de la población.

La metodología utilizada es la misma que en el apartado anterior, pero en este caso, se ha definido como sistema de recepción el sistema *Teledistribución* para todas las estaciones de teledistribución, situando la antena yagi a una altura de 20 metros, debido a que se desconoce la altura concreta de todas las torres y antenas.

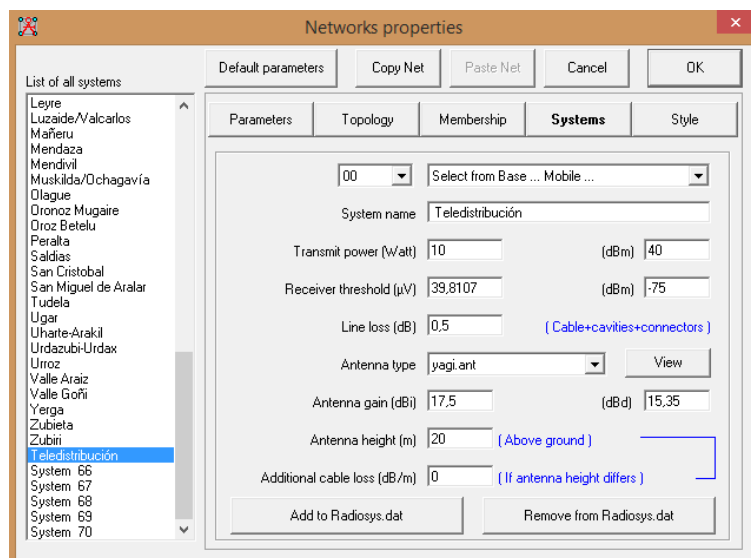


Figura 5.6: Definición del sistema de recepción de las teledistribuciones (*Radio Mobile*).

Tras configurar el escenario, en primer lugar, se ha comprobado cuál de los Centros de Telecomunicación ofrece el mejor servicio a cada una de las teledistribuciones y se ha realizado una comparación de los valores previstos por Abertis para el canal 62/26 y los valores que proporciona Radio Mobile para el canal 21 y 60.

Los resultados que se han obtenido se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 5.3: Comparación de los niveles de campo de recibidos en las teledistribuciones en función del canal.

Teledistribución	Mejor servidor	Campo Rx Canal 62/26	Campo Rx Canal 60	Campo Rx Canal 21
Abaurrea Alta	IBAÑETA	74,235	66,7	67,4
Aranarache	AMESCOAS	74,1	74,7	74,1
Arístregui	MONREAL	86,519	83,3	84,6
Arrarats	MONREAL	77,137	79,8	80,9
Auza	LARRAINZAR	72,966	68,3	72,9
Azoleta	VALCARLOS	97,912	--- ²	---
Bearin	ESTELLA	85,725	79,3	79,9
Berrizaun	LESAKA	72,822	80	74,2
Berute	MONREAL	68,605	65,0	67,9
Cía-Aguinaga	MONREAL	67,765	54,0	60,5
Dorrao	ARALAR	82,82	78,3	76,7
Echarren de Guirguillano	MONREAL	84,636	79,7	80,1
Eguarás-Aróstegui	MONREAL	73,738	84,1	83,4
Eraso	MONREAL	62,699	58,0	64,2
Etxaleku	ARALAR	71,691	65,9	64,4
Eulate	AMESCOAS	77,536	81,3	68,0
Ezcároz	MUSKILDA	---	77,3	77,4
Gainekoleta	VALCARLOS	58,652	67,3	66,2
Garciriáin	MONREAL	87,723	84,8	84,1
Garralda	IBAÑETA	--	73,0	71,0
Gartzaron	ARALAR	67,143	57,3	64,6
Gorriti	BARAIBAR	74,211	63,0	67,9
Guembe	ESTELLA	---	66,8	71,5
Iragi	MONREAL	81,319	79,3	79,3
Izal	ARABARCO	76,758	71,7	70,4
Izurzu	ESTELLA	68,603	67,4	65,7
Jauntsarats	MONREAL	82,692	80,1	80,8
Jaurrieta	MUSKILDA	---	71,9	72,3
Lantz	OLAGÜE→ARALAR	76,425	64,2	69,9
Larraona	AMESCOAS	71,678	74,2	71,2
Lezaún	MONREAL	---	79,7	79,5
Muskitz	LARRAINZAR	71,099	67,0	66,4
Nagore	MONREAL	86,653	80,3	79,8
Nuin	MONREAL	77,048	66,2	70,0
Ochagavía	MUSKILDA	82,151	83,1	82,4
Ola	MONREAL→ARALAR	60,732	68,9	68,4
Olaldea	OROZ BETELU→MONREAL	64,505	60,3	66,0
Olleta	MONREAL	---	84,9	85,1
Ollo	MONREAL	83,435	79,5	83,9
Orbaiceta	ARIVE	65,849	61,9	60,7

² Está situado en las mismas coordenadas que el CT Valcarlos, por lo que Radio Mobile no proporciona resultados.

Orondritz	MONREAL	74,164	59,8	64,4
Oskotz	MONREAL→LARRAINTZAR	57,734	65,1	64,6
Petilla de Aragón	MONREAL	---	78,5	78,1
Riezu	ESTELLA	72,44	73	73,7
S. Martín de Unx	GUERINDA	80,116	77,8	74,9
Sarriés	ARABARCO	79,962	77,1	78,5
Sorauren	S. CRISTOBAL	73,842	70,3	69,9
Sarasibar	MONREAL	---	82,4	82,8
Txokoto	ELIZONDO	75,845	72,2	82,5
Uitzi	MONREAL	72,325	79,2	79,8
Unzu	MONREAL	71,539	79,6	78,3
Urricelqui	LEYRE	71,132	68,2	67,5
Uztárroz	RONCAL	74,861	67,3	70,3
Vidángoz	BURGUI	---	57,1	56,0
Zarrantz	LARRAINZAR	70,379	67,2	67,2
Zilbeti	MONREAL→YERGA	---	60,0	59,3
Zubielqui	ESTELLA	77,068	86,3	86,1

El análisis actual muestra que no todos los Centros de Telecomunicaciones que ofrecían el mejor servicio se mantienen (en 4 de los 57 el CT mejor varía). En cuanto a los niveles de recepción, se observa que en la mayoría de los casos las intensidades de campo recibidas son suficientes.

De todas formas, no se trata de una comparación “justa” ya que tanto las herramientas de simulación utilizadas (en un caso Sirenet, y en el otro Radio Mobile) como los valores introducidos varían. Además, al no conocer las alturas concretas sería necesario hacer una campaña de medidas para verificar los resultados obtenidos con Radio Mobile.

5.3 Estudio de coberturas

Una vez garantizada la recepción adecuada de la señal en todos los centros difusores de la red de Televisión Digital Terrestre, se ha de realizar un estudio de las coberturas zonales, de forma que se garantice que se cubren todas las poblaciones actualmente cubiertas.

Para ello, se han realizado simulaciones de cobertura para cada uno de los Centros de Telecomunicación que componen la red de difusión de Navarra. Estas simulaciones representan valores de señal, en campo eléctrico o en potencia, para todos los puntos dentro del área objeto de estudio, teniendo en cuenta el modelo de propagación y las características del transmisor y del receptor.

Al igual que en los demás apartados, al no conocer la frecuencia que se le asignará al segundo múltiple autónomo tras el primer dividendo digital, se ha realizado una simulación para la frecuencia inferior y otra para la frecuencia superior de la nueva banda.

Al ser ambos resultados muy similares, se han superpuesto ambas en la misma imagen, de forma que se puedan observar las zonas que cubre una frecuencia y no cubre la otra. Para ello, se ha elegido un formato de simulación no sólido, se ha añadido una línea de contorno que marque el límite de la zona que se cubre a cada frecuencia y se les han asignado distintos colores (azul para el canal 21 y amarillo para el canal 60).

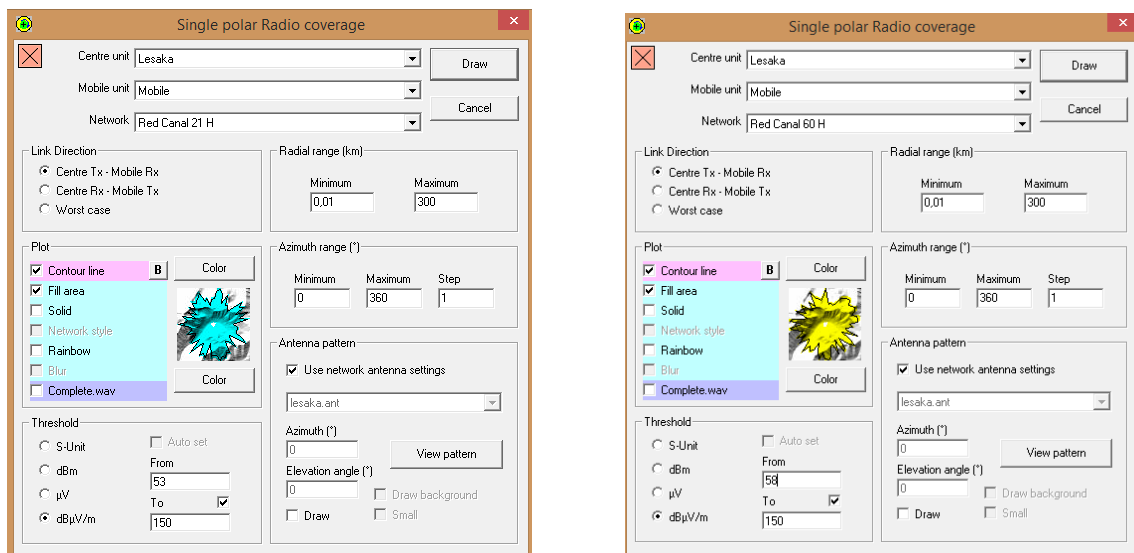


Figura 5.7: Ventana de configuración para la representación de las coberturas zonales en el canal 21 y 60 respectivamente (Radio Mobile).

Por lo tanto, aquellas zonas donde haya niveles de campo suficientes para ambas frecuencias serán representadas de color verde, aquellas zonas donde el nivel de campo sólo sea suficiente para el canal 21 serán representadas en azul y aquellas en las que sólo se supere el umbral para el canal 60 serán amarillas.

En general, tras la realización de las simulaciones de todos los CT, se observa que por ser el canal 21 un canal de menor frecuencia, y por lo tanto, un canal al que le afectan menos las pérdidas de propagación y de fading, la mayoría de los lugares cubiertos por el canal 60 también lo están por el canal de frecuencia inferior, por lo que en la mayoría de las simulaciones no se van a tener prácticamente zonas representadas en color amarillo.

En la siguiente figura, se puede observar una de las simulaciones realizadas. En este caso, se trata del Centro de Telecomunicación de Lesaka.

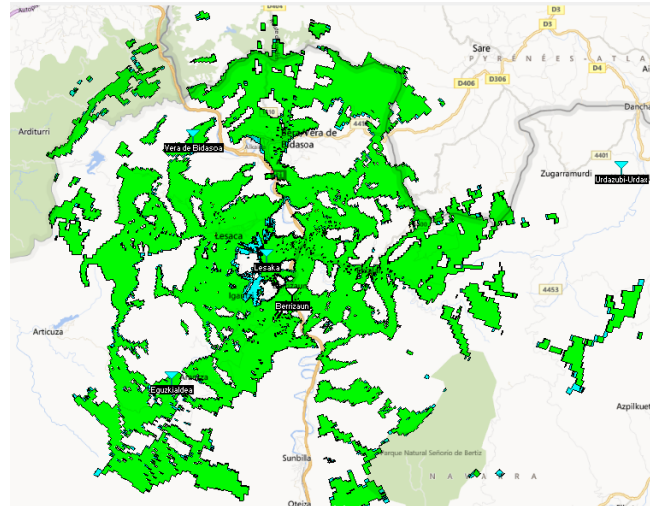


Figura 5.8: Cobertura del centro emisor situado en Lesaka para el canal 21 y 60 (Radio Mobile).

Como se puede comprobar, los resultados del canal 21 y los del canal 60 son muy similares, no habiendo en este caso ningún lugar que solamente esté cubierto por el canal superior. En cambio, se puede observar como las zonas más lejanas y también cerca del CT sólo estarían cubiertas por el canal de frecuencia inferior.

Además, se ha comprobado como con el desplazamiento de frecuencias, los CT seguirían cubriendo al menos las poblaciones que se cubren en la actualidad a la frecuencia de 802 MHz y 514 MHz (canal 62 y 26 respectivamente). Por ejemplo, en el caso del CT de Lesaka, los municipios y porcentajes correspondientes son los siguientes:

Tabla 5.4: Municipios cubiertos actualmente por el CT de Lesaka.

Centro	Municipio	% Cubierto
LESACA	Arantza	40,912
LESACA	Vera de Bidasoa	39,360
LESACA	Etxalar	65,243
LESACA	Igantzi	95,777
LESACA	Lesaka	85,636

Como se puede observar en la figura superior, estos municipios siguen estando cubiertos en un porcentaje similar, y además, el canal 21 cubriría los municipios de Igantzi y Lesaka en un porcentaje superior al actual.

Las simulaciones obtenidas para el canal 21 y el canal 60 no son tan similares en todos los Centros de Telecomunicaciones. Por ejemplo, en el caso del emisor situado en el monte San Cristóbal.

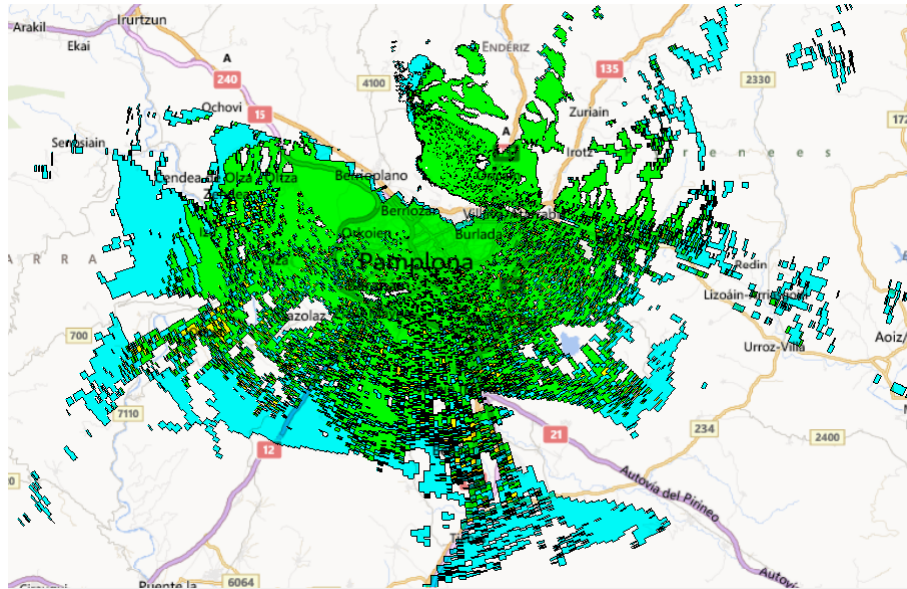


Figura 5.9: Cobertura del centro emisor situado en San Cristóbal para el canal 21 y 60 (Radio Mobile).

La figura 5.9 muestra como el alcance de cobertura del canal 21 es considerablemente superior que el alcance del canal 60. Además, al contrario de lo que ocurría en el CT de Lesaka, hay muchos puntos representados en amarillo a lo largo de la Comarca de Pamplona, es decir, puntos solamente cubiertos por el canal superior.

5.4 Niveles de señal en un punto

Para poder ver el efecto que tendría la frecuencia de emisión en una ubicación concreta, se han ubicado varios puntos a lo largo de la Comarca de Pamplona de forma que mediante radioenlaces realizados con Radio Mobile se analice la variación del nivel de señal recibido desde el Centro de Telecomunicación de San Cristóbal.

Tabla 5.5: Coordenadas de los puntos a analizar.

	Latitud	Longitud
Punto 1	42,78861	-1,710833
Punto 2	42,82195	-1,710833
Punto 3	42,82195	-1,760833
Punto 4	42,75528	-1,6775
Punto 5	42,80528	-1,644167

En la siguiente imagen se pueden observar los 5 puntos que se han situado a lo largo de la Comarca:

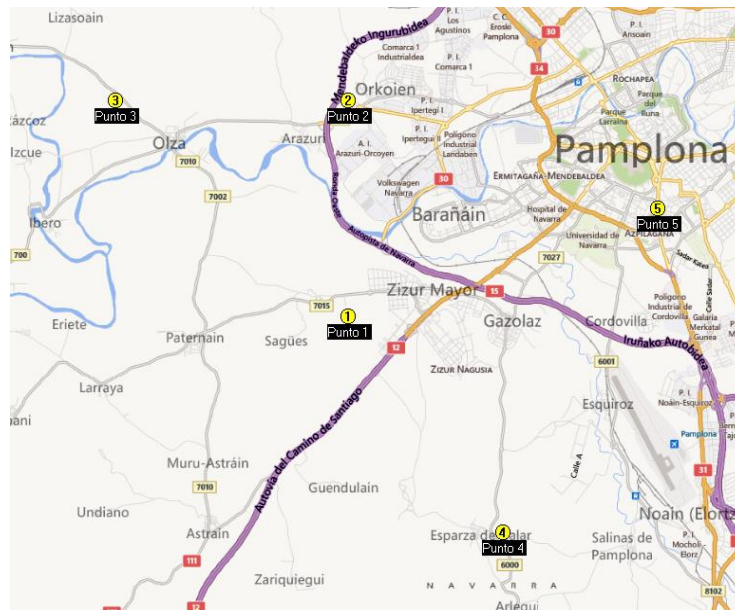


Figura 5.10: Situación gráfica de los puntos a analizar (Radio Mobile).

Para el estudio de este apartado, la configuración de Radio Mobile utilizada es la misma que para el cálculo de las coberturas zonales, es decir, la configuración inicial que se ha mencionado en el apartado 4.2, pero se han añadido 5 unidades, a las cuales se les ha asignado el sistema *Mobile* y una altura de 10 metros para poder considerar una intensidad de campo mínima de $53/58 \text{ dB}\mu\text{V/m}$. Además, la antena yagi de cada uno de estos puntos se orienta en dirección a San Cristóbal.

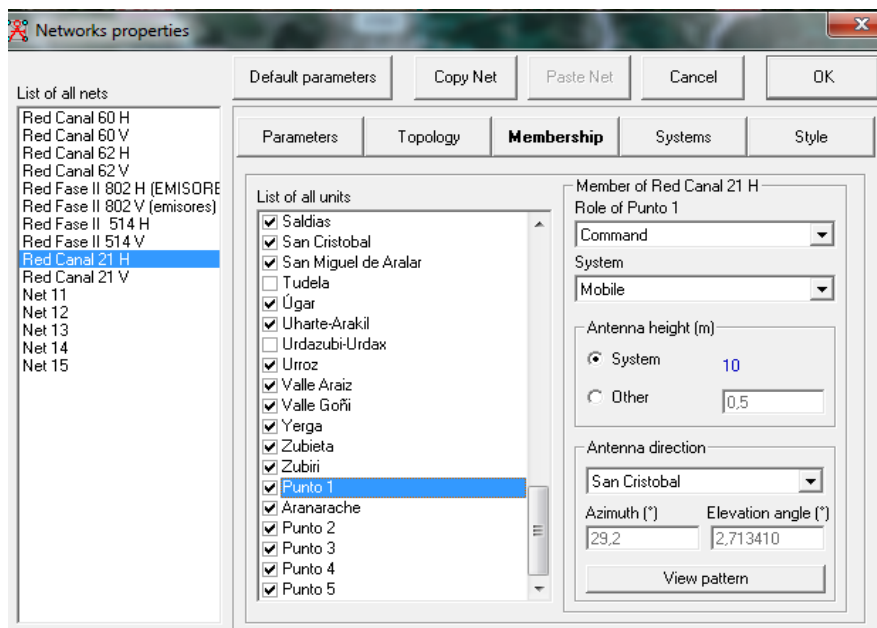


Figura 5.11: Ventana de configuración de red con los nuevos puntos añadidos (Radio Mobile).

Establecido este escenario, los resultados que se obtienen son los siguientes:

Tabla 5.6: Niveles de potencia e intensidad de campo en un punto para los canales 21 y 60.

	Canal 21		Canal 60	
	E ₂₁ (dBμV/m)	Nivel Rx ₂₁ (dBm)	E ₆₀ (dBμV/m)	Nivel Rx ₆₀ (dBm)
Punto 1	65.6	-54.8	57.6	-60.5
Punto 2	63.2	-50.6	67.1	-51
Punto 3	61.8	-51.9	61.8	-56.3
Punto 4	61	-52.7	62.9	-55.2
Punto 5	68.9	-44.8	51.5	-66.6

Como se había observado al estudiar la cobertura zonal, a frecuencia más baja se obtiene un mayor alcance. Así, vemos que en algunos puntos donde la intensidad de campo es válida para el canal 21, no lo es para el canal 60. Concretamente, en el caso del punto 1, el nivel de campo recibido se encuentra en el límite del requerido, ya que se recibe una intensidad de campo de 57.6 dBμV/m, inferior al mínimo de 58 dBμV/m. Por otro lado, en el caso del punto 5, la diferencia es mayor, recibándose un nivel de campo muy inferior al mínimo (51.5 dBμV/m).

En cuanto a los niveles de potencia recibidos, se observa como en un mismo punto, se pueden obtener variaciones de hasta 20 dB en el peor caso (Punto 5), pero también hay puntos donde el nivel de señal recibido es muy similar para los dos canales, con variaciones de 0.4 dB (Punto 2).

En general, para el canal superior, se tienen valores de campo que oscilan entre 52 y 67 dBμV/m y niveles de señal entre -67 y -51 dBm. Para el canal inferior, los valores de campo están entre 61 y 69 dBμV/m y los niveles de señal entre -55 y -45 dBm.

5.5 Análisis de interferencias

En este apartado, una vez definido el sistema radiante y la potencia de cada transmisor que permite satisfacer los objetivos de cobertura actuales, se va a estudiar la incompatibilidad radioeléctrica entre ellos.

El estudio de la incompatibilidad electromagnética indica la necesidad de realizar determinados ajustes sobre el diseño de la red de modo que la relación C/I se mantenga en todo el área de servicio requerida, a costa de incluir nuevos centros no previstos en los análisis de las coberturas iniciales. Se tenderá a reducir, en la medida de lo posible, el solapamiento entre zonas de cobertura de transmisores distintos con el objetivo de minimizar la población interferida y, a su vez, el número de nuevos transmisores incluidos.

Se va a utilizar la herramienta de análisis de interferencias de Radio Mobile (*Tools->Radio Coverage->Interference*).

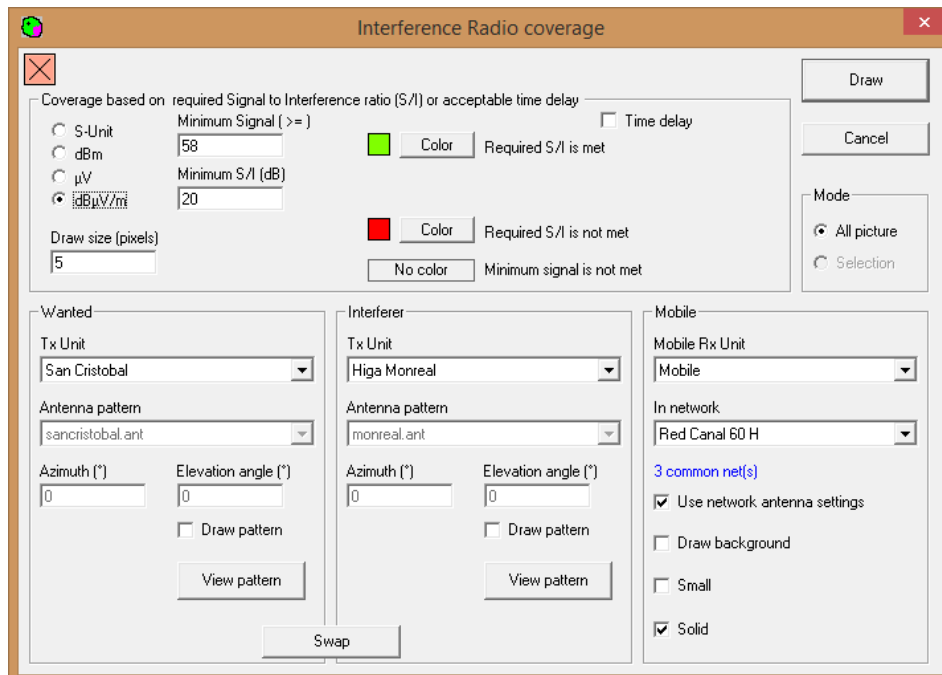


Figura 5.12: Ventana de configuración para el análisis de interferencias en Radio Mobile.

La figura superior muestra como Radio Mobile permite realizar un análisis de interferencias entre dos unidades transmisoras. Se va a utilizar esta herramienta para poder ver el efecto que tienen las unidades transmisoras adyacentes en un punto y representar las regiones con un nivel de interferencia aceptable y aquellas en las que se sobrepasa el margen de interferencia.

Para considerar una zona correctamente cubierta para la prestación del servicio TDT mediante redes de frecuencia única, se requiere no sólo la recepción de niveles de campo superiores al establecido, sino que además, se necesita que las señales interferentes procedentes de otros transmisores no alcancen valores suficientes como para mantener las relaciones C/I por debajo de los umbrales dados por las relaciones de protección por interferencia.

Por lo tanto, es necesaria la especificación del mínimo nivel de señal requerido (58 dBµV/m para el canal 60 o 53 dBµV/m para el canal 21) y el margen de interferencia entre las dos estaciones transmisoras.

Se ha considerado una relación de protección de 20 dB, teniendo en cuenta la recomendación ITU-R BT.1368-11 [29], donde se muestra la siguiente tabla de valores:

Tabla 5.7: Márgenes de protección cocanal (dB) para una señal DVB-T interferida por otra señal DVB-T.

Modulación	Tasa de código	Canal gaussiano	Canal Rice	Canal Rayleigh
QPSK	1/2	5	6	8
QPSK	2/3	7	8	11
16-QAM	1/2	10	11	13
16-QAM	2/3	13	14	16
16-QAM	3/4	14	15	18
64-QAM	1/2	16	17	19
64-QAM	2/3	19	20	23

64-QAM	3/4	20	21	25
--------	-----	----	----	----

Los márgenes de protección se dan para tres tipos de canales de propagación (Gaussiano, Rice y Rayleigh). Para recepciones fijas y portátiles, deberían de adoptarse los valores de los canales Rice y Rayleigh respectivamente.

5.5.1 Análisis sin consideración de tiempos

Con estos parámetros se han evaluado las interferencias en la Comarca de Pamplona, analizando el efecto que tienen los dos Centros de Telecomunicación que la cubren, es decir, el CT Higa de Monreal y CT San Cristóbal.

Primero, se han evaluado las interferencias cuando el Tx deseado es el situado en la Higa de Monreal, y por lo tanto, el transmisor situado en San Cristóbal es el centro interferente. El resultado obtenido para el canal 60 es el siguiente:

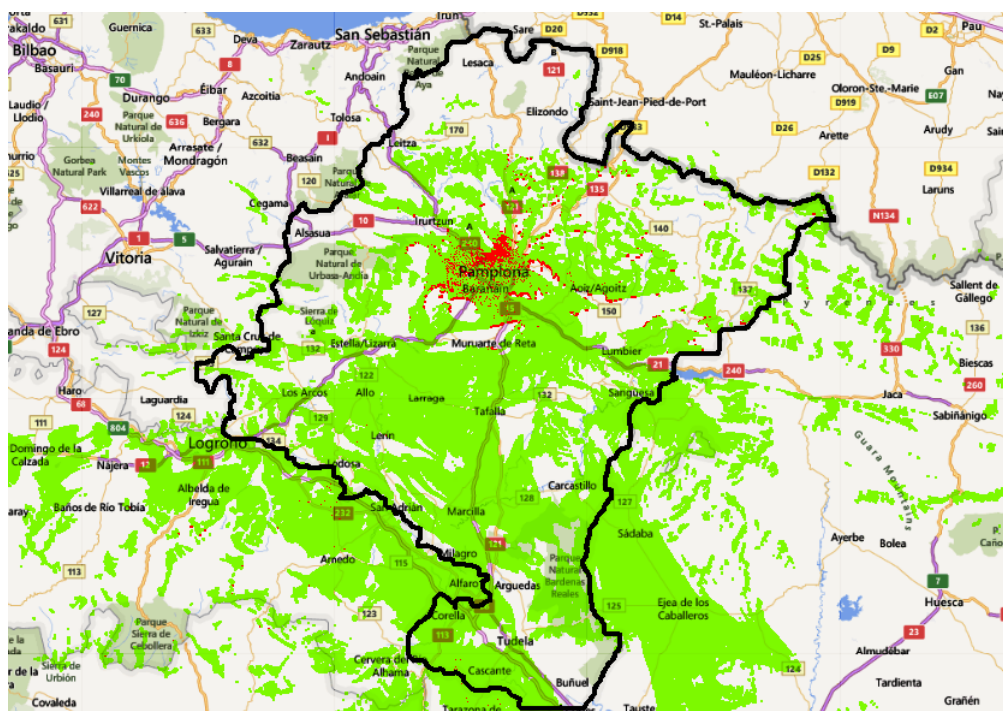


Figura 5.13: Análisis de interferencias en Navarra para el canal 60 siendo el CT San Cristóbal el interferente (*Radio Mobile*).

Se puede ver como las regiones con niveles de interferencia no aceptables se concentran a lo largo de la Comarca de Pamplona, donde está situado el CT interferente.

Si se realiza un zoom para poder ver la zona más afectada con mayor detalle, se observa que el margen de interferencia se sobrepasa en algunos puntos, pero la imagen sigue siendo mayoritariamente verde. Además, se observa que la mayoría de los puntos en los que la

relación portadora/interferencia (C/I) es menor que 20 dB se concentra en los límites de la cobertura.

En caso del canal de frecuencia inferior, los problemas de interferencias en los límites se acentúan y en las zonas donde en el canal superior hay valores de C/I no aceptables, aumenta la concentración de puntos no aceptables.

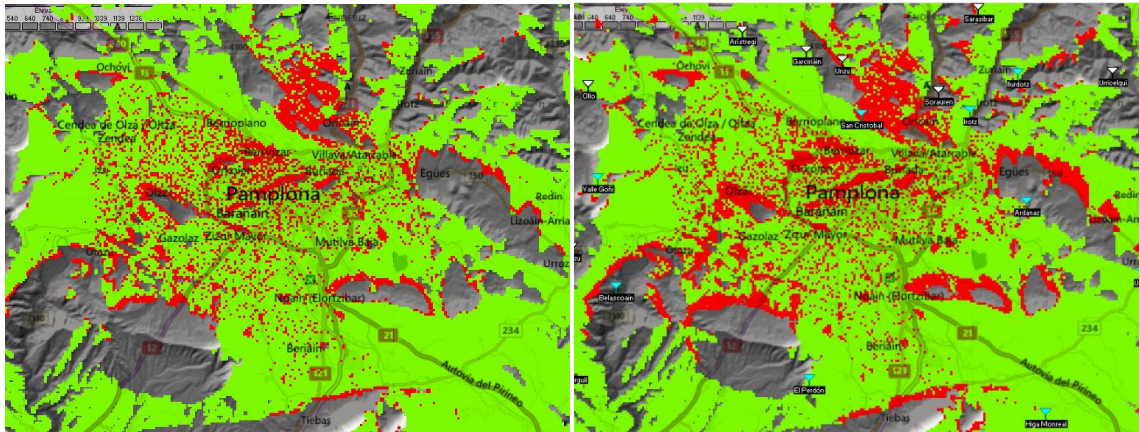


Figura 5.14: Análisis de interferencias en la Comarca de Pamplona siendo San Cristóbal el interferente para el canal 60 y 21 respectivamente (Radio Mobile).

En cuanto al caso contrario, donde el transmisor deseado es el situado en San Cristóbal y el centro interferente es el situado en la Higa de Monreal, el resultado es completamente distinto, ya que la potencia transmitida por la Higa de Monreal es considerablemente más alta. Tanto a la frecuencia central de 474 MHz como a la frecuencia de 786 MHz, practicamente en toda la Comarca de Pamplona las señales interferentes procedentes del transmisor del CT Higa de Monreal no mantienen las relaciones C/I por debajo de los umbrales dados por las relaciones de protección por interferencia.

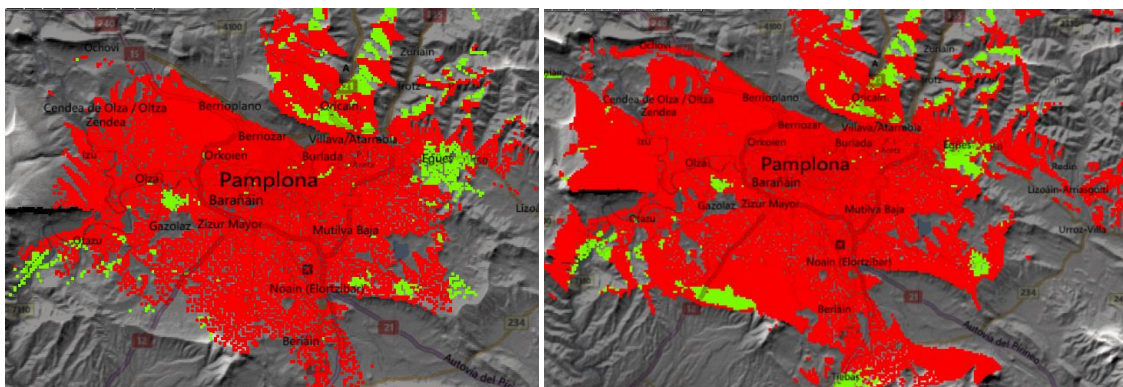


Figura 5.15: Análisis de interferencias en la Comarca de Pamplona siendo la Higa de Monreal el interferente para el canal 60 y 21 respectivamente (Radio Mobile).

Al igual que en el caso anterior, las interferencias son mayores para el canal 21. En esta frecuencia más baja, la zona de cobertura del transmisor es mayor y la zona interferente también aumenta.

5.5.2 Análisis considerando el intervalo de guarda

Por otro lado, existe otro aspecto en el diseño de las redes de frecuencia única que limita el funcionamiento: Si las señales o ecos multitrayecto que llegan al receptor lo hacen con un retardo mayor que la duración del intervalo de guarda, en relación con el retardo con el que llega la señal deseada, se consideran señales interferentes, por lo que el tiempo de retardo es otro factor a tener en cuenta además del C/I mínimo.

Radio Mobile, ofrece la posibilidad de añadir un retardo de tiempo máximo, de forma que se realice un análisis de interferencia que tenga en cuenta tanto la relación de protección de interferencia cocanal como el retardo con el que llega la señal deseada. Para ello, es necesario activar la opción de *Time delay* y añadir el retardo máximo, que será igual al intervalo de guarda (1/4 del tiempo útil de símbolo, equivalente a 224 μ s).

En la figura inferior, se muestra la ventana de configuración para el análisis de la cobertura radio de interferencias basándose tanto en el margen de protección señal/interferencia mínimo como en el tiempo de retardo máximo. Por lo tanto, en este caso esta herramienta representa las regiones con un nivel de interferencia aceptable (verde), las regiones en las que el nivel de interferencia no es aceptable pero las señales interferentes llegan dentro del intervalo de guarda (amarillo) y aquellas en las que se sobrepasa el margen de interferencia fuera del intervalo de guarda (rojo).

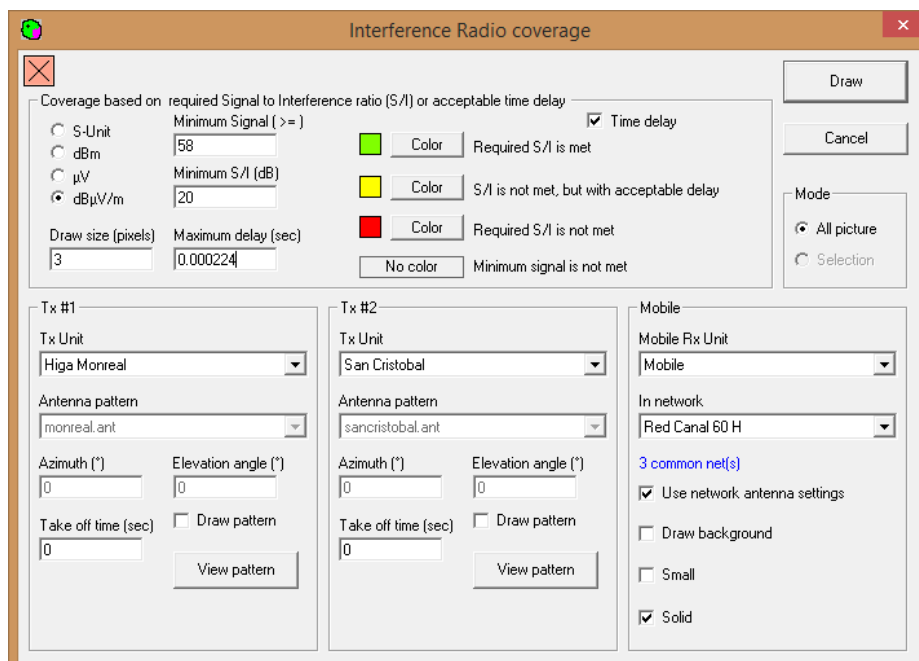


Figura 5.16 Ventana de configuración de la cobertura radio de interferencias con la opción de *Time delay* (Radio Mobile).

En este caso, al contrario que en el caso anterior, no se hace ninguna distinción entre ambos transmisores, es decir, no hay un transmisor deseado y un transmisor interferente, sino que el Tx #1 y el Tx #2 son equivalentes.

Con este nuevo análisis en el que se tiene en cuenta también el tiempo de retardo, los resultados que se obtienen para el canal 60 y el canal 21 son los siguientes:

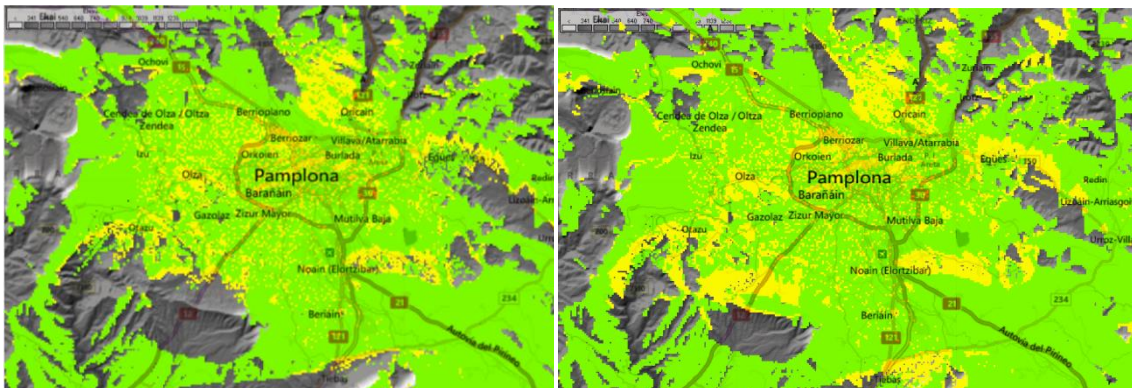


Figura 5.17: Interferencias entre la señal de San Cristóbal y la de la Higa de Monreal, teniendo en cuenta S/I y retardo max, en el canal 60 y 21 respectivamente (Radio Mobile).

En todos los puntos o bien las señales llegan con una relación señal/interferencia aceptable o bien, si el C/I es inferior a 20 dB, la señales interferentes llegan dentro del intervalo de guarda. Por lo tanto, tal y como se puede observar, no hay ningún punto representado de color rojo, todas las regiones son verdes y amarillas.

En ambos casos, las regiones rojas del estudio anterior se han convertido en regiones amarillas, ya que aunque la relación C/I es menor que la requerida, las señales interferentes tienen un retardo inferior al intervalo de guarda.

5.5.3 Modificación de parámetros de la red

La disposición de los transmisores en la red, la orografía del terreno, la potencia y el sistema radiante de cada transmisor y los retardos estáticos introducidos en cada uno, son parámetros a tener en cuenta para lograr disminuir las interferencias.

En este apartado, se va a analizar la influencia que tienen dichos parámetros en el aumento o disminución de las interferencias. Al ya estar realizado el despliegue de la red de difusión, no se va a poder modificar la disposición de los transmisores en la red y por razones obvias, tampoco es posible alterar la orografía del terreno.

Por lo tanto, los parámetros a variar en el sistema serán la potencia, los retardos y el sistema radiante de cada transmisor.

5.5.3.1 Influencia de la potencia de transmisión

En primer lugar, se va a variar la potencia de transmisión de los Centros de Telecomunicación que dan cobertura a la Comarca de Pamplona. Se ha sustituido la potencia de transmisión actual (1 kW) de la Higa de Monreal por la potencia de transmisión más alta disponible en el

mercado, que como se puede observar en la tabla comparativa de equipos Tabla 3.4, corresponde al equipo transmisor de alta potencia de Rohde&Schwarz de 29kW.

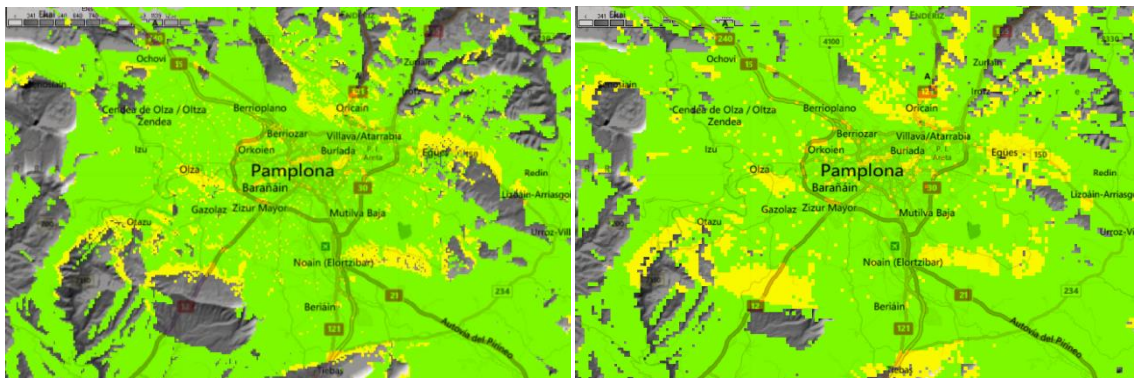


Figura 5.18: Análisis de interferencias en el canal 60 y 21 respectivamente cuando Ptx Higa es de 29 kW (Radio Mobile).

En la figura 5.18 se muestra como al aumentar la potencia de transmisión, disminuyen las zonas de sombra respecto a la figura 5.17 y aumentan los puntos en los que no se cumple la relación C/I mínima.

De todas formas, con esta nueva modificación introducida, las señales interferentes que no cumplen el margen de protección se mantienen dentro del intervalo de guarda, ya que no se han modificado los tiempos ni los emplazamientos de los CT.

En cambio, si se disminuye la potencia de difusión del Centro de Telecomunicación situado en la Higa de Monreal y se le asigna una potencia de transmisión similar a la de un reemisor (1W), se observa como el escenario se modifica mucho.

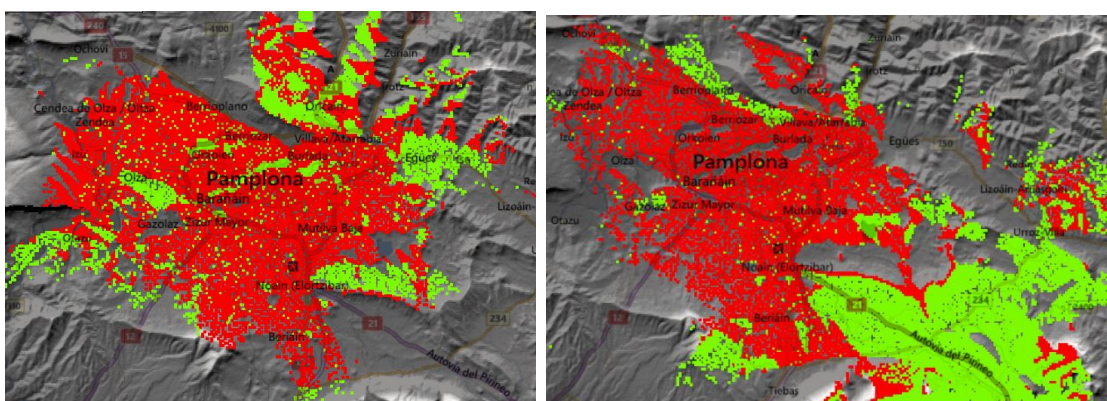


Figura 5.19: Análisis de interferencias sin opción de Time relay para el canal 60 cuando Ptx Higa es de 1 W siendo éste el transmisor interferente y el deseado respectivamente (Radio Mobile).

Para la transmisión del CT San Cristóbal disminuye la potencia interferente que proviene de la Higa de Monreal, por lo que aumentan las relaciones C/I en la Comarca de Pamplona, y por lo tanto, aumentan las regiones representadas en verde.

Por otro lado, en cuanto a la transmisión de la Higa, la Comarca de Pamplona pasa a ser mayoritariamente roja, ya que las potencias de transmisión de ambos centros pasan a ser comparables (5W-1W) y deja de cumplirse la relación portadora/interferencia.

Al reducirse la potencia de transmisión, la cobertura alcanzada por la estación también se ve muy afectada:

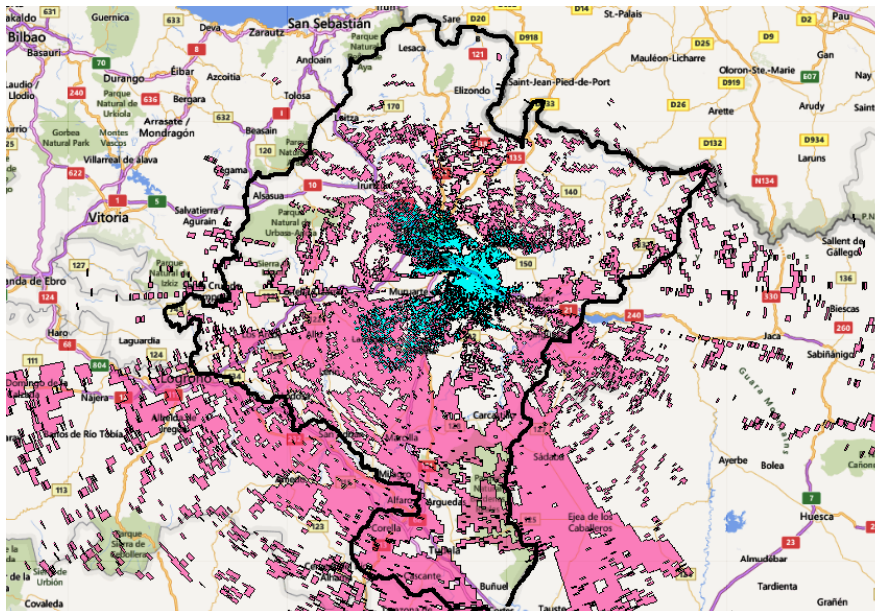


Figura 5.20: Disminución de cobertura alcanzada por la Higa de Monreal al reducir de 1kW a 1W la potencia en el canal 60 (Radio Mobile).

5.5.3.2 Influencia de la introducción de retardos en los transmisores.

En este apartado, se va a estudiar la influencia de introducir retardos en los transmisores, ya que se podrían emplear retardos en los transmisores con el objetivo de modificar el instante en el que la señal llega a una determinada zona para que tanto la señal deseada como las interferentes lleguen dentro del intervalo de guarda y evitar así la interferencia.

Como se observa en la Figura 5.16, Radio Mobile ofrece la posibilidad introducir además de un tiempo de retardo máximo, un retardo a ambos transmisores (*Take off time*).

Aunque en el caso de la Comarca de Pamplona no sería necesaria la introducción de retardos, ya que siempre que no se cumple el margen de protección C/I, las señales llegan dentro del intervalo de guarda, se van a introducir retardos para comprobar como a medida que las señales que llegan al receptor lo hacen con un retardo mayor que la duración del intervalo de guarda, en relación con el retardo con el que llega la señal deseada, van a ir aumentando las señales interferentes.

Para realizar dicha comprobación se han introducido tres retardos distintos en el transmisor situado en el Centro de Telecomunicación de la Higa de Monreal: un retardo menor que el intervalo de guarda, uno mayor, y un retardo igual al intervalo de guarda.

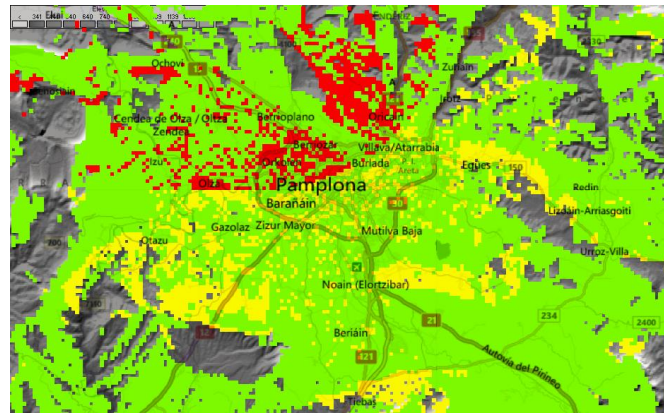


Figura 5.21: Interferencias Higa-San Cristóbal introduciendo un retardo de 180 μ s en CT Higa (*Radio Mobile*).

Como se puede ver en el figura superior, en el primer caso, empiezan a ver regiones interferentes en las zonas más lejanas del CT, donde t_{HIGA} es alto y $t_{\text{S.CRISTÓBAL}}$ es pequeño, de forma que $t_{\text{HIGA}} - t_{\text{S.CRISTÓBAL}} > 224\mu\text{s}$.

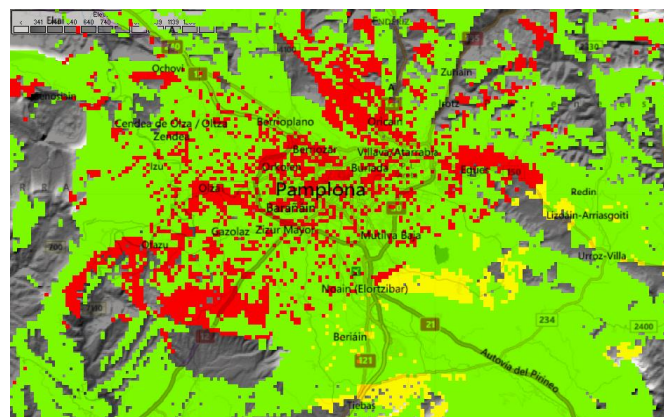


Figura 5.22: Interferencias Higa-San Cristóbal introduciendo un retardo de 224 μ s en CT Higa (*Radio Mobile*).

En el segundo caso, donde el retardo es igual al periodo de guarda, las regiones interferentes se acercan más al CT de la Higa de Monreal, ya que con t_{HIGA} mayor, se sobrepasa la condición con menores tiempos de propagación. Pero el retardo de la Higa aún no es suficientemente grande respecto al retardo de San Cristóbal para que se supere el intervalo de guarda en los alrededores de Monreal.

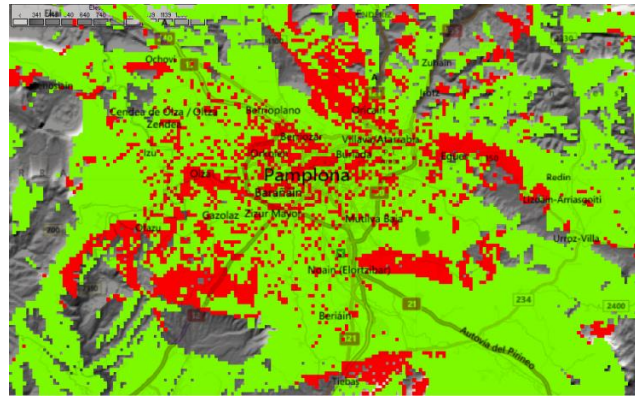


Figura 5.23: Interferencias Higa-San Cristóbal introduciendo un retardo de $300 \mu\text{s}$ en CT Higa (*Radio Mobile*).

Por último, en el tercer caso, donde el retardo introducido es bastante superior al intervalo de guarda, vemos como todas las señales interferentes que no cumplen el C/I mínimo, llegan fuera del intervalo de guarda, ya que a diferencia de la segunda situación, tanto en las zonas más alejadas como en las más cercanas de la Higa, los retardos son suficientemente altos como para que no se puedan compensar los retardos con los que llega la señal del CT de San Cristóbal.

En conclusión, se ha comprobado que la introducción de retardos en los transmisores modifica el instante en el que llegan las señales, de forma que puede introducir o evitar interferencias en el sistema.

5.5.3.3 Influencia del sistema radiante.

El diagrama de radiación del sistema radiante de cada emplazamiento viene definido por las restricciones impuestas por otros centros transmisores y las características de la zona a cubrir. Si se disminuye el número de paneles colocados o si se consigue introducir una inclinación al sistema, se puede reducir la potencia radiada en la dirección de máxima radiación, y por lo tanto, podrían reducirse las interferencias.

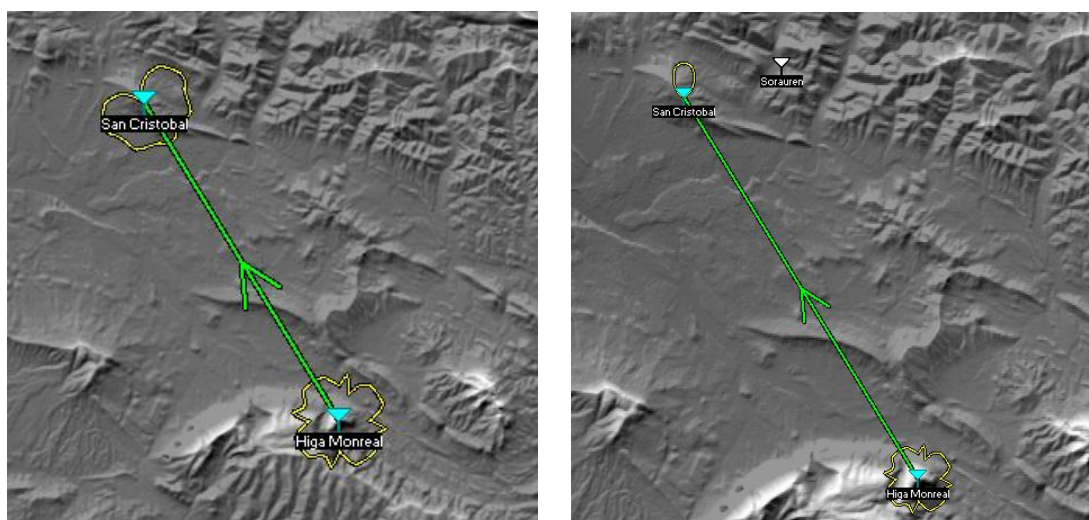


Figura 5.24: a) Diagramas de radiación actuales. b) Modificación del patrón de radiación del CT San Cristóbal.

Para comprobar la influencia que tiene el sistema de radiación en las autointerferencias del sistema, se ha modificado el patrón de radiación del CT San Cristóbal, sustituyéndolo por *corner.ant*.

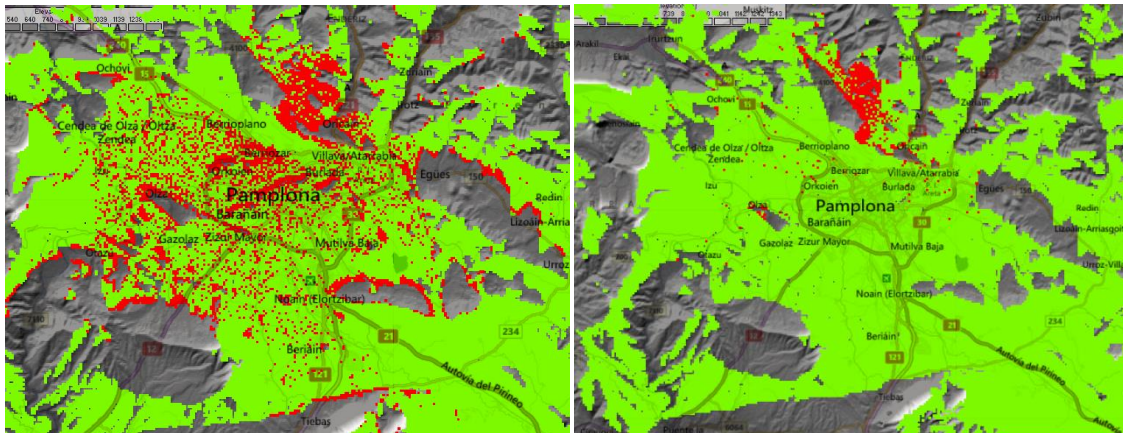


Figura 5.25: a) Autointerferencias del canal 60 con los sistemas radiantes originales b) Autointerferencias modificando el diagrama de radiación de San Cristóbal (*Radio Mobile*).

Como se puede observar, al concentrar la potencia radiada en una región, aumenta la C/N en esa zona, creando autointerferencias.

De todas formas, el modificar o rediseñar el sistema radiante conlleva tener que volver a montar un sistema radiante nuevo en la torre de telecomunicaciones, por lo que es una opción compleja. Además, sería necesario ajustar las ganancias de las antenas receptoras, reorientándolas o renovándolas en función del nuevo patrón de radiación.

Por lo tanto, para no añadir costes adicionales en el despliegue del nuevo múltiple autónomo, se va a reutilizar el sistema radiante actual, siempre y cuando se asegure que con la introducción del nuevo servicio, la potencia media y la tensión de pico no superan el límite que tolera el sistema.

5.6 Cobertura total

En este apartado se han obtenido los resultados de cobertura neta para la extensión de ámbito autónomo para el canal 21 y 60. Para ello, se han superpuesto las simulaciones de cobertura de cada uno de los centros difusores que componen la red de TDT de Navarra. En general, en ambos canales el alcance es similar, siendo algo superior para el inferior, como se ha podido comprobar con las coberturas zonales.

Además, aunque Radio Mobile no proporciona porcentajes de cobertura poblacional, como se ha asegurado que se cumplen las coberturas de cada transmisor actuales, se puede asegurar que también se cumple la cobertura mínima total terrestre del 99,8% de la población.

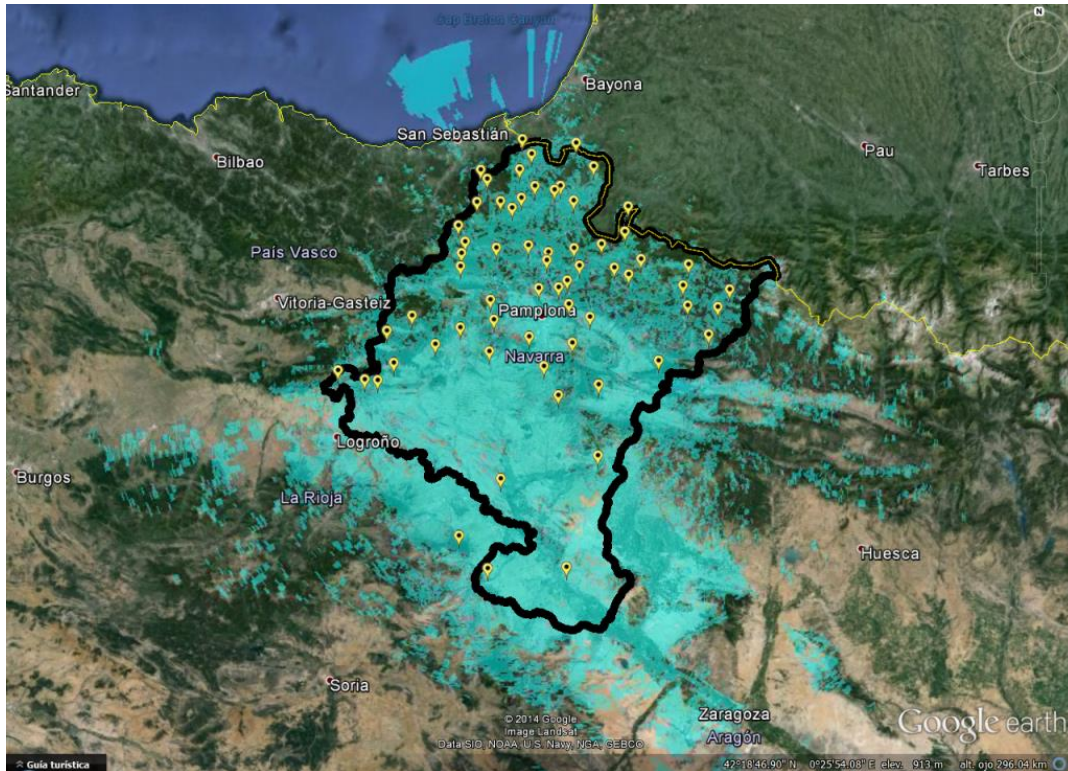


Figura 5.26: Resultados de cobertura neta en el canal 21 (Google earth).

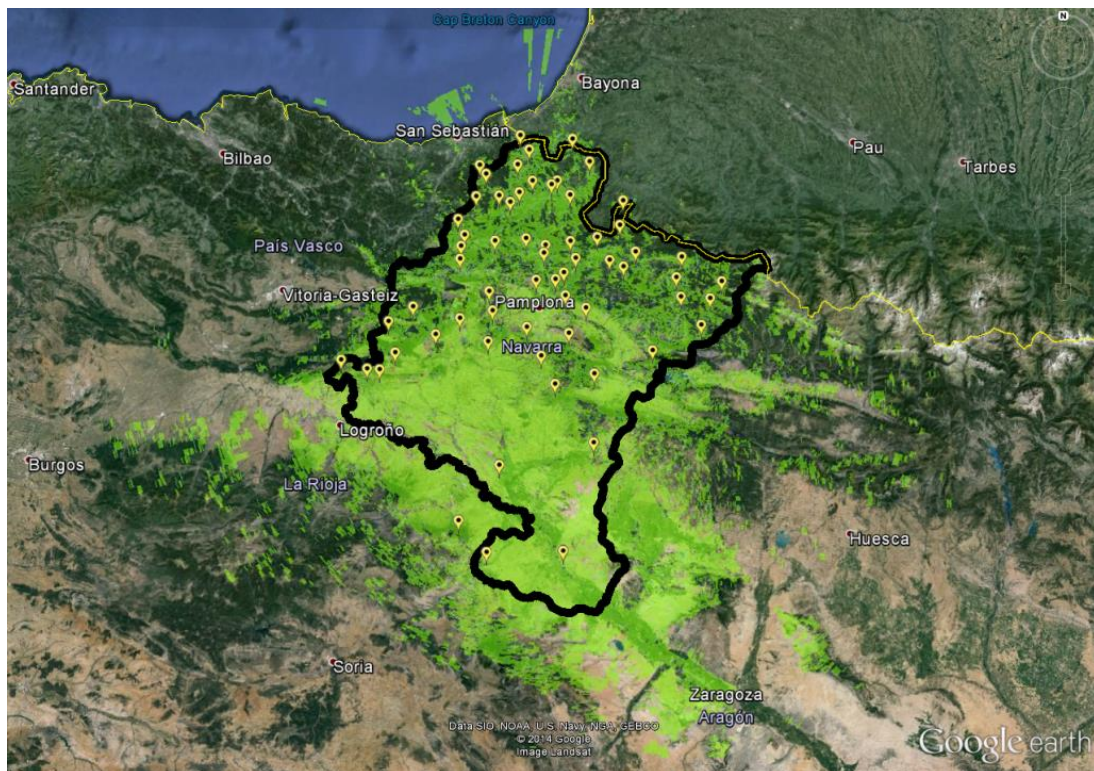


Figura 5.27: Resultados de cobertura neta en el canal 60 (Google earth).

6. CONCLUSIONES

Una vez expuesto todo el estudio realizado en el trabajo y después de analizar los resultados obtenidos, se detallarán a continuación las conclusiones que se han obtenido:

- Resulta viable la extensión de un nuevo múltiple de televisión de ámbito autonómico en cualquiera de los canales ubicados en la banda de 470-790 MHz, cumpliendo los requerimientos técnicos necesarios para garantizar una señal de difusión de calidad tanto en los centros emisores como en los centros reemisores.
- Mediante la utilización de todos los centros que en la actualidad se disponen para dar servicio de difusión en la Comunidad Foral de Navarra, se mantiene o se supera (mayormente en el canal 21) la cobertura alcanzada actualmente en el canal autonómico.
- La potencia de transmisión, el sistema radiante y los retardos introducidos en los transmisores tienen una gran influencia en las autointerferencias e incompatibilidades del sistema, pudiendo aumentarlas o reducirlas en función de los parámetros configurados.
- Las simulaciones realizadas por el simulador Radio Mobile, son tan válidas como las que ofrece el software licenciado Sirenet, aunque éste último posee más herramientas y más parámetros de cálculo.
- Tras haber estudiado los equipos transmisores y reemisores disponibles en el mercado, se puede afirmar que se dispone de una amplia variedad de productos y soluciones en el campo de la televisión digital terrestre.

7. LÍNEAS FUTURAS

En este apartado una vez alcanzados los objetivos marcados al inicio, se describen las futuras líneas de trabajo que se podrían llevar a cabo:

- Realización de medidas de campo empíricas para verificar los resultados obtenidos con la herramienta de simulación Radio Mobile.
- Los resultados obtenidos muestran que en la mayoría de los emplazamientos la cobertura alcanzada en el canal 21 aumentaría respecto al canal actual, por lo que sería necesario comprobar que ese aumento no supondría problemas de autointerferencias.
- Al estudiar las especificaciones técnicas de los transmisores y reemisores que hay en el mercado, se ha comprobado que la mayoría ofrecen soporte DVB-T2, por lo que se podría planificar el diseño de la nueva extensión con la nueva norma DVB-T2 y realizar medidas con esta evolución del actual sistema DVB-T.
- Otro aspecto que se podría desarrollar es la planificación del segundo dividendo digital, donde habría que liberar los canales UHF del 50 al 60.

8. BIBLIOGRAFÍA

- [1] «Plan marco de actuaciones para la liberación del dividendo digital 2012-2014»
http://www.minetur.gob.es/telecomunicaciones/es-es/novedades/documents/plan_marco_dividendo_digital.pdf.
- [2] <http://www.boe.es/boe/dias/2010/04/03/pdfs/BOE-A-2010-5400.pdf>.
- [3] G. d. Navarra, *Presentación Foro TDT 2011*.
- [4] <http://www.televisiondigital.es/TelevisionDigital/Paginas/informacion-general.aspx>.
- [5] «DVB-T Standard»
http://www.etsi.org/deliver/etsi_en/300700_300799/300744/01.06.01_60/en_300744v010601p.pdf.
- [6] U. Reimers, «Digital Video Broadcasting,» *IEEE Communications Magazine*, 1998.
- [7] H. Benoit, *Televisión Digital*.
- [8] U. Ladebusch y C. A. Liss, «Terrestrial DVB (DVB-T): A Broadcast Technology for Stationary Portable and Mobile Use», *PROCEEDINGS OF THE IEEE*, vol. 94, nº 1, 2006.
- [9] L. Vangelista, N. Benvenuto y S. Tomasin, «Key Technologies for Next-Generation Terrestrial Digital Television Standard DVB-T2», *IEEE Communications Magazine*, 2009.
- [10] «DVB-T2 Factsheet», https://www.dvb.org/resources/public/factsheets/dvb-t2_factsheet.pdf.
- [11] J. M. Huidobro, «El dividendo digital y la TDT» *Antena de Telecomunicación*, Septiembre 2012.
- [12] <https://itunews.itu.int/Es/3783-El-segundo-dividendo-digital-otro-segmento-para-los-servicios-moviles.note.aspx>.
- [13] <http://blog.idate.fr/radio-spectrum/>.
- [14] S. T. Pérez, *Proyecto técnico para el servicio de televisión digital terrestre en el centro de Carcastillo*, 2007.
- [15] Opatel, *Proyecto de consultoría para la extensión de la TDT en la Comunidad Foral de Navarra*.
- [16] http://www.uhu.es/fernando.gomez/transydat_archivos/television.PDF.

- [17] UNAD, «Redes de televisión por cable (CATV)»
http://datateca.unad.edu.co/contenidos/208017/ContLin2/leccin_11_redes_de_televisin_por_cable_catv.html.
- [18] *Documentos del Gobierno de Navarra.*
- [19] «ROHDE&SCHWARZ,» http://www.rohde-schwarz.es/es/producto/broadcasting/tv_transmitters/.
- [20] «BTESA» http://www.btesa.com/broadcast_transmisores.html.
- [21] «Itelsis» <http://www.itelsis.com/es/difusion/productos>.
- [22] «Egatel» <http://www.egatel.es/productos/productos.php>.
- [23] «TRedess» <http://www.tredess.com/es/difusion/productos/transmisores-gap-fillers-y-repetidores-regenerativos-para-tv-digital>.
- [24] «Oferta de Referencia para el Acceso a los Centros emisores de Abertis Telecom»
https://wat.abertistelecom.com/orac_docs/ORAC%20-%20Descripcion%20ORAC%20y%20procedimiento%20de%20informacion.pdf.
- [25] <http://www3.fi.mdp.edu.ar/electronica/catedras/mediosdetransmision/files/ManualRadioMobile.pdf>.
- [26] http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/12046/fichero/3_Capitulo3.pdf.
- [27] http://www.g3tvu.co.uk/RM_Downloads.htm.
- [28] «Antena de recepción terrestre IKUSI» <http://www.ikusi.tv/es/recepcion/terrestre/serie-flashd/flashdd>.
- [29] «Recomendación ITU-R BT.1368-11» http://www.itu.int/dms_pubrec/itu-r/rec/bt/R-REC-BT.1368-11-201402-!!!PDF-E.pdf.
- [30] <http://ayudaelectronica.com/radio-mobile-software-radio-enlaces/>.

9. ANEXOS

A. Infraestructuras disponibles

A.1. Centros de Telecomunicación

En este apartado se va a incluir información acerca de los Centros de Telecomunicación que se han utilizado en este trabajo. Por un lado, se detallan las coordenadas y la cota de cada uno de los CT que se ha introducido a la hora de introducir las unidades en Radio Mobile y por otro lado, se citan las características principales de cada CT (emisor/gap-filler, ganancia, etc.)

A.1.1. Situación geográfica y altura

	Longitud	Latitud	Cota	Propiedad
Améscoas	02º 09' 17"	42º 46' 27"	1.003,00	Gobierno Navarra
Arabarco	01º 04' 47"	42º 48' 10"	1.045,50	Gobierno Navarra
Arano	01º 53' 21"	43º 11' 36"	492,6	Gobierno Navarra
Aras	02º 20' 17"	42º 35' 26"	825,6	Gobierno Navarra
Ardanaz	01º 32' 36"	42º 48' 30"	794	Gobierno Navarra
Aribe	01º 15' 39"	42º 56' 10"	982	Gobierno Navarra
Arraioz	01º 34' 32"	43º 08' 49"	368	Gobierno Navarra
Arrieta	01º 21' 55"	42º 54' 44"	921,6	Gobierno Navarra
Ayesa	01º 25' 40"	42º 34' 40"	860,4	Gobierno Navarra
Baraibar/Valle Araiz II	01º 56' 56"	42º 59' 12"	900,3	Gobierno Navarra
Belascoáin	01º 50' 09"	42º 45' 49"	493	Gobierno Navarra
Bera/Vera de Bidasoa	01º 43' 31"	43º 16' 55"	375,4	Gobierno Navarra
Biskarreta/Guerendiáin	01º 24' 54"	42º 58' 48"	1039	Gobierno Navarra
Burgui/Vidangoz II	00º 59' 56"	42º 43' 10"	707	Gobierno Navarra
Carcastillo	01º 25' 52"	42º 22' 29"	436,3	Gobierno Navarra
Ciáurritz	01º 37' 46"	42º 56' 01"	623	Gobierno Navarra
Desojo	02º 17' 16"	42º 35' 19"	713,2	Gobierno Navarra
Doneztebe/Santesteban	01º 40' 33"	43º 08' 48"	497	Gobierno Navarra
Eguzkialdea	01º 44' 09"	43º 11' 42"	280,6	Gobierno Navarra
El Perdón	01º 41' 54"	42º 42' 55"	958	Gobierno Navarra
Erasun	01º 48' 38"	43º 06' 10"	1.034,40	Abertistelecom
Esparza	01º 05' 52"	42º 51' 36"	835	Gobierno Navarra
Estella	02º 03' 50"	42º 41' 35"	766,1	Gobierno Navarra
Eugi	01º 31' 22"	42º 58' 06"	901	Gobierno Navarra
Fitero	01º 51' 29"	42º 03' 04"	447	Gobierno Navarra
Garde	00º 57' 46"	42º 47' 51"	763	Gobierno Navarra

Gastiáin	02º 15' 11"	42º 47' 51"	887	Gobierno Navarra
Goizueta	01º 51' 49"	42º 43' 50"	347	Gobierno Navarra
Gorramendi/Elizondo	01º 26' 41"	43º 10' 02"	959,8	Gobierno Navarra
Guerinda	01º 35' 06"	42º 32' 51"	863	Gobierno Navarra
Higa / Monreal	01º 31' 47"	42º 41' 51"	1.281,90	Abertistelecom
Ibañeta	01º 19' 24"	43º 00' 55"	1.147,00	Gobierno Navarra
Ilurdotz	01º 32' 58"	42º 52' 32"	717,9	Gobierno Navarra
Irotz	01º 35' 00"	42º 51' 22"	537	Gobierno Navarra
Irurita	01º 31' 26"	43º 06' 17"	600	Gobierno Navarra
Isaba / Roncal	00º 54' 57"	42º 50' 50"	1.463,30	Gobierno Navarra
Lapoblación	02º 26' 34"	42º 36' 58"	916,2	Gobierno Navarra
Larraintzar	01º 42' 05"	42º 58' 36"	773	Gobierno Navarra
Latasa	01º 49' 36"	42º 58' 09"	628	Gobierno Navarra
Leitza	01º 54' 11"	43º 06' 02"	931	Gobierno Navarra
Lesaka	01º 41' 20"	43º 14' 21"	497,8	Gobierno Navarra
Leyre	01º 11' 39"	42º 38' 44"	1.353,10	Gobierno Navarra
Luzaide/Valcarlos	01º 18' 36"	43º 05' 15"	621	Gobierno Navarra
Mañeru	01º 51' 13"	42º 40' 22"	602	Gobierno Navarra
Mendaza	02º 13' 32"	42º 38' 20"	834	Gobierno Navarra
Mendivil	01º 38' 26"	42º 37' 50"	585	Gobierno Navarra
Muskilda / Ochagavia	01º 04' 32"	42º 55' 12"	1.016,80	Gobierno Navarra
Olague	01º 37' 23"	42º 57' 25"	772,7	Gobierno Navarra
Ornoz Mugaire	01º 35' 56"	43º 08' 09"	327	Gobierno Navarra
Oroz-Betelu	01º 18' 35"	42º 53' 33"	877	Gobierno Navarra
Peralta	01º 48' 30"	42º 18' 30"	456	Gobierno Navarra
Saldias	01º 45' 55"	43º 05' 01"	802,4	Gobierno Navarra
San Cristóbal / Pamplona	01º 39' 39"	42º 51' 15"	864,2	Gobierno Navarra
San Miguel	01º 57' 47"	42º 57' 13"	1.342,80	Gobierno Navarra
Tudela	01º 33' 13"	42º 03' 17"	341	Gobierno Navarra
Ugar	01º 58' 00"	42º 44' 28"	610	Gobierno Navarra
Uharte-Arakil	01º 58' 02"	42º 54' 57"	517	Gobierno Navarra
Urdazubi - Urdax	01º 30' 49"	43º 16' 14"	350	Gobierno Navarra
Urroz	01º 27' 40"	43º 46' 17"	517,5	Gobierno Navarra
Valle Araitz	01º 58' 32"	43º 01' 59"	409,5	Gobierno Navarra
Valle Goñi	01º 50' 58"	42º 49' 14"	950	Gobierno Navarra
Yerga	01º 58' 10"	42º 08' 41"	1.090,00	Gobierno Navarra
Zubieta	01º 43' 44"	43º 06' 45"	658	Gobierno Navarra
Zubiri	01º 30' 06"	42º 55' 05"	707	Gobierno Navarra

A.1.2. Relación de equipamiento TDT

1. AMESCOAS:

Gap filler (Monreal)
Servicio de difusión de 1 MUX autonómico: TDT-62
Equipos: 1+0; 5W
Ganancia: 11,8 dBd
Pol.:H
Antena: 25m
Pérdidas: 2,65 dB

2. ARABARCO:

Gap filler (Monreal)
Servicio de difusión de 1 MUX autonómico: TDT-62
Equipos: 1+0; 20W
Ganancia: 11,4 dBd
Pol.:H
Antena: 29m
Pérdidas: 3,84 dB

3. ARANO:

Gap filler (Erasun)
Servicio de difusión de 1 MUX autonómico: TDT-62
Equipos: 1+0; 5W
Ganancia: 10,5 dBd
Pol.:H
Antena: 20m
Pérdidas: 2,21 dB

4. ARAS:

Emisor (Mendoza->Aras)
Servicio de difusión de 1 MUX autonómico: TDT-62
Equipos: 1+0; 1W
Ganancia: 10,5 dBd
Pol.:H
Antena: 37m
Pérdidas: 2,87 dB

5. ARDANAZ:

Gap filler (Monreal)
Servicio de difusión de 1 MUX autonómico: TDT-62
Equipos: 1+0; 5W
Ganancia: 7,5 dBd

Pol.:V
Antena: 27,5m
Pérdidas: 2,95 dB

6. ARIBE:

Gap filler (Ibañeta)
Servicio de difusión de 1 MUX autonómico: TDT-62
Equipos: 1+0; 1W
Ganancia: 11,6 dBd
Pol.:H
Antena: 27m
Pérdidas: 2,89 dB

7. ARRAIOZ:

Emisor (Erasun->Arraioz)
Servicio de difusión de 1 MUX autonómico: TDT-62
Equipos: 1+0; 1W
Ganancia: 13,1 dBd
Pol.:V
Antena: 14m
Pérdidas: 2,42 dB

8. ARRIETA:

Gap filler (Monreal)
Servicio de difusión de 1 MUX autonómico: TDT-62
Equipos: 1+0; 1W
Ganancia: 7,5 dBd
Pol.:V
Antena: 25m
Pérdidas: 3,08dB

9. AYESA:

Emisor (Leyre->Ayesa)
Servicio de difusión de 1 MUX autonómico: TDT-62
Equipos: 1+0; 20W
Ganancia: 4,5 dBd
Pol.:H
Antena: 16,5m
Pérdidas: 1,88dB

10. BARAIBAR:

Emisor (S. Miguel de Aralar->Baraibar)
Servicio de difusión de 1 MUX autonómico: TDT-62
Equipos: 1+0; 5W

Ganancia: 10,3 dBd

Pol.:V

Antena: 14m

Pérdidas: 2,22dB

11. BELASCOÁIN:

Emisor (San Cristóbal->Belascoain)

Servicio de difusión de 1 MUX autonómico: TDT-62

Equipos: 1+0; 1W

Ganancia: 10,5 dBd

Pol.:V

Antena: 14m

Pérdidas: 2,76dB

12. BERA DE BIDASOA:

Gap Filler (Lesaka)

Servicio de difusión de 1 MUX autonómico: TDT-26

Equipos: 1+0; 1W

Ganancia: 10,5 dBd

Pol.:H

Antena: 24m

Pérdidas: 2,19dB

13. BISKARRETA:

Gap filler (Monreal)

Servicio de difusión de 1 MUX autonómico: TDT-62

Equipos: 1+0; 1W

Ganancia: 7,5 dBd

Pol.:H

Antena: 25m

Pérdidas: 2,65dB

14. BURGUI/VIDANGOZ II:

Emisor (Roncal->Burgui)

Servicio de difusión de 1 MUX autonómico: TDT-62

Equipos: 1+0; 1W

Ganancia: 11,4 dBd

Pol.:H

Antena: 25m

Pérdidas: 2,65dB

15. CARCASTILLO:

Gap filler (Monreal)

Servicio de difusión de 1 MUX autonómico: TDT-62

Equipos: 1+0; 1W

Ganancia: 13,5 dBd

Pol.:H

Antena: 25m

Pérdidas: 2,96dB

16. CIAURRIZ:

Gap filler (Monreal)

Servicio de difusión de 1 MUX autonómico: TDT-62

Servicio red transporte: No

Equipos: 1+0; 1W

Ganancia: 11,9 dBd

Pol.:V

Antena: 12m

Pérdidas: 2,44dB

17. DESOJO:

Emisor (Estella->Desojo)

Servicio de difusión de 1 MUX autonómico: TDT-62

Equipos: 1+0; 1W

Ganancia: 10,5 dBd

Pol.:V

Antena: 13m

Pérdidas: 2,95dB

18. EGUZKIALDEA:

Gap filler (Lesaka)

Servicio de difusión de 1 MUX autonómico: TDT-26

Equipos: 1+0; 1W

Ganancia: 7,5 dBd

Pol.:H

Antena: 18,5m

Pérdidas: 2,35dB

19. EL PERDÓN:

Gap Filler (Monreal)

Servicio de difusión de 1 MUX autonómico: TDT-62

Equipos: 1+0; 20W

Ganancia: 13,51 dBd

Pol.:H

Antena: 52m

Pérdidas: 2,31dB

20. ERASUN:

Emisor (Monreal->Erasun)

Servicio de difusión de 1 MUX autonómico: TDT-62
Equipos: 1+0; 20W
Ganancia: 11,8 dBd
Pol.:H
Antena: 35m
Pérdidas: 4,15dB

21. ESPARZA:

Emisor (Arabarco->Esparza)
Servicio de difusión de 1 MUX autonómico: TDT-62
Equipos: 1+0; 1W
Ganancia: 7,5 dBd
Pol.:H
Antena: 20m
Pérdidas: 2,48dB

22. ESTELLA:

Emisor (Monreal->Estella)
Servicio de difusión de 1 MUX autonómico: TDT-62
Equipos: 1+0; 20W
Ganancia: 8,87 dBd
Pol.:H
Antena: 30m
Pérdidas: 2,77dB

23. EUGUI:

Gap filler (Monreal)
Servicio de difusión de 1 MUX autonómico: TDT-62
Equipos: 1+0; 1W
Ganancia: 7,5 dBd
Pol.:H
Antena: 13m
Pérdidas: 2,89dB

24. FITERO:

Gap filler (Monreal)
Servicio de difusión de 1 MUX autonómico: TDT-62
Equipos: 1+0; 1W
Ganancia: 10,5 dBd
Pol.:H
Antena: 19m
Pérdidas: 2,17dB

25. GARDE:

Gap filler (Roncal)
Servicio de difusión de 1 MUX autonómico: TDT-62
Equipos: 1+0; 1W
Ganancia: 14 dBd
Pol.:H
Antena: 15m
Pérdidas: 2,55dB

26. GASTIAIN:

Emisor (Mendoza->Gastiáin)
Servicio de difusión de 1 MUX autonómico: TDT-62
Equipos: 1+0; 1W
Ganancia: 7,5 dBd
Pol.:V
Antena: 18m
Pérdidas: 3,21dB

27. GOIZUETA:

Gap filler (Erasun)
Servicio de difusión de 1 MUX autonómico: TDT-62
Equipos: 1+0; 1W
Ganancia: 7,5 dBd
Pol.:H
Antena: 12m
Pérdidas: 2,17dB

28. GORRAMENDI:

Emisor (Erasun->Gorramendi)
Servicio de difusión de 1 MUX autonómico: TDT-62
Equipos: 1+0; 5W
Ganancia: 5,7 dBd
Pol.:H
Antena: 35,5m
Pérdidas: 2,46dB

29. GUERINDA:

Gap filler (Monreal)
Servicio de difusión de 1 MUX autonómico: TDT-62
Servicio red transporte: No
Equipos: 1+0; 5W
Ganancia: 10,5 dBd
Pol.:H
Antena: 36m
Pérdidas: 3,2dB

30. HIGA MONREAL:

Emisor
Servicio de difusión de 1 MUX autonómico: TDT-62
Equipos: 1+0; 1000W
Ganancia: 12,11 dBd
Pol.:H
Antena: 69,5m
Pérdidas: 2,3dB

31. HUARTE ARAQUIL:

Emisor (S. Miguel de Aralar->Huarte Araquil)
Servicio de difusión de 1 MUX autonómico: TDT-62
Equipos: 1+0; 1W
Ganancia: 10,5 dBd
Pol.:H
Antena: 28m
Pérdidas: 2,48dB

32. IBAÑETA:

Emisor (Monreal->Ibañeta)
Servicio de difusión de 1 MUX autonómico: TDT-62
Equipos: 1+0; 20W
Ganancia: 9,3 dBd
Pol.:H
Antena: 28m
Pérdidas: 3,94dB

33. ILURDOZ:

Gap filler (Monreal)
Servicio de difusión de 1 MUX autonómico: TDT-62
Equipos: 1+0; 1W
Ganancia: 7,5 dBd
Pol.:V
Antena: 14m
Pérdidas: 2,90dB

34. IROZ:

Gap filler (Monreal)
Servicio de difusión de 1 MUX autonómico: TDT-62
Equipos: 1+0; 1W
Ganancia: 10,5 dBd
Pol.:H
Antena: 13m

Pérdidas: 2,52dB

35. IRURITA:

Gap filler (Gorramendi)

Servicio de difusión de 1 MUX autonómico: TDT-62

Equipos: 1+0; 5W

Ganancia: 5,7 dBd

Pol.:H

Antena: 39,5m

Pérdidas: 3,31dB

36. LAPOBLACION:

Emisor (Gastiáin->Lapoblación)

Servicio de difusión de 1 MUX autonómico: TDT-62

Equipos: 1+0; 5W

Ganancia: 13,5 dBd

Pol.:H

Antena: 15m

Pérdidas: 2,3dB

37. LARRAINTZAR:

Gap filler (Monreal)

Servicio de difusión de 1 MUX autonómico: TDT-62

Equipos: 1+0; 5W

Ganancia: 6,7 dBd

Pol.:H

Antena: 30m

Pérdidas: 2,18dB

38. LATASA:

Emisor (Jaunsaras->Latasa)

Servicio de difusión de 1 MUX autonómico: TDT-62

Equipos: 1+0; 1W

Ganancia: 5,7 dBd

Pol.:H

Antena: 12m

Pérdidas: 2,76dB

39. LEIZA:

Emisor (S. Miguel de Aralar->Leiza)

Servicio de difusión de 1 MUX autonómico: TDT-62

Equipos: 1+0; 5W

Ganancia: 14 dBd

Pol.:H

Antena: 23,75m
Pérdidas: 2,12dB

40. LESACA:

Emisor (Gorramendi->Lesaca)
Servicio de difusión de 1 MUX autonómico: TDT-62
Equipos: 1+0; 5W
Ganancia: 2,47 dBd
Pol.:H
Antena: 20m
Pérdidas: 2,47dB

41. LEYRE:

Emisor (Monreal->Leyre)
Servicio de difusión de 1 MUX autonómico: TDT-62
Equipos: 1+0; 100W
Ganancia: 8,95 dBd
Pol.:H
Antena: 33m
Pérdidas: 2,92dB

42. MAÑERU:

Gap filler (Monreal)
Servicio de difusión de 1 MUX autonómico: TDT-62
Equipos: 1+0; 5W
Ganancia: 11,8 dBd
Pol.:H
Antena: 24m
Pérdidas: 2,55dB

43. MENDAZA:

Emisor (Estella->Mendoza)
Servicio de difusión de 1 MUX autonómico: TDT-62
Equipos: 1+0; 20W
Ganancia: 11,9 dBd
Pol.:H
Antena: 22m
Pérdidas: 2,49dB

44. MENDIVIL:

Gap filler (Monreal)
Servicio de difusión de 1 MUX autonómico: TDT-62
Equipos: 1+0; 1W
Ganancia: 10,5 dBd

Pol.:H
Antena: 18,5m
Pérdidas: 2,21dB

45. MUSKILDA/OCHAGAVÍA:

Emisor (Leyre->Ochagavía)
Servicio de difusión de 1 MUX autonómico: TDT-62
Equipos: 1+0; 5W
Ganancia: 11,8 dBd
Pol.:H
Antena: 24m
Pérdidas: 2,79dB

46. OLAGÜE:

Gap filler (Monreal)
Servicio de difusión de 1 MUX autonómico: TDT-62
Equipos: 1+0; 5W
Ganancia: 7,5 dBd
Pol.:H
Antena: 35m
Pérdidas: 3dB

47. ORONOZ MUGAIRE:

Emisor (Arraioz->Oronoz Mugaire)
Servicio de difusión de 1 MUX autonómico: TDT-62
Equipos: 1+0; 1W
Ganancia: 10,5 dBd
Pol.:V
Antena: 22m
Pérdidas: 2,36dB

48. OROZ BETELU:

Gap filler (Monreal)
Servicio de difusión de 1 MUX autonómico: TDT-62
Equipos: 1+0; 1W
Ganancia: 11,8 dBd
Pol.:H
Antena: 24m
Pérdidas: 2,76dB

49. PERALTA:

Emisor (Yerga->Peralta)
Servicio de difusión de 1 MUX autonómico: TDT-62
Equipos: 1+0; 5W

Ganancia: 10,5 dBd

Pol.:H

Antena: 16m

Pérdidas: 2,34dB

50. SALDIAS:

Gap filler (Erasun)

Servicio de difusión de 1 MUX autonómico: TDT-62

Equipos: 1+0; 1W

Ganancia: 11,6 dBd

Pol.:H

Antena: 19m

Pérdidas: 2,58dB

51. SAN CRISTÓBAL:

Emisor (Monreal->San Cristóbal)

Servicio de difusión de 1 MUX autonómico: TDT-62

Equipos: 1+0; 5W

Ganancia: 3,25 dBd

Pol.:H

Antena: 19m

Pérdidas: 2,49dB

52. SAN MIGUEL DE ARALAR:

Emisor (S. Cristóbal->S. Miguel de Aralar)

Servicio de difusión de 1 MUX autonómico: TDT-62

Equipos: 1+0; 20W

Ganancia: 12,72 dBd

Pol.:H

Antena: 29m

Pérdidas: 2,77dB

53. RONCAL/ISABA:

Emisor (Arabarco->Roncal)

Servicio de difusión de 1 MUX autonómico: TDT-62

Equipos: 1+0; 5W

Ganancia: 11,7 dBd

Pol.:H

Antena: 43m

Pérdidas: 3,32dB

54. SANTESTEBAN:

Emisor (Erasun->Santesteban)

Servicio de difusión de 1 MUX autonómico: TDT-62

Equipos: 1+0; 5W
Ganancia: 5,7 dBd
Pol.:H
Antena: 35,5m
Pérdidas: 2,46dB

55. TUDELA:

Emisor (Yerga->Tudela)
Servicio de difusión de 1 MUX autonómico: TDT-62
Equipos: 1+0; 20W
Ganancia: 10,5 dBd
Pol.:H
Antena: 31m
Pérdidas: 2,29dB

56. UGAR:

Gap filler (Monreal)
Servicio de difusión de 1 MUX autonómico: TDT-62
Equipos: 1+0; 5W
Ganancia: 7,5 dBd
Pol.:V
Antena: 20m
Pérdidas: 2,52dB

57. URDAZUBI/URDAX:

Emisor (Gorramendi->Urdax)
Servicio de difusión de 1 MUX autonómico: TDT-26
Equipos: 1+0; 5W
Ganancia: 5,7 dBd
Pol.:V
Antena: 16,5m
Pérdidas: 2,21dB

58. URROZ:

Gap filler (Monreal)
Servicio de difusión de 1 MUX autonómico: TDT-62
Equipos: 1+0; 5W
Ganancia: 11,7 dBd
Pol.:H
Antena: 26m
Pérdidas: 3,31dB

59. VALCARLOS:

Emisor (Ibañeta->Valcarlos)

Servicio de difusión de 1 MUX autonómico: TDT-62
Equipos: 1+0; 1W
Ganancia: 7,5 dBd
Pol.:H
Antena: 11m
Pérdidas: 2,37dB

60. VALLE ARAIZ:

Emisor (Baraibar->Valle Araiz)
Servicio de difusión de 1 MUX autonómico: TDT-62
Equipos: 1+0; 1W
Ganancia: 10,5 dBd
Pol.:H
Antena: 13m
Pérdidas: 2,71dB

61. VALLE GOÑI:

Gap filler (Monreal)
Servicio de difusión de 1 MUX autonómico: TDT-62
Equipos: 1+0; 1W
Ganancia: 10,5 dBd
Pol.:H
Antena: 19m
Pérdidas: 2,17dB

62. YERGA:

Emisor (Logroño->Yerga)
Servicio de difusión de 1 MUX autonómico: TDT-62
Equipos: 1+0; 100W
Ganancia: 16,02 dBd
Pol.:H
Antena: 40,5m
Pérdidas: 2,19dB

63. ZUBIETA:

Gap filler (Erasun)
Servicio de difusión de 1 MUX autonómico: TDT-62
Equipos: 1+0; 1W
Ganancia: 11,7 dBd
Pol.:H
Antena: 25m
Pérdidas: 2,76dB

64. ZUBIRI:

Emisor (Eugui->Zubiri)

Servicio de difusión de 1 MUX autonómico: TDT-62

Equipos: 1+0; 1W

Ganancia: 7,5 dBd

Pol.:H

Antena: 22m

Pérdidas: 2,66dB

A.2. Centros de Teledistribución

	Longitud	Latitud	Cota	Propiedad
Abaurregaina/Abaurrea	01º 12' 33"	42º 54' 24"	1.074,0	Gobierno Navarra
Aranarache	02º 13' 28"	42º 46' 40"	746	Gobierno Navarra
Arístregi	01º 44' 45"	42º 53' 52"	717	Gobierno Navarra
Arrarats	01º 48' 12"	43º 02' 31"	743	Gobierno Navarra
Auza	01º 42' 27"	42º 59' 48"	554	Gobierno Navarra
Azoleta	01º 18' 36"	43º 05' 15"	621	Gobierno Navarra
Bearín	02º 01' 13"	42º 41' 43"	560	Gobierno Navarra
Berrizaun	01º 40' 35"	43º 13' 31"	95	Gobierno Navarra
Beruete	01º 49' 34"	43º 01' 53"	754	Gobierno Navarra
Cía-Aguinaga	01º 47' 35"	42º 55' 22"	615	Gobierno Navarra
Dorrao/Torrano-Unanu	02º 01' 09"	42º 53' 49"	697	Gobierno Navarra
Echarren de Guirguillano	01º 52' 43"	42º 43' 14"	645	Gobierno Navarra
Eguaras-Aróstegui	01º 41' 45"	42º 55' 36"	685	Gobierno Navarra
Eraso	01º 48' 35"	42º 57' 22"	650	Gobierno Navarra
Etxaleku	01º 47' 15"	42º 58' 21"	708	Gobierno Navarra
Eulate	02º 12' 20"	42º 46' 29"	703	Gobierno Navarra
Ezcároz	01º 05' 59"	42º 53' 31"	817	Gobierno Navarra
Gainekoleta	01º 18' 26"	43º 04' 02"	460	Gobierno Navarra
Garciriáin	01º 42' 02"	42º 53' 15"	572	Gobierno Navarra
Garralda	01º 18' 45"	42º 57' 34"	1.090,70	Gobierno Navarra
Gartzaron	01º 46' 32"	43º 00' 10"	560	Gobierno Navarra
Gorriti	01º 57' 00"	43º 03' 08"	703	Gobierno Navarra
Guembe	01º 54' 45"	42º 46' 52"	665	Gobierno Navarra
Iragi	01º 32' 20"	42º 58' 08"	887	Gobierno Navarra
Izal	01º 07' 37"	42º 48' 38"	826,8	Gobierno Navarra
Izurzu	01º 52' 03"	42º 47' 04"	767	Gobierno Navarra
Jauntsarats	01º 48' 32"	43º 01' 00"	817	Gobierno Navarra
Jaurrieta	01º 07' 43"	42º 53' 09"	990	Gobierno Navarra
Lantz	01º 37' 10"	42º 59' 53"	621	Gobierno Navarra

Larraona	02° 15' 07"	42° 46' 37"	750,5	Gobierno Navarra
Lezáun	01° 59' 25"	42° 46' 20"	912	Gobierno Navarra
Muskitz	01° 45' 41"	42° 56' 36"	733	Gobierno Navarra
Nagore	01° 22' 51"	42° 51' 28"	700	Gobierno Navarra
Nuin	01° 43' 10"	42° 55' 05"	614	Gobierno Navarra
Ochagavía Pueblo	01° 05' 20"	42° 54' 20"	767	Gobierno Navarra
Ola	01° 45' 35"	43° 02' 00"	690	Gobierno Navarra
Olaldea	01° 17' 04"	42° 55' 11"	765	Gobierno Navarra
Olleta	01° 31' 16"	42° 34' 48"	851	Gobierno Navarra
Ollo	01° 51' 21"	42° 52' 10"	513	Gobierno Navarra
Fábrica de Orbaiceta	01° 12' 51"	43° 00' 11"	895	Gobierno Navarra
Orondritz	01° 26' 56"	42° 55' 47"	780	Gobierno Navarra
Oskotz	01° 46' 40"	42° 57' 41"	653	Gobierno Navarra
Petilla de Aragón	01° 05' 37"	42° 28' 00"	860	Gobierno Navarra
Riezu	01° 56' 26"	42° 45' 56"	511	Gobierno Navarra
San Martín de Unx	01° 33' 35"	42° 31' 39"	646	Gobierno Navarra
Sarasibar	01° 34' 39"	42° 54' 36"	773	Gobierno Navarra
Sarriés	01° 06' 08"	42° 50' 16"	687,2	Gobierno Navarra
Sorauren	01° 36' 22"	42° 51' 59"	503	Gobierno Navarra
Txokoto	01° 30' 57"	43° 08' 52"	198	Gobierno Navarra
Uitzi	01° 55' 00"	43° 02' 50"	801,2	Gobierno Navarra
Unzu	01° 40' 29"	42° 52' 57"	535	Gobierno Navarra
Urricelqui	01° 28' 54"	42° 52' 35"	757	Gobierno Navarra
Uztárroz	00° 56' 29"	42° 53' 35"	900	Gobierno Navarra
Vidángoz	01° 00' 57"	42° 48' 15"	867	Gobierno Navarra
Zarrantz	01° 46' 07"	42° 56' 43"	775	Gobierno Navarra
Zilbeti	01° 27' 24"	42° 59' 06"	923	Gobierno Navarra
Zubielqui	02° 03' 46"	42° 40' 45"	437	Gobierno Navarra

A.3. Red de Transporte

Los 37 vanos que son propiedad del Gobierno de Navarra y que conforman la red de distribución primaria de la señal TDT, están englobados dentro de una red de transporte digital compuesta por casi 150 radioenlaces que ofrece servicios de difusión de banda ancha, TETRA y televisión.

En este apartado, se muestra un esquema de la red de transporte global.

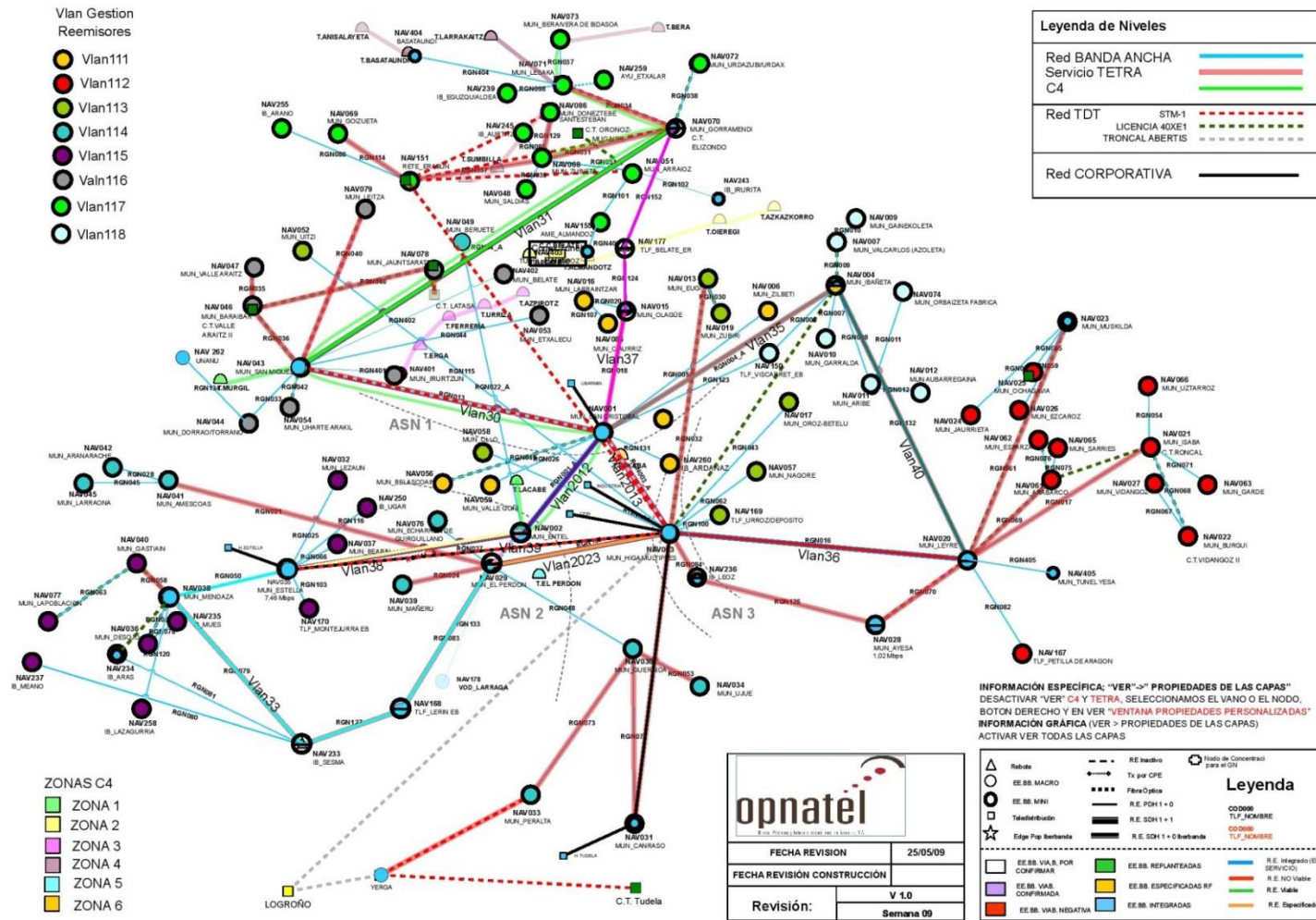


Figura 9.1: Esquema global de la red de transporte digital del Gobierno de Navarra.

B. Resultados adicionales

Debido a la gran cantidad de resultados generados durante este trabajo, se ha tomado la decisión de mostrar en el apartado 5 únicamente los resultados de mayor interés que nos permitan analizar los diferentes aspectos de la red e incluir en este anexo el resto de los datos que se han obtenido.

B.1. Recepción de señal

En este apartado se van a mostrar los resultados obtenidos mediante la herramienta Radio Link de Radio Mobile, para analizar la recepción de la señal en los centros reemisores y centros de teledistribución.

B.1.1. Reemisores

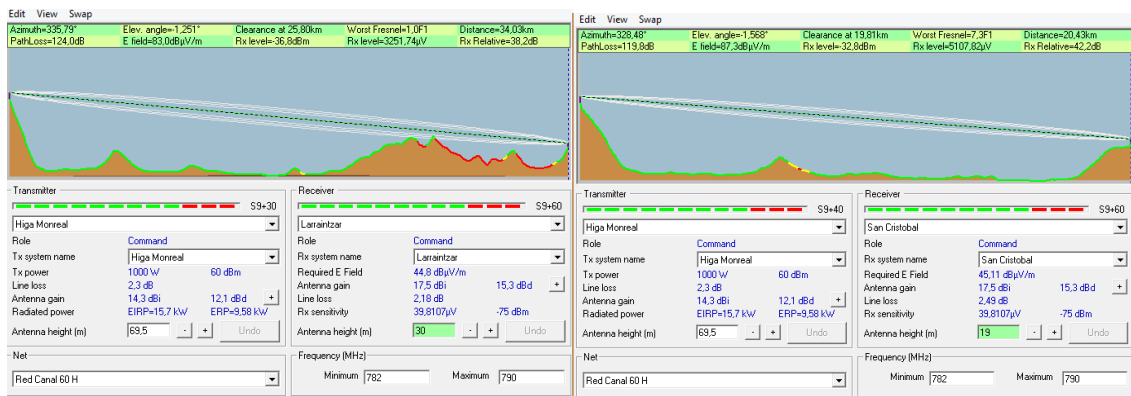


Figura 9.2: Enlace Higa de Monreal – Larrainzar canal 60.

Figura 9.3: Enlace Higa de Monreal – San Cristóbal canal 60.

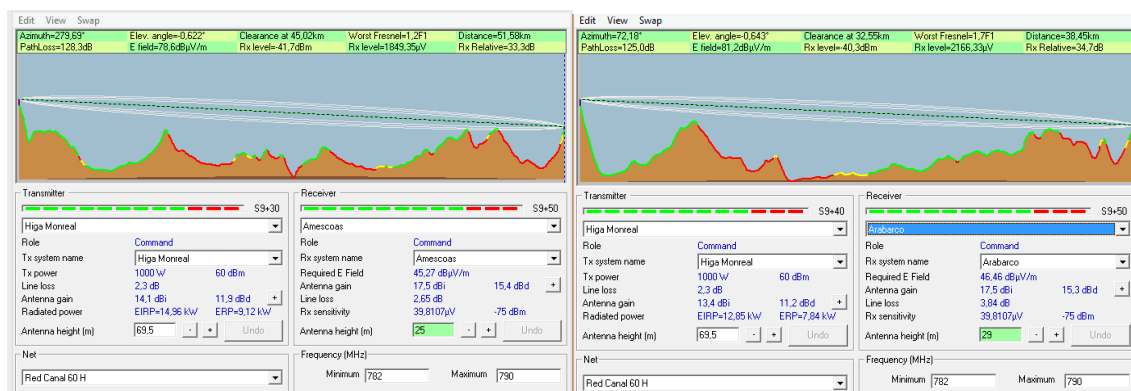


Figura 9.4: Enlace Higa de Monreal – Amescosas canal 60.

Figura 9.5: Enlace Higa de Monreal – Arabarco canal 60.

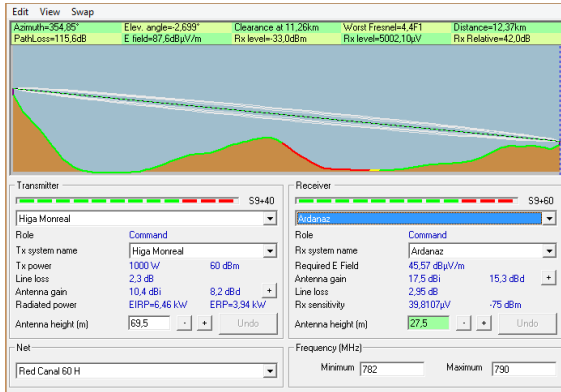


Figura 9.6: Enlace Higa de Monreal – Ardanaz canal 60.

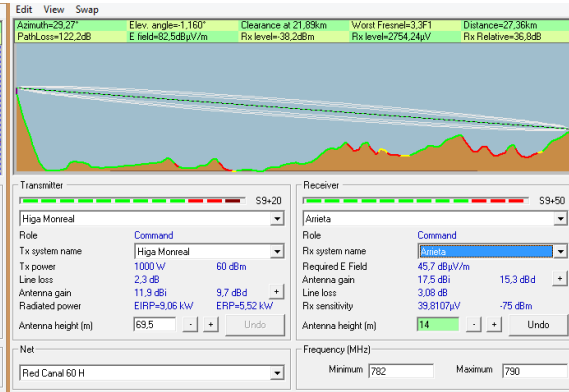


Figura 9.7: Enlace Higa de Monreal – Arrieta canal 60.

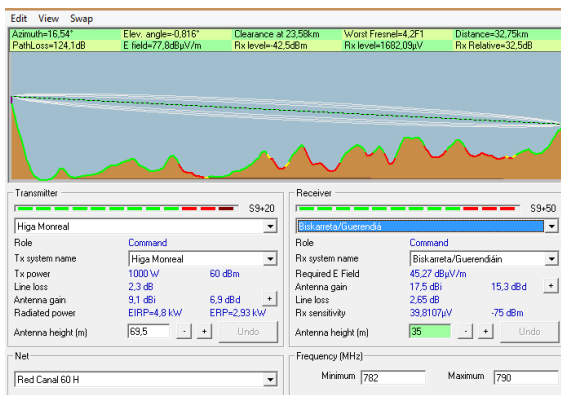


Figura 9.8: Enlace Higa de Monreal – Biskarreta canal 60.

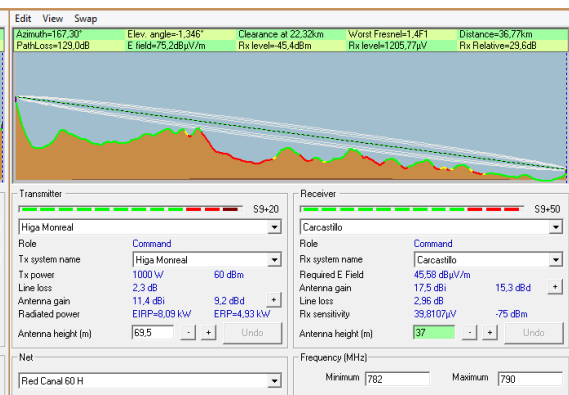


Figura 9.9: Enlace Higa de Monreal – Carcastillo canal 60.

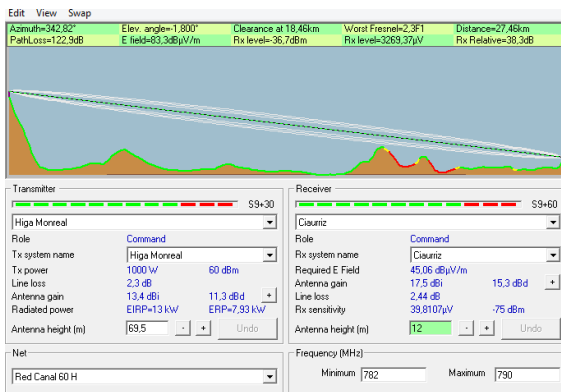


Figura 9.10: Enlace Higa de Monreal – Ciauriz canal 60.

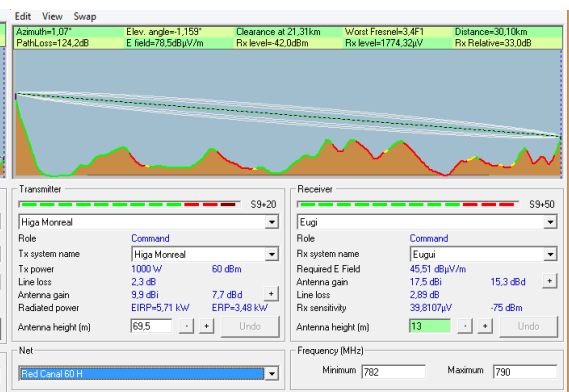


Figura 9.11: Enlace Higa de Monreal – Eugui canal 60.

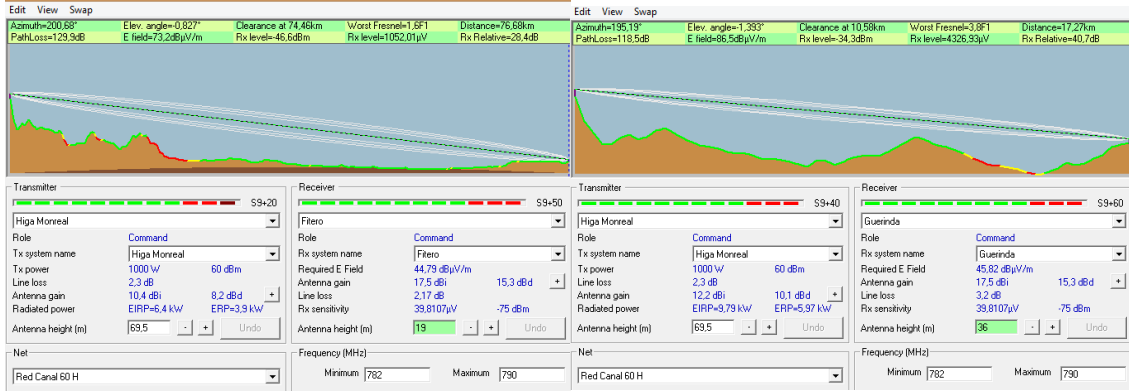


Figura 9.12: Enlace Higa de Monreal – Fitero canal 60.

Figura 9.13: Enlace Higa de Monreal – Guerinda canal 60.

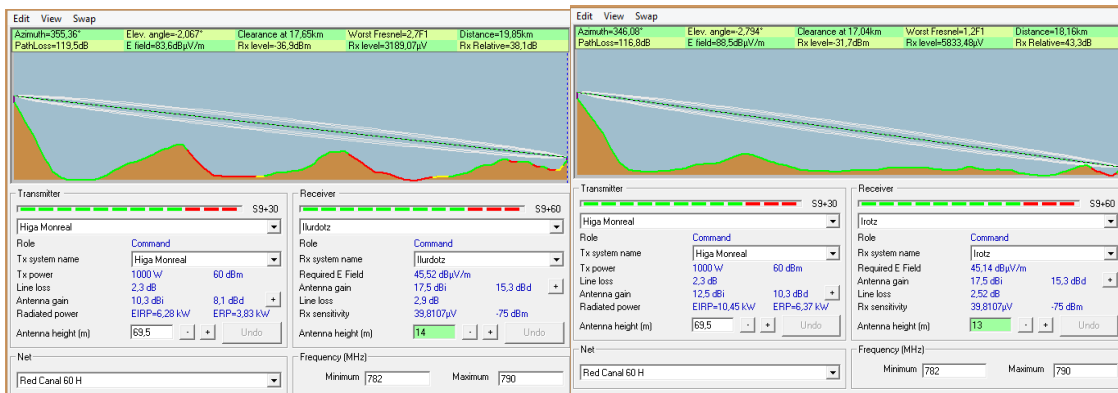


Figura 9.14: Enlace Higa de Monreal – Ilurdoz canal 60.

Figura 9.15: Enlace Higa de Monreal – Irotz canal 60.

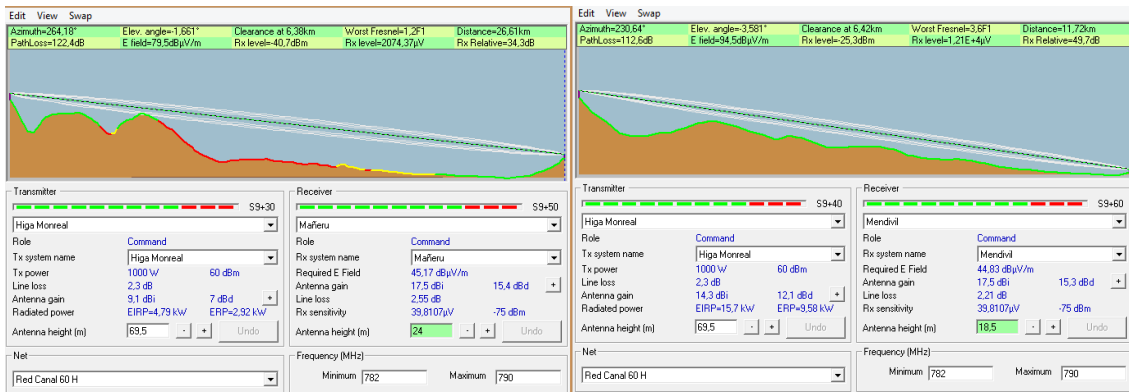


Figura 9.16: Enlace Higa de Monreal – Mañeru canal 60.

Figura 9.17: Enlace Higa de Monreal – Mendivil canal 60.

Leyre Garralda Iriarte

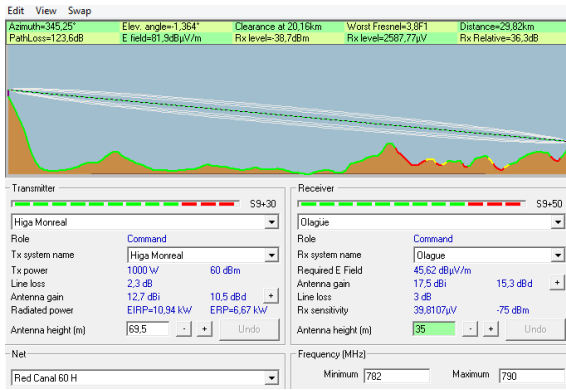


Figura 9.18: Enlace Higa de Monreal – Olagüe canal 60.

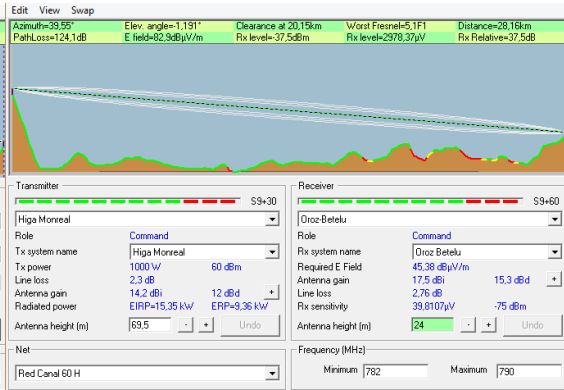


Figura 9.19: Enlace Higa de Monreal – Oroz Betelu canal 60.

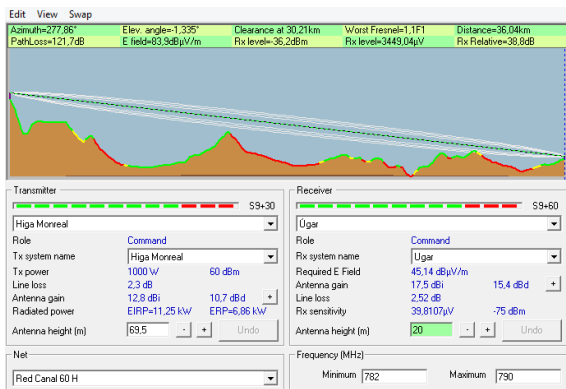


Figura 9.20: Enlace Higa de Monreal – Ugar canal 60.

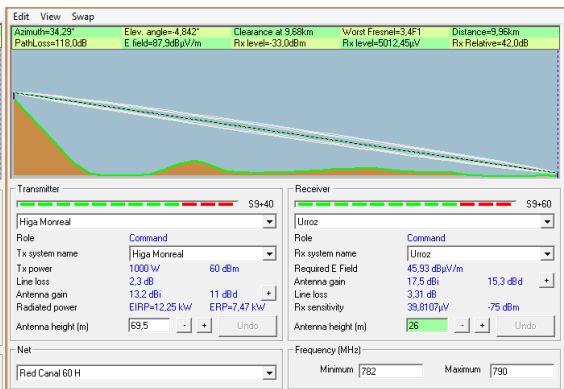


Figura 9.21: Enlace Higa de Monreal – Urroz canal 60.

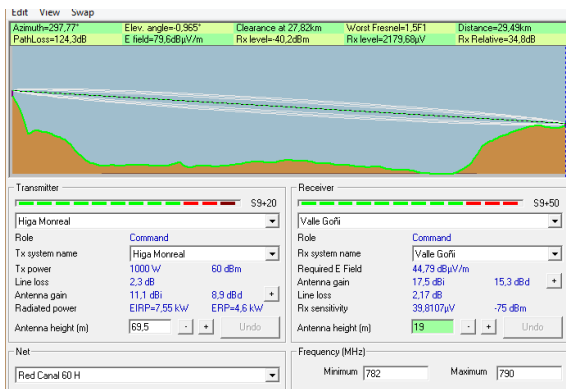


Figura 9.22: Enlace Higa de Monreal – Valle Gofñi canal 60.

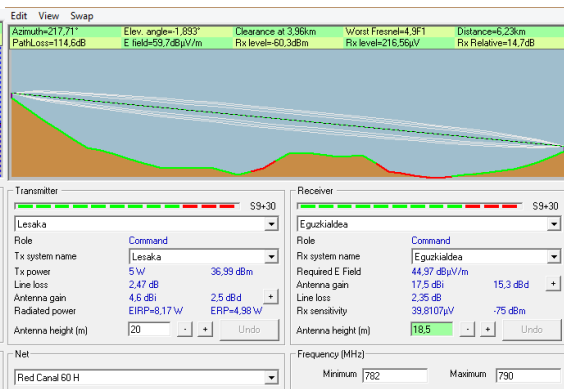


Figura 9.23: Enlace Lesaka– Eguzkialdea canal 60.

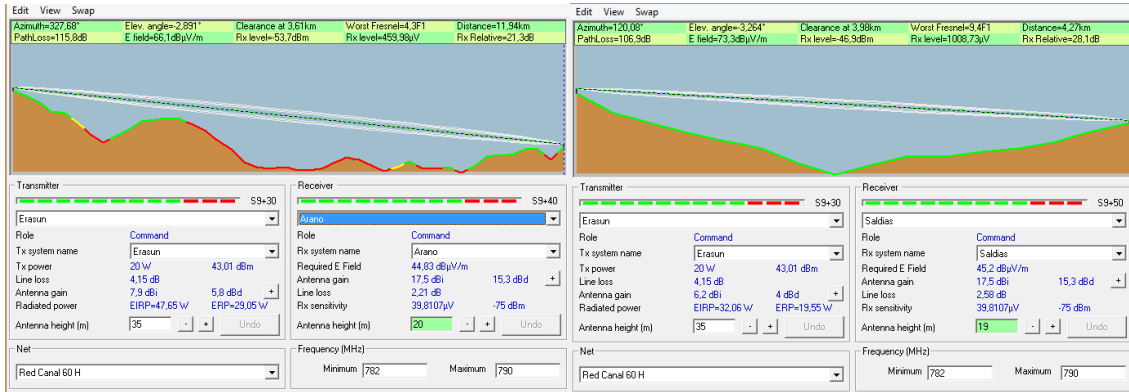


Figure 9.24: Enlace Erasan– Arano canal 60.

Figure 9.25: Enlace Erasan – Saldias canal 60.

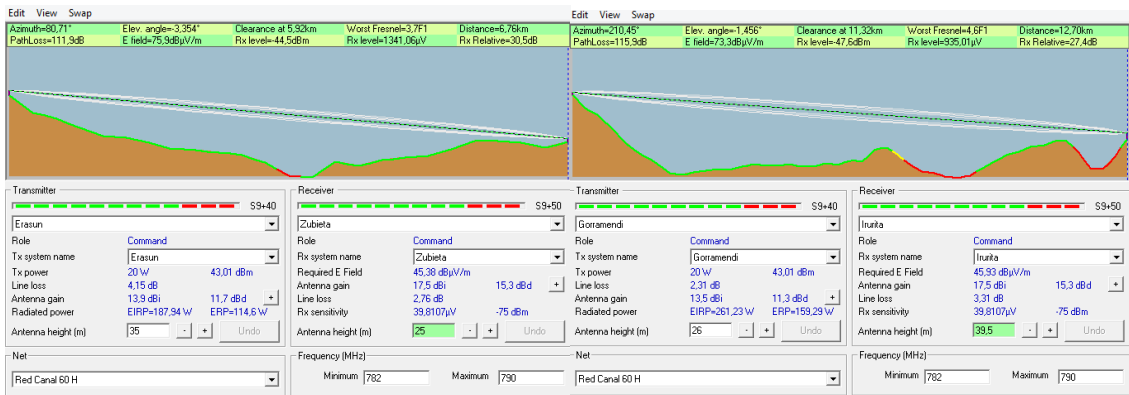


Figure 9.26: Enlace Erasan – Zubieta canal 60.

Figure 9.27: Enlace Gorramendi – Irurita canal 60.

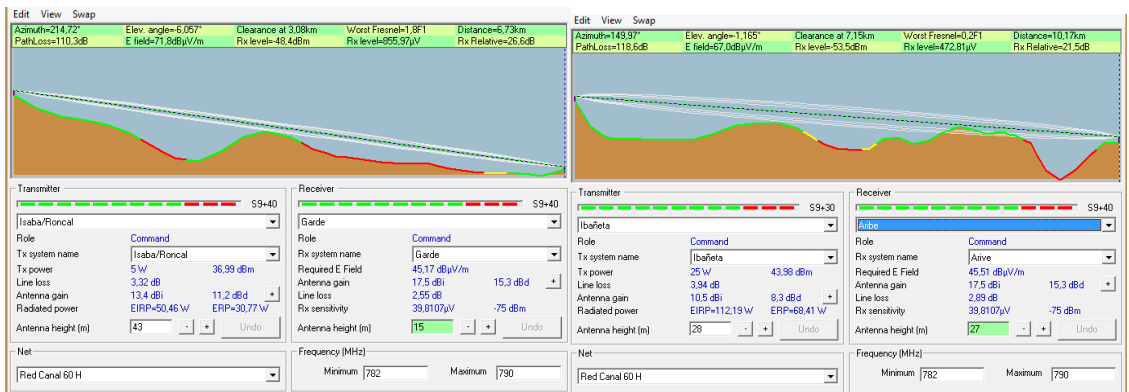


Figure 9.28: Enlace Roncal– Garde canal 60.

Figure 9.29: Enlace Ibañeta – Arive canal 60.

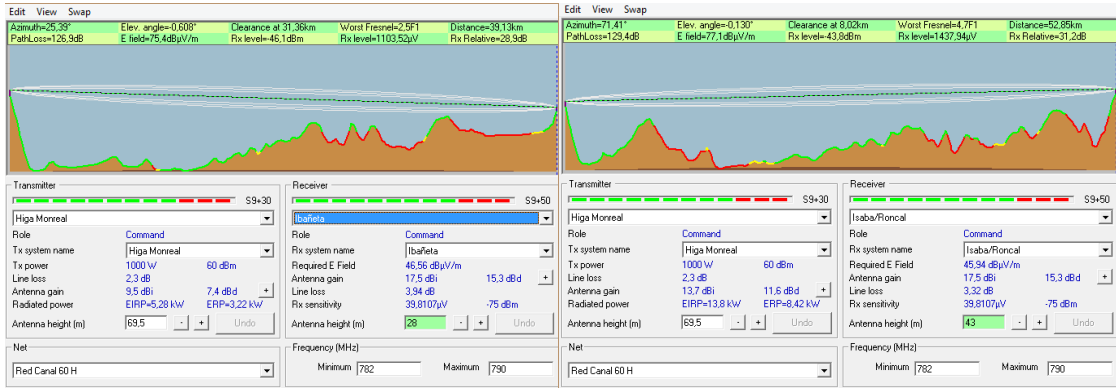


Figura 9.30: Enlace Higa de Monreal – Ibañeta canal 60.

Figura 9.31: Enlace Higa de Monreal – Roncal canal 60.

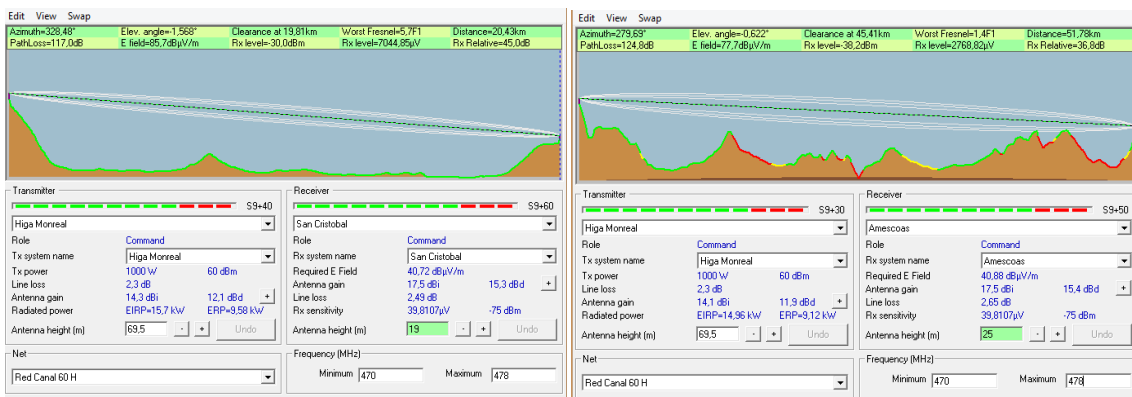


Figura 9.32: Enlace Higa de Monreal – SanCristóbal canal 21.

Figura 9.33: Enlace Higa de Monreal – Amescoas canal 21.

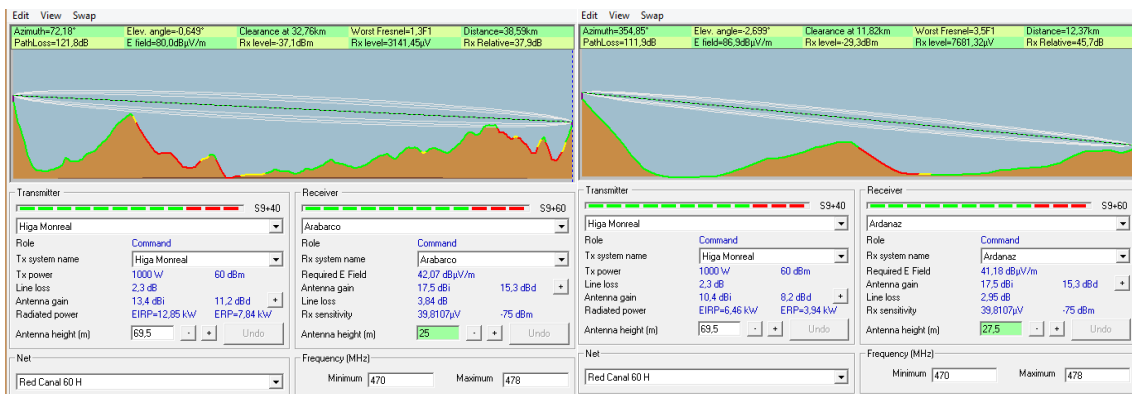


Figura 9.34: Enlace Higa de Monreal – Arabarco canal 21.

Figura 9.35: Enlace Higa de Monreal – Ardanaz canal 21.

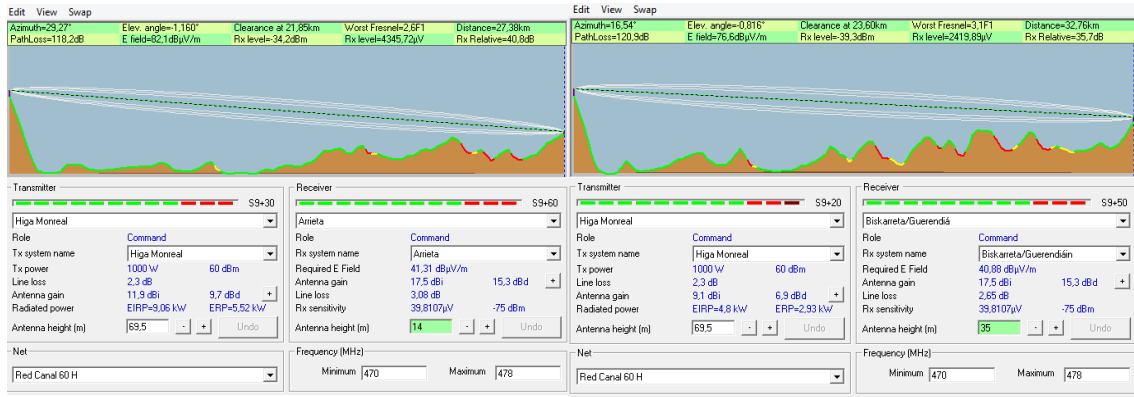


Figure 9.36: Enlace Higa de Monreal – Arrieta canal 21.

Figure 9.37: Enlace Higa de Monreal – Biskarreta canal 21.

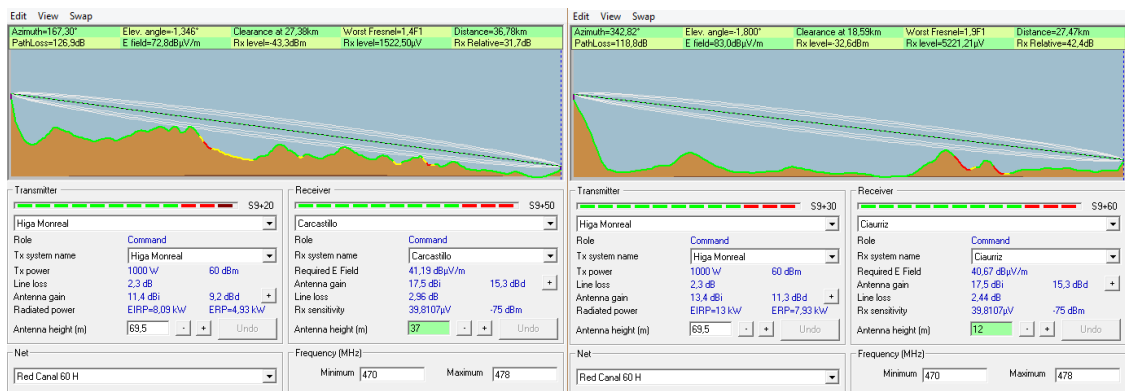


Figure 9.38: Enlace Higa de Monreal – Carcastillo canal 21.

Figure 9.39: Enlace Higa de Monreal – Ciuriz canal 21.

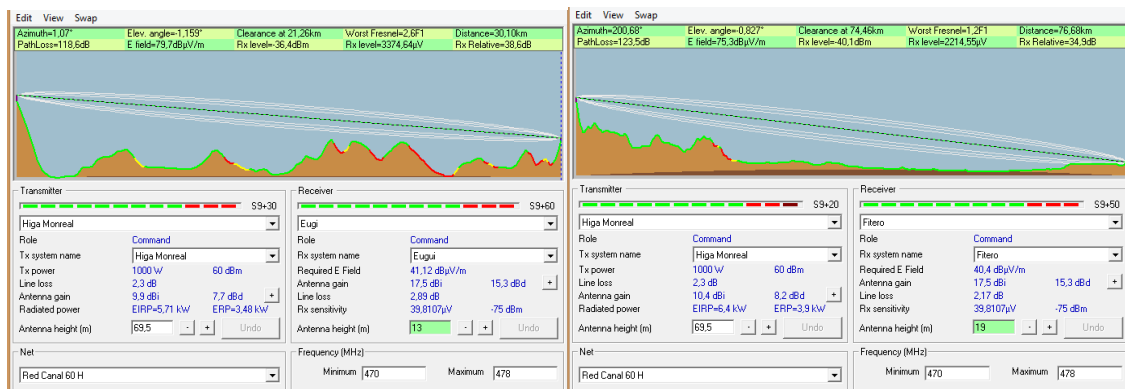


Figure 9.40: Enlace Higa de Monreal – Eugui canal 21.

Figure 9.41: Enlace Higa de Monreal – Fitero canal 21.

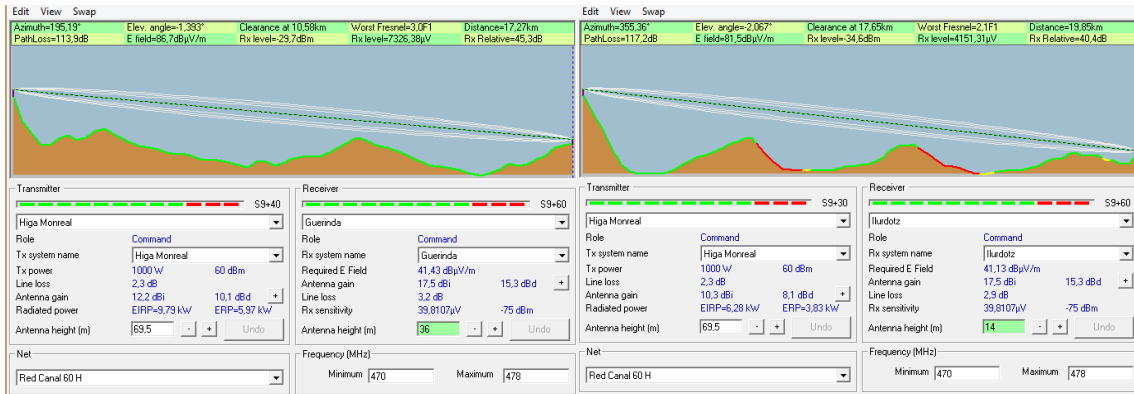


Figura 9.42: Enlace Higa de Monreal – Guerinda canal 21.

Figura 9.43: Enlace Higa de Monreal – Ilurdotz canal 21.

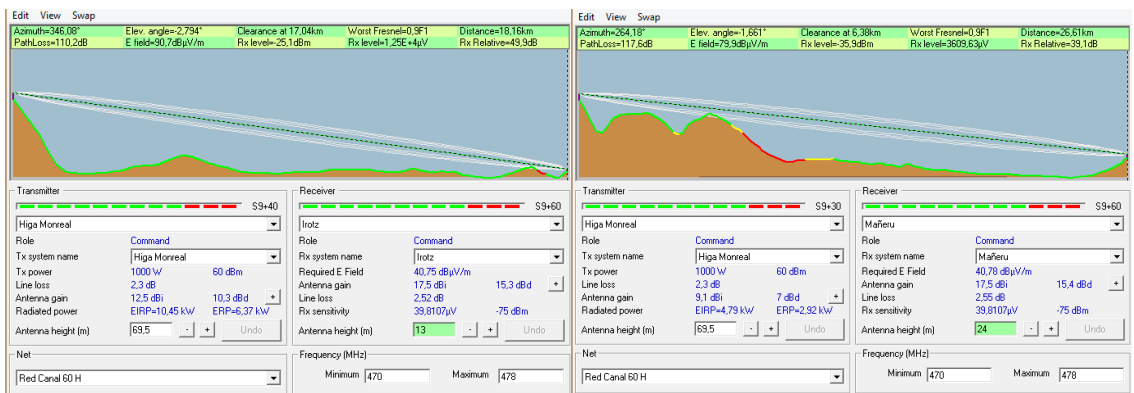


Figura 9.44: Enlace Higa de Monreal – Irotz canal 21.

Figura 9.45: Enlace Higa de Monreal – Mañeru canal 21.

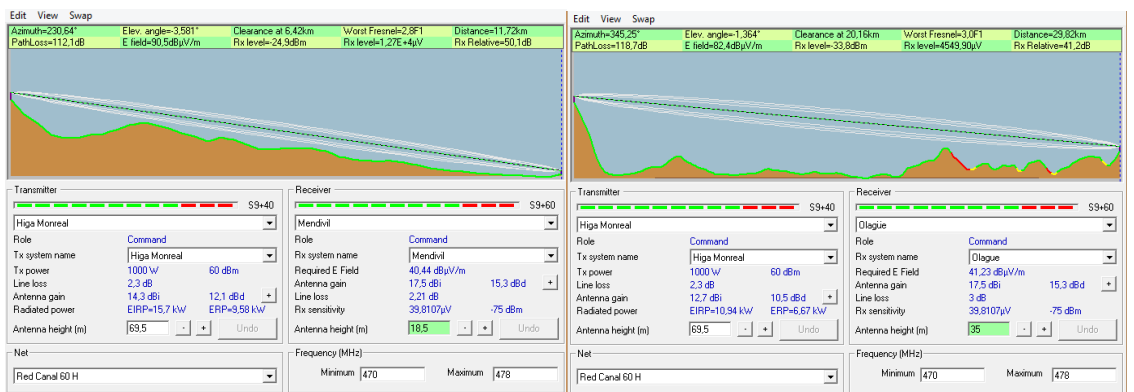


Figura 9.46: Enlace Higa de Monreal – Mendivil canal 21.

Figura 9.47: Enlace Higa de Monreal – Olagüe canal 21.

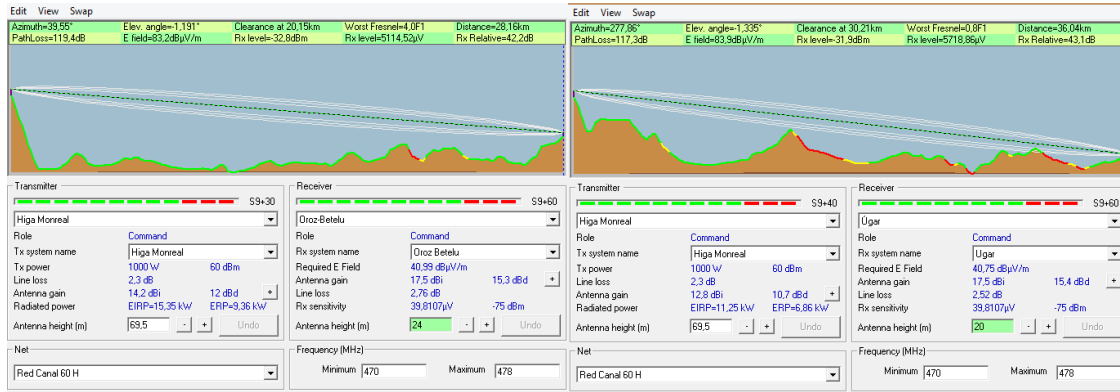


Figure 9.48: Enlace Higa de Monreal – Oroz Betelu canal 21.

Figure 9.49: Enlace Higa de Monreal – Úgar canal 21.



Figure 9.50: Enlace Higa de Monreal – Urroz canal 21.

Figure 9.51: Enlace Higa de Monreal – Valle Goñi canal 21.

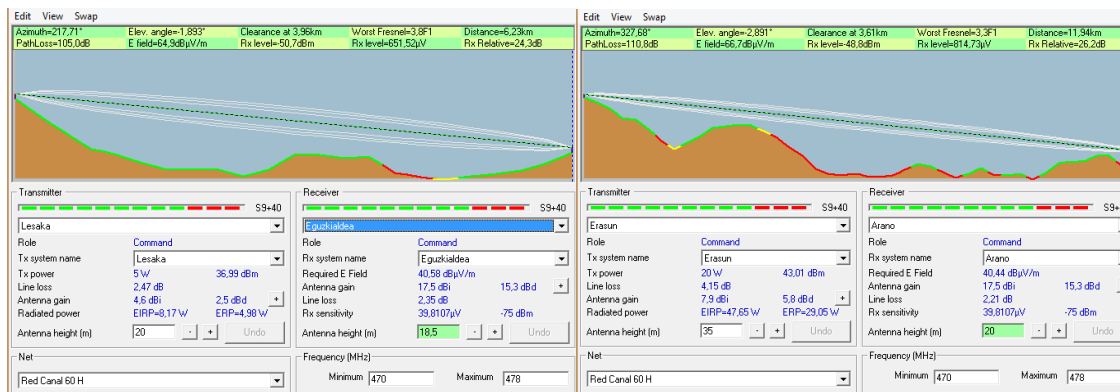


Figure 9.52: Enlace Lesaka– Eguzkialdea canal 21.

Figure 9.53: Enlace Erasan– Arano canal 21.

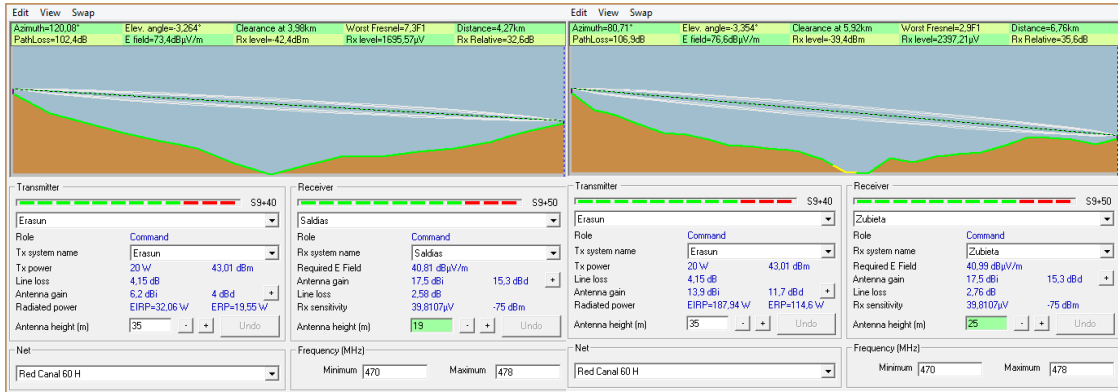


Figura 9.54: Enlace Erasun – Saldias canal 21.

Figura 9.55: Enlace Erasun – Zubieta canal 21.

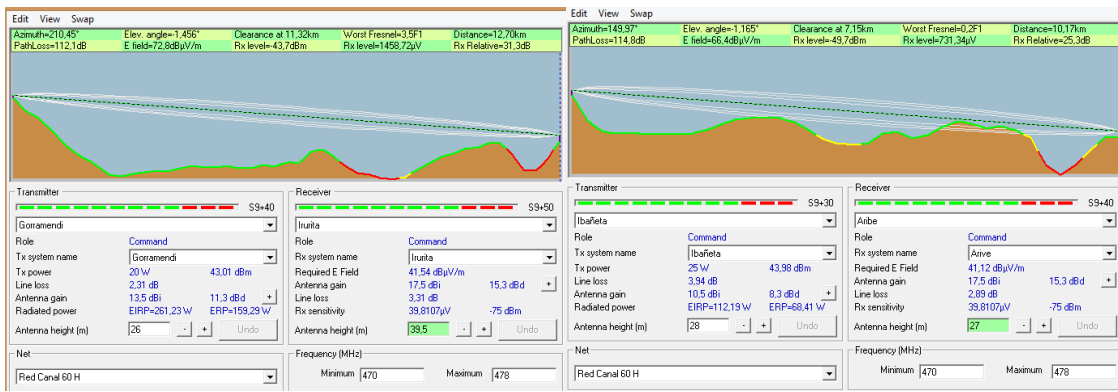


Figura 9.56: Enlace Gorramedi – Iruita canal 21.

Figura 9.57: Enlace Ibañeta – Arive canal 21.

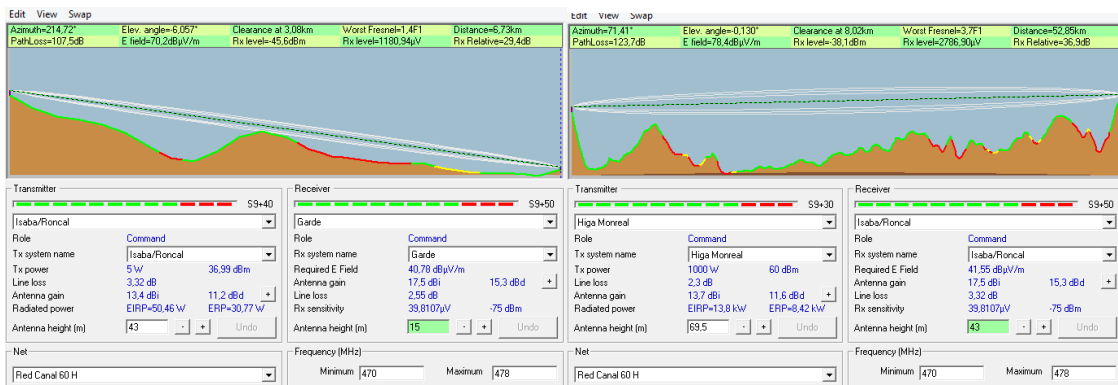


Figura 9.58: Enlace Roncal – Garde canal 21.

Figura 9.59: Enlace Higa de Monreal – Roncal canal 21.

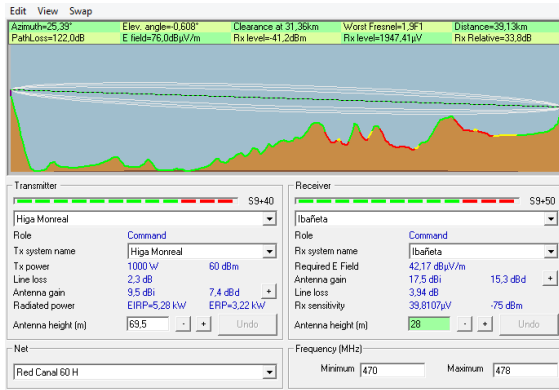


Figura 9.60: Enlace Higa de Monreal – Ibañeta canal 21.

B.1.2. Teledistribuciones

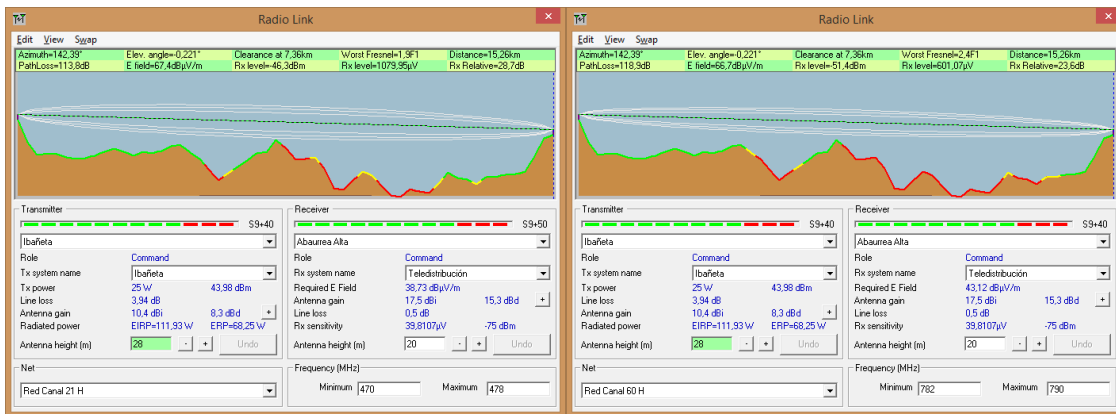


Figura 9.61: Enlaces Radio Link canal 21 y 60 respectivamente en la Teledistribución de Abaurrea Alta.

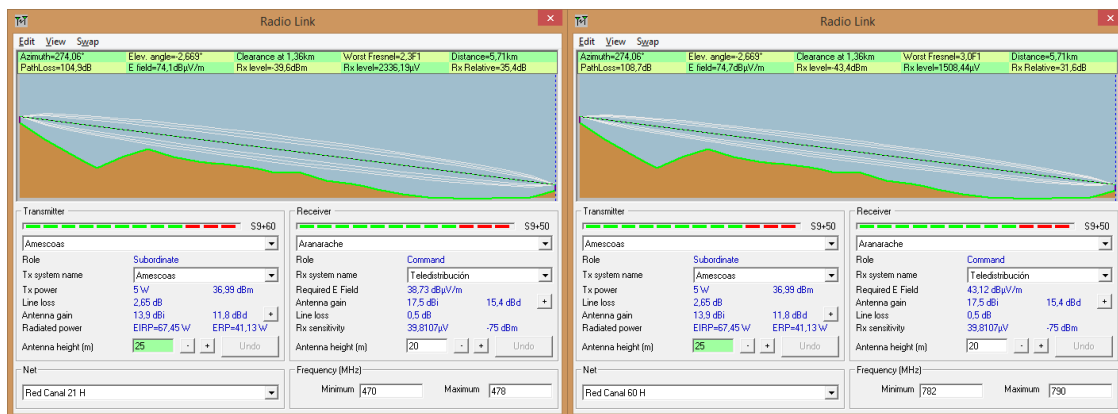


Figura 9.62: Enlaces Radio Link canal 21 y 60 respectivamente en la Teledistribución de Arasarache.

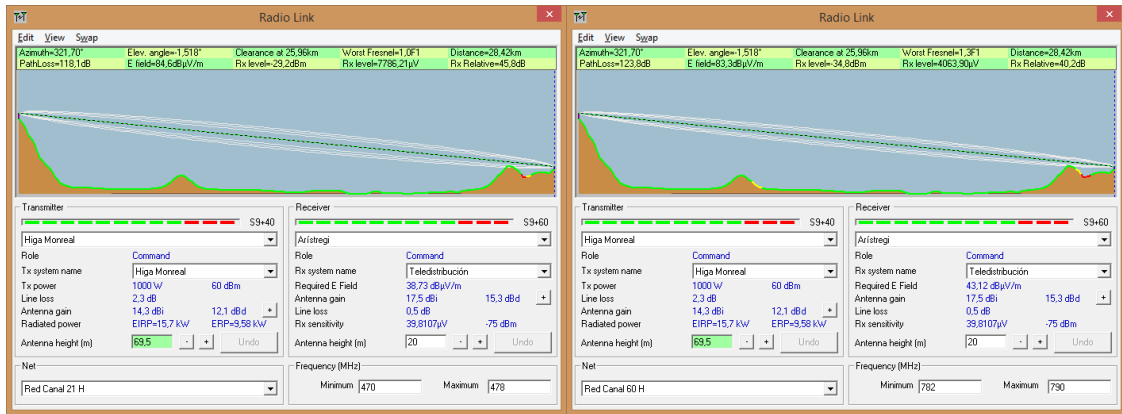


Figura 9.63: Enlaces Radio Link canal 21 y 60 respectivamente en la Teledistribución de Arístregui.

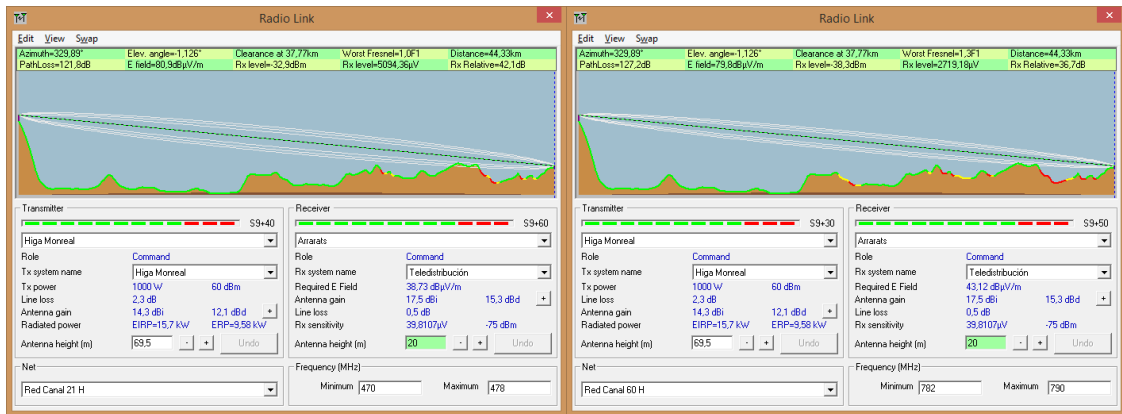


Figura 9.64: Enlaces Radio Link canal 21 y 60 respectivamente en la Teledistribución de Arrarats.

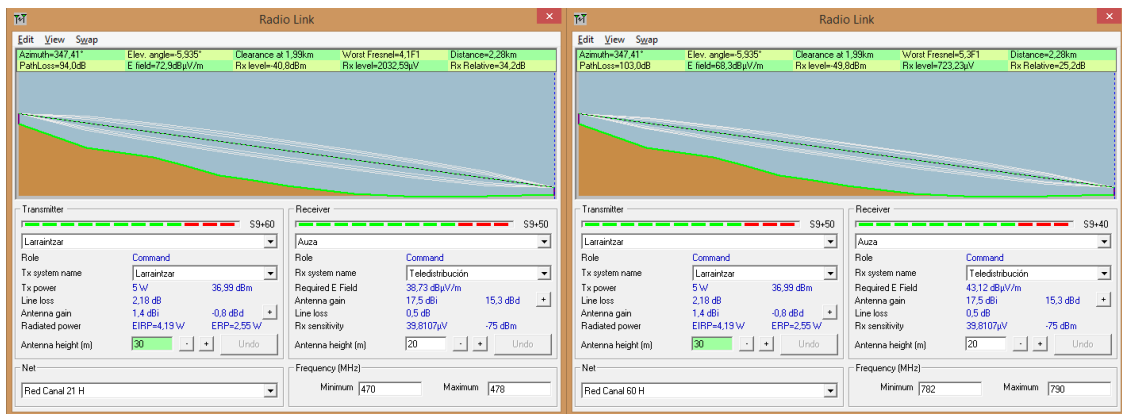


Figura 9.65: Enlaces Radio Link canal 21 y 60 respectivamente en la Teledistribución de Auza.

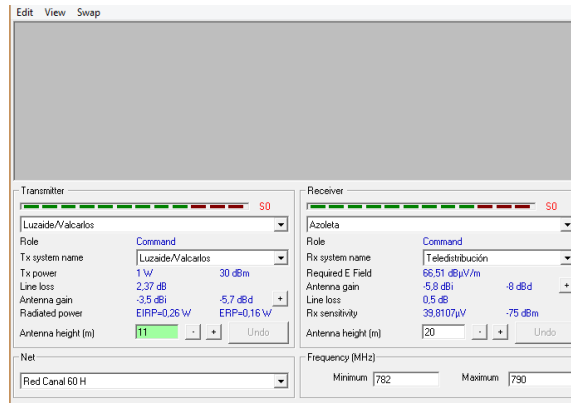


Figura 9.66: Enlaces *Radio Link* 60 en la Teledistribución de Azoleta.

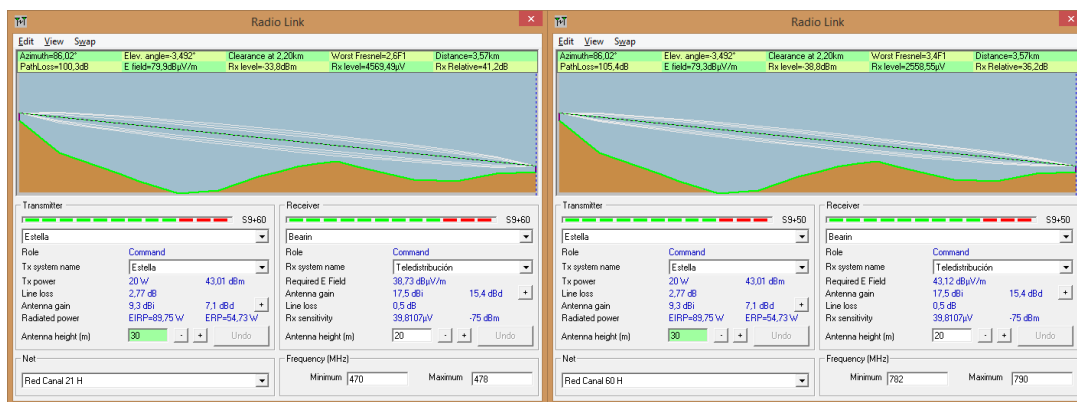


Figura 9.67: Enlaces *Radio Link* canal 21 y 60 respectivamente en la Teledistribución de Beain.

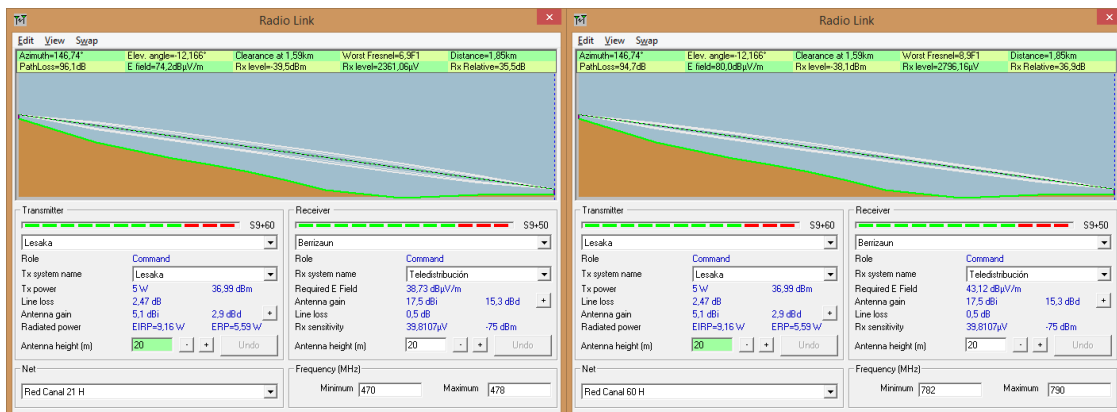


Figura 9.68: Enlaces *Radio Link* canal 21 y 60 respectivamente en la Teledistribución de Berrizaun.

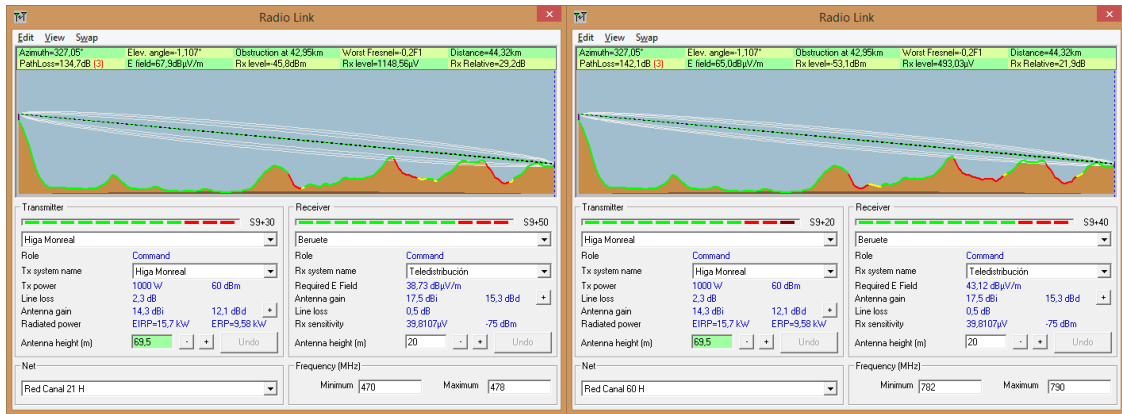


Figura 9.69: Enlaces Radio Link canal 21 y 60 respectivamente en la Teledistribución de Beruete.

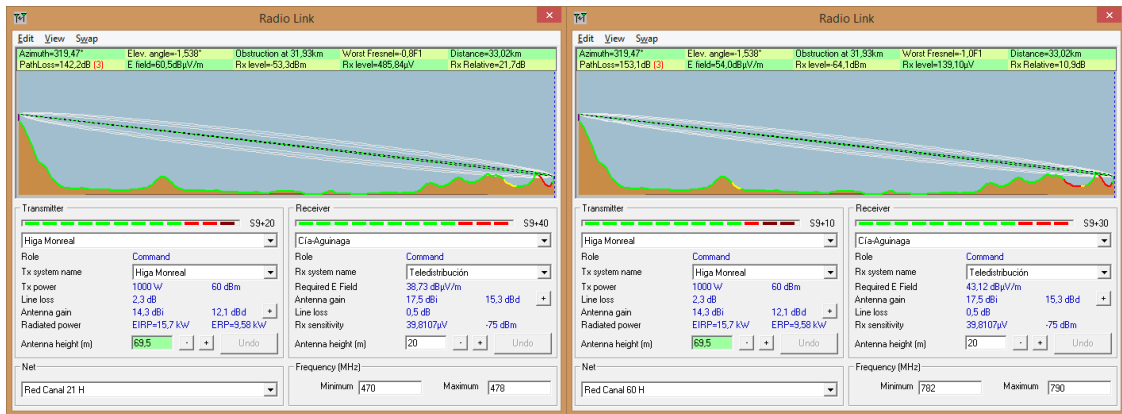


Figura 9.70: Enlaces Radio Link canal 21 y 60 respectivamente en la Teledistribución de Cía-Aguinaga.

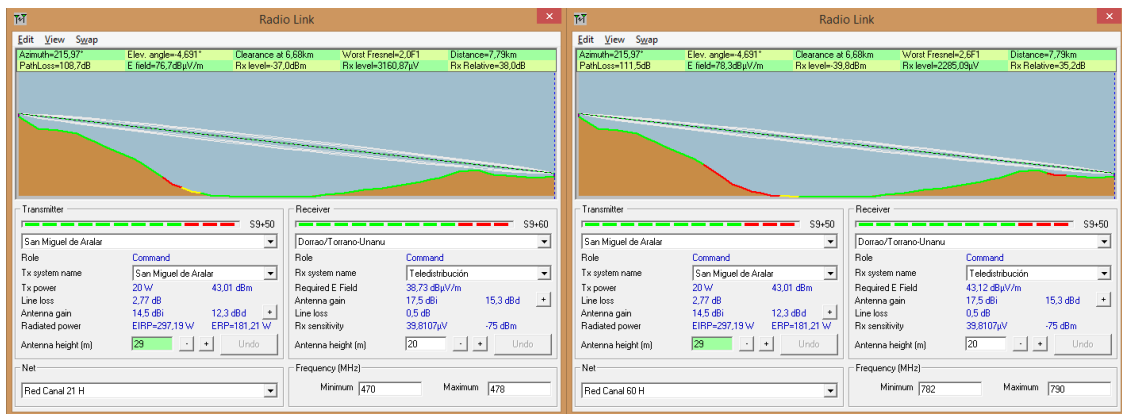


Figura 9.71: Enlaces Radio Link canal 21 y 60 respectivamente en la Teledistribución de Dorrao.

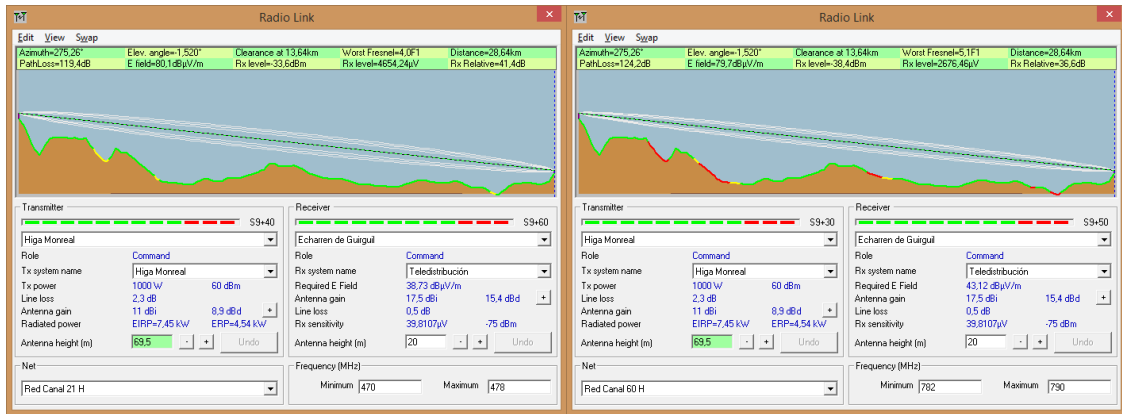


Figura 9.72: Enlaces Radio Link canal 21 y 60 respectivamente en la Teledistribución de Echarren de Guirguillano.

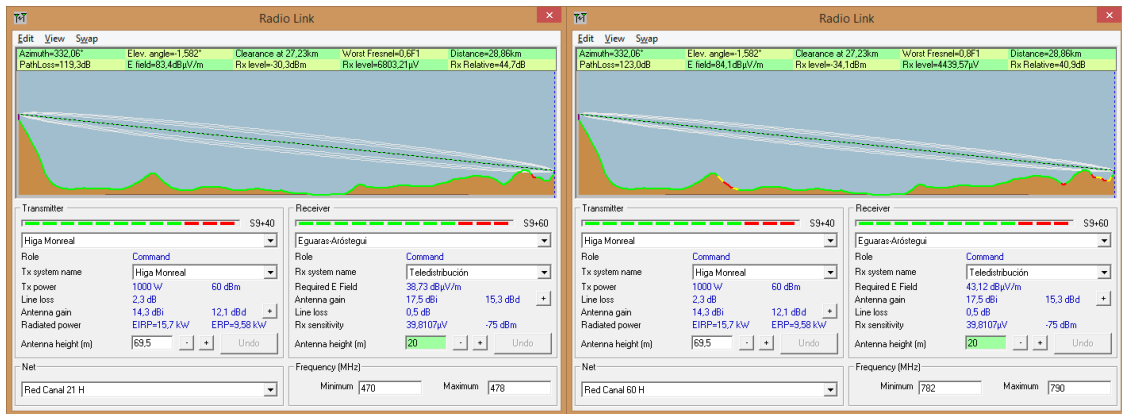


Figura 9.73: Enlaces Radio Link canal 21 y 60 respectivamente en la Teledistribución de Egurás-Aróstegui.

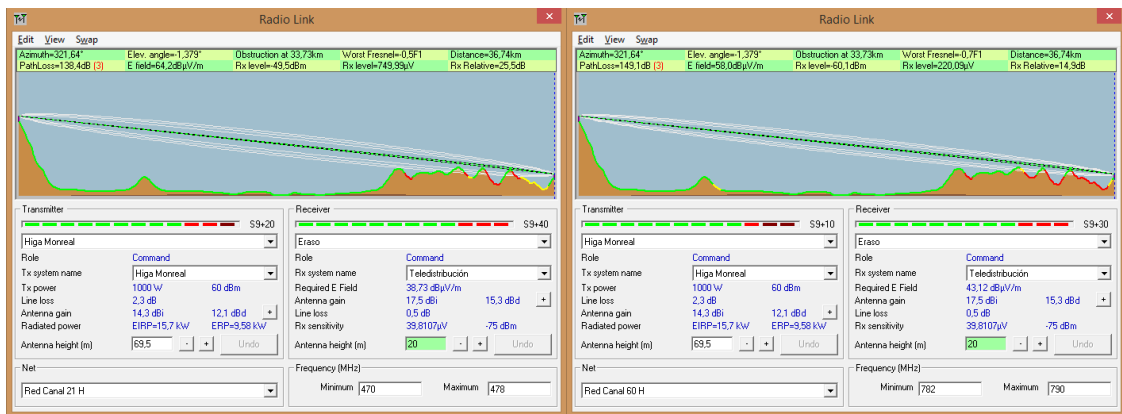


Figura 9.74: Enlaces Radio Link canal 21 y 60 respectivamente en la Teledistribución de Eraso.

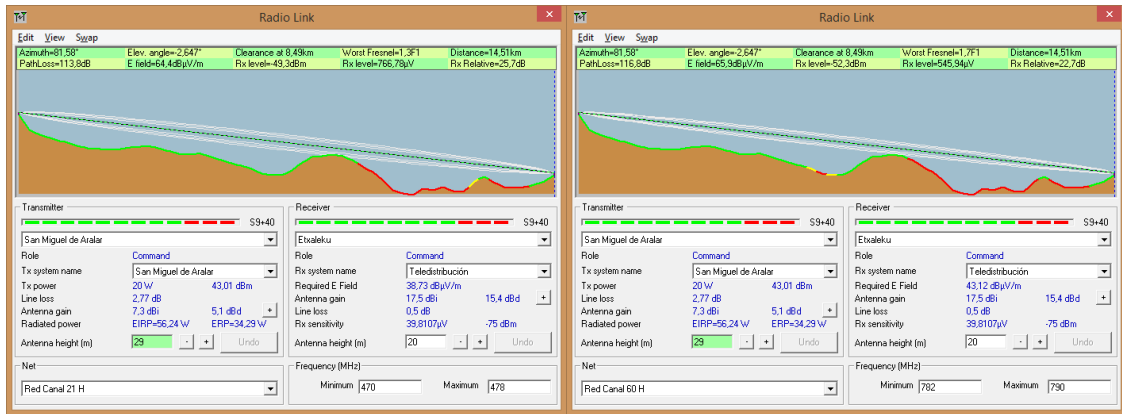


Figura 9.75: Enlaces Radio Link canal 21 y 60 respectivamente en la Teledistribución de Etxaleku.

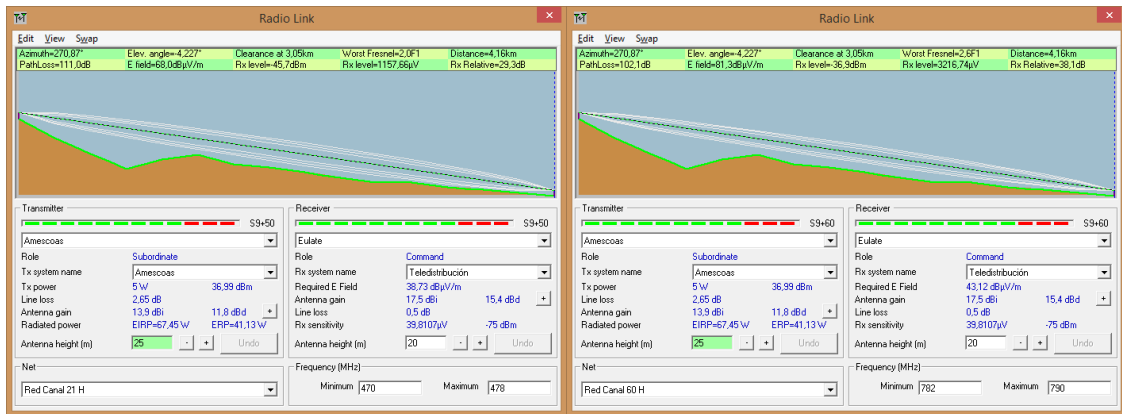


Figura 9.76: Enlaces Radio Link canal 21 y 60 respectivamente en la Teledistribución de Eulate.

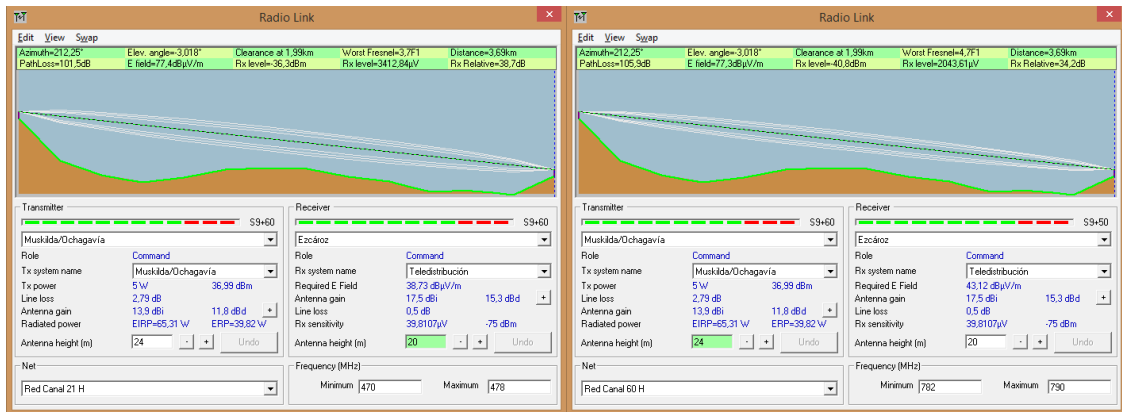


Figura 9.77: Enlaces Radio Link canal 21 y 60 respectivamente en la Teledistribución de Ezcaroz.

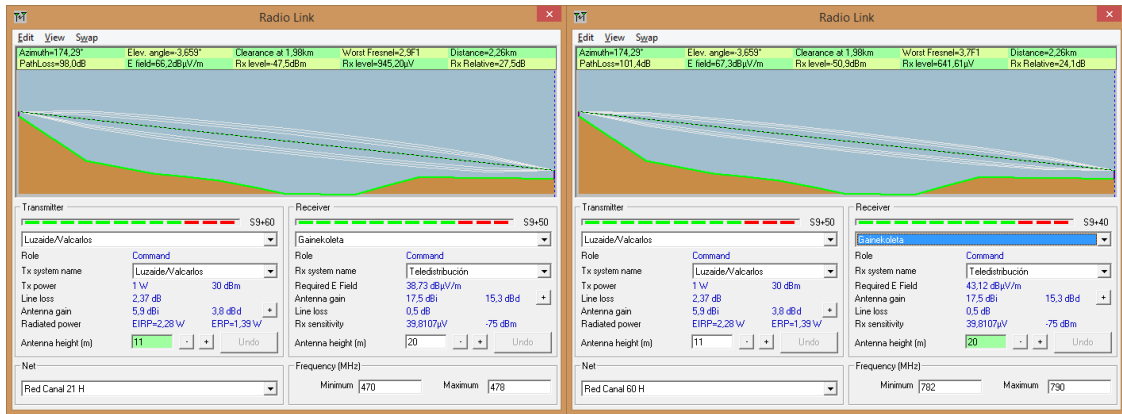


Figura 9.78: Enlaces Radio Link canal 21 y 60 respectivamente en la Teledistribución de Gainekoleta.

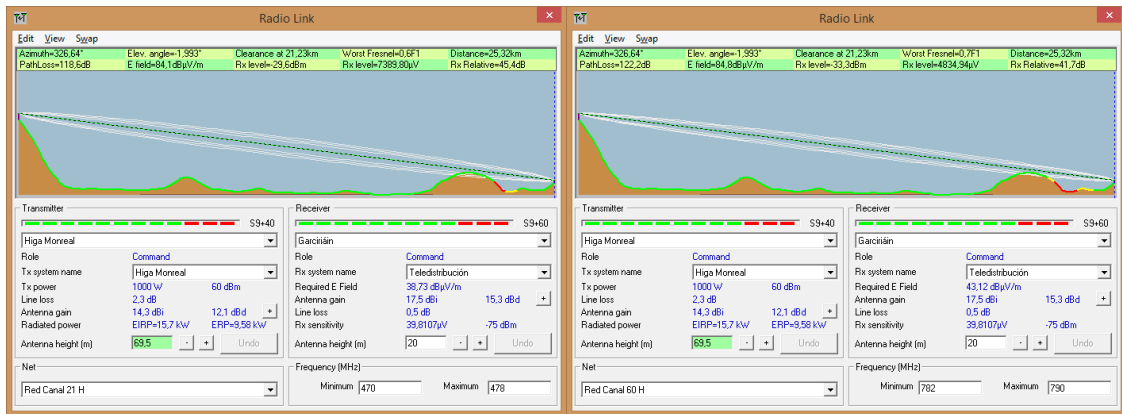


Figura 9.79: Enlaces Radio Link canal 21 y 60 respectivamente en la Teledistribución de Garciriáin.

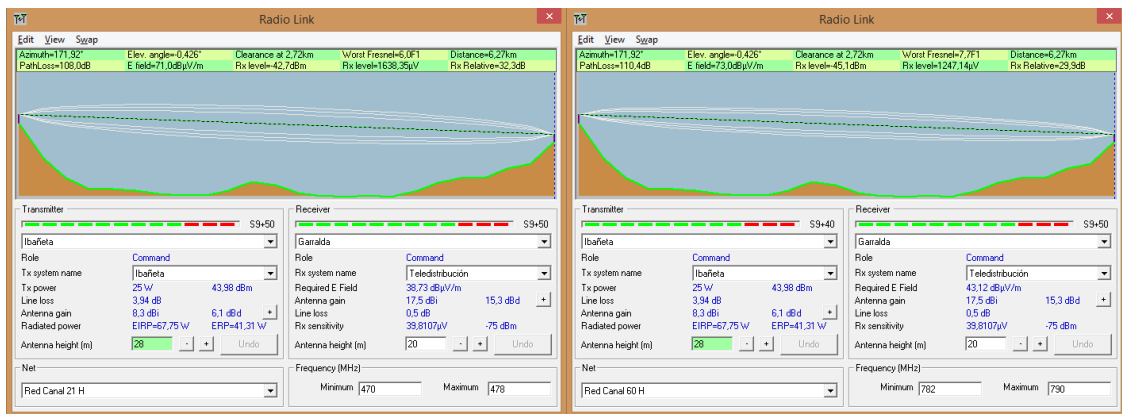


Figura 9.80: Enlaces Radio Link canal 21 y 60 respectivamente en la Teledistribución de Garralda.

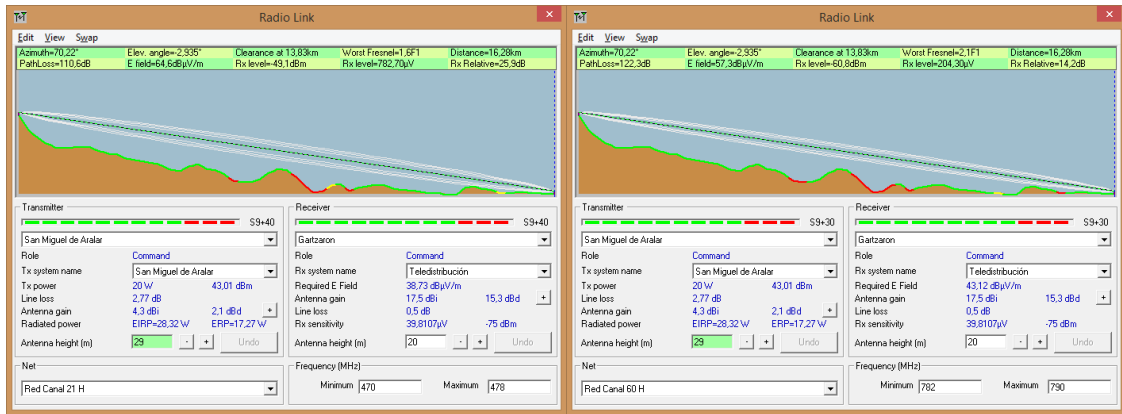


Figura 9.81: Enlaces Radio Link canal 21 y 60 respectivamente en la Teledistribución de Gartzaron.

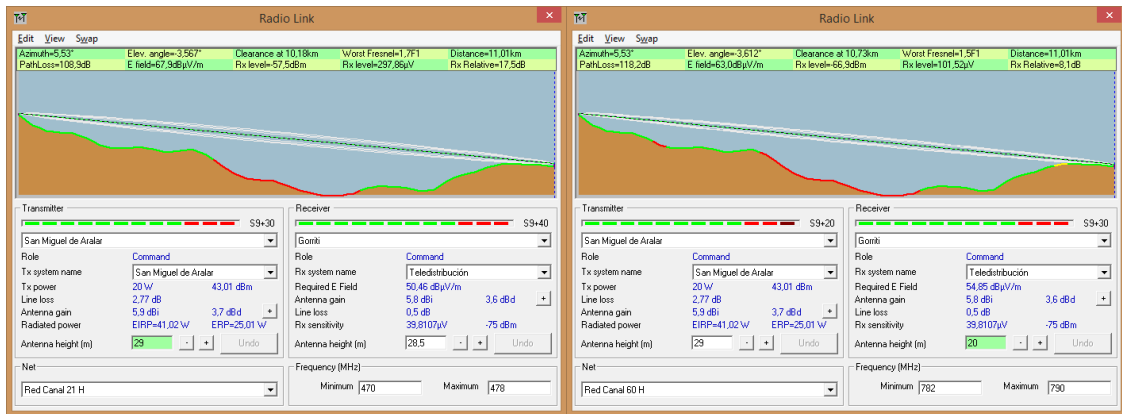


Figura 9.82: Enlaces Radio Link canal 21 y 60 respectivamente en la Teledistribución de Gorriti.

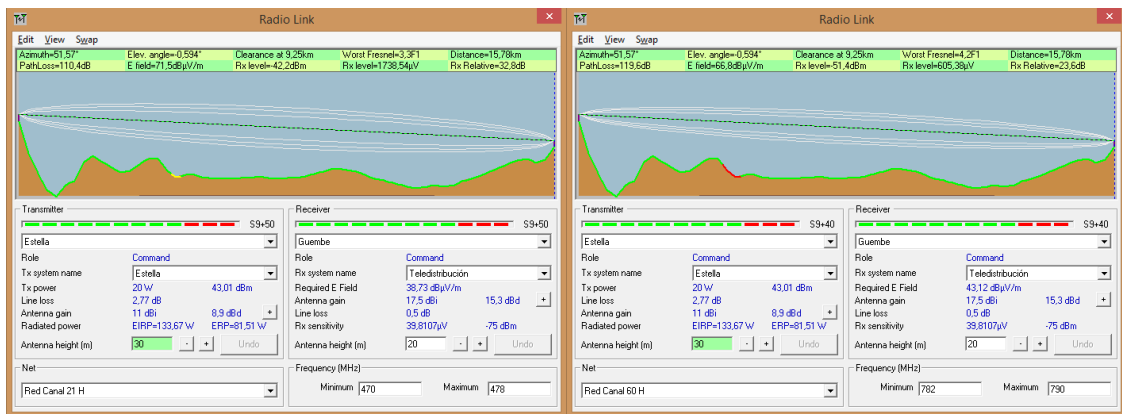


Figura 9.83: Enlaces Radio Link canal 21 y 60 respectivamente en la Teledistribución de Guembe.

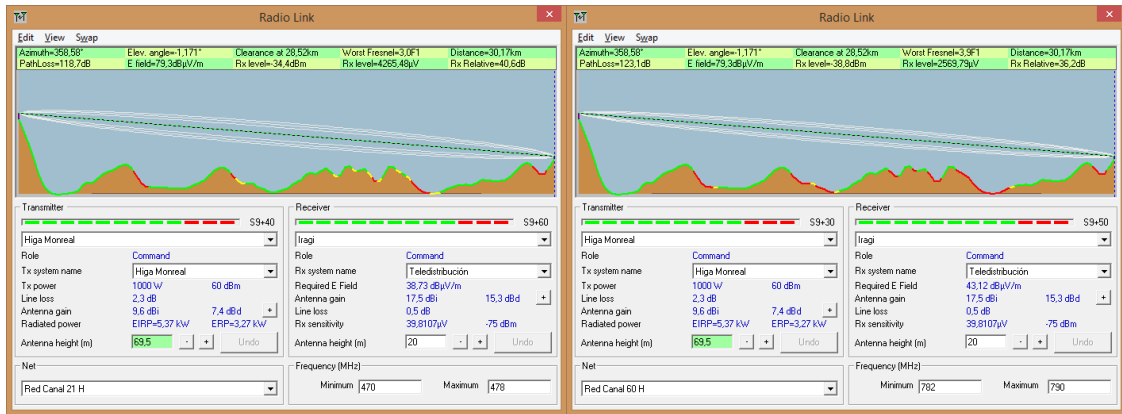


Figura 9.84: Enlaces Radio Link canal 21 y 60 respectivamente en la Teledistribución de Iragi.

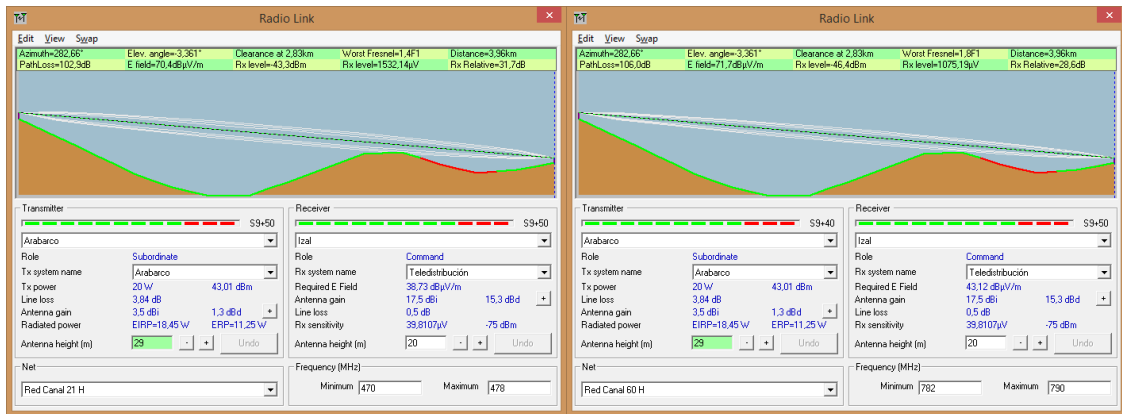


Figura 9.85: Enlaces Radio Link canal 21 y 60 respectivamente en la Teledistribución de Izal.

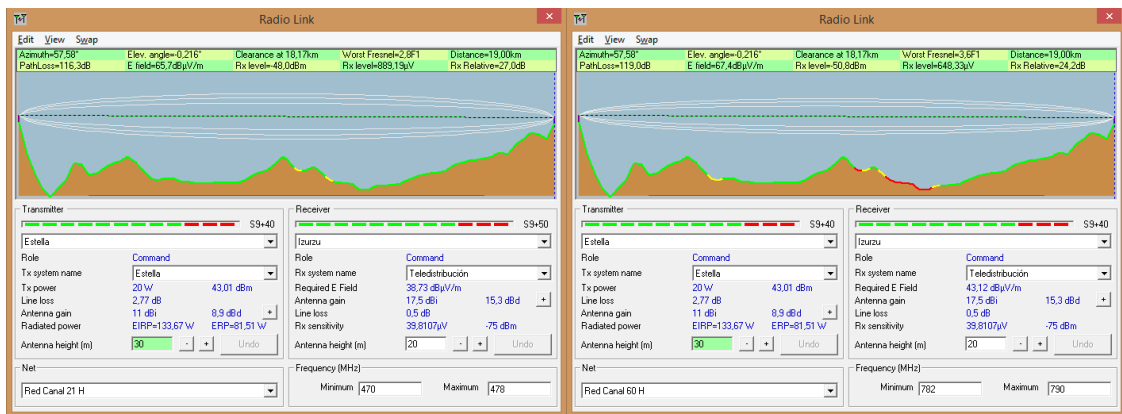


Figura 9.86: Enlaces Radio Link canal 21 y 60 respectivamente en la Teledistribución de Izurzu.

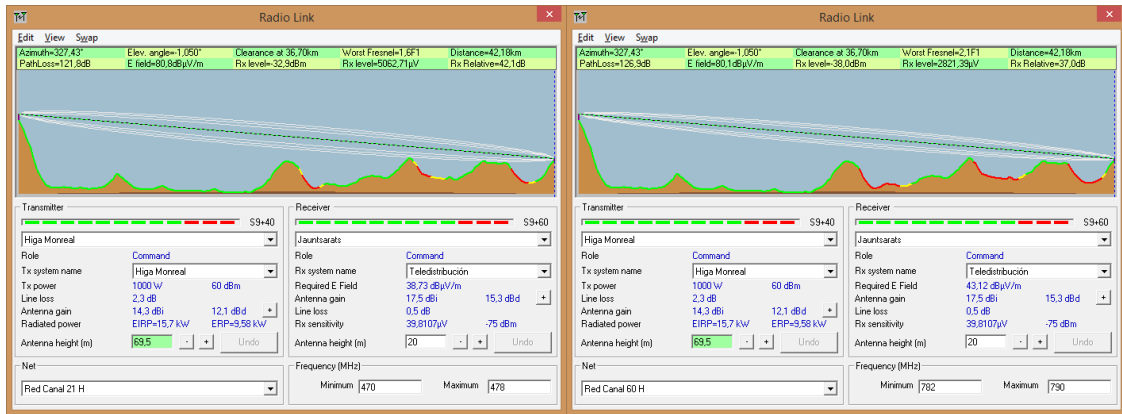


Figura 9.87: Enlaces Radio Link canal 21 y 60 respectivamente en la Teledistribución de Jauntzarats.

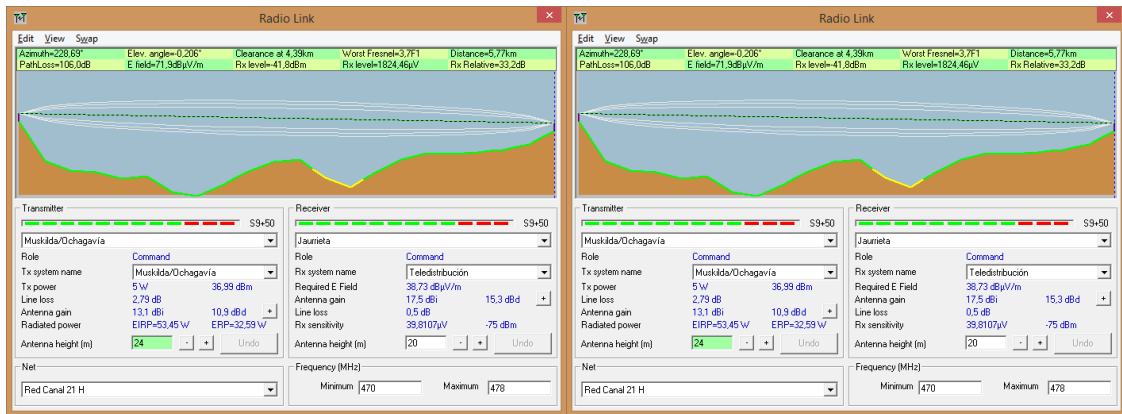


Figura 9.88: Enlaces Radio Link canal 21 y 60 respectivamente en la Teledistribución de Jaurrieta.

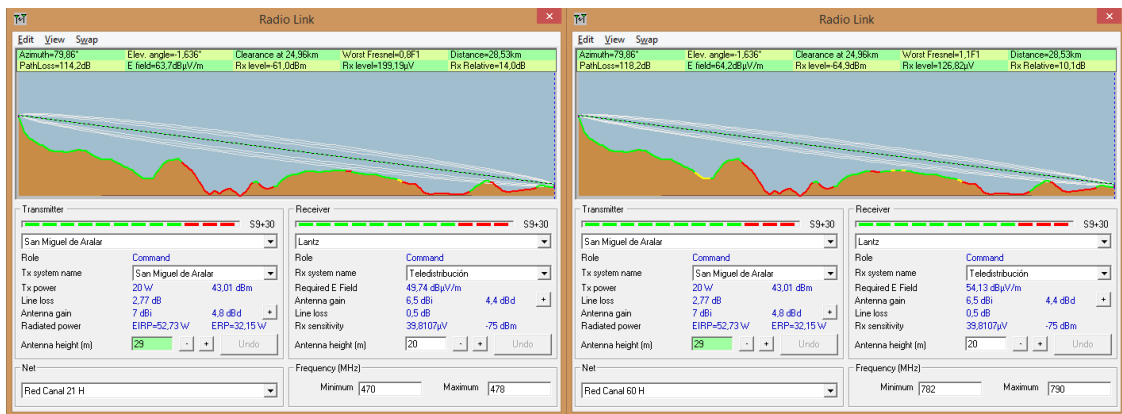


Figura 9.89: Enlaces Radio Link canal 21 y 60 respectivamente en la Teledistribución de Lantz.

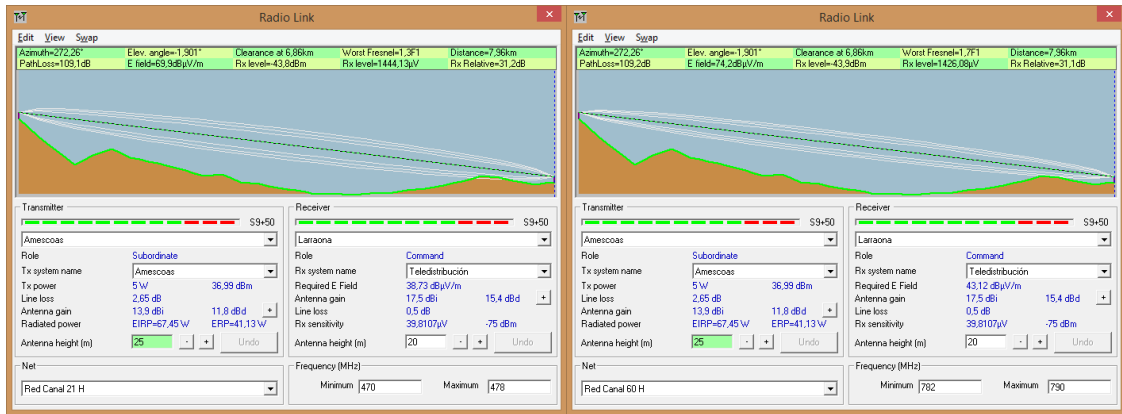


Figura 9.90: Enlaces Radio Link canal 21 y 60 respectivamente en la Teledistribución de Larraona.

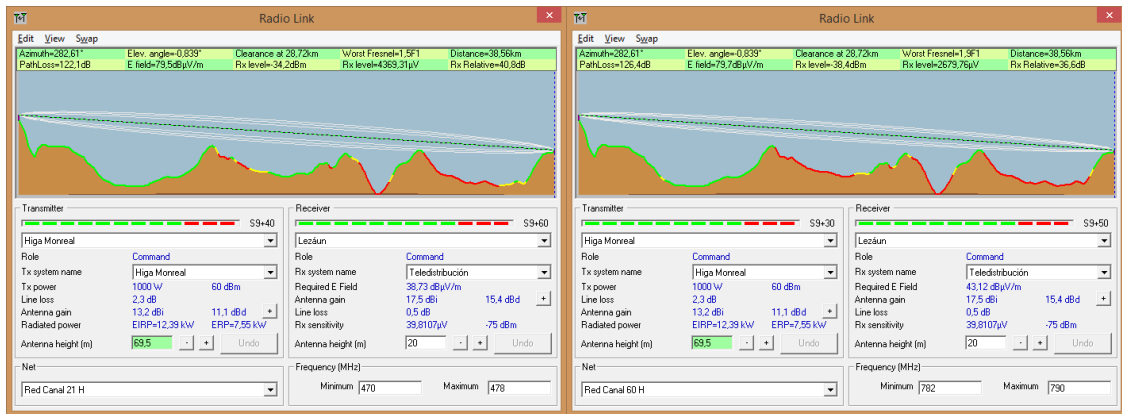


Figura 9.91: Enlaces Radio Link canal 21 y 60 respectivamente en la Teledistribución de Lezáun.

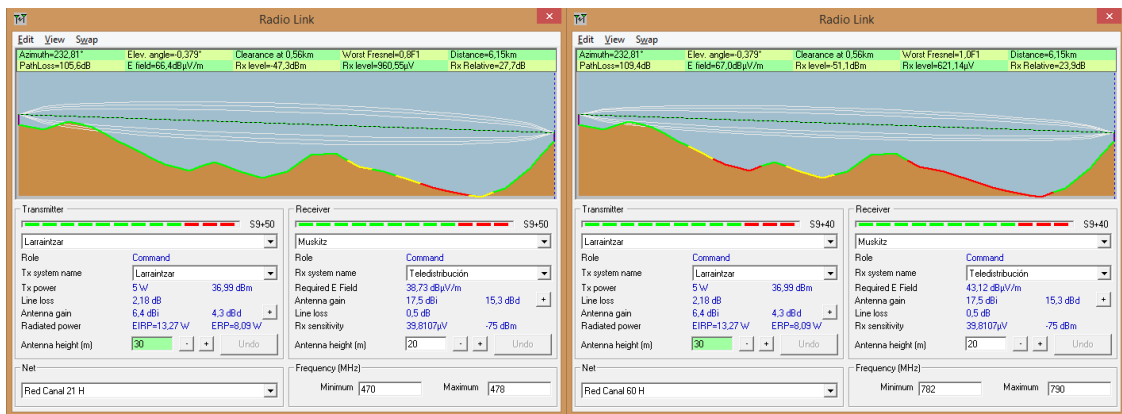


Figura 9.92: Enlaces Radio Link canal 21 y 60 respectivamente en la Teledistribución de Muskitz.

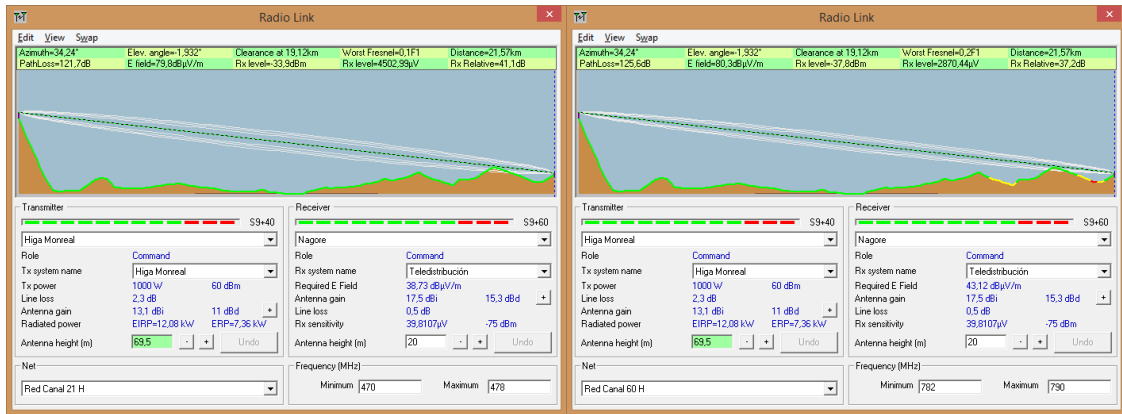


Figura 9.93: Enlaces Radio Link canal 21 y 60 respectivamente en la Teledistribución de Nagore.

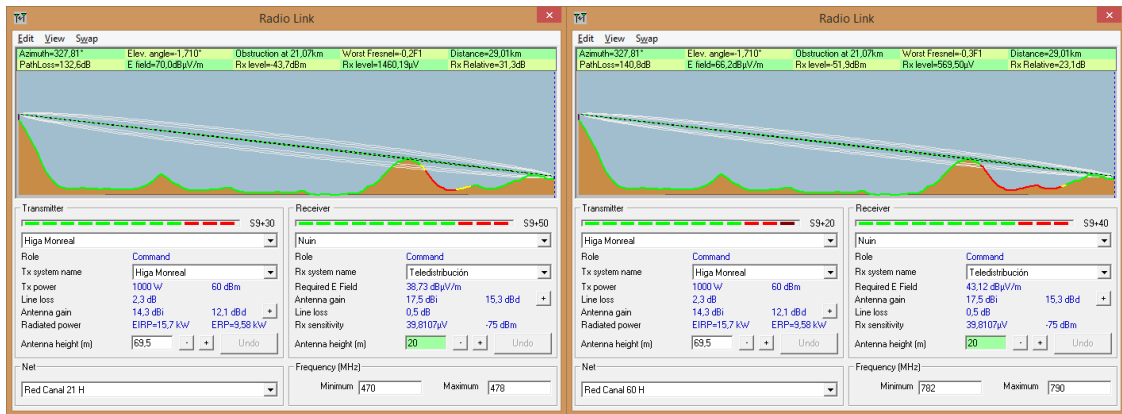


Figura 9.94: Enlaces Radio Link canal 21 y 60 respectivamente en la Teledistribución de Nuin.

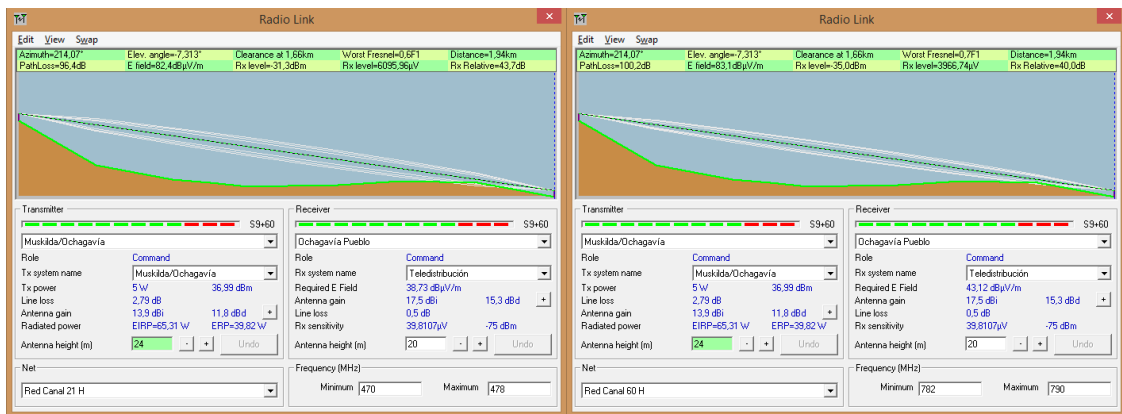


Figura 9.95: Enlaces Radio Link canal 21 y 60 respectivamente en la Teledistribución de Ochagavía.

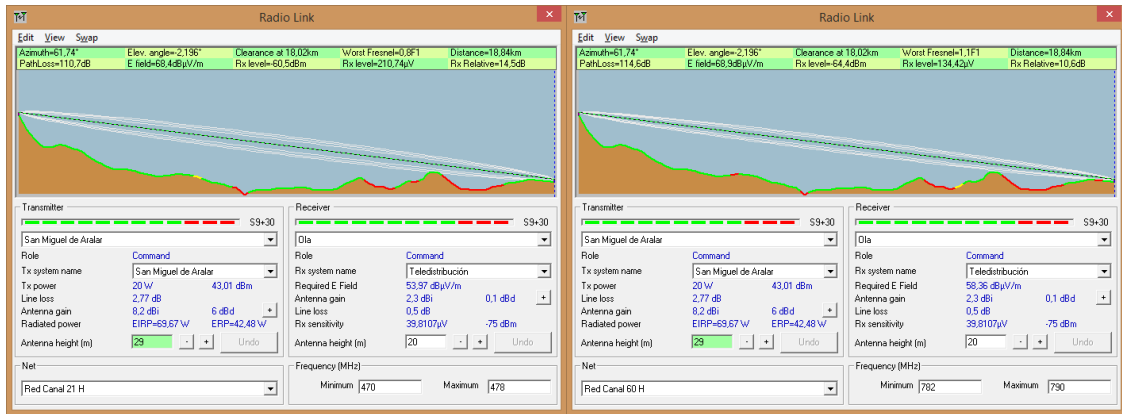


Figura 9.96: Enlaces *Radio Link* canal 21 y 60 respectivamente en la Teledistribución de Ola.

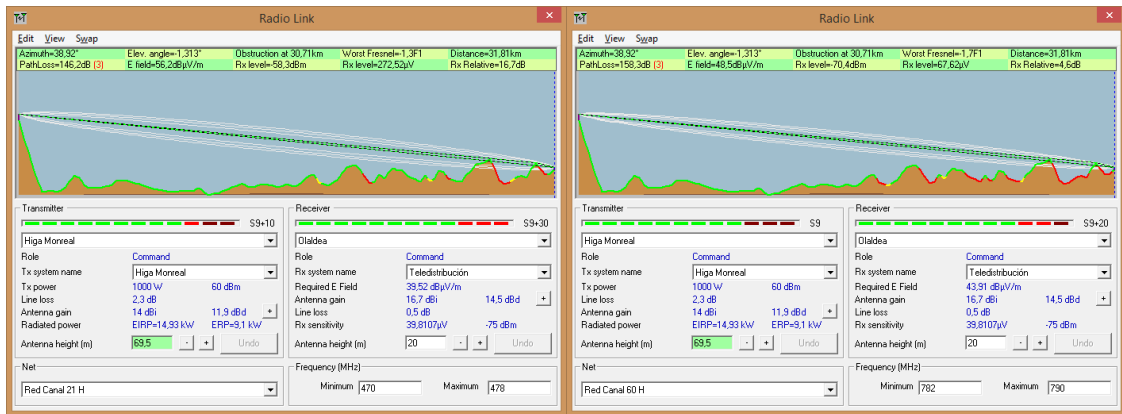


Figura 9.97: Enlaces *Radio Link* canal 21 y 60 respectivamente en la Teledistribución de Olalde.

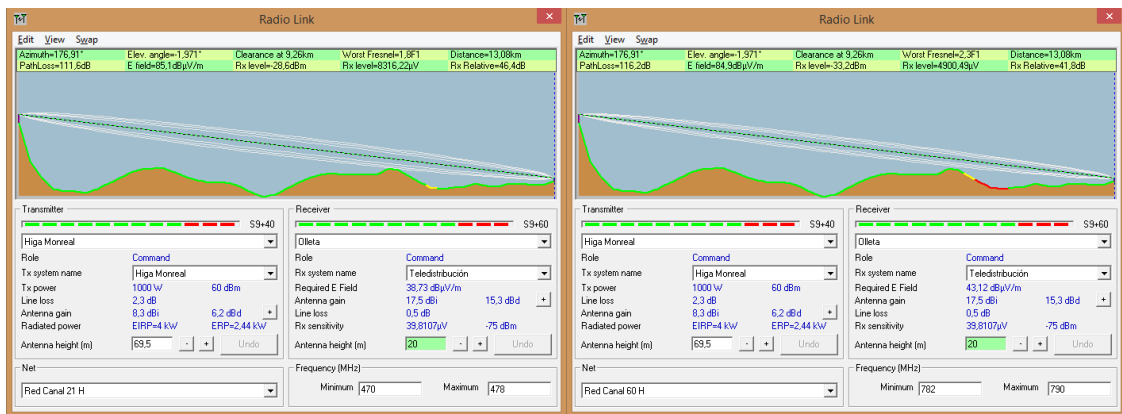


Figura 9.98: Enlaces *Radio Link* canal 21 y 60 respectivamente en la Teledistribución de Olleta.

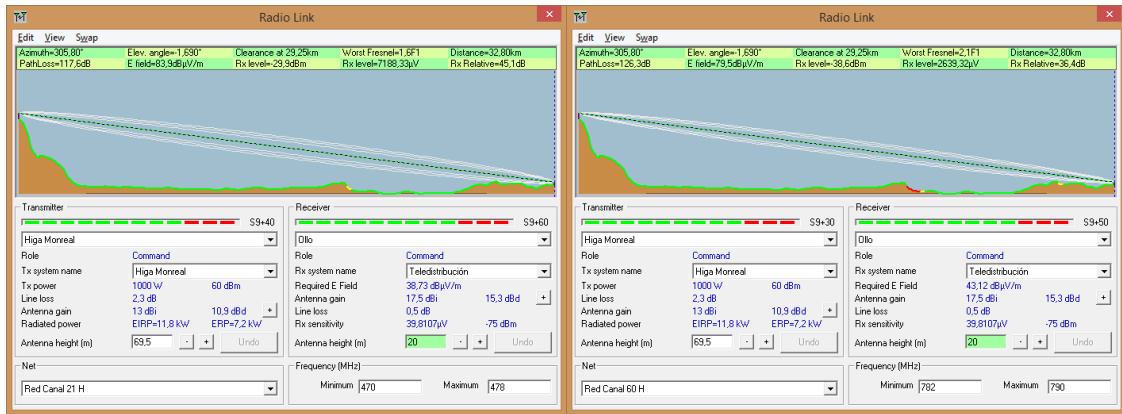


Figura 9.99: Enlaces Radio Link canal 21 y 60 respectivamente en la Teledistribución de Olló.

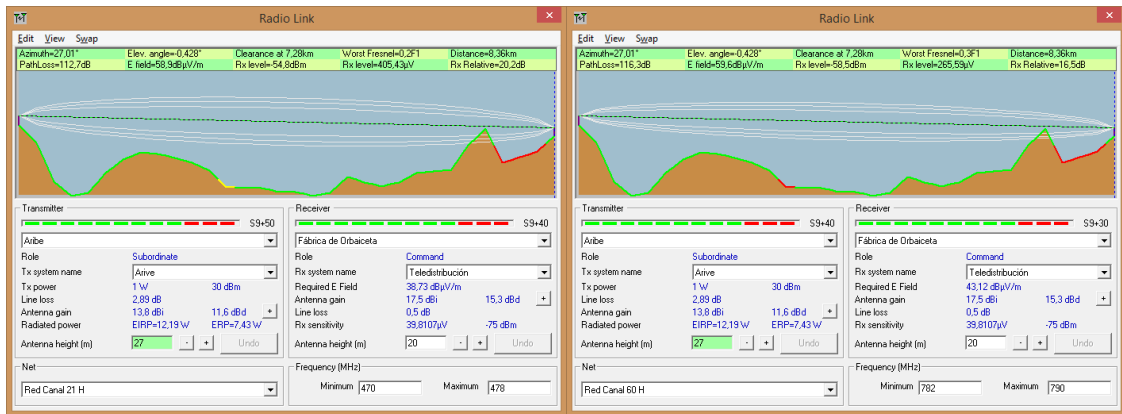


Figura 9.100: Enlaces Radio Link canal 21 y 60 respectivamente en la Teledistribución de Orbaiceta.

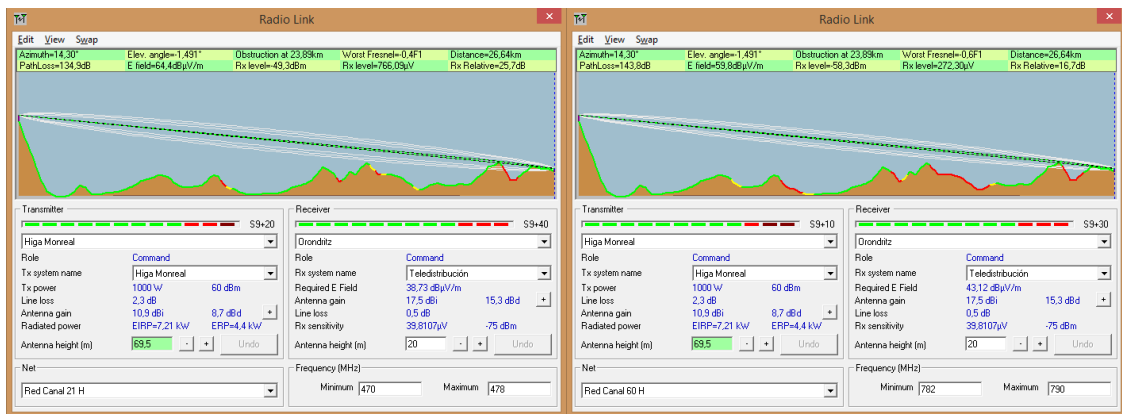


Figura 9.101: Enlaces Radio Link canal 21 y 60 respectivamente en la Teledistribución de Orondritz.

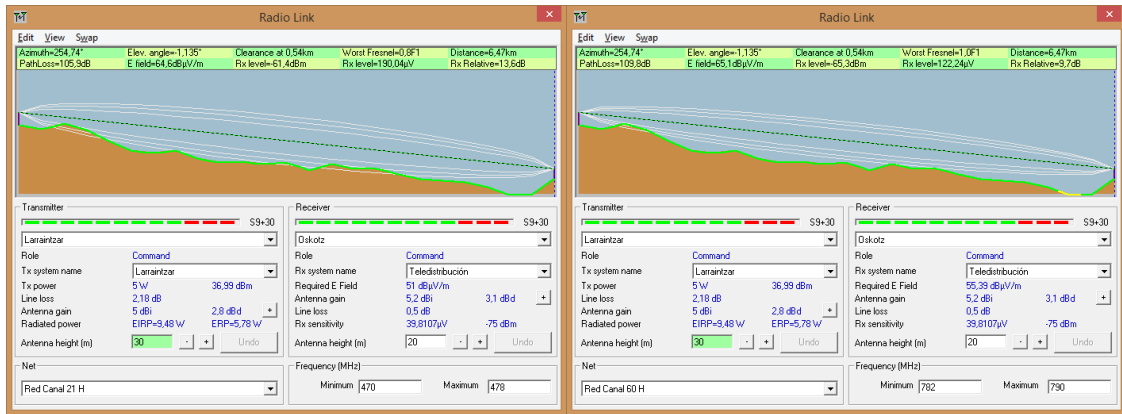


Figura 9.102: Enlaces Radio Link canal 21 y 60 respectivamente en la Teledistribución de Oskotz.

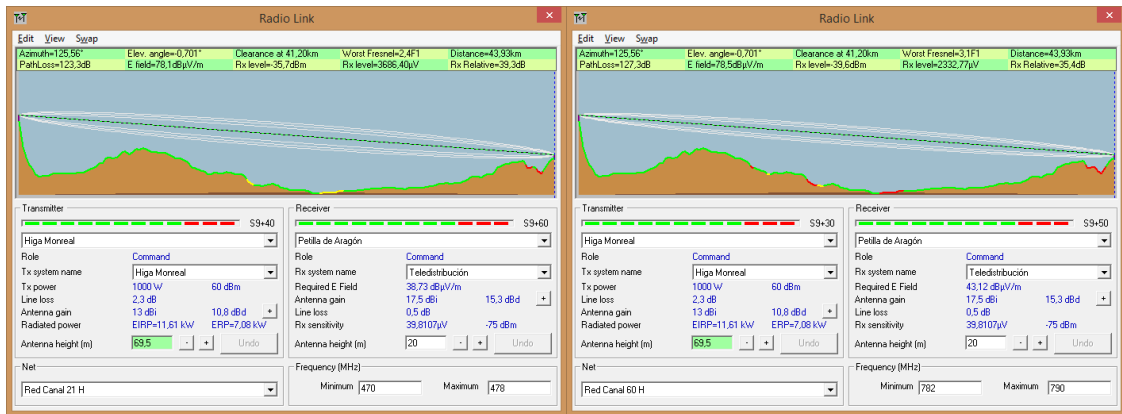


Figura 9.103: Enlaces Radio Link canal 21 y 60 respectivamente en la Teledistribución de Petilla de Aragón.

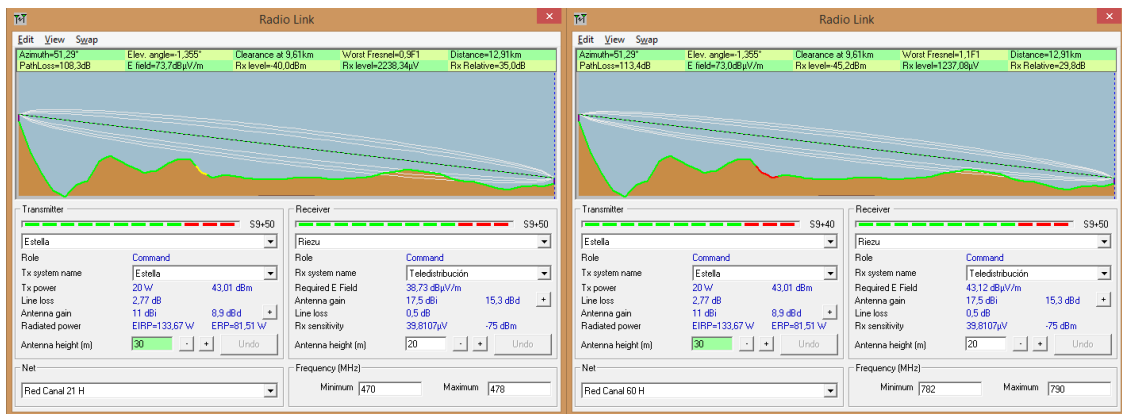


Figura 9.104: Enlaces Radio Link canal 21 y 60 respectivamente en la Teledistribución de Riezu.

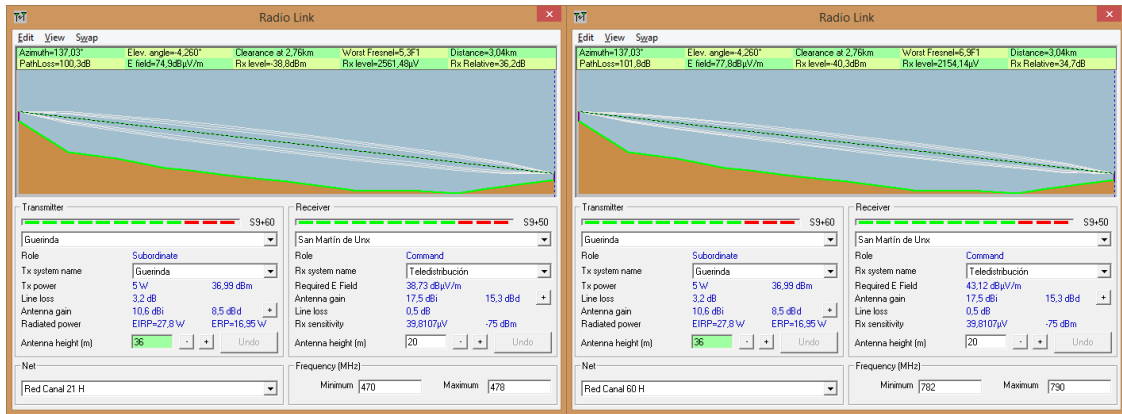


Figura 9.105: Enlaces Radio Link canal 21 y 60 respectivamente en la Teledistribución de San Martín de Unx.

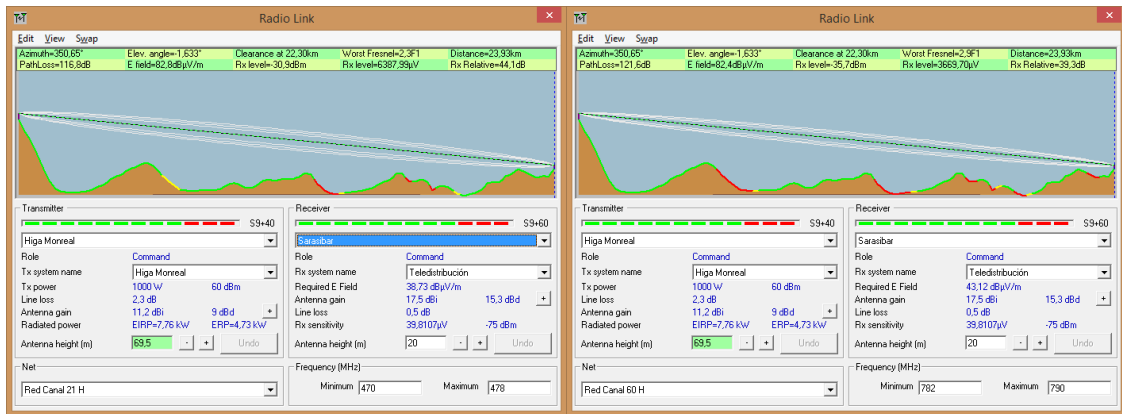


Figura 9.106: Enlaces Radio Link canal 21 y 60 respectivamente en la Teledistribución de Sarasibar.

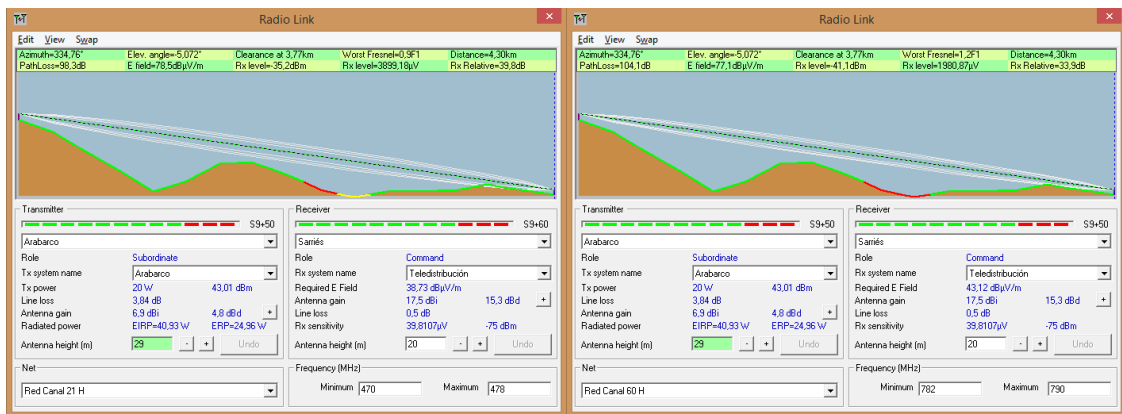


Figura 9.107: Enlaces Radio Link canal 21 y 60 respectivamente en la Teledistribución de Sarriés.

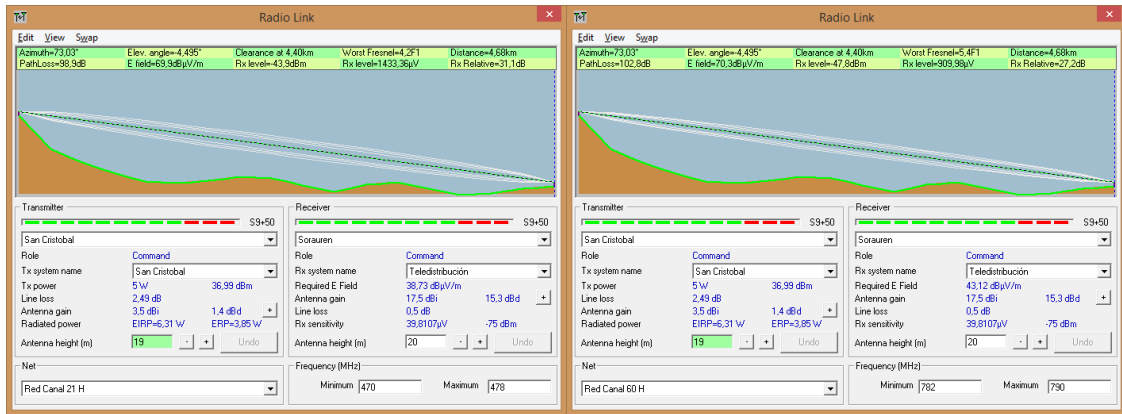


Figura 9.108: Enlaces Radio Link canal 21 y 60 respectivamente en la Teledistribución de Sorausen.

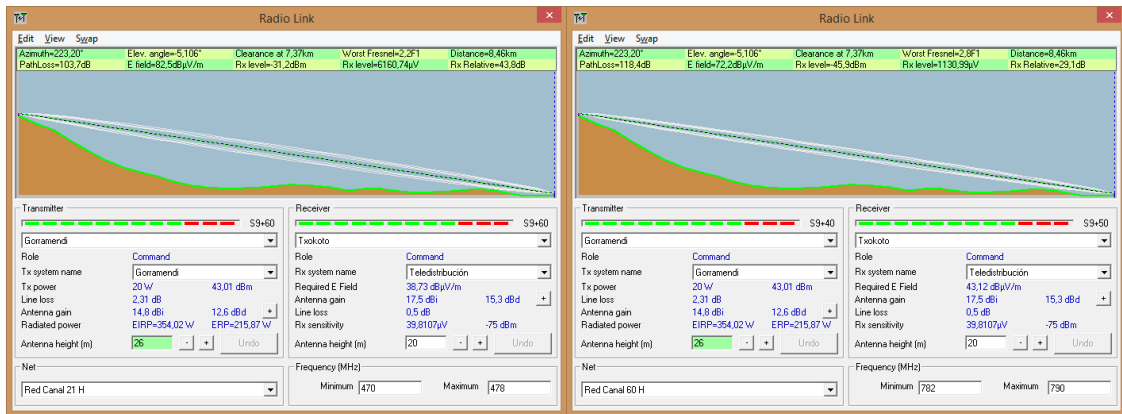


Figura 9.109: Enlaces Radio Link canal 21 y 60 respectivamente en la Teledistribución de Txokoto.

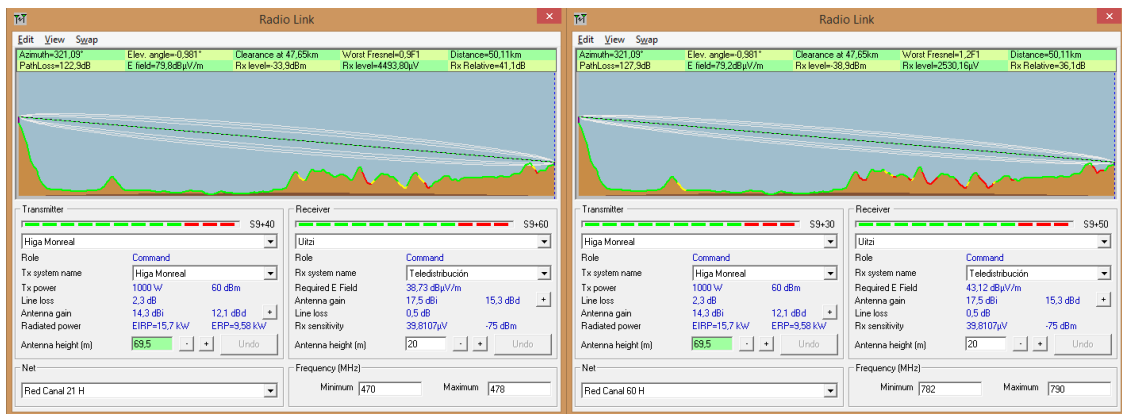


Figura 9.110: Enlaces Radio Link canal 21 y 60 respectivamente en la Teledistribución de Uitzu.

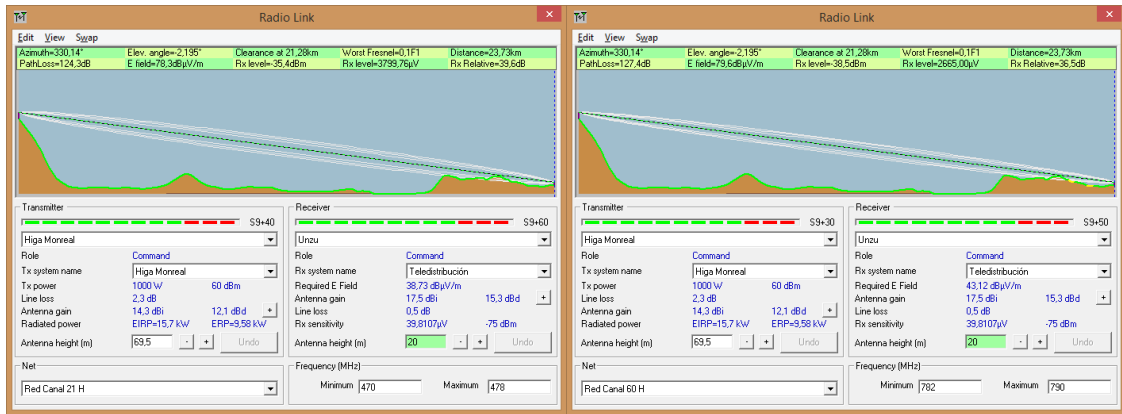


Figura 9.111: Enlaces *Radio Link* canal 21 y 60 respectivamente en la Teledistribución de Unzu.

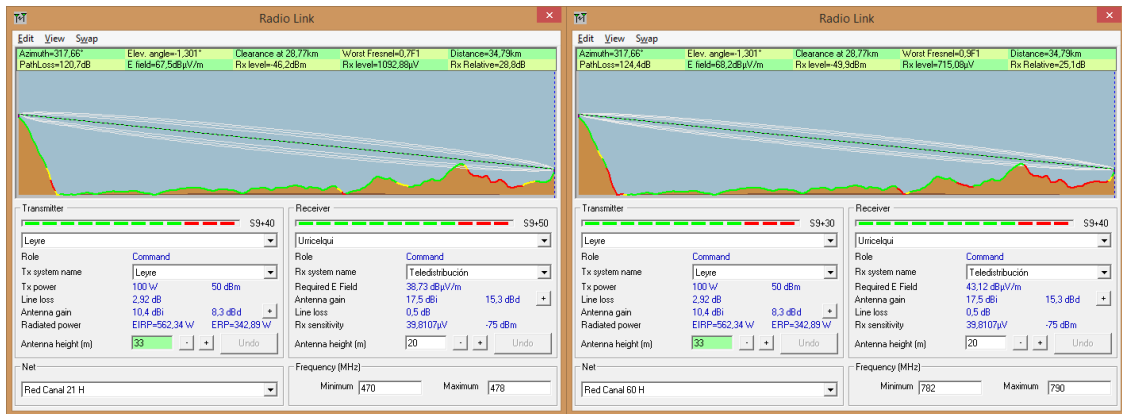


Figura 9.112: Enlaces *Radio Link* canal 21 y 60 respectivamente en la Teledistribución de Urricelqui.

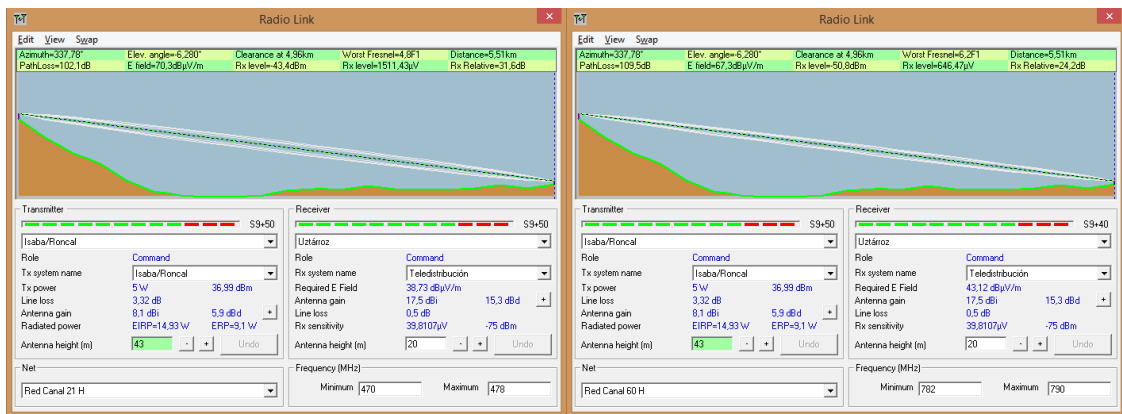


Figura 9.113: Enlaces *Radio Link* canal 21 y 60 respectivamente en la Teledistribución de Uztároz.

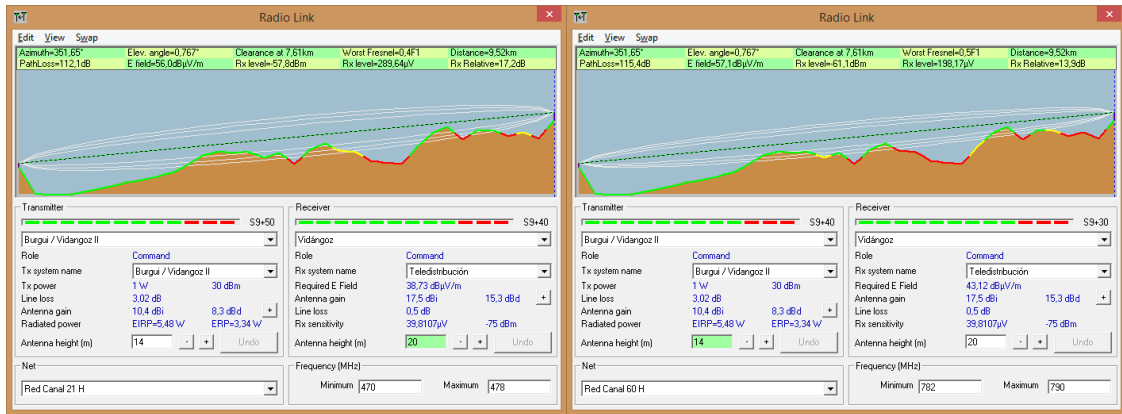


Figura 9.114: Enlaces Radio Link canal 21 y 60 respectivamente en la Teledistribución de Vidangoz.

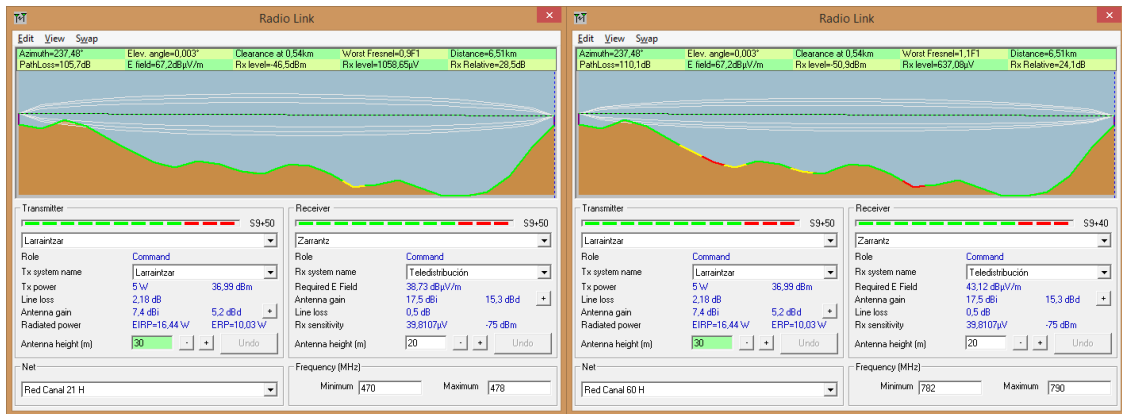


Figura 9.115: Enlaces Radio Link canal 21 y 60 respectivamente en la Teledistribución de Zarrantz.

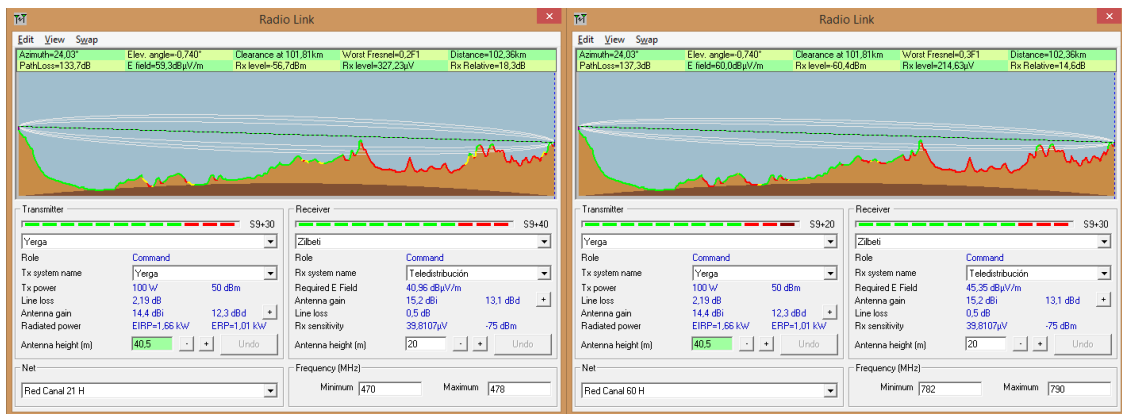


Figura 9.116: Enlaces Radio Link canal 21 y 60 respectivamente en la Teledistribución de Zilbete.

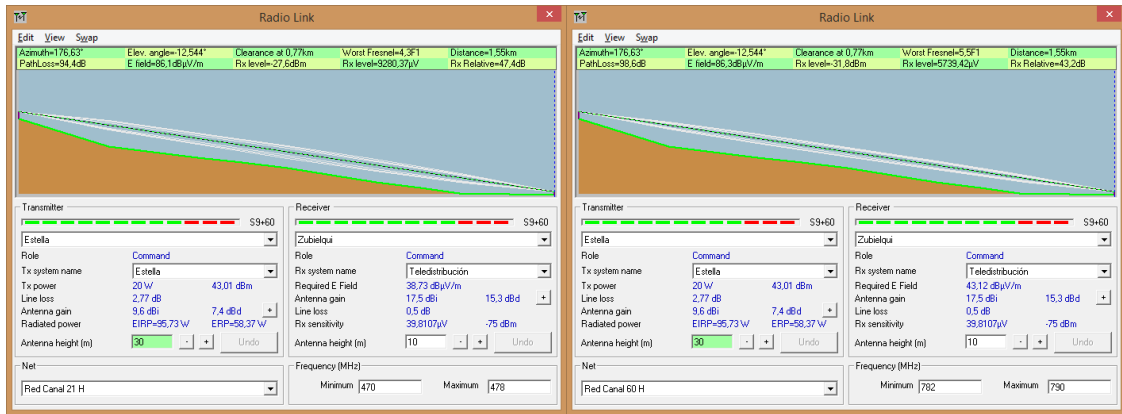


Figura 9.117: Enlaces Radio Link canal 21 y 60 respectivamente en la Teledistribución de Zubielqui.

B.2. Coberturas de los transmisores

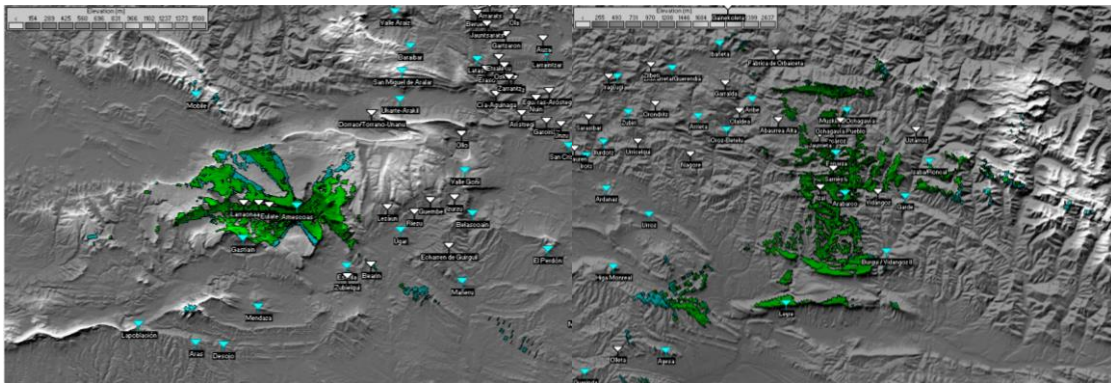


Figura 9.118: Cobertura del transmisor en CT Amescoas canal 21 y 60.

Figura 9.119: Cobertura del transmisor en CT Arabarco canal 21 y 60.

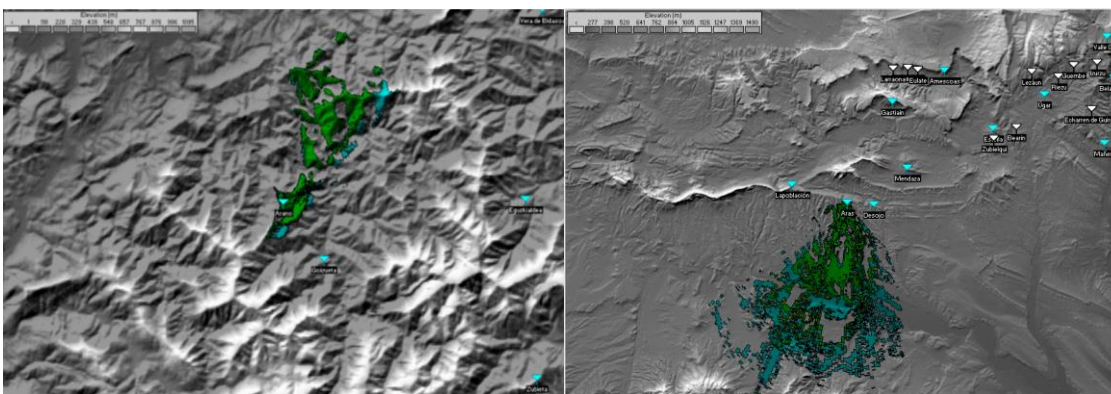


Figura 9.120: Cobertura del transmisor en CT Arano canal 21 y 60.

Figura 9.121: Cobertura del transmisor en CT Aras canal 21 y 60.

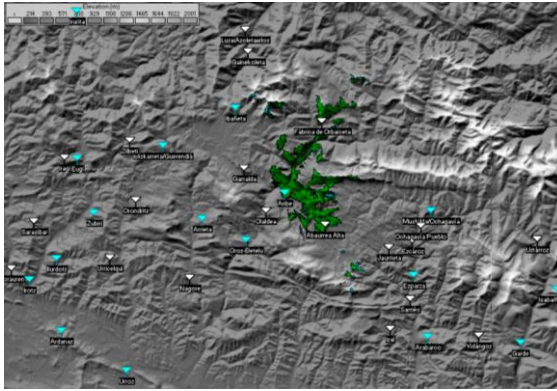


Figura 9.122: Cobertura del transmisor en CT Arive canal 21 y 60.

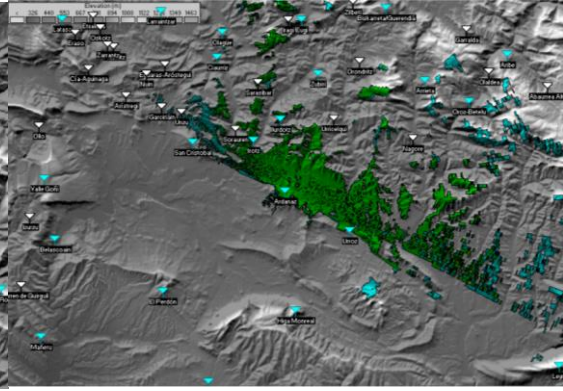


Figura 9.123: Cobertura del transmisor en CT Ardanaz canal 21 y 60.

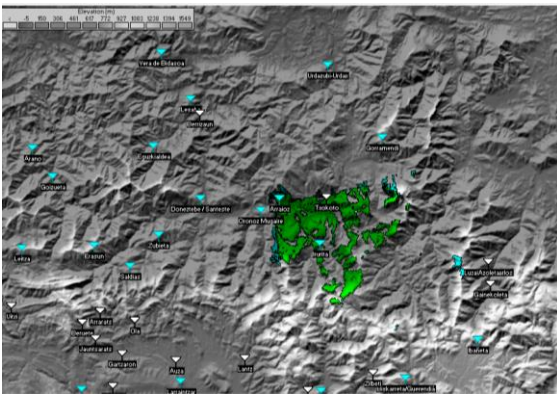


Figura 9.124: Cobertura del transmisor en CT Arraioz canal 21 y 60.

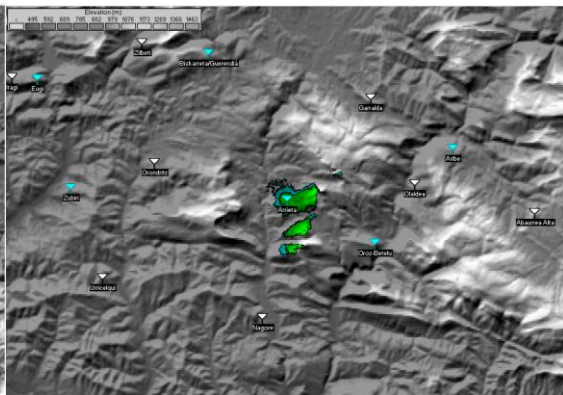


Figura 9.125: Cobertura del transmisor en CT Arrieta canal 21 y 60.

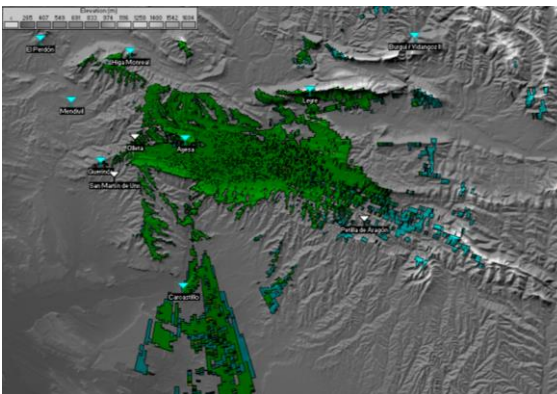


Figura 9.126: Cobertura del transmisor en CT Ayesa canal 21 y 60.

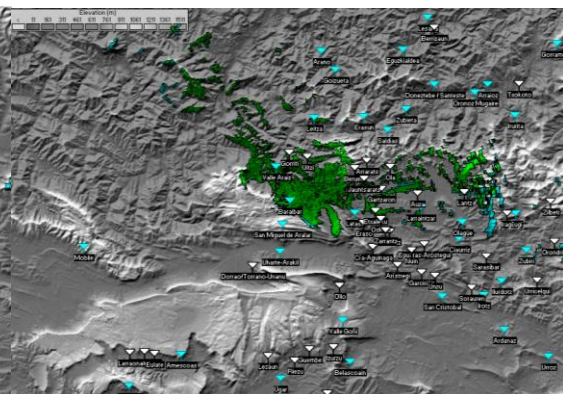


Figura 9.127: Cobertura del transmisor en CT Baraibar canal 21 y 60.

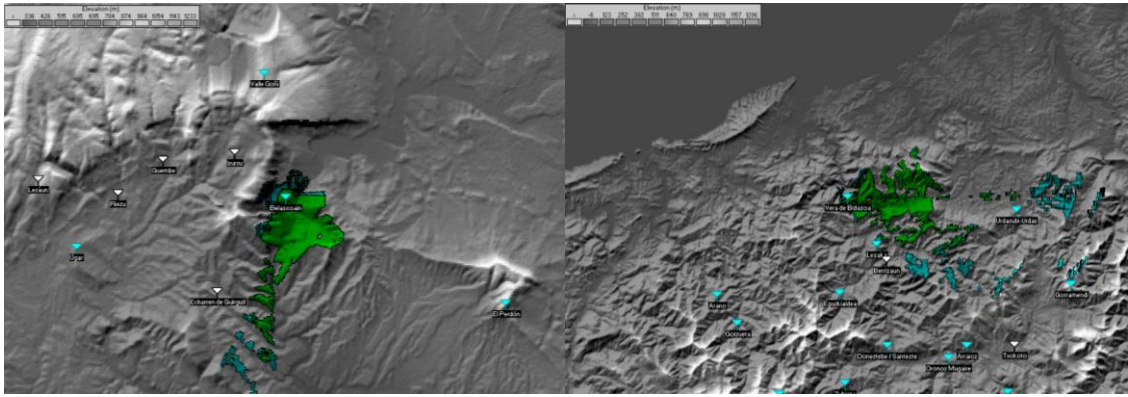


Figura 9.128: Cobertura del transmisor en CT Belascoain canal 21 y 60.

Figura 9.129: Cobertura del transmisor en CT Bera canal 21 y 60.

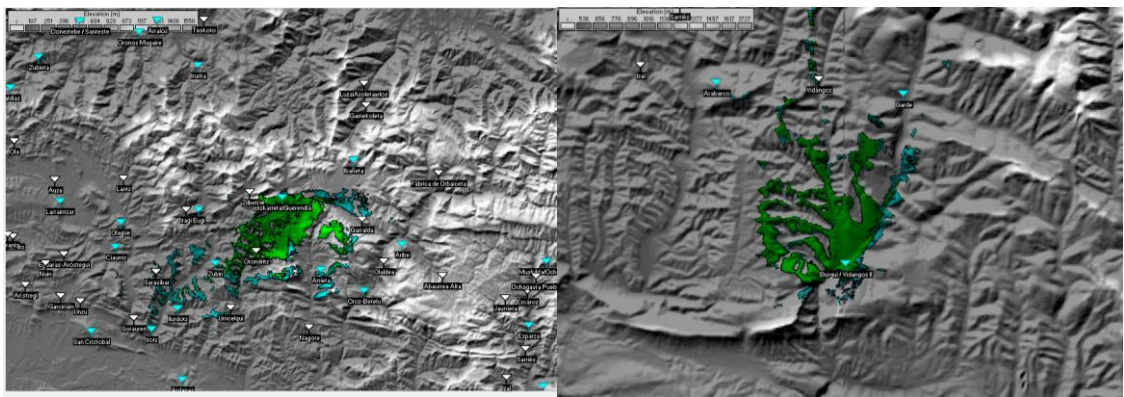


Figura 9.130: Cobertura del transmisor en CT Biskarreta canal 21 y 60.

Figura 9.131: Cobertura del transmisor en CT Burgui canal 21 y 60.

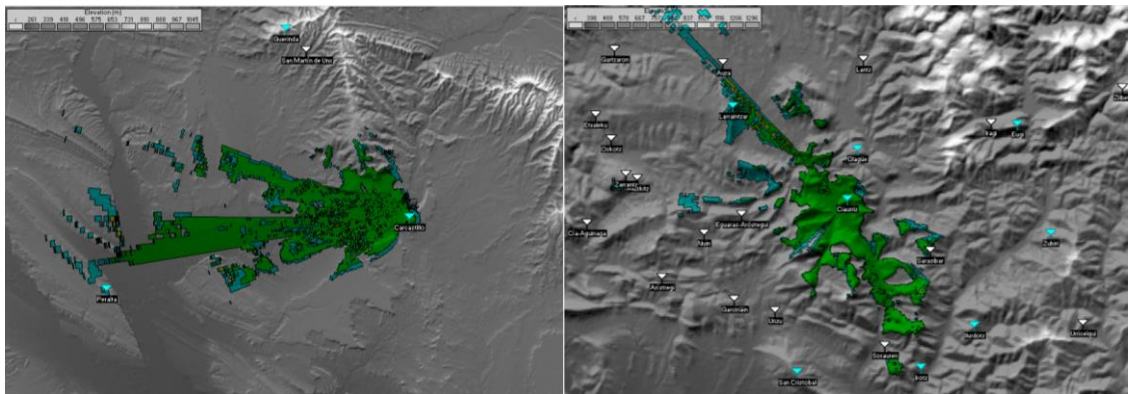


Figura 9.132: Cobertura del transmisor en CT Carcastillo canal 21 y 60.

Figura 9.133: Cobertura del transmisor en CT Ciaurritz canal 21 y 60.

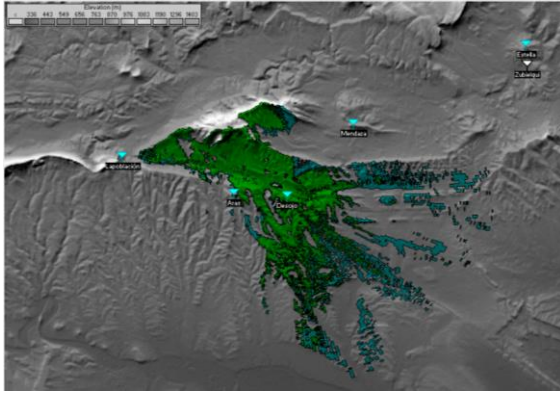


Figura 9.134: Cobertura del transmisor en CT Desojo canal 21 y 60.

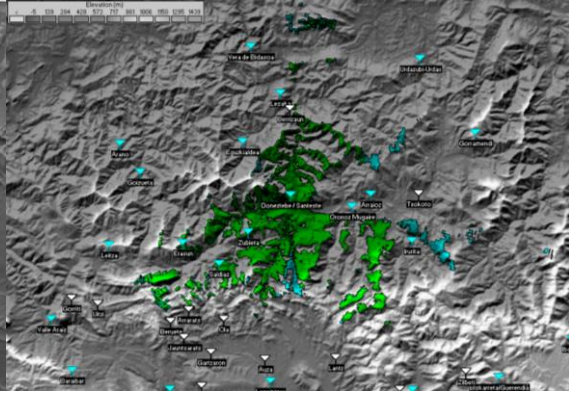


Figura 9.135: Cobertura del transmisor en CT Santesteban canal 21 y 60.

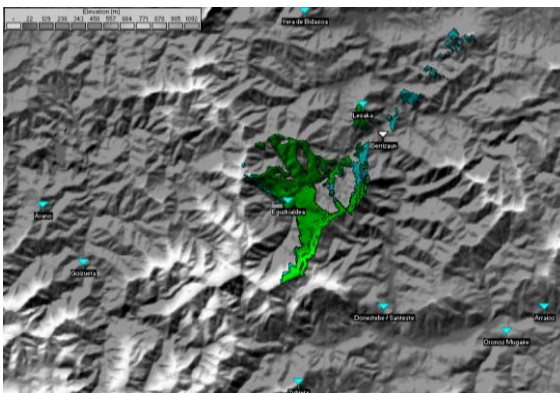


Figura 9.136: Cobertura del transmisor en CT Eguzkialdea canal 21 y 60.

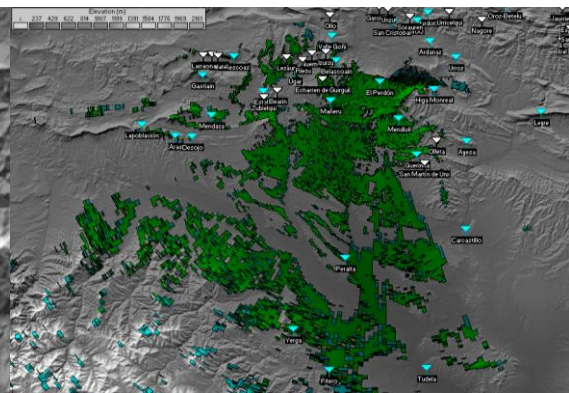


Figura 9.137: Cobertura del transmisor en CT El Perdón canal 21 y 60.

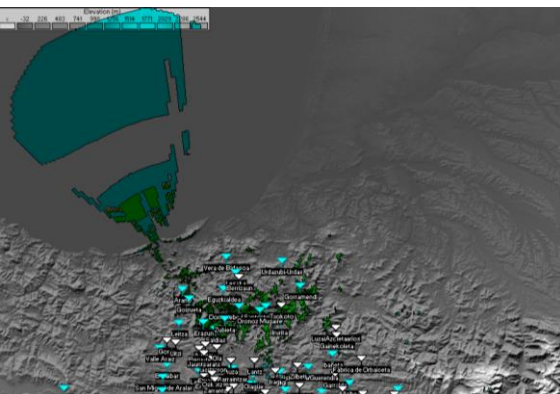


Figura 9.138: Cobertura del transmisor en CT Erason canal 21 y 60.

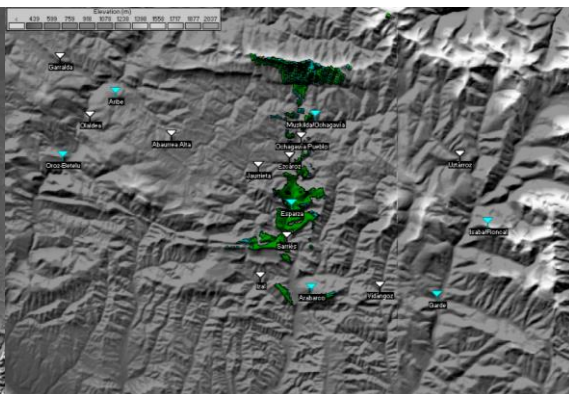


Figura 9.139: Cobertura del transmisor en CT Esparza canal 21 y 60.

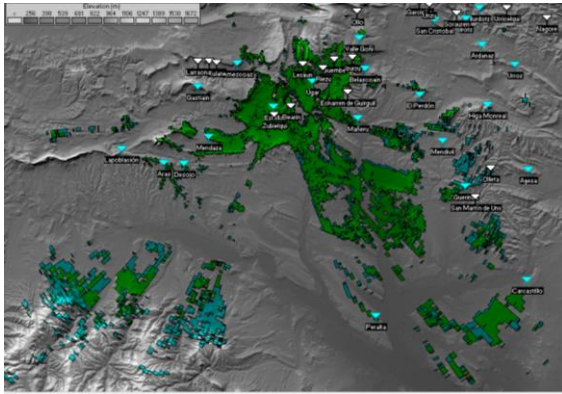


Figura 9.140: Cobertura del transmisor en CT Estella canal 21 y 60.

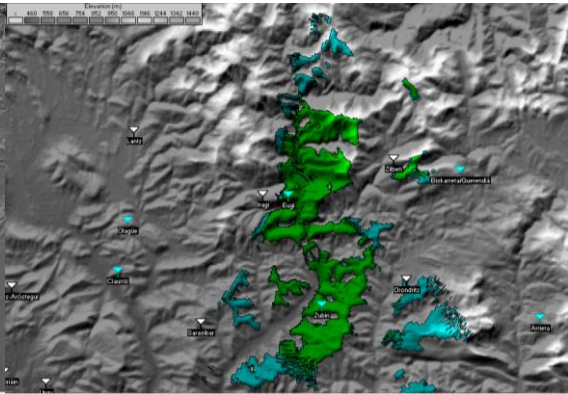


Figura 9.141: Cobertura del transmisor en CT Eugui canal 21 y 60.

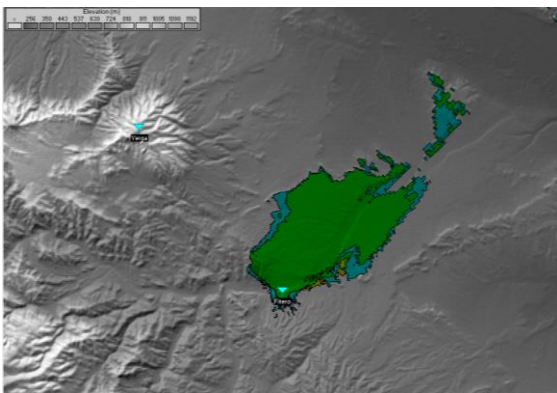


Figura 9.142: Cobertura del transmisor en CT Fitero canal 21 y 60.

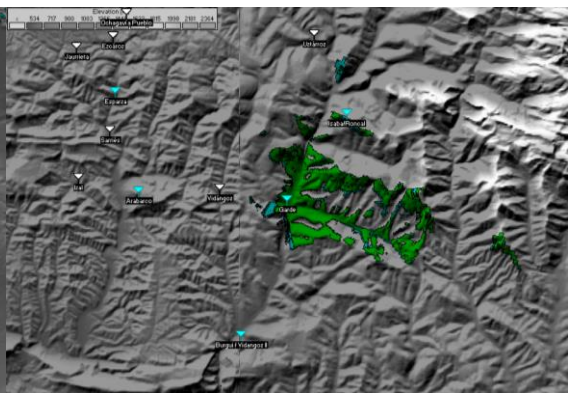


Figura 9.143: Cobertura del transmisor en CT Garde canal 21 y 60.

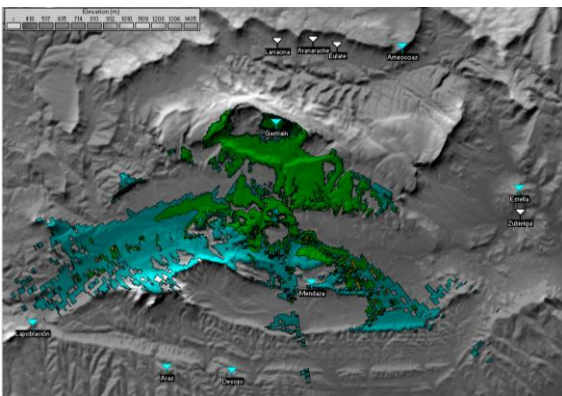


Figura 9.144: Cobertura del transmisor en CT Gastiáin canal 21 y 60.

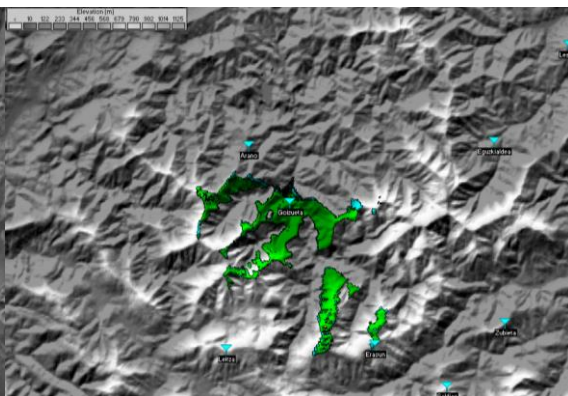


Figura 9.145: Cobertura del transmisor en CT Goizueta canal 21 y 60.

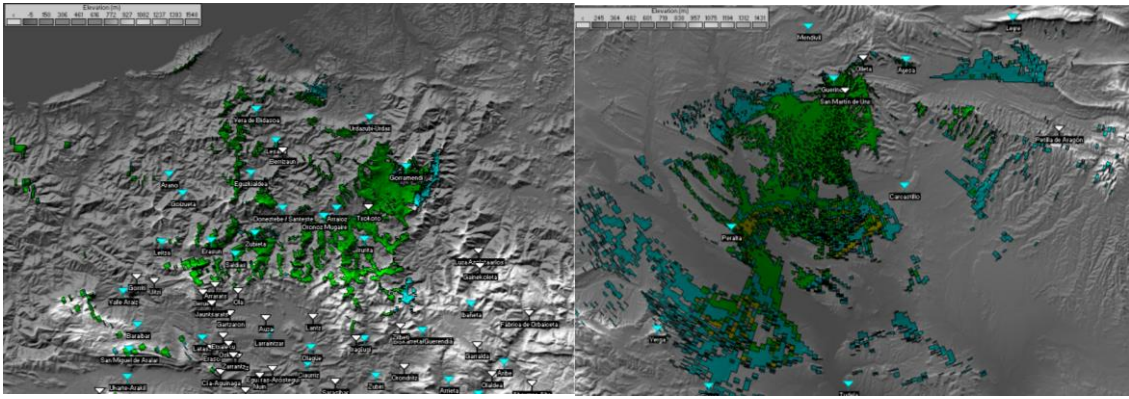


Figura 9.146: Cobertura del transmisor en CT Gorramedi canal 21 y 60. Figura 9.147: Cobertura del transmisor en CT Guerinda canal 21 y 60.

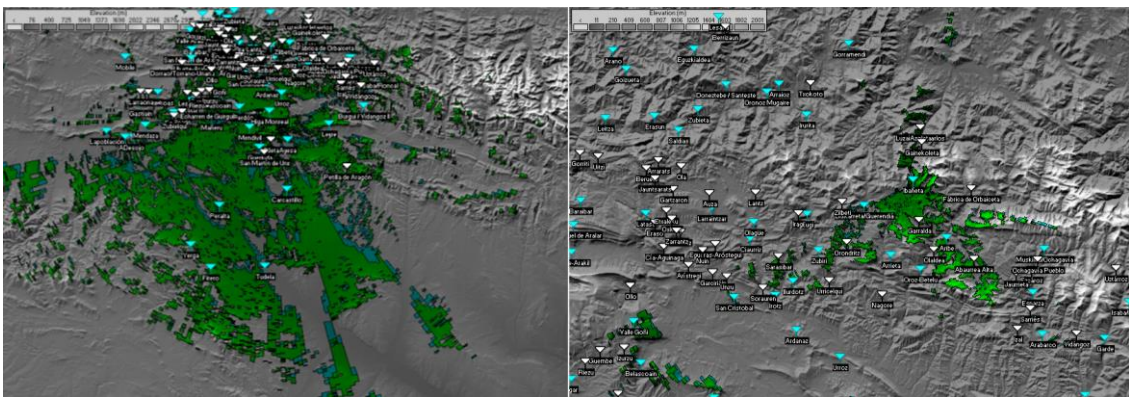


Figura 9.148: Cobertura del transmisor en CT Higa canal 21 y 60. Figura 9.149: Cobertura del transmisor en CT Ibañeta canal 21 y 60.

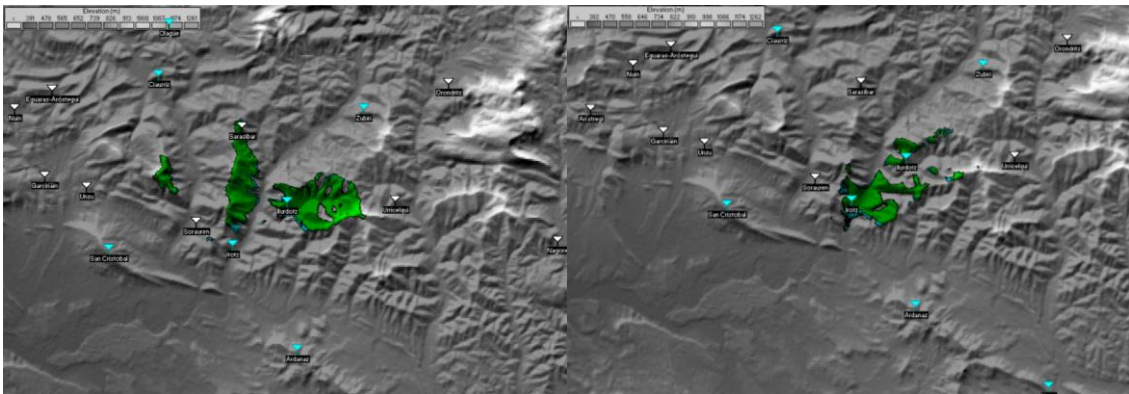


Figura 9.150: Cobertura del transmisor en CT Ilurdoz canal 21 y 60. Figura 9.151: Cobertura del transmisor en CT Iroz canal 21 y 60.

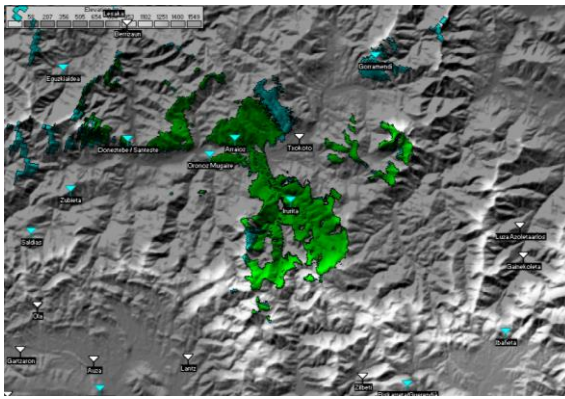


Figura 9.152: Cobertura del transmisor en CT Irurita canal 21 y 60.

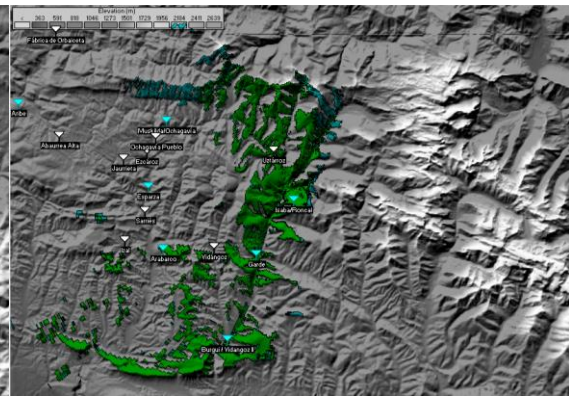


Figura 9.153: Cobertura del transmisor en CT Roncal canal 21 y 60.

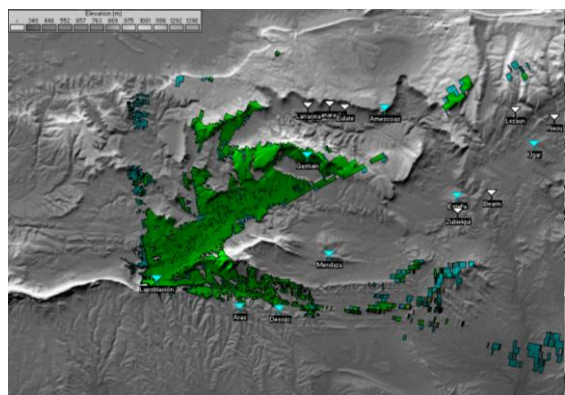


Figura 9.154: Cobertura del transmisor en CT Lapoblación canal 21 y 60.

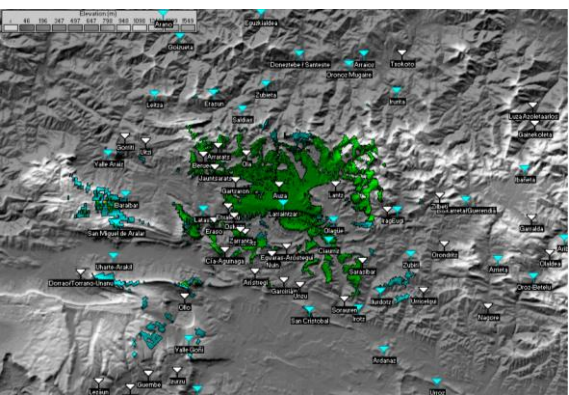


Figura 9.155: Cobertura del transmisor en CT Larrainzar canal 21 y 60.

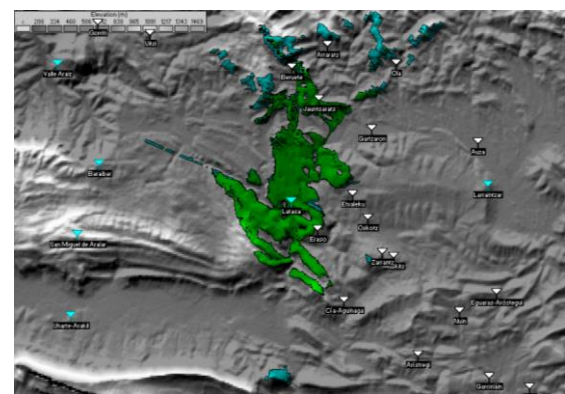


Figura 9.156: Cobertura del transmisor en CT Latasa canal 21 y 60.

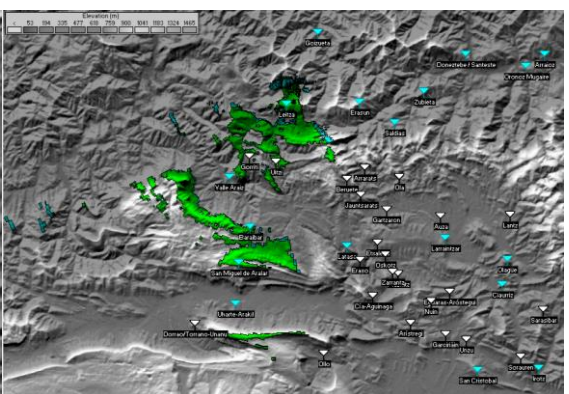


Figura 9.157: Cobertura del transmisor en CT Leitza canal 21 y 60.

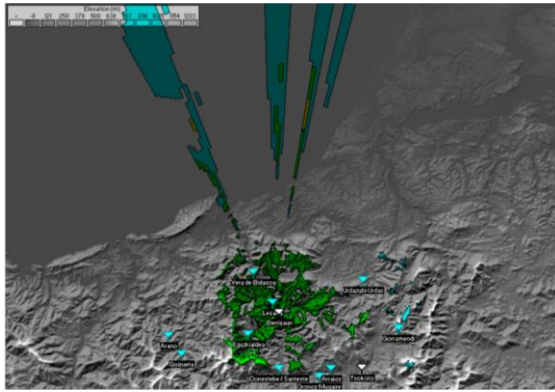


Figura 9.158: Cobertura del transmisor en CT Lesaka canal 21 y 60.

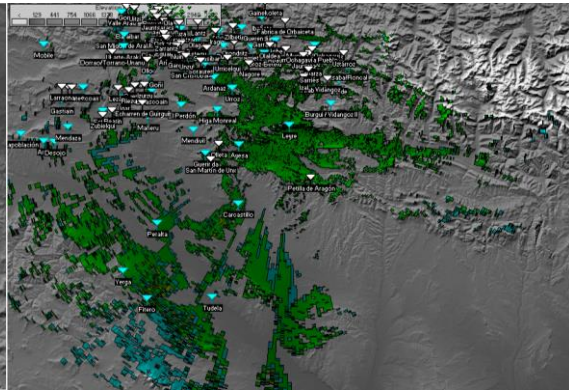


Figura 9.159: Cobertura del transmisor en CT Leyre canal 21 y 60.

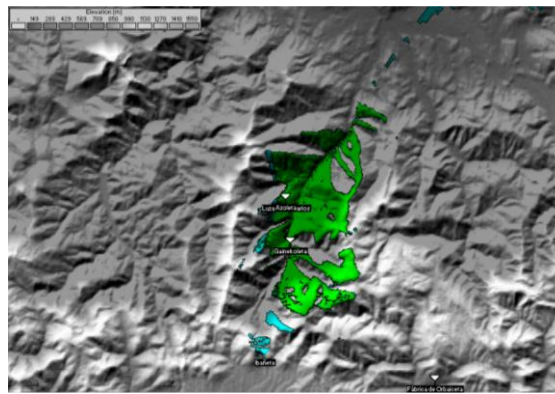


Figura 9.160: Cobertura del transmisor en CT Valcarlos canal 21 y 60.

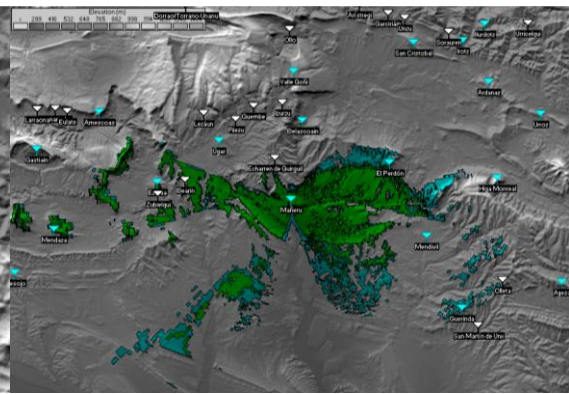


Figura 9.161: Cobertura del transmisor en CT Mañeru canal 21 y 60.

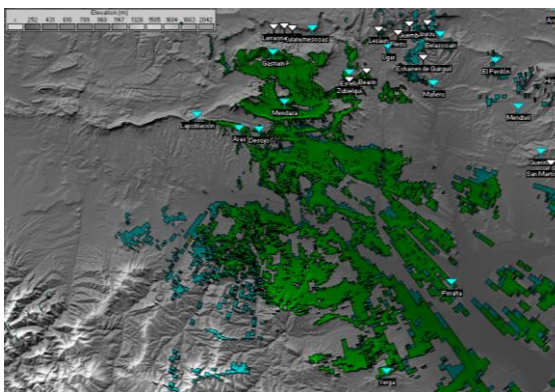


Figura 9.162: Cobertura del transmisor en CT Mendaza canal 21 y 60.

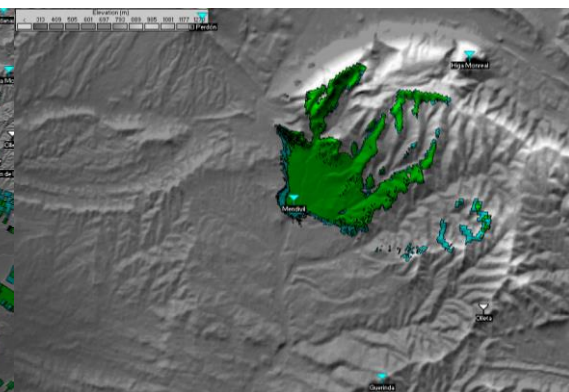


Figura 9.163: Cobertura del transmisor en CT Mendivil canal 21 y 60.

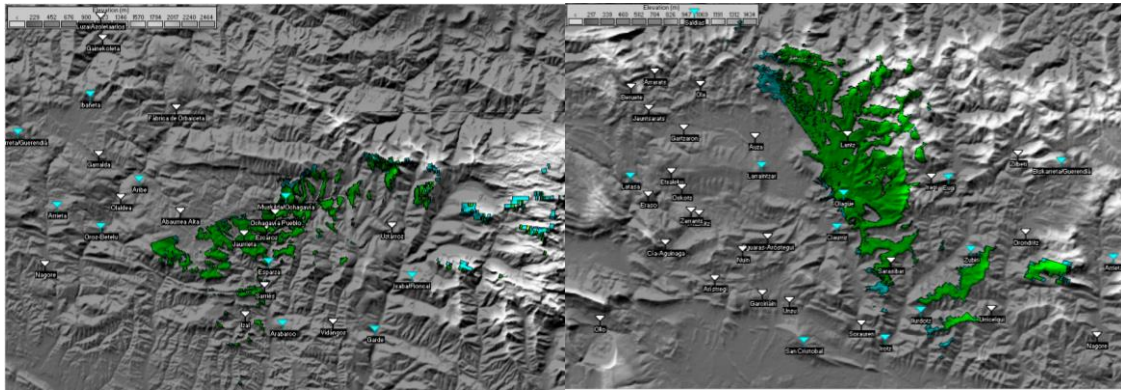


Figura 9.164: Cobertura del transmisor en CT Muskilda canal 21 y 60.

Figura 9.165: Cobertura del transmisor en CT Olagüe canal 21 y 60.

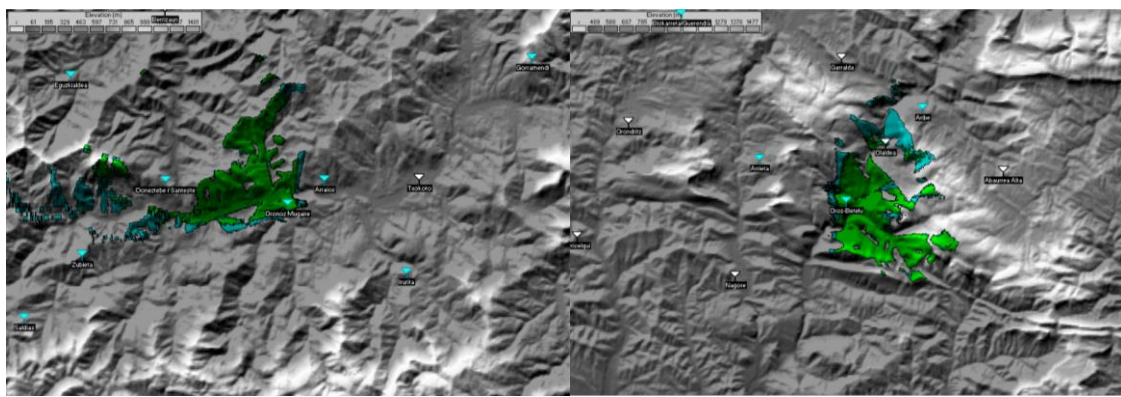


Figura 9.166: Cobertura del transmisor en CT Oronoz Mugaire canal 21 y 60. Figura 9.167: Cobertura del transmisor en CT Oroz Betelu canal 21 y 60.

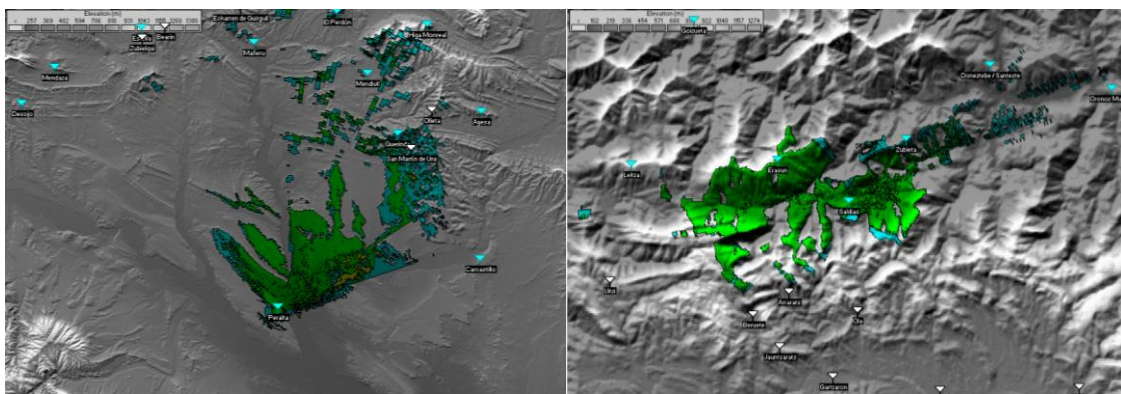


Figura 9.168: Cobertura del transmisor en CT Peralta canal 21 y 60.

Figura 9.169: Cobertura del transmisor en CT Saldias canal 21 y 60.

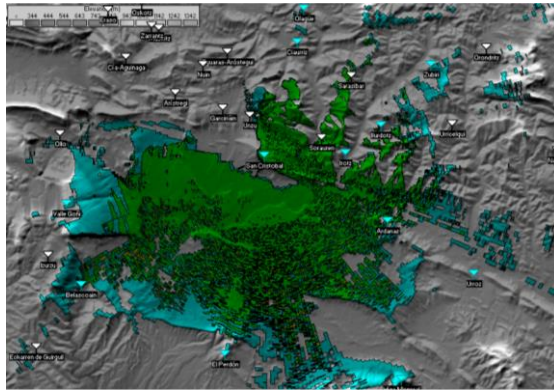


Figura 9.170: Cobertura del transmisor en CT S. Cristobal canal 21 y 60.

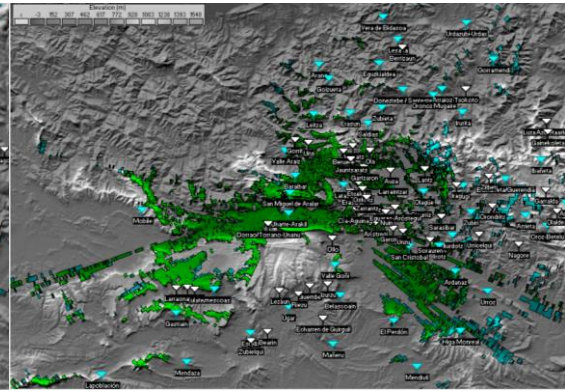


Figura 9.171: Cobertura del transmisor en CT Aralar canal 21 y 60.

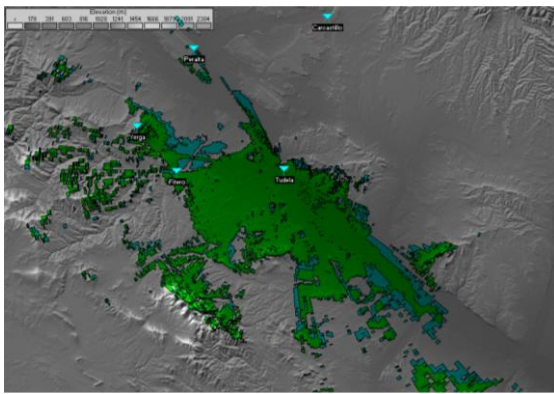


Figura 9.172: Cobertura del transmisor en CT Tudela canal 21 y 60.

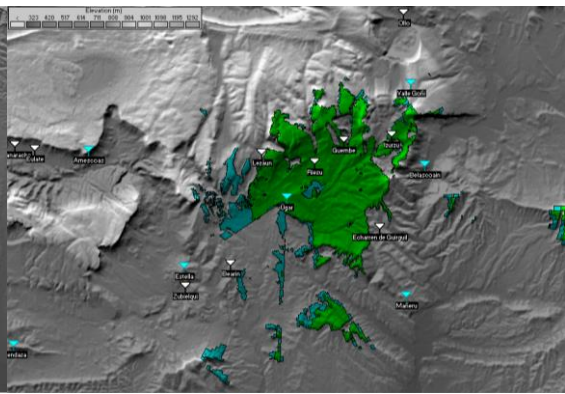


Figura 9.173: Cobertura del transmisor en CT Ugar canal 21 y 60.

57. UHARTE-ARAKIL

58. URDAX

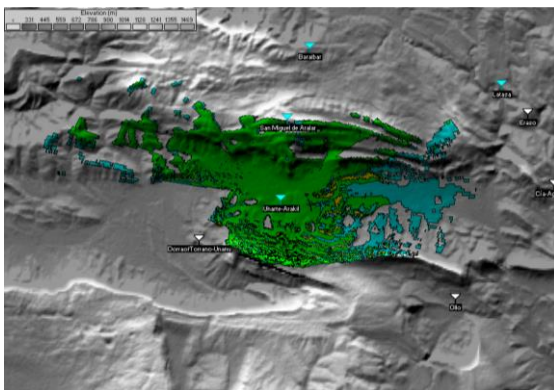


Figura 9.174: Cobertura del transmisor en CT Uharte Arakil canal 21 y 60.

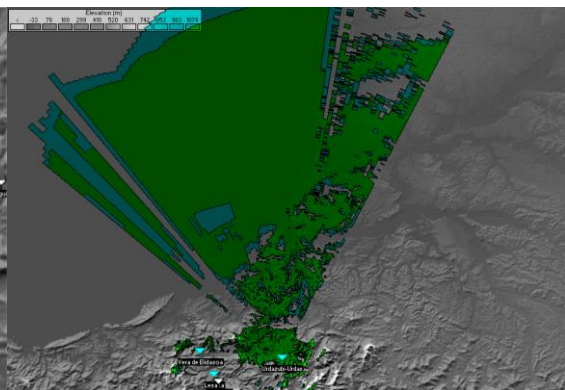


Figura 9.175: Cobertura del transmisor en CT Urdax canal 21 y 60.

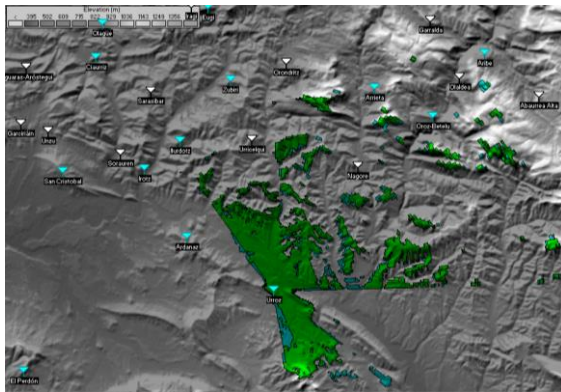


Figura 9.176: Cobertura del transmisor en CT Urroz canal 21 y 60.

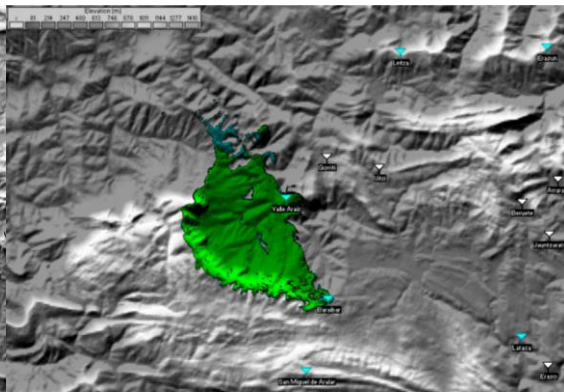


Figura 9.177: Cobertura del transmisor en CT Valle Araiz canal 21 y 60.

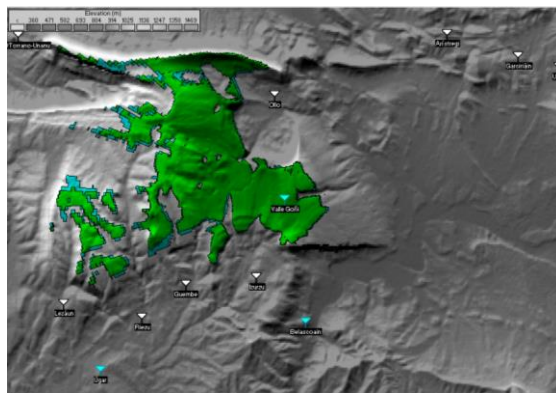


Figura 9.178: Cobertura del transmisor en CT Valle Goñi canal 21 y 60.

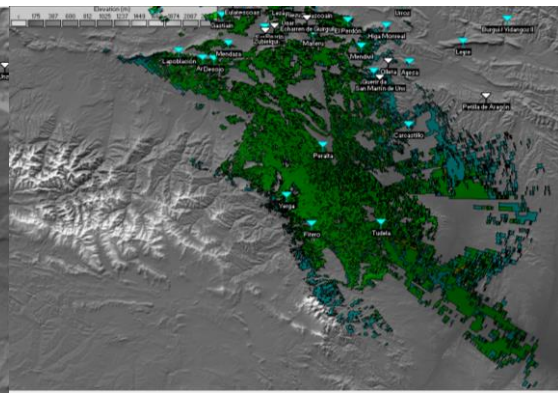


Figura 9.179: Cobertura del transmisor en CT Yerga canal 21 y 60.

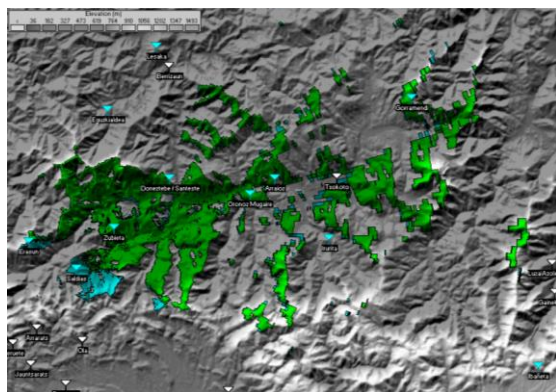


Figura 9.180: Cobertura del transmisor en CT Zubieta canal 21 y 60.

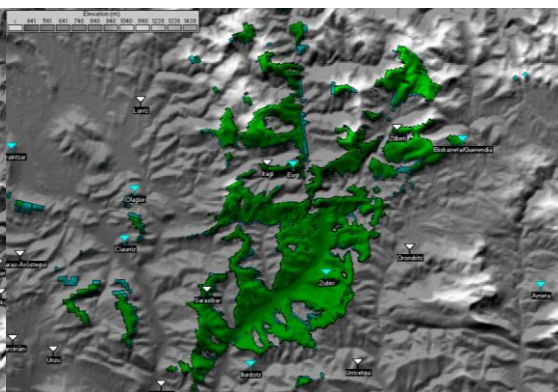


Figura 9.181: Cobertura del transmisor en CT Zubiri canal 21 y 60.

B.3. Niveles de señal en un punto

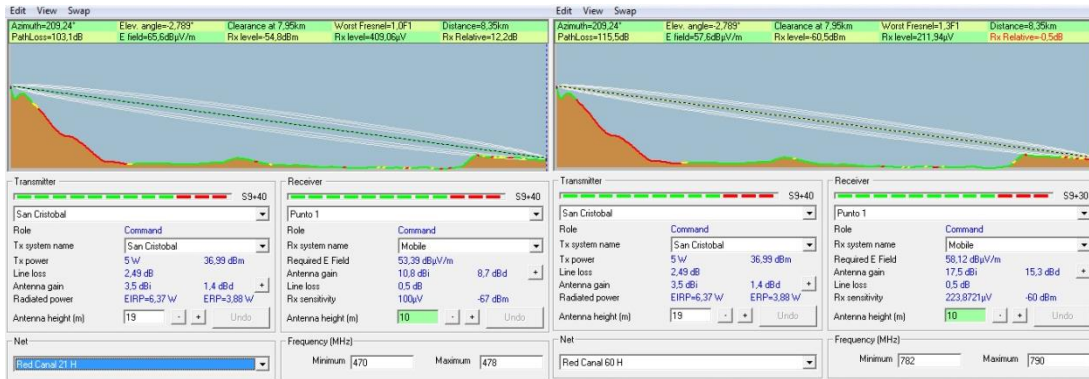


Figura 9.182: Enlaces Radio Link canal 21 y 60 respectivamente en el Punto 1.

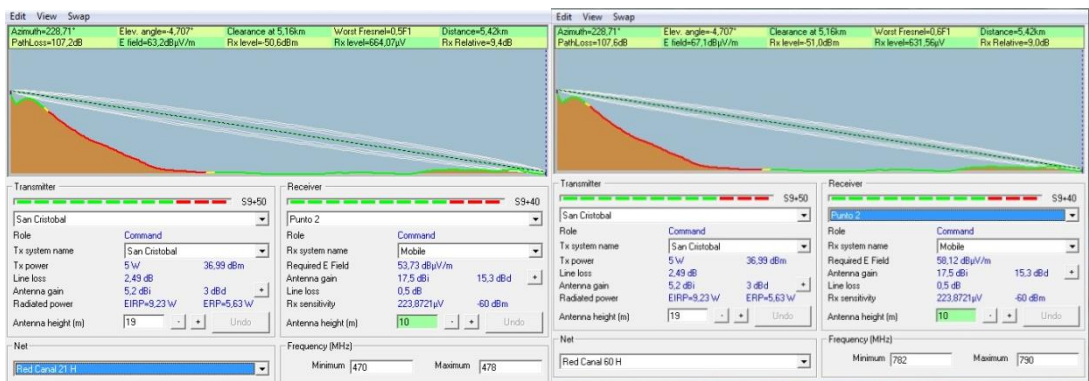


Figura 9.183: Enlaces Radio Link canal 21 y 60 respectivamente en el Punto 2.

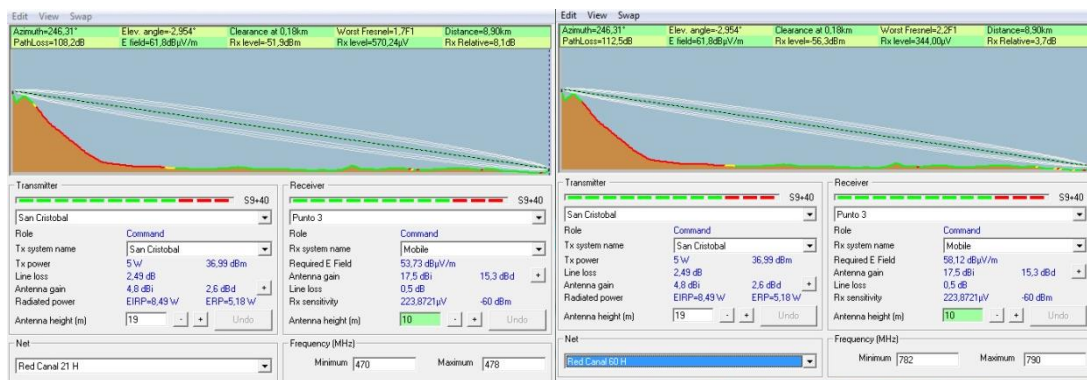


Figura 9.184: Enlaces Radio Link canal 21 y 60 respectivamente en el Punto 3.

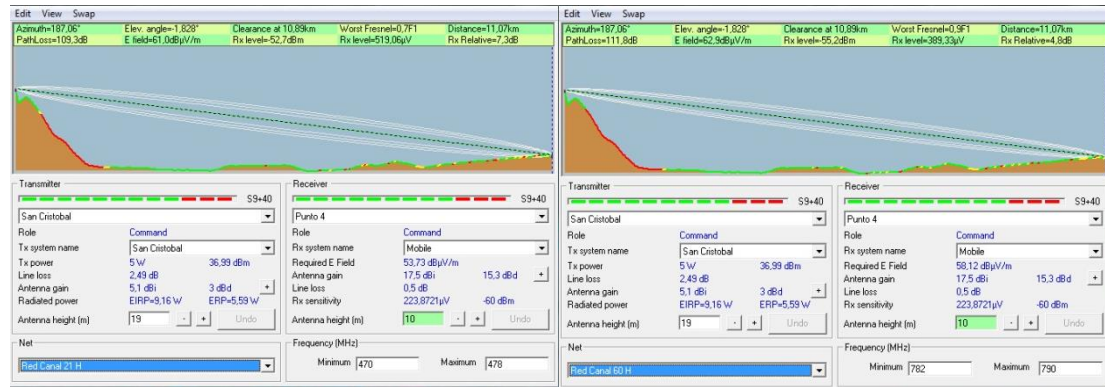


Figura 9.185: Enlaces Radio Link canal 21 y 60 respectivamente en el Punto 4.

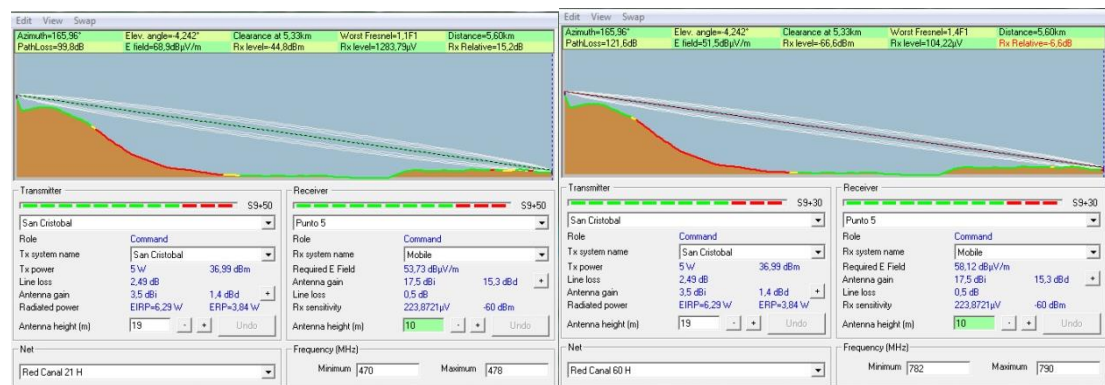


Figura 9.186: Enlaces Radio Link canal 21 y 60 respectivamente en el Punto 5.

C. Equipamiento

C.1. Transmisores y reemisores

C.1.1. Tablas

C.1.1.1. Transmisores BTESA

	Características básicas			
	Modos de transmisión	Normas	Funcionamiento	Ancho de banda (MHz)
TRANSMISORES STAND-ALONE BAJA Y MEDIA POTENCIA	MFN & SFN	DVB-T/H-T2/T2Lite, ATSC, ISDB-T (Dig.), Anal. y Radio.	Transmisor	1.7, 5, 6, 7 y 8
TRANSMISORES DE MEDIA POTENCIA Series TTD - Refrigeración por aire	MFN & SFN	Analógico, DVB-T/H, DVB-T2, ISDB-T, ATSC	Transmisor	1.7, 5, 6, 7 y 8
TRANSMISORES DE ALTA POTENCIA Series LTD - Refrigeración por líquido	MFN & SFN	Analógico, DVB-T/H, DVB-T2, ISDB-T, ATSC	Transmisor	1.7, 5, 6, 7 y 8

Salida RF							
	Rango de frecuencia	Resolución	Pout (Wrms)	Estabilidad	MER	Hombreras	Pérdidas de retorno
TRANSMISORES STAND-ALONE BAJA Y MEDIA POTENCIA	VHF (174-862 MHz) UHF (470-862 MHz)	1 Hz	Baja potencia: 1mW-20Wrms Media potencia: 75-850Wrms (COFDM)	$\pm 5 \times 10^{-11}$ enganchado GPS (SFN)	>41dB (priorizando MER) >32dB (priorizando eficiencia)	<-47dB (priorizando MER) <-37 dB (priorizando eficiencia)	---
TRANSMISORES DE MEDIA POTENCIA Series TTD - Refrigeración por aire	VHF (174-230 MHz) UHF (470-862 MHz)	1 Hz	300W a 6kWrms en COFDM	$\pm 5 \times 10^{-11}$ enganchado GPS (SFN)	>38dB (priorizando MER) >32dB (priorizando eficiencia)	<-41dB (priorizando MER) <-35 dB (priorizando eficiencia)	---
TRANSMISORES DE ALTA POTENCIA Series LTD - Refrigeración por liquido	VHF (54-88 MHz y 174-230 MHz) UHF (470-862 MHz)	1 Hz	1.5kW-20kW en COFDM	$\pm 5 \times 10^{-11}$ enganchado GPS (SFN)	>38dB (priorizando MER) >32dB (priorizando eficiencia)	<-41dB (priorizando MER) <-35 dB (priorizando eficiencia)	---

General							
	Dimensiones (WxDxH)	Peso (Kg)	Temperatura	Alimentación	Consumo	Control y monitorización	Humedad relativa
TRANSMISORES STAND-ALONE BAJA Y MEDIA POTENCIA	Baja potencia: 1RU Media potencia (Doherty): 7RU	---	0 hasta 45°C	<150W: 110/220 VAC ±20% 50Hz/60Hz. Opción 48VDC redundante >300W: 110/220/3x220/3x280V	---	Local: RS-232, RS-485... Remoto: Consola de usuario, Opc: sistema de BTESA, SNMP, Web Server	Hasta 95%
TRANSMISORES DE MEDIA POTENCIA Series TTD - Refrigeración por aire	1RU (rack 19" estándar)	---	0 hasta 45°C	Trifásica 220/380Vac ±20% 50Hz/60Hz	---	Local: RS-232, RS-485... Remoto: Consola de usuario, Opc: sistema de BTESA, SNMP, Web Server	Hasta 95%
TRANSMISORES DE ALTA POTENCIA Series LTD - Refrigeración por líquido	1RU (hasta 10Kw en un rack)	---	0 hasta 45°C	Trifásica 220/380Vac	---	Local: RS-232, RS-485... Remoto: Consola de usuario, Opc: sistema de BTESA, SNMP, Web Server	Hasta 95%

C.1.1.2. Reemisores BTESA

	Características básicas				Entrada RF			
	Modos de transmisión	Normas	Funcionamiento	Ancho de banda (MHz)	Frecuencia	Nivel de entrada	Figura de ruido	Pérdidas de retorno
EQUIPOS MULTICANAL SERIE TTD	MFN & SFN	DVB-T/H-T2/T2Lite, ATSC, ISDB-T (Dig.), Anal. y Radio.	Transmisor/Repetidor/Tx Regenerativo/Gap Filler	5, 6, 7 y 8	---	-75 ... 0 dBm	< 4 dB	---
SERIE TTD-GF Gap-Fillers y Repetidores	MFN & SFN	DVB-T/H-T2, ATSC, ISDB-T, ATSC y DAB.	Repetidores SFN y MFN	5, 6, 7 y 8	---	-75 ... 0 dBm	< 4 dB	---

Cancelador de ecos (redes SFN)				
	Margen de ganancia	Frecuencia	Degradación de MER	Ancho ventanas cancelación
EQUIPOS MULTICANAL SERIE TTD	18 dB	---	< 5 dB	---
SERIE TTD-GF Gap-Fillers y Repetidores	20 dB	---	< 5 dB	---

Salida RF							
	Rango de frecuencia	Resolución	Pout (Wrms)	Estabilidad	MER	Intermodulación	Pérdidas de retorno
EQUIPOS MULTICANAL SERIE TTD	470-860 MHz	---	5Wrms (6 canales) o 10 Wrms (3 canales)	---	≥ 36 dB	> 40 dB	---
SERIE TTD-GF Gap-Fillers y Repetidores	470-860 MHz	1 Hz	1mW/75mW/0.5W/20W/75W/100/150W	---	1m-75mW>41 dB 0,5W>37dB 20W>32dB 50-150W>37dB	1m-75mW>50 dB 0,5W>42dB 20W>35dB 50-150W>40dB	---

General							
	Dimensiones (WxDxH)	Peso (Kg)	Temperatura	Alimentación	Consumo	Control y monitorización	Humedad relativa
EQUIPOS MULTICANAL SERIE TTD	19"(482mm) x 400mm x6RU (266mm)	38 kg (6 canales)	0 hasta 45°C	110/220 VAC ± 50Hz/60Hz. Opción 48VDC redundante	---	Local: RS-232, RS-485... Remoto: Consola de usuario, Opc: sistema de BTESA, SNMP, Web Server	---
SERIE TTD-GF Gap-Fillers y Repetidores	1mW-0.5W: 442x460x44.45 20W: 442x480x44.45 50W-150W: 442x480x133.35	1mW-0.5W: 5.5kg 20W:6kg 50W-150W: 21kg	0 hasta 45°C	110/220 VAC ± 50Hz/60Hz. Opción 48VDC redundante	1mW:70VA 75mW:75VA 0.5W:110VA 20W:220VA 75W:615VA 100W:900VA	Local: RS-232, RS-485... Remoto: Consola de usuario, Opc: sistema de BTESA, SNMP, Web Server	< 95%

C.1.1.3. Transmisores Rohde&Schwarz

Características básicas				
	Modos de transmisión	Normas	Funcionamiento	Ancho de banda (MHz)
SLx8000	MFN, SFN (solo para TV digital y radio digital)	Analógicos y digitales DVB-T, DVB-T2, DVB-H, ISDB-T / ISDB-TB y ATSC, y radio digital	Transmisor/ Retransmisor	---
THU9 UHF Transmitter Family	---	DVB-T, DVB-T2, DVB-H, ISDB-T, ISDB-TB, ATSC, ATSC Mobile DTV, DTMB	---	1.7 (DVB-T2) / 5 / 6 / 7 / 8 MHz
TMU9 UHF Transmitter Family	---	DVB-T, DVB-T2, DVB-H, ISDB-T, ISDB-TB, ATSC, ATSC Mobile DTV, DTMB	---	1.7(DVB-T2) / 5 /6 / 7 / 8 MHz

Salida RF							
	Rango de frecuencia	Resolución	Pout (Wrms)	Estabilidad	MER	Intermodulación	Pérdidas de retorno
SLx8000	UHF: 470-862 MHz VHF: 174-240 MHz	1Hz (pulso de referencia)	Hasta 100W (digital): 2, 5, 10, 25, 50 y 100.	---	>34dB	---	>20 dB
THU9 UHF Transmitter Family	470-862 MHz	1Hz (pulso de referencia)	1,3kW - 29kW	---	---	---	---
TMU9 UHF Transmitter Family	470-862 MHz	1Hz (pulso de referencia)	300 – 2,85 kW	---	---	---	---

General							
	Dimensiones (WxDxH)	Peso (Kg)	Temperatura	Alimentación	Consumo	Control y monitorización	Humedad relativa
SLx8000	2U: 483 mm (19") × 467 mm × 88mm 3U: 483 mm (19") × 474 mm × 132 mm	---	1 °C a +45 °C	100 V hasta 240 V AC ± 10 %. Frecuencias de red: 50 Hz, 60 Hz	---	Local: Display, teclado y LED de estado, interfaz web (a través de puerto Ethernet)	95 % max.
THU9 UHF Transmitter Family	Máx: 2000 mm × 1200 mm × 1100 mm	---	1 °C a +45 °C	3 × 400 V ± 15 % (3 fases + N + PE), 47 Hz hasta 63 Hz	Eficiencia energética de hasta 38% (COFDM)	Local: Display, teclado y LED de estado, interfaz Ethernet. Remoto: interfaz web SNMP (opc.) (a través de puerto Ethernet)	95 % max.
TMU9 UHF Transmitter Family	Máx: 2000 × 800 × 600 mm	---	1 °C a +45 °C	230 / 400 /240 /208 V (dependiendo de nº de cables y PE)	Eficiencia energética de hasta 25% (COFDM)	Local: Display, teclado y LED de estado, interfaz Ethernet. Remoto: interfaz web SNMP (opc.) (a través de puerto Ethernet)	95 % max.

C.1.1.4. Reemisores Rohde&Schwarz

	Características básicas				Entrada RF			
	Modos de transmisión	Normas	Funcionamiento	Ancho de banda (MHz)	Frecuencia	Nivel de entrada	Figura de ruido	Pérdidas de retorno
Equipos multicanal serie MLx de baja potencia	Tx y GF: SFN y MFN Retx: MFN	DVB-T/-H/-T2 (Retx: DVB-T/-H)	Transmisor/Gap Filler/ Retransmisor	6/7/8 MHz	---	---	---	---
Reemisores XLx8000	SFN y MFN	Anal. y dig.: DVB-T, DVB-T2, DVB-H, ISDB-T, ISDB-TB, DTMB, CMMB, ATSC y ATSC Mobile DTV	Retransmisor (MFN) /Gap Filler (SFN)	1,5/6/7/8 MHz	---	-70 ... 0 dBm	---	---

Cancelador de ecos (redes SFN)				
	Margen de ganancia	Frecuencia	Degradación de MER	Ancho ventanas cancelación
Equipos multicanal serie MLx de baja potencia	GF: Estándar 10 dB Enhanced: 24 dB	---	---	---
Reemisores XLx8000	<=5 dB (con cancelación de eco) / <=15 dB (cancelación de eco avanzada)	---	---	---

Salida RF							
	Rango de frecuencia	Resolución	Pout (Wrms)	Estabilidad	MER	Intermodulación	Pérdidas de retorno
Equipos multicanal serie MLx de baja potencia	470-862 MHz	1 Hz	1W / 5W / 10W	---	---	---	---
Reemisores XLx8000	470-862 MHz	1 Hz	2W / 5W / 10W / 25W / 50W / 100W	---	---	---	---

General							
	Dimensiones (WxDxH)	Peso (Kg)	Temperatura	Alimentación	Consumo	Control y monitorización	Humedad relativa
Equipos multicanal serie MLx de baja potencia	483 (19") x 250 (5u) x 222	---	1°C a 45 °C	200-260 Vac	---	Local: Interfaz web Remoto: Interfaz web, SNMP (opc.), UMTS modem (opc.)	< 95%
Reemisores XLx8000	483 (19") x 467 x 88 / 483x474x132 / 483x590x176 mm	---	1°C a 45 °C	100 a 240 Vac (2U y 3U) 230V AC (4U) Opción -48 V DC	---	Local: Display, teclado y LED de estado, interfaz web (a través de puerto Ethernet) Remoto: Interfaz web (a través de puerto Ethernet) y SNMP (opcional), contactos secos (opcional)	< 95%

C.1.1.5. Transmisores Itelsis

		Características básicas							
		Modos de transmisión	Normas	Funcionamiento	Tamaño FFT	Códigos de corrección	Intervalo de guarda	Ancho de banda (MHz)	Constelaciones
Equipos de baja potencia de 200mW, 1W, 2W, 5W y 10W	Microtransmisor UHF DVB-T/H y DVB-T2	MFN o SFN	DVB-T/H-T2/T2Lite, ATSC, ISDB-T (Dig.), Anal. y Radio.	Transmisor	1K (DVB-T2), 2K, 4K (DVB-T2), 8K, 16K (DVB-T2), 32K (DVB-T2)	1/2, 2/3, 3/4, 5/6, 7/8, 3/5 (DVB-T2), 4/5 (DVB-T2)	1/32, 1/16, 1/8, 1/4, 19/256 (DVB-T2), 19/128 (DVB-T2), 1/128 (DVB-T2)	6, 7 & 8	QPSK, 16QAM, 64QAM, 256QAM (DVB-T2)
	Microtransmisor UHF DVB-T/H	MFN o SFN	DVB-T/H-T2/T2Lite, ATSC, ISDB-T (Dig.), Anal. y Radio.	Transmisor	1K (DVB-T2), 2K, 4K (DVB-T2), 8K, 16K (DVB-T2), 32K (DVB-T2)	1/2, 2/3, 3/4, 5/6, 7/8, 3/5 (DVB-T2), 4/5 (DVB-T2)	1/32, 1/16, 1/8, 1/4, 19/256 (DVB-T2), 19/128 (DVB-T2), 1/128 (DVB-T2)	6, 7 & 8	QPSK, 16QAM, 64QAM, 256QAM (DVB-T2)
Equipos de media potencia de 25W, 100W, 250W, 500W, y 1KW	Transmisores ágiles UHF serie ATVD	MFN/SFN	DVB-T/H	Transmisor	2K, 8K	1/2, 2/3, 3/4, 5/6, 7/8	1/32, 1/16, 1/8, 1/4	6, 7 & 8	QPSK, 16QAM, 64QAM
	Transmisores ágiles UHF serie ATVD2	MFN o SFN	DVB-T2 y DVB-T/H	Transmisor	1K (DVB-T2), 2K, 4K (DVB-T2), 8K, 16K (DVB-T2), 32K (DVB-T2)	1/2, 2/3, 3/4, 5/6, 7/8, 3/5 (DVB-T2), 4/5 (DVB-T2)	1/32, 1/16, 1/8, 1/4, 19/256 (DVB-T2), 19/128 (DVB-T2), 1/128 (DVB-T2)	6, 7 & 8	QPSK, 16QAM, 64QAM, 256QAM (DVB-T2)

Salida RF							
	Rango de frecuencia	Resolución	Pout (Wrms)	Estabilidad	MER	Intermodulación	Pérdidas de retorno
Microtransmisor UHF DVB-T/H y DVB-T2	BIV y BV (470 a 862) MHz	1 Hz	200mW / 1W / 2W / 5W / 10W	± 1 dB	>35dB	<-37dB o <-36dB (10W)	>= 20dB
Microtransmisor UHF DVB-T/H	BIV y BV (470 a 862) MHz	1 Hz	200mW / 1W / 2W / 5W / 10W	± 1 dB	>=35dB	<-37dB o <-36dB (10W)	>= 20dB
Transmisores ágiles UHF serie ATVD	470 a 862 MHz	3 Hz	25W/100W/250W/500W/1000W	---	> 35 dB	<=-37 dB	>= 20dB
Transmisores ágiles UHF serie ATVD2	470 a 862 MHz	3 Hz	25W/100W/250W/500W/1000W	---	>=35dB	<=-37dB	>= 20dB

General							
	Dimensiones (WxDxH)	Peso (Kg)	Temperatura	Alimentación	Consumo	Control y monitorización	Humedad relativa
Microtransmisor UHF DVB-T/H y DVB-T2	483 (19") x 222 (5u) x 260	7 + (3.5 x N)	0°C a 45°C	85 a 264 Vac	200mW: <20W + (35W x N) 1W: <30 W + (65W x N)	Telegestión mediante RS485 / SNMP/ Web Server	< 95%
Microtransmisor UHF DVB-T/H	483 (19") x 222 (5u) x 260	7 + (3.5 x N)	0°C a 45°C	85 a 264 Vac	200mW: <20W + (35W x N) 1W: <30 W + (65W x N)	Telegestión mediante RS485 / SNMP/ Web Server	< 95%
Transmisores ágiles UHF serie ATVD	Excitador: 483x45x450 Amplificador: 483x45x450/483x89x450/4 83x133x485/483x133x485/ 483x267x485/483x533x485	Excitador: 6,5 Kg Amplificador: 8,5Kg/12Kg/21.5Kg/4 3Kg/86Kg	-10°C a 50°C	200/220/240 V +/- 10%	<260 W / <650W / <1600W / <3200W / <6400W	Local: display Remoto: SNMP y Web Server	< 90%
Transmisores ágiles UHF serie ATVD2	Excitador: 483x45x450 Amplificador: 483x45x450/483x89x450/4 83x133x485/483x133x485/ 483x267x485/483x533x485	Excitador: 6,5 Kg Amplificador: 8,5Kg/12Kg/21.5Kg/4 3Kg/86Kg	-10°C a 50°C	200/220/240 V +/- 10%	<260 W / <650W / <1600W / <3200W / <6400W	Local: display Remoto: SNMP y Web Server	< 90%

C.1.1.6. Reemisores Itelsis

		Características básicas				Entrada RF			
		Modos de transmisión	Normas	Funcionamiento	Ancho de banda (MHz)	Frecuencia	Nivel de entrada	Figura de ruido	Pérdidas de retorno
Reemisores de baja potencia de 200mW, 1W, 2W, 5W y 10W	Microreemisor UHF DVB-T/H y DVB-T2	SFN y MFN	DVB-T/-H/-T2	Retransmisor	6, 7 y 8 MHz	174-230 MHz // 470-862 MHz	-75... -22 dBm (sin cancelador) -70 ... -27 dBm (con cancelador)	< 7 dB	> 15 dB
	Microreemisor UHF DVB-T/H	SFN y MFN	DVB-T/-H/	Retransmisor	6, 7 y 8 MHz	BIII (174-230 MHz) BIV y BV (470-862 MHz)	-75... -22 dBm (sin cancelador) -70 ... -27 dBm (con cancelador)	< 7 dB	>15 dB
Equipos de media potencia de 25W, 100W, 250W, 500W, y 1KW	Reemisores ágiles UHF serie ATVD	MFN/SFN	DVB-T/H	Retransmisor	6, 7 y 8 MHz	470-862 MHz	-70 ... -27 dBm	---	---
	Reemisores regenerativos UHF serie ARGTV D	MFN/SFN	DVB-T/H	Retransmisor regenerativo	6, 7 y 8 MHz	174-230 MHz // 470-862 MHz	-75 ... -27 dBm	---	---
	Reemisores ágiles UHF serie ATVD2	MFN/SFN	DVB-T2 y DVB-T/H	Reemisor	6, 7 y 8 MHz	174-230 MHz // 470-862 MHz	-70 ... -27 dBm	---	---

	Cancelador de ecos (redes SFN)			
	Margen de ganancia	Frecuencia	Degradación de MER	Ancho ventanas cancelación
Microreemisor UHF DVB-T/H y DVB-T2	15 dB	36.15 MHz	< 2 dB	6 μs
Microreemisor UHF DVB-T/H	15 dB	36.15 MHz	< 2 dB	6 μs
Reemisores ágiles UHF serie ATVD	15 dB	36.15 MHz	< 2 dB	6 μs
Reemisores regenerativos UHF serie ARGTV D	--- ¹	---	---	---
Reemisores ágiles UHF serie ATVD2	15 dB	36.15 MHz	< 2 dB	6 μs

¹ No tiene opción de cancelador de ecos.

Salida RF							
	Rango de frecuencia	Resolución	Pout (Wrms)	Estabilidad	MER	Intermodulación	Pérdidas de retorno
Microreemisor UHF DVB-T/H y DVB-T2	470 a 862 MHz	1 Hz	200mW / 1W / 2W / 5W / 10W	± 1 dB	---	<-37dB o <-36dB (10W)	>= 20dB
Microreemisor UHF DVB-T/H	470-862 MHz	1 Hz	200mW / 1W / 2W / 5W / 10W	± 1 dB	---	<-37dB o <-36dB (10W)	>= 20dB
Reemisores ágiles UHF serie ATVD	470 a 862 MHz	3 Hz	25W/100W/250W/500W/1000W	± 2 x 10 ⁻⁸ (en frecuencia)	---	<=-37 dB	>= 20dB
Reemisores regenerativos UHF serie ARGTV D	470 a 862 MHz	3 Hz	25W/100W/250W/500W/1000W	± 2 x 10 ⁻⁸ (en frecuencia)	> 35 dB	<=-37 dB	>= 20dB
Reemisores ágiles UHF serie ATVD2	470 a 862 MHz	3 Hz	25W/100W/250W/500W/1000W	± 2 x 10 ⁻⁸ (en frecuencia)	---	<=-37 dB	>= 20dB

General							
	Dimensiones (LxAxP (mm))	Peso (Kg)	Temperatura	Alimentación	Consumo	Control y monitorización	Humedad relativa
Microreemisor UHF DVB-T/H y DVB-T2	483 (19") x 222 (5u) x 260	7 + (3.5 x N)	0 °C a 45 °C	85 a 264 Vac	200mW: <20W + (35W x N) 1W: <30 W + (65W x N)	Telegestión mediante RS485 / SNMP/ Web Server	< 95%
Microreemisor UHF DVB-T/H	483 (19") x 222 (5u) x 260	7 + (3.5 x N)	0 °C a 45 °C	85 a 264 Vac	200mW: <20W + (35W x N) 1W: <30 W + (65W x N)	Telegestión mediante RS485 / SNMP/ Web Server	< 95%
Reemisores ágiles UHF serie ATVD	Excitador: 483x45x450 Amplificador: 483x45x450/483x89x450/483x133x485/483x133x485/483x267x485/483x533x485	Excitador: 6,5 Kg Amplificador: 8,5Kg/12Kg/21.5Kg/43 Kg/86Kg Unidad de conmutación:	-10°C a 50°C	200/220/240 V ±10%	<260 W / <650W / <1600W / <3200W / <6400W	Local: display Remoto: SNMP y Web Server	< 90%
Reemisores regenerativos UHF serie ARGVD	Excitador: 483x45x450 Amplificador: 483x45x450/483x89x450/483x133x485/483x133x485/483x267x485/483x533x485	Excitador: 6,5 Kg Amplificador: 8,5Kg/12Kg/21.5Kg/43 Kg/86Kg Unidad de conmutación:	-10°C a 50°C	200/220/240 V ± 10%	<260 W / <650W / <1600W / <3200W / <6400W	Local: display Remoto: SNMP y Web Server	< 90%
Reemisores ágiles UHF serie ATVD2	Excitador: 483x45x450 Amplificador: 483x45x450/483x89x450/483x133x485/483x133x485/483x267x485/483x533x485	Excitador: 6,5 Kg Amplificador: 8,5Kg/12Kg/21.5Kg/43 Kg/86Kg Unidad de conmutación:	-10°C a 50°C	200/220/240 V ±10%	<260 W / <650W / <1600W / <3200W / <6400W	Local: display Remoto: SNMP y Web Server	< 90%

C.1.1.7. Transmisores Egatel

		Características básicas							
		Modos de transmisión	Normas	Funcionamiento	Tamaño FFT	Códigos de corrección	Intervalo de guarda	Ancho de banda (MHz)	Constelaciones
TRANSMISORES DE BAJA POTENCIA	TE8000	MFN, SFN-SISO, SFN-MISO (DVB-T2)	DVB-T/-H/-T2, ATSC, ISDB-T/-TB, TV Analog.	Transmisor / Retransmisor	1K (DVB-T2), 2K, 4K, 8K, 16K (DVB-T2), 32K (DVB-T2)	1/2, 2/3, 3/4, 5/6, 3/5 (DVB-T2), 4/5 (DVB-T2)	1/32, 1/16, 1/8, 1/4, 19/256 (DVB-T2), 19/128 (DVB-T2), 1/128 (DVB-T2)	1.7 (DVB-T2), 5 (DVB-T2), 6, 7, 8, 10 (DVB-T2)	QPSK, 16QAM, 64QAM, 256QAM (DVB-T2)
	TE9000LP	SFN/MFN	DVB-T/-H/T2	Transmisor	1K (DVB-T2), 2K, 4K, 8K, 16K (DVB-T2), 32K (DVB-T2)	1/2, 2/3, 3/4, 5/6, 3/5 (DVB-T2), 4/5 (DVB-T2)	1/32, 1/16, 1/8, 1/4, 19/256 (DVB-T2), 19/128 (DVB-T2), 1/128 (DVB-T2)	1.7 (DVB-T2), 5 (DVB-T2), 6, 7, 8, 10 (DVB-T2)	QPSK, 16QAM, 64QAM, 256QAM (DVB-T2)

	MTD7000	MFN, SFN-SISO, SFN-MISO (DVB-T2)	DVB-T/-H/T2	Microtransmisor	1K (DVB-T2), 2K, 4K, 8K, 16K (DVB-T2), 32K (DVB-T2)	1/2, 2/3, 3/4, 5/6, 3/5 (DVB-T2), 4/5 (DVB-T2)	1/32, 1/16, 1/8, 1/4, 19/256 (DVB-T2), 19/128 (DVB-T2), 1/128 (DVB-T2)	6, 7, 8, 10	QPSK, 16QAM, 64QAM, 256QAM (DVB-T2)
	MTD5000	MFN y SFN	DVB-T/-H	Microtransmisor	2K, 4K, 8K	1/2, 2/3, 3/4, 5/6,7/8	1/32, 1/16, 1/8, 1/4	6, 7, 8	QPSK, 16QAM, 64QAM
	MTD5100	MFN y SFN	DVB-T/-H	Microtransmisor	2K, 4K, 8K	1/2, 2/3, 3/4, 5/6,7/8	1/32, 1/16, 1/8, 1/4	6, 7, 8	QPSK, 16QAM, 64QAM
TRANSMISORES DE MEDIA/ ALTA POTENCIA REFRIGERACIÓN POR AIRE	TUH3000	MFN y SFN	DVB-T/H/T2, ISDB-T/TB,ATSC	Transmisor	1K (DVB-T2), 2K, 4K, 8K, 16K (DVB-T2), 32K (DVB-T2)	1/2, 2/3, 3/4, 5/6, 3/5 (DVB-T2), 4/5 (DVB-T2)	1/32, 1/16, 1/8, 1/4, 19/256 (DVB-T2), 19/128 (DVB-T2), 1/128 (DVB-T2)	1.7 (DVB-T2), 5 (DVB-T2), 6, 7, 8, 10 (DVB-T2)	QPSK, 16QAM, 64QAM, 256QAM (DVB-T2)
	TE9000	MFN y SFN	DVB-T/H/T2, ISDB-T/TB, ATSC PAL, NTSC	Transmisor	1K (DVB-T2), 2K, 4K, 8K, 16K (DVB-T2), 32K (DVB-T2)	1/2, 2/3, 3/4, 5/6, 3/5 (DVB-T2), 4/5 (DVB-T2)	1/32, 1/16, 1/8, 1/4, 19/256 (DVB-T2), 19/128 (DVB-T2), 1/128 (DVB-T2)	1.7 (DVB-T2), 5 (DVB-T2), 6, 7, 8, 10 (DVB-T2)	QPSK, 16QAM, 64QAM, 256QAM (DVB-T2)

TRANSMISORES DE MEDIA/ALTA POTENCIA REFRIGERACIÓN POR LÍQUIDO								T2)	
	TUWH4000	MFN y SFN	DVB-T/H/T2, ISDB-T/TB, ATSC	Transmisor	1K (DVB-T2), 2K, 4K, 8K, 16K (DVB-T2), 32K (DVB-T2)	1/2, 2/3, 3/4, 5/6, 3/5 (DVB-T2), 4/5 (DVB-T2)	1/32, 1/16, 1/8, 1/4, 19/256 (DVB-T2), 19/128 (DVB-T2), 1/128 (DVB-T2)	1.7 (DVB-T2), 5 (DVB-T2), 6, 7, 8, 10 (DVB-T2)	QPSK, 16QAM, 64QAM, 256QAM (DVB-T2)
	TLE6800	MFN y SFN	DVB-T/H/T2, ISDB-T/TB, ATSC PAL, NTSC	Transmisor	1K (DVB-T2), 2K, 4K, 8K, 16K (DVB-T2), 32K (DVB-T2)	1/2, 2/3, 3/4, 5/6, 3/5 (DVB-T2), 4/5 (DVB-T2)	1/32, 1/16, 1/8, 1/4, 19/256 (DVB-T2), 19/128 (DVB-T2), 1/128 (DVB-T2)	1.7 (DVB-T2), 5 (DVB-T2), 6, 7, 8, 10 (DVB-T2)	QPSK, 16QAM, 64QAM, 256QAM (DVB-T2)
	TLWH7800	MFN y SFN	DVB-T/H/T2, ISDB-T/TB, ATSC PAL, NTSC	Transmisor	1K (DVB-T2), 2K, 4K, 8K, 16K (DVB-T2), 32K (DVB-T2)	1/2, 2/3, 3/4, 5/6, 3/5 (DVB-T2), 4/5 (DVB-T2)	1/32, 1/16, 1/8, 1/4, 19/256 (DVB-T2), 19/128 (DVB-T2), 1/128 (DVB-T2)	1.7 (DVB-T2), 5 (DVB-T2), 6, 7, 8, 10 (DVB-T2)	QPSK, 16QAM, 64QAM, 256QAM (DVB-T2)

		Salida RF						
		Rango de frecuencia	Resolución	Pout (Wrms)	Estabilidad	MER	Intermodulación	Pérdidas de retorno
TRANSMISORES DE BAJA POTENCIA	TE8000		1 Hz	1.25, 2.5, 6, 12.5	± 0.2 dB		>40 dB	>18 dB
	TE9000LP	470 ... 862 MHz	1 Hz	1.25, 2.5, 6, 12.5, 25, 60, 150, 210	---	---	---	---
	MTD7000	470 ... 862 MHz	1 Hz	0.3, 1.25, 2.5, 6, 12.5	± 0.2 dB	---	> 40 dB (MTD7010) / > 45 dB (MTD7050)	>18 dB
	MTD5000	470 ... 862 MHz	1 Hz	0.3, 1.25, 2.5 / 6	± 0.2 dB	---	> 40 dB (MTD5010) / > 38 dB (MTD5050)	>18 dB
	MTD5100	470 ... 862 MHz	1 Hz	12	± 0.2 dB	---	>40 dB	>18 dB
TRANSMISORES DE MEDIA/ ALTA POTENCIA REFRIGERACIÓN POR AIRE	TUH3000	470 ... 862 MHz	1 Hz	570, 1140, 1710, 2280, 2850	---	---	---	---
	TE9000	470 ... 862 MHz	1 Hz	300, 600, 1.2K, 2.3K	---	---	---	---
	TUWH4000	470 ... 810 MHz	1 Hz	650/1.3K/1.9K/2.5K /3.1K/3.7K	---	---	---	---
TRANSMISORES DE MEDIA/ALTA POTENCIA REFRIGERACIÓN POR LÍQUIDO	TLE6800	470 ... 862 MHz	1 Hz	1.55K, 3K, 6K, 12K	---	---	---	---
	TLWH7800	470 ... 810 MHz	1 Hz	1.7K,2.5K,3.3K,4.2K ,6.5K,12.5K	---	---	---	---

		General						
		Dimensiones (WxDxH mm)	Peso (Kg)	Temperatura	Alimentación	Consumo	Control y monitorización	Humedad relativa
TRANSMISORES DE BAJA POTENCIA	TE8000	482,6 x 492 x 88,8 mm	---	1 ... 45°C	180 - 264 VAC 50 / 60 Hz.	---	Local: Teclado y display, e interfaz Ethernet. Remoto: Web GUI y/o agente SNMP	95% max.
	TE9000LP	Excitador:1U Ampli.: 2U	---	---	90 - 264 VAC 50 / 60 Hz	---	Local: Teclado y display, e interfaz Ethernet. Remoto: Web GUI y/o agente SNMP	---
	MTD7000	45 x 255 x 262 mm (microtransmisor)	3 Kg aprox.	-5 ... 45°C	24 VDC	Por canal: 30 W (MTD7010) / 65 W (MTD7050)	Local: Web GUI- Interfaz gráfica de usuario. Remoto: Web GUI y/o agente SNMP	95% max.
	MTD5000	45 x 250 x 262 mm (microtransmisor)	1.5 Kg aprox.	1 ... 45°C	24 VDC o 90 - 264 V AC del cofre	Por canal: 31 W (MTD5010) / 65 W (MTD5050)	Unidad de Control: Contactos / GSM (opc.) / GPRS / SNMP / Web Server (opc.)	95% max.

	MTD5100	65 x 250 x 262 mm (microtransmisor)	2.5 Kg aprox.	0 ... 45°C	24 VDC o 90 - 264 V AC del cofre	100 W	Unidad de Control: Contactos - GSM (opc.) - SNMP / Web Server (opc.)	95% max.
TRANSMISORES DE MEDIA/ALTA POTENCIA REFRIGERACIÓN POR AIRE	TUH3000	---	---	---	Monofásica: 230VAC Trifásica: 400 VAC	Eficiencia energética: hasta 38% (COFDM)	Local: Teclado y display, e interfaz Ethernet. Remoto: Web GUI y/o agente SNMP	---
	TE9000	Excitador: 1U Amplificador: 3U Unidad de control: 2U	---	---	Monofásica: 90-264 VAC Trifásica AC: 208V/220V/240V/380V/400V/440V	---	Local: Teclado y display, e interfaz Ethernet. Remoto: Web GUI y/o agente SNMP	---
	TUWH4000	---	---	---	Monofásica: 230VAC Trifásica: 400 VAC	---	Local: Teclado y display, e interfaz Ethernet. Remoto: Web GUI y/o agente SNMP	---
TRANSMISORES DE MEDIA/ALTA POTENCIA REFRIGERACIÓN POR LÍQUIDO	TLE6800	---	---	---	Monofásica: 230VAC Trifásica: 400 VAC	Eficiencia energética: hasta 38% (COFDM)	Local: Teclado y display, e interfaz Ethernet. Remoto: Web GUI y/o agente SNMP	---
	TLWH7800	---	---	---	Trifásica: 400 VAC	Eficiencia energética: hasta 38% (COFDM)	Local: Teclado y display, e interfaz Ethernet. Remoto: Web GUI y/o agente SNMP	---

C.1.1.8. Reemisores Egatel

	Características básicas				Entrada RF				
	Modos de transmisión	Normas	Funcionamiento	Ancho de banda (MHz)	Frecuencia	Nivel de entrada	Figura de ruido	Pérdidas de retorno	
REEMISORES DE BAJA POTENCIA	MRD8000	---	DVB-T/H/T2, ISDB-T/TB, ATSC	Retransmisor	---	150-900 MHz	-75 ... -20 dBm	< 6 dB	> 18 dB
	MRR5000	MFN	DVB-T/-H	Retransmisor	6, 7, 8 MHz	470-862 MHz	-75 ... -20 dBm	---	> 18 dB
	MRD5000	MFN/SFN	DVB-T/H/T2, ISDB-T/TB, ATSC	Retransmisor	---	470-862 MHz	-75 ... -20 dBm	< 6 dB	> 18 dB
	RDE9000	MFN/SFN	DVB-T/H/T2, ISDB-T/TB, ATSC	Retransmisor	8 MHz	150-900 MHz	-80 ... -0 dBm	< 8 dB	> 18 dB
REEMISORES DE MEDIA POTENCIA	RE9000MP	MFN/SFN	DVB-T/H/T2, ISDB-T/TB, ATSC	Retransmisor	---	470...900MHz	-80 ... 0 dBm	---	> 18 dB
	RR9000MP	MFN	DVB-T/-H/-T2	Retransmisor	6, 7, 8	470...862MHz	-80 ... 0 dBm	---	> 18 dB

Cancelador de ecos (redes SFN)				
	Margen de ganancia	Frecuencia	Degradación de MER	Ancho ventanas cancelación
MRD8000	20 dBc (rel. Señal principal)	---	---	---
MRR5000	--- ¹	---	---	---
MRD5000	15 dBc	---	---	7.7μs
RDE9000	15 dBc	36.15 MHz	---	---
RE9000MP	15 dBc	---	---	---
RR9000MP	--- ¹	---	---	---

Salida RF							
	Rango de frecuencia	Resolución	Pout (Wrms)	Estabilidad	MER	Intermodulación	Pérdidas de retorno
MRD8000	470 ... 862 MHz	---	0.3 / 1.25 / 2.5 / 6 Wrms	< ± 0,2 dB	---	>40dB	>18 dB
MRR5000	470 ... 862 MHz	---	0.3 / 1.25 / 2.5 / 6 W	< ± 0,2 dB	---	>=40dB / >=38 dB	>18 dB
MRD5000	470 ... 862 MHz	---	0.3 / 1.25 / 2.5 / 6 W	< ± 0,2 dB	---	>=40dB / >=38 dB	>18 dB
RDE9000	470 ... 862 MHz	1 Hz	1.25 / 6 / 12 / 25 / 60 / 150 W	< ± 0,2 dB	---	> 37 dB	>18 dB
RE9000MP	470 ... 862 MHz	1 Hz	300 Wrms	---	---	---	>18 dB
RR9000MP	470 ... 862 MHz	1 Hz	300 Wrms	---	---	---	>18 dB

¹ No dispone de cancelador de ecos, ya que solamente trabaja en redes MFN.

General							
	Dimensiones (WxDxH)	Peso (Kg)	Temperatura	Alimentación	Consumo	Control y monitorización	Humedad relativa
MRD8000	45x250x262 mm (microreemisor) Cofre: 19" - 6U (10U opc.)	Cofre: 20 Kg máx.	0 ... 45°C	90-264 Vac / 24 Vdc (Cofre)	240 W / 500 W (Cofre)	Contactos, GSM, modem 3G / SNMP / Web Server (opc.)	<95%
MRR5000	45x250x262 mm (microreemisor)	1.5 Kg máx.	1 ... 45°C	24 Vdc	30 W /65 W	Contactos/ GSM / SNMP / Web Server	<95%
MRD5000	45x250x262 mm (microreemisor)	1.5 Kg máx.	0 ... 45°C	24 Vdc	23 W / 31 W / 45 W / 53 W	Contactos/ GSM / SNMP / Web Server	<95%
RDE9000	19"- 1 U + 2U o 2U + 9,5"	5 Kg aprox.	0 ... 45°C	90-264 Vac	40 W	Interfaz remota SNMP / Web Server (opc.)	<95%
RE9000MP	19"-1+3U	---	1 ... 45°C	3x240-460VAC-50/60Hz	---	Contactos/ SNMP/ Web Server (opc.)	<95%
RR9000MP	19"-1+3U	---	1 ... 45°C	3x240-460VAC-50/60Hz	---	Contactos/ SNMP/ Web Server (opc.)	<95%

C.1.1.9. Transmisores TRedess

		Características básicas							
		Modos de transmisión	Normas	Funcionamiento	Tamaño FFT	Códigos de corrección	Intervalo de guarda	Ancho de banda (MHz)	Constelaciones
TRedess DVB-T TRANSMITTERS 1W, 5W, 10W	Compact series	MFN & SFN	DVB-T	Transmisor	2K, 8K	1/2, 2/3, 3/4, 5/6, 7/8	1/32, 1/16, 1/8, 1/4	6, 7, 8 MHz	QPSK, 16QAM, 64QAM
	Broadcast transmitters	MFN & SFN	DVB-T	Transmisor	2K, 8K	1/2, 2/3, 3/4, 5/6, 7/8	1/32, 1/16, 1/8, 1/4	6, 7, 8 MHz	QPSK, 16QAM, 64QAM
TRedess DVB-T/-T2 TRANSMITTERS 1W, 5W, 10W	Compact series	MFN & SFN	DVB-T/-T2	Transmisor	1K (DVB-T2), 2K, 4K (DVB-T2), 8K, 16K (DVB-T2), 32K (DVB-T2)	1/2, 2/3, 3/4, 5/6, 7/8, 3/5 (DVB-T2), 4/5 (DVB-T2)	1/32, 1/16, 1/8, 1/4, 19/256 (DVB-T2), 19/128 (DVB-T2), 1/128 (DVB-T2)	1.7 (DVB-T2), 5 (DVB-T2), 6, 7, 8	QPSK, 16QAM, 64QAM, 256QAM (DVB-T2)
	Broadcast transmitters	MFN & SFN	DVB-T/-/T2	Transmisor	1K (DVB-T2), 2K, 4K (DVB-T2), 8K, 16K (DVB-T2), 32K (DVB-T2)	1/2, 2/3, 3/4, 5/6, 7/8, 3/5 (DVB-T2), 4/5 (DVB-T2)	1/32, 1/16, 1/8, 1/4, 19/256 (DVB-T2), 19/128 (DVB-T2), 1/128 (DVB-T2)	1.7 (DVB-T2), 5 (DVB-T2), 6, 7, 8	QPSK, 16QAM, 64QAM, 256QAM (DVB-T2)

Salida RF							
	Rango de frecuencia	Resolución	Pout (Wrms)	Estabilidad	MER	Intermodulación	Pérdidas de retorno
Compact series	1 Canal UHF de 6, 7 o 8 MHz	---	1, 5, 10W	± 0,5 dB	>34dB	>38dB	>20 dB
Broadcast transmitters	1 Canal UHF de 8 MHz	1 Hz	5, 10, 20, 50 W	± 0.5 dB	>34dB	>38dB	>20 dB
Compact series	1 Canal UHF de 6, 7 o 8 MHz	---	1, 5, 10W	< ± 0,5 dB	>35dB	>38dB	>20 dB
Broadcast transmitters	1 Canal UHF de 6, 7 o 8 MHz	---	5, 10, 20, 50, 100 W	± 0.5 dB	>35dB	>38dB	>20 dB

General							
	Dimensiones (WxDxH)	Peso (Kg)	Temperatura	Alimentación	Consumo	Control y monitorización	Humedad relativa
Compact series	19" x 250mm x 5HU (5 o 7 transmisores)	---	0 ... 45°C	220 Vac	23 W / 65 W / 85W	Ethernet, GSM/GPRS/UMTS/HSDPA, relays, SNMP	<95%
Broadcast transmitters	19" x 250mm x 5HU (2 o 3 transmisores)	6.5kg / 9 / 11.5 / 9 / 18 / 9 / 18 / 9 / 18	0 ... 45°C	220 Vac	85W / 170 W / 255 W / 125 W / 250 W / 160 W / 320 W / 800 W	Ethernet, IP,HTTP,FTP,GSM/GPRS, UMTS/HSDPA, relays, SNMP	<95%
Compact series	19" x 250mm x 5HU (5 o 7 transmisores)	---	0 ... 45°C	220 Vac	26 W / 68 W / 88W	Ethernet, IP,HTTP,FTP,GSM/GPRS, UMTS/HSDPA, relays, SNMP	<95%
Broadcast transmitters	19" x 250mm x 5HU (2 o 3 transmisores)	6.5kg / 9 / 11.5 / 9 / 18 / 9 / 18 / 9 / 18 / 9 / 18	0 ... 45°C	220 Vac	85W / 170 W / 255 W / 125 W / 250 W / 160 W / 320 W / 400 W / 800 W / 600 W / 1200 W	Ethernet, IP,HTTP,FTP,GSM/GPRS, UMTS/HSDPA, relays, SNMP	<95%

C.1.1.10. Reemisores TRedess

		Características básicas				Entrada RF			
		Modos de transmisión	Normas	Funcionamiento	Ancho de banda (MHz)	Frecuencia	Nivel de entrada	Figura de ruido	Pérdidas de retorno
TRedess DVB-T Regenerative transposers 1W, 5W, 10W	Compact gapfillers	SFN y MFN	DVB-T	Reemisor regenerativo	6, 7, 8 MHz	1 Canal UHF de 6, 7 o 8 MHz	-80 ... -20 dBm	<= 6 dB	>= 15 dB
	TRedess DVB-T/-T2 Reemisores 1W, 5W, 10W	Compact gapfillers	SFN y MFN	DVB-T/-T2/H	Reemisor	---	1 Canal UHF de 8 MHz	-70 ... -20 dBm	< 8 dB
	Broadcast gapfillers	SFN y MFN	DVB-T/-T2/H	Reemisor	---	1 Canal UHF de 8 MHz	-70 ... -20 dBm	< 8 dB	> 20 dB (DAE) >15 dB (DEEC)

		Cancelador de ecos (redes SFN)			
		Margen de ganancia	Frecuencia	Degradación de MER	Ancho ventanas cancelación
TRedess DVB-T Regenerative transposers 1W, 5W, 10W	Compact gapfillers	---	---	---	---
	TRedess DVB-T/-T2 Reemisores 1W, 5W, 10W	DAE: 10dB DEEC: 24dB	DAE: 36.125 MHz	---	DAE: hasta 8 μ s DEEC: hasta 37.6 μ s
	Broadcast gapfillers	DAE: 10dB DEEC: 24dB	DAE: 36.125 MHz	---	DAE: hasta 8 μ s DEEC: hasta 37.6 μ s

		Salida RF						
		Rango de frecuencia	Resolución	Pout (Wrms)	Estabilidad (en potencia)	MER	Intermodulación	Pérdidas de retorno
TRedess DVB-T Regenerative transposers 1W, 5W, 10W	Compact gapfillers	1 Canal UHF de 6, 7 o 8 MHz	---	1, 5, 10W	$\pm 0,5$ dB	>34dB	>38dB	>20 dB
	TRedess DVB-T/-T2 Reemisores 1W, 5W, 10W	1 Canal UHF de 8 MHz	---	1, 5, 10W	± 0.5 dB	>34dB	>38dB	>20 dB
	Broadcast gapfillers	470-862 MHz	---	5, 10, 20, 50 W	$\pm 0,5$ dB	---	>38dB	>20 dB

		General						
		Dimensiones (WxDxH)	Peso (Kg)	Temperatura	Alimentación	Consumo	Control y monitorización	Humedad relativa
TRedess DVB-T Regenerative transposers 1W, 5W, 10W	Compact gapfillers	19" x 250mm x 5HU (7 o 5 transmisores)	---	0 ... 45°C	220 Vac	23 W / 65 W / 85 W	Ethernet, IP,HTTP,FTP,GSM/GPRS, UMTS/HSDPA, relays, SNMP	<95%
	Compact gapfillers	19" x 250mm x 5HU (7 o 5 transmisores)	---	0 ... 45°C	220 Vac	23 W / 65 W / 85 W	Ethernet, IP,HTTP,FTP,GSM/GPRS, UMTS/HSDPA, relays, SNMP	<95%
TRedess DVB-T/-T2 Reemisores 1W, 5W, 10W	Broadcast gapfillers	19" x 250mm x 5HU (2 o 3 gapfillers)	6.5kg /9 / 11.5/9 / 18 /9 / 18/9 / 18	0 ... 45°C	220 Vac	85W / 170 W / 255 W / 125 W / 250 W / 160 W / 320 W /400 W / 800 W	Ethernet, IP,HTTP,FTP,GSM/GPRS, UMTS/HSDPA, relays, SNMP	<95%
	Broadcast gapfillers	19" x 250mm x 5HU (2 o 3 gapfillers)	6.5kg /9 / 11.5/9 / 18 /9 / 18/9 / 18	0 ... 45°C	220 Vac	85W / 170 W / 255 W / 125 W / 250 W / 160 W / 320 W /400 W / 800 W	Ethernet, IP,HTTP,FTP,GSM/GPRS, UMTS/HSDPA, relays, SNMP	<95%

C.2. Sistema radiante

Las características técnicas de la antena unitaria utilizada en la extensión del canal autonómico actual son las siguientes:

- Margen de frecuencias: 470 a 860 MHz
- Polarización: Horizontal/Vertical
- Conectores de entrada: DIN 7/16 ; DIN 13/30
- Impedancia de entrada: 50 Ω
- ROE: < 1,1
- Ganancia: >12,0 dBi
- Potencia admisible: 1KW o 2.5KW

Los diagramas de radiación horizontal y vertical de la antena unitaria son los siguientes:

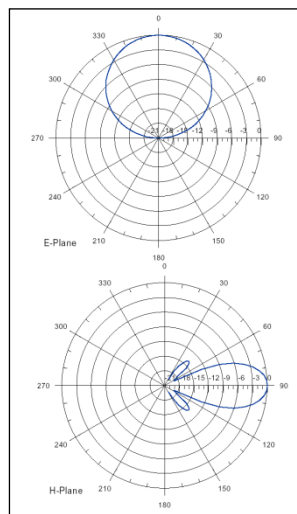


Figura 9.187: Diagrama de radiación de la antena unitaria.