

Análisis de cobertura en estaciones base para antenas de 4G y 5G.

UOC

Mónica Ramírez Panduro

Tecnología de Antenas

Nombre Tutor/a de TFM

Dr. Jaume Anguera Pros

Dr. Aurora Andújar Linares

Profesor/a responsable de la asignatura

Dr. Germán Cobo Rodríguez

30/01/2023

Universitat Oberta
de Catalunya

Evolución de las tecnologías de acceso móvil

1G



1980s

Voz Analoga

Humano a Humano
Primeros Celulares

2G



1990s

Voz Digital

Datos, Voz y textos
Baja Velocidad

3G



2000s

Banda Ancha

Acceso a Internet y
Datos
a Alta Velocidad

4G



2010s

Rapidos y Mejor 3G

Red basada en IP, Internet
y Datos a Alta Velocidad,
Streaming

5G



2020s

**Dispositivos, Sensores
y Sistemas**

Todo Interconectado

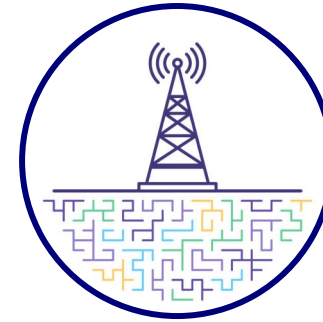
La tecnología cambia, el 5G trae consigo la introducción de:



Nuevos
protocolos
de
transmisión



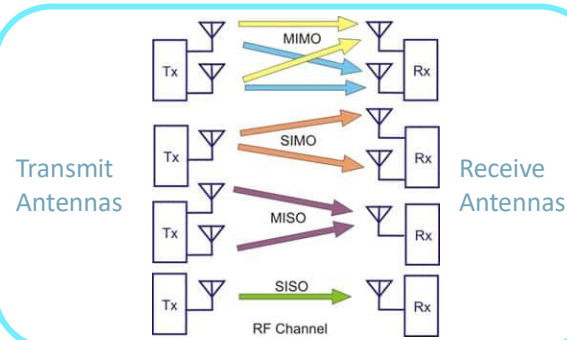
Nuevas
Antenas
MMIMO



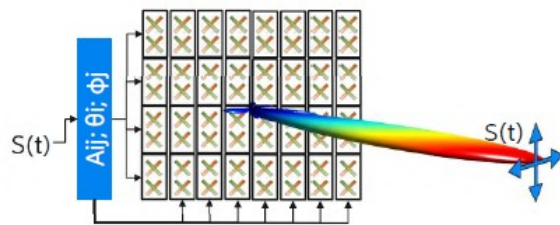
Nuevas
bandas de
frecuencia

Todo esto hace necesario el estudio de nuevos modelos de cobertura

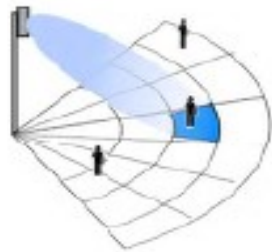
Antenas Massive MIMO



- Multiple Input – Multiple Output
- Varias antenas transmisoras y receptoras

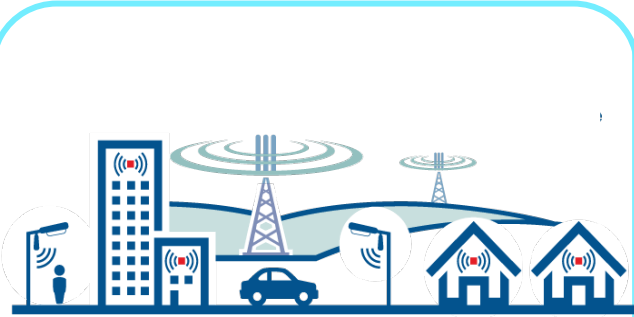


- La tecnología 5G trae consigo nuevas antenas
→ Massive MIMO (MMIMO)
- Grandes agrupaciones de antenas (Ej: 64x64) que consiguen haces más directivos.

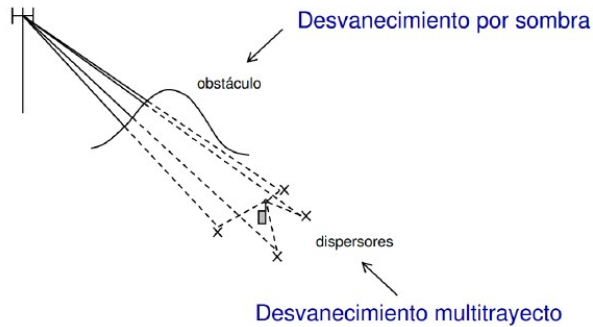


- Beamforming o conformación de haces es la tecnología utilizada en las antenas MMIMO.
- Capacidad para generar varios haces por medio de un conjunto de antenas con diferentes amplitudes y fases

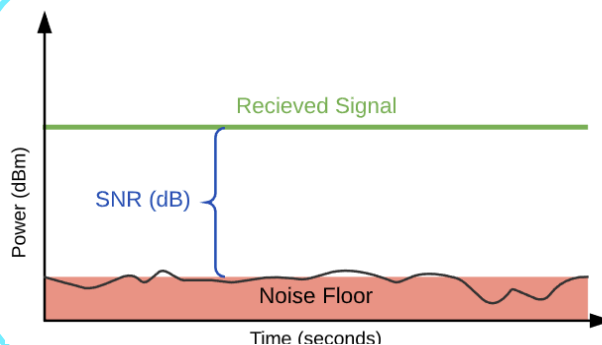
Implicaciones de las nuevas bandas de frecuencia



- El 5G introduce nuevas bandas de frecuencia:
 - FR1 (410 – 7.125MHz) y FR2 (24.250 – 52.600MHz)
- En este estudio nos centramos en las bandas de FR1



- Potencia de la señal: fuerza de la señal radio recibida por el terminal móvil en un punto concreto.
- Nivel del ruido: cantidad de señal no deseada que hay en un punto específico.
- Desvanecimiento: lento (por sombra) y rápido (multitrayecto).

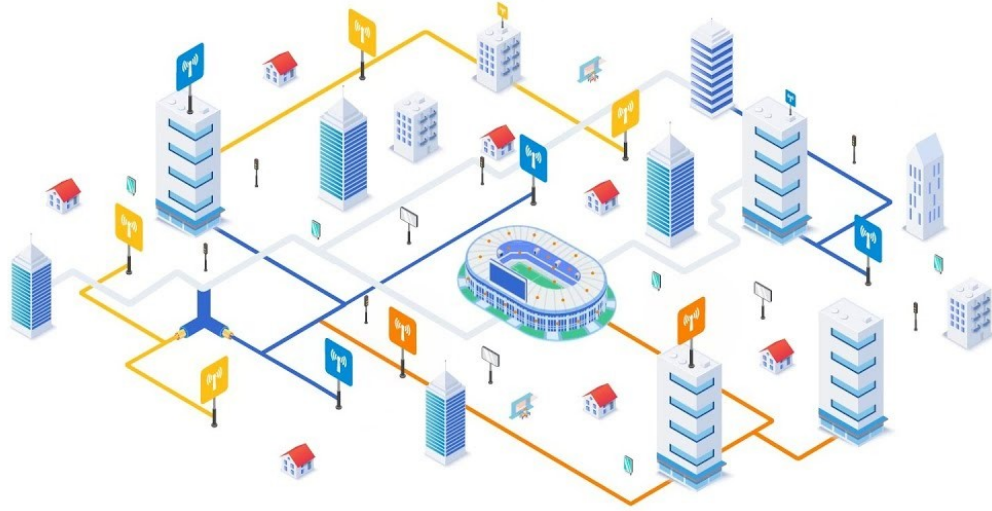


- *Signal to Noise Ratio (SNR)*
- Proporción comprendida entre la potencia de la señal y el nivel de ruido del entorno

ATOLL como herramienta de simulación de cobertura

ATOLL
In-Building

Planning of **outdoor and indoor**
networks simultaneously

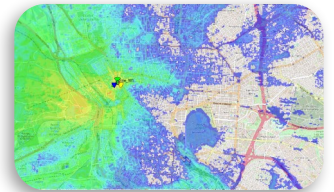


Herramienta para modelar escenarios de cobertura, interferencia o capacidad en diferentes tecnologías (desde 2G hasta 5G).

Interfaz compatible con Windows
Pueden introducirse modelos de antenas, mapas, etc.
Los datos pueden exportarse a Excel.

Pueden seleccionarse los modelos de propagación, los parámetros de los equipos, las pérdidas de los elementos pasivos, etc.

Esta aplicación nos brindará la oportunidad de realizar simulaciones complejas a partir de métodos de predicción de la cobertura sobre escenarios topográficos de alta resolución.



Escenarios de simulación

Tipos de entornos



CIUDAD
Madrid



COSTA
Santa Pola



MONTAÑA
Santa Cilia de Ponzano

Coberturas

Tilt

0° - 4° - 10°
RET - MDT

Bandas

Bandas Bajas
Bandas Altas

Tecnología

4G, 5G
4x4, 64x64

Señal

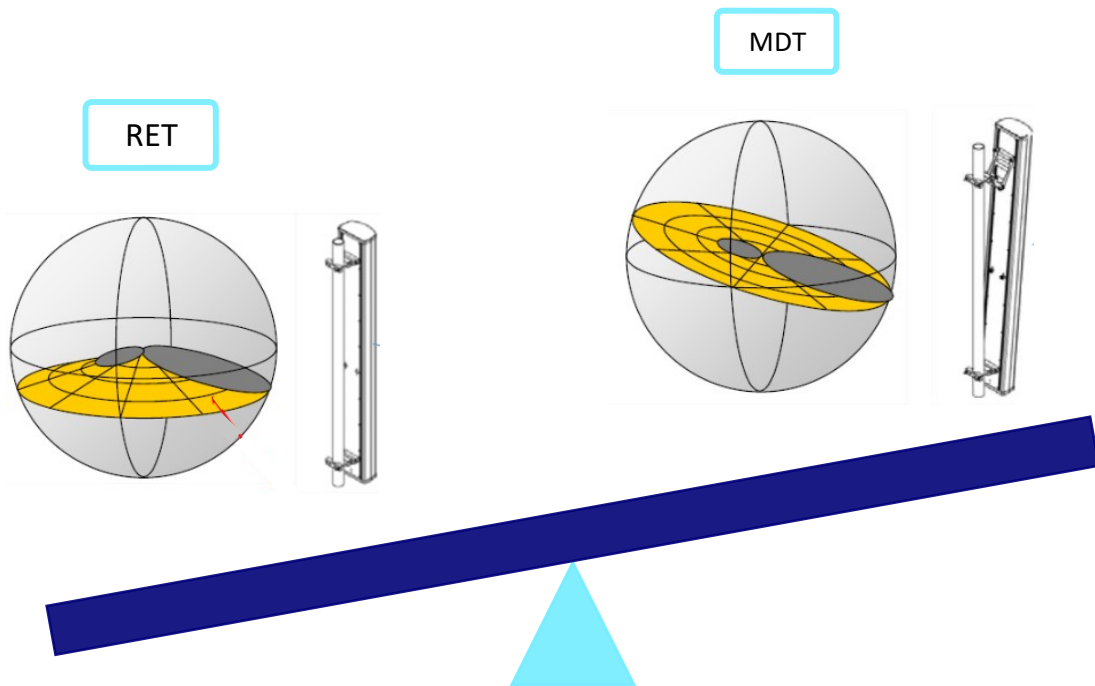
Atenuación frente a obstáculos

Puntos de medida a
500 m y 2.000 m

Potencia de señal

Nivel de señal útil y
de interferencia a
500 m y 2.000 m

TILT - RET / MDT

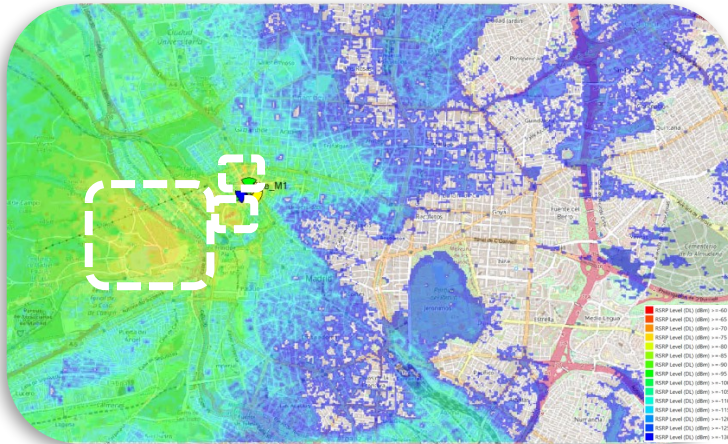


MADRID - LTE800

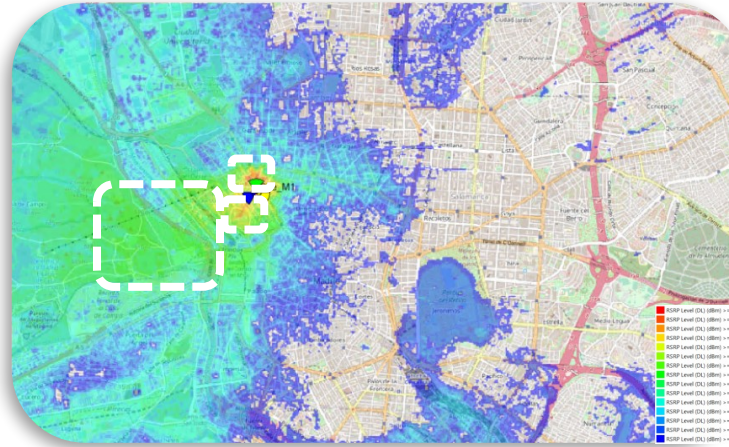
Madrid – LTE 800



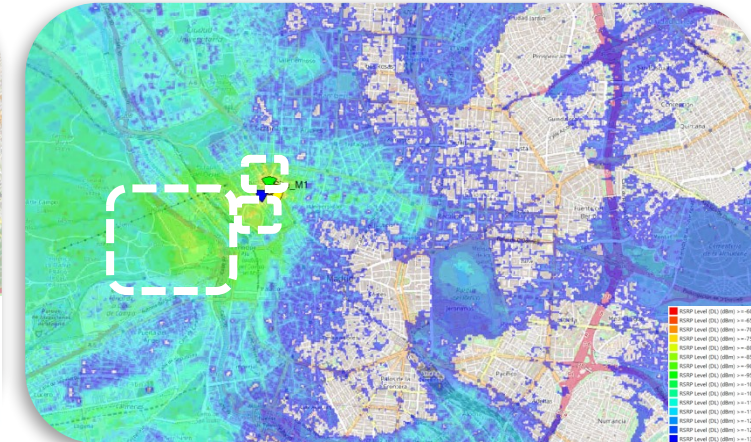
RET 0°



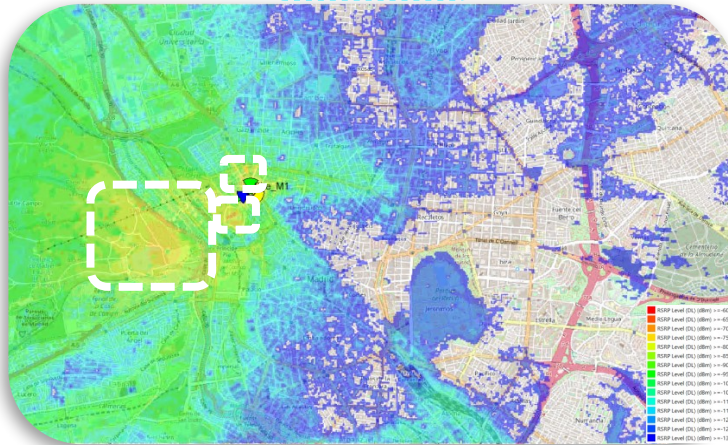
RET 10°



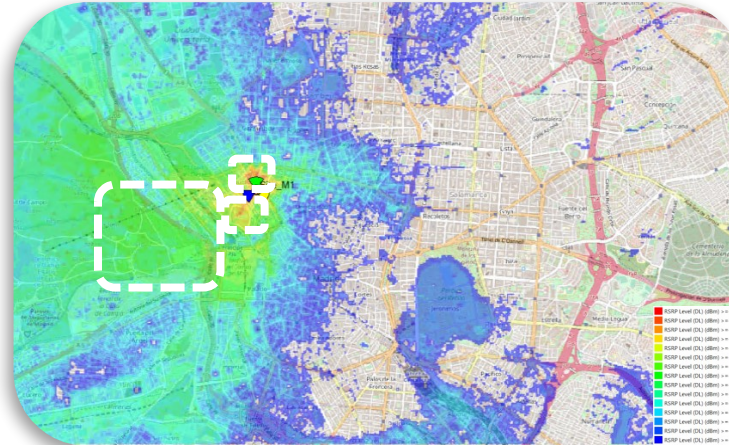
RET -10°



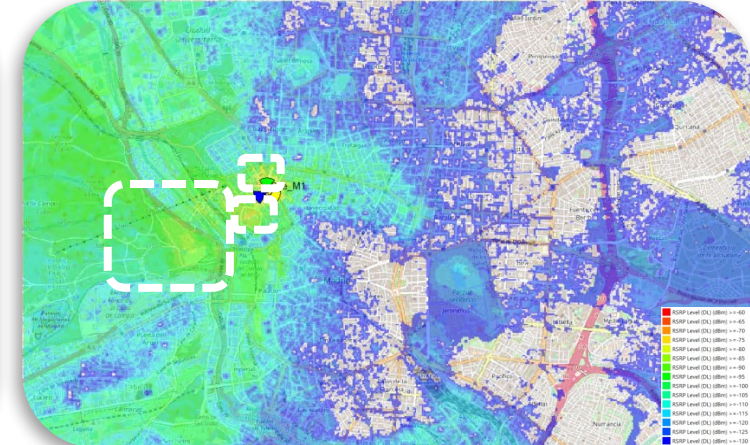
MDT 0°



MDT 10°



MDT -10°



Las coberturas conseguidas son muy parecidas. Podemos observar en los casos de tilt negativo como la potencia de señal cerca de la antena es más baja que en el caso de los positivos debido a que la antena no apunta al suelo.

La diferencia entre MDT y RET es muy pequeña.

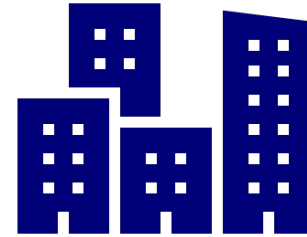
Banda de frecuencia



LTE2600
LTE
800



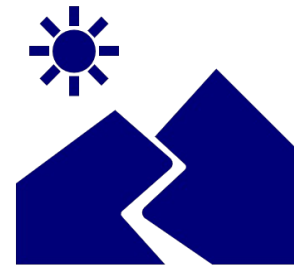
NR3500
NR700



Madrid



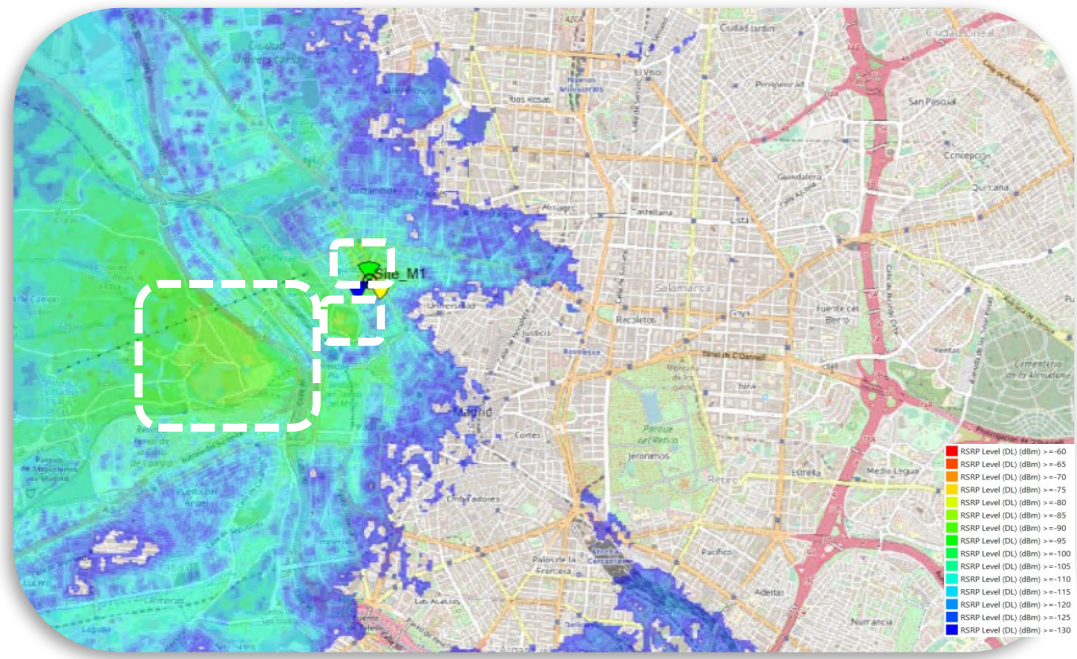
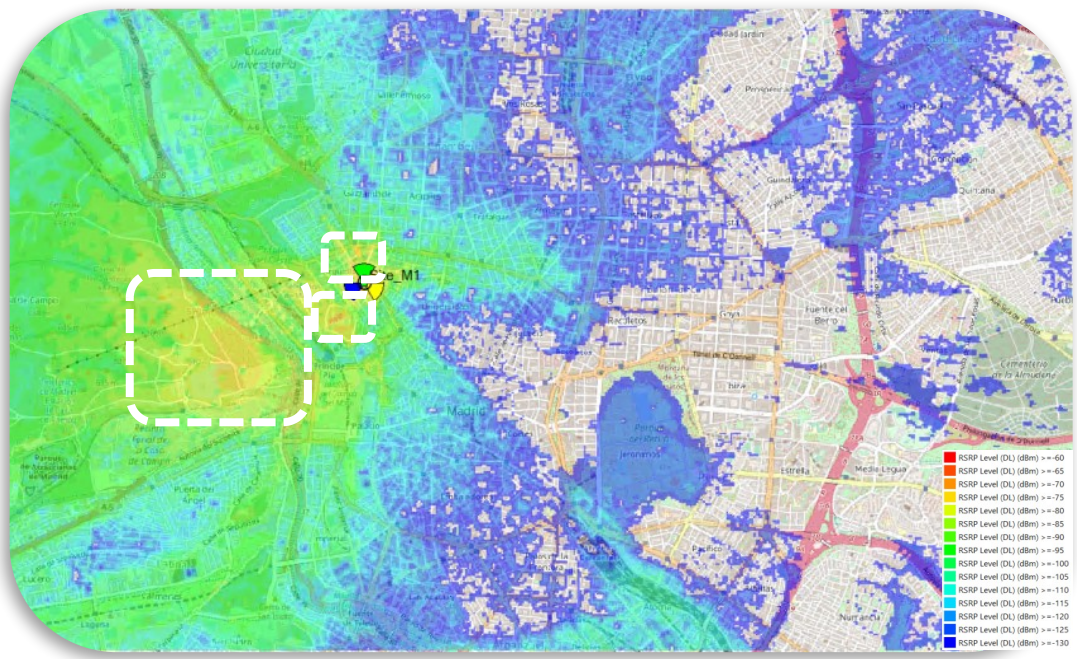
Santa Pola



Santa Cilia
De Ponzano

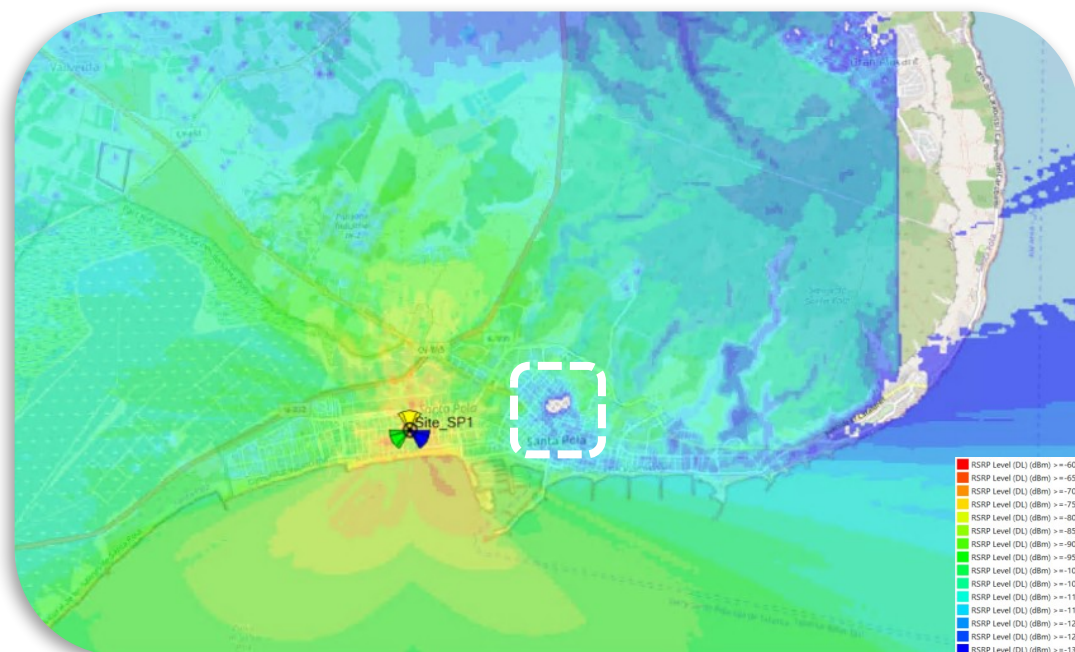
LTE 800

LTE 2600

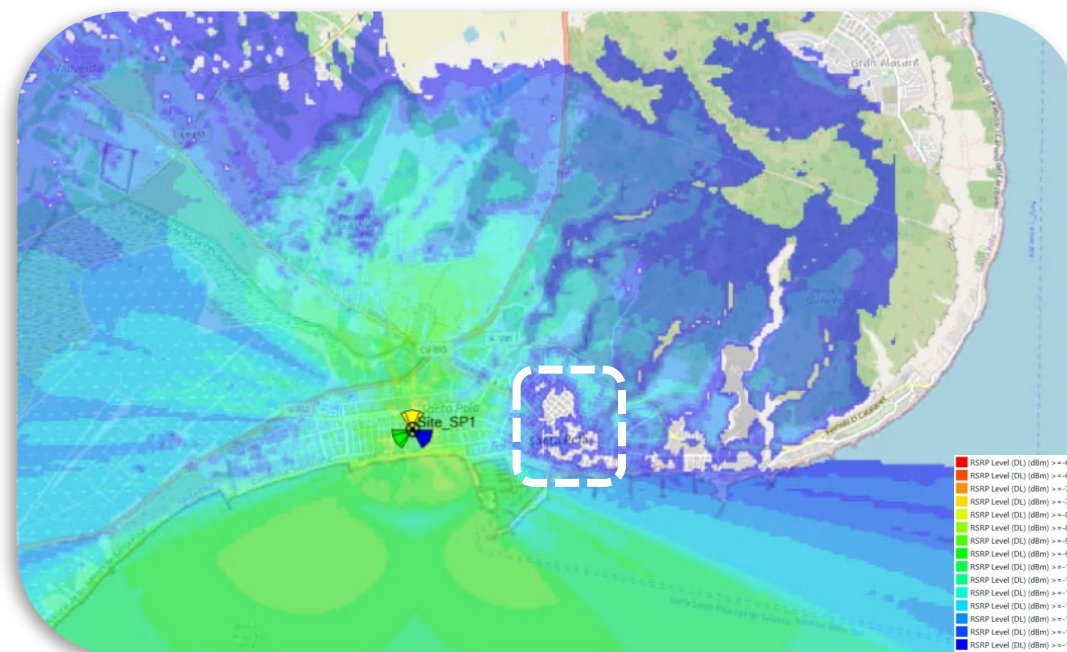


A mayor frecuencia mayores son las pérdidas de propagación, es por ello que con una banda baja de frecuencia conseguimos más alcance y penetración.

LTE 800



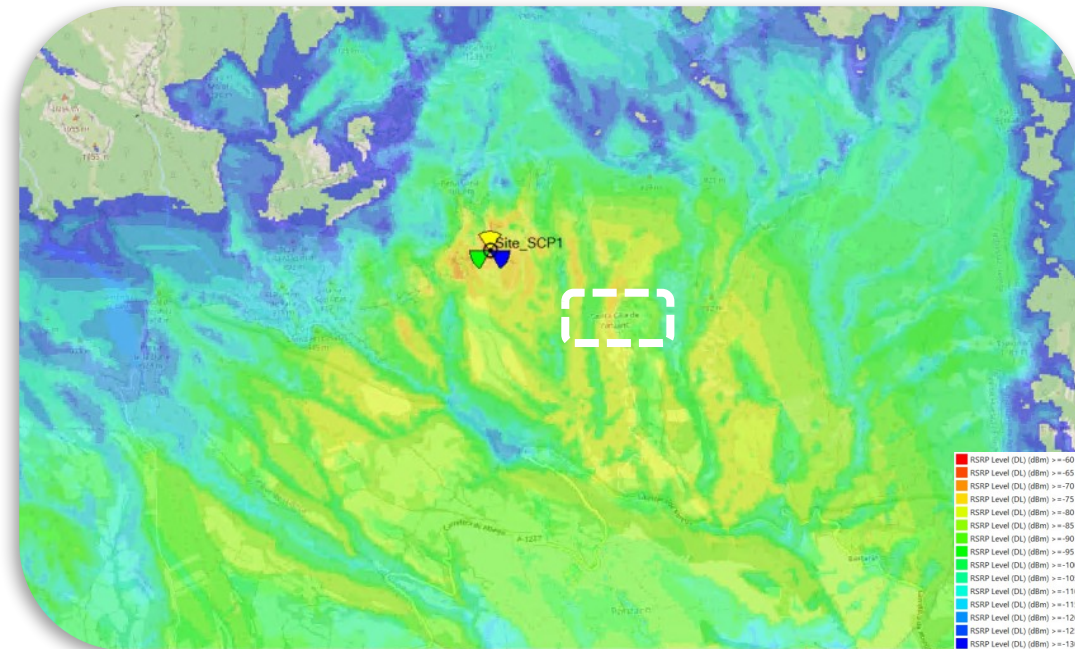
LTE 2600



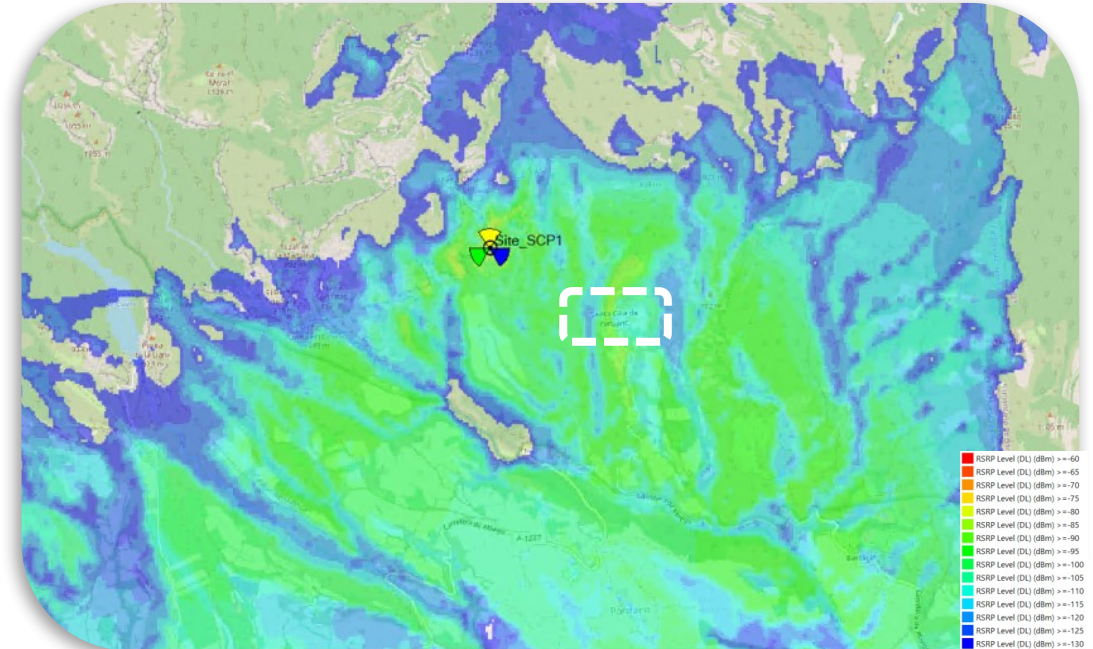
Comprobamos que la banda de LTE 2600 tiene un alcance menor que la banda de LTE 800. En concreto, en la zona de la ciudad, con la banda alta se crean muchos más huecos de cobertura debido a su menor penetración.



LTE 800

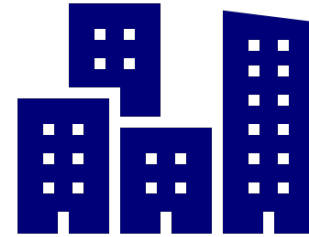
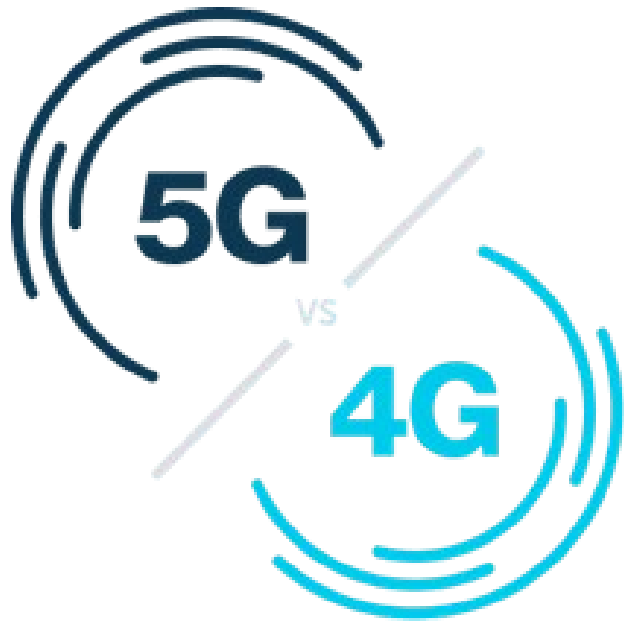


LTE 2600



La banda de LTE 800 consigue mejores niveles de señal, llegando con potencia de señal buena al pueblo, cosa que no ocurre en LTE 2600.

Tecnología – 4G / 5G



Madrid



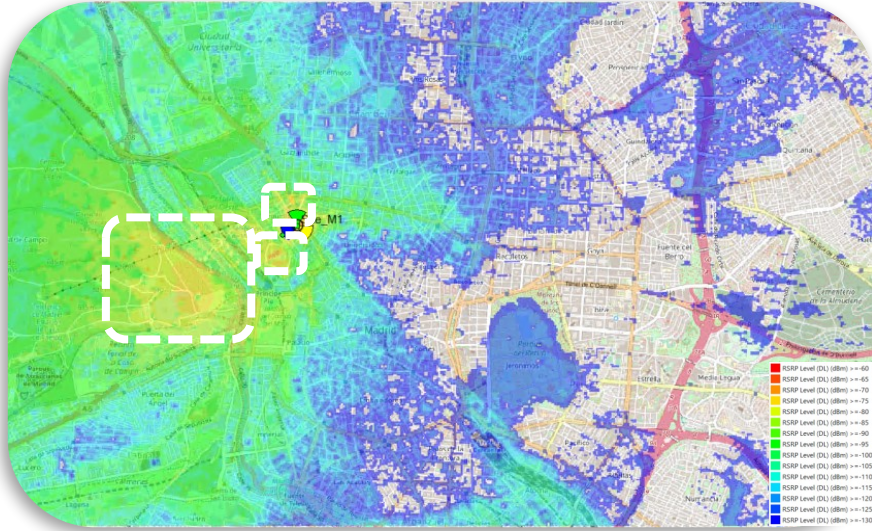
Santa Pola



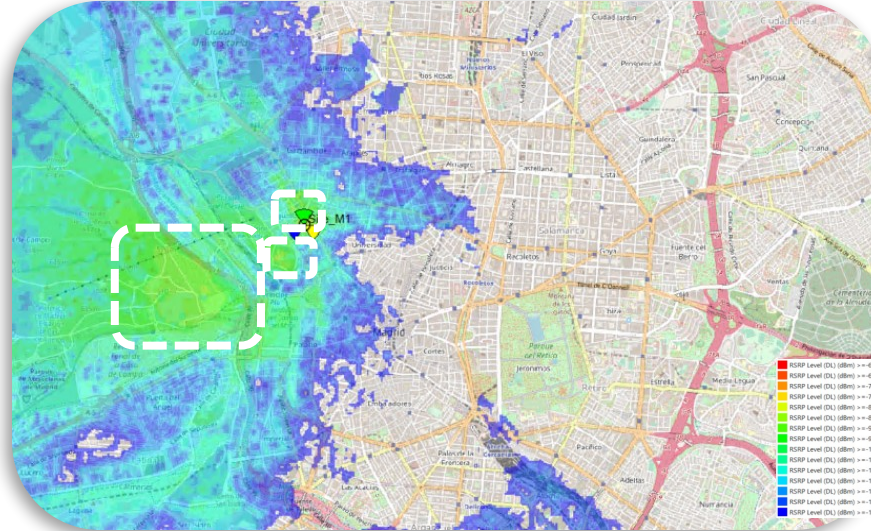
Santa Cilia
De Ponzano



Banda baja LTE 800



Banda alta LTE 2600

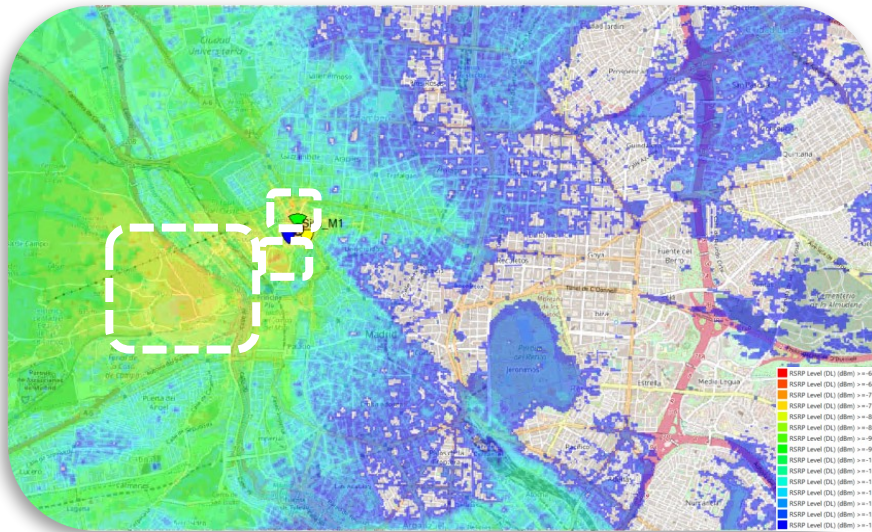


Aunque las bandas bajas son parecidas, la tecnología 5G consigue mayor alcance.

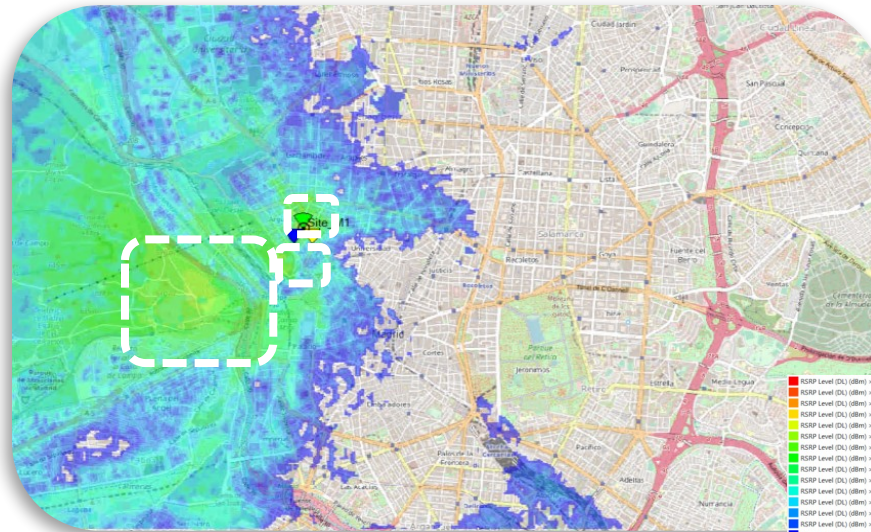
Las bandas altas de ambas tecnologías tienen una cobertura muy parecida, aunque la banda de 2600 MHz es considerablemente más baja que la de 3500 MHz.



Banda baja NR 700



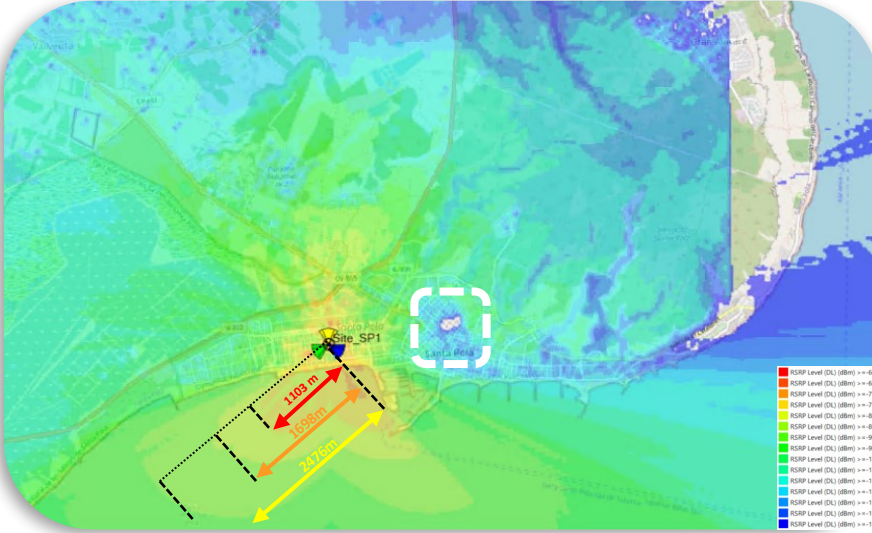
Banda alta NR 3500



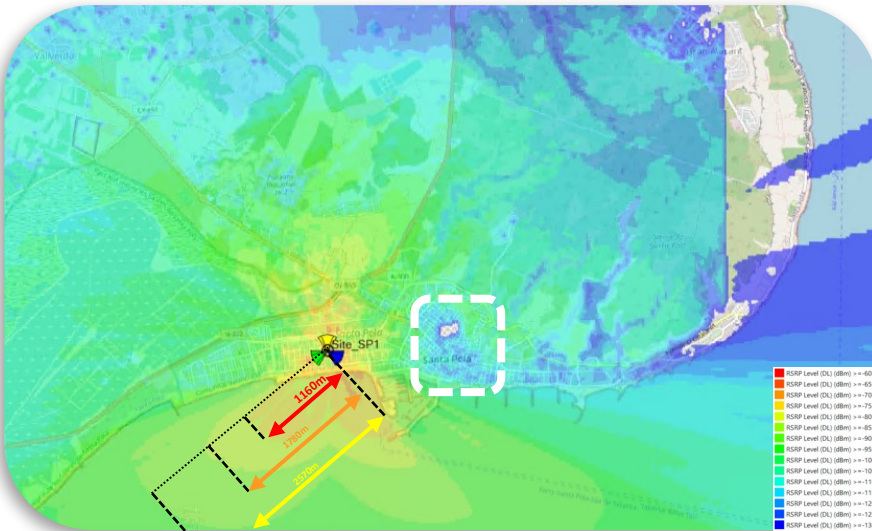
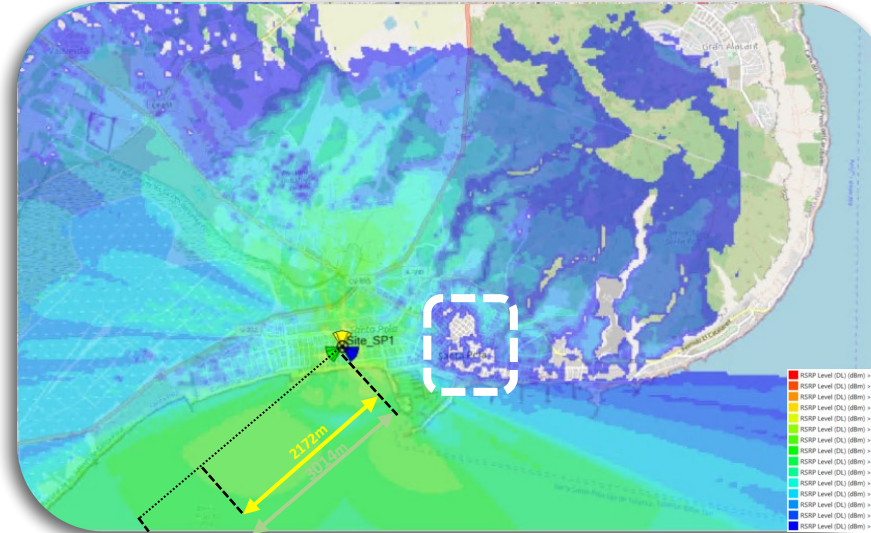
Santa Pola – 4G / 5G



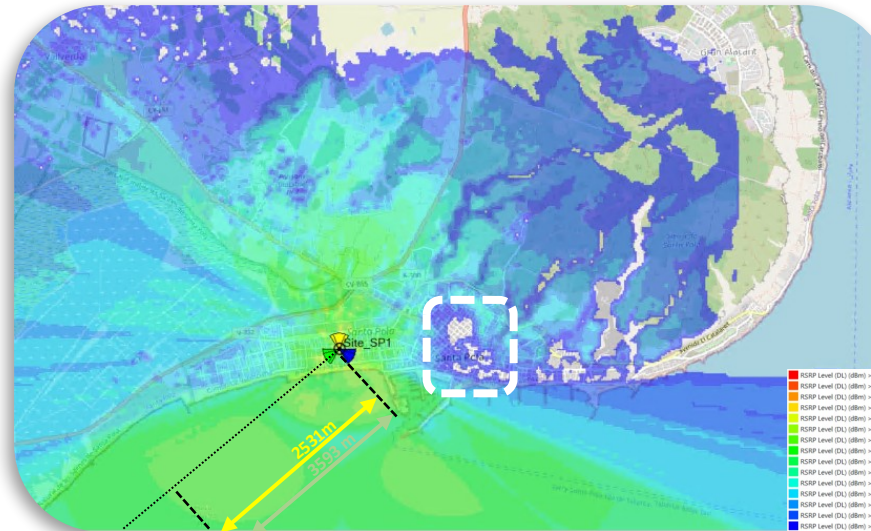
Banda baja LTE 800



Banda alta LTE 2600



Banda baja NR 700



Banda alta NR 3500

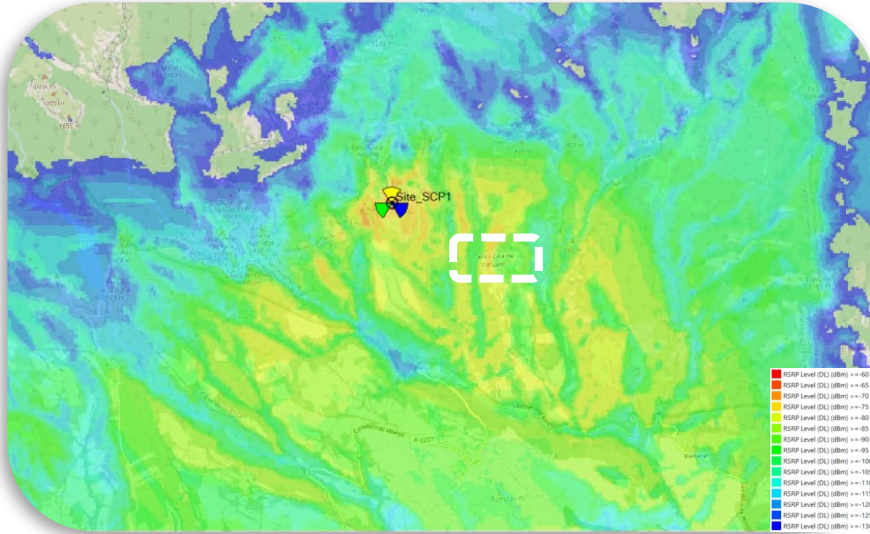
La banda más baja de la tecnología 5G consigue aproximadamente 100m más de cobertura que la tecnología 4G.

La banda alta de 5G consigue llegar unos 400m más lejos que la banda alta de LTE.

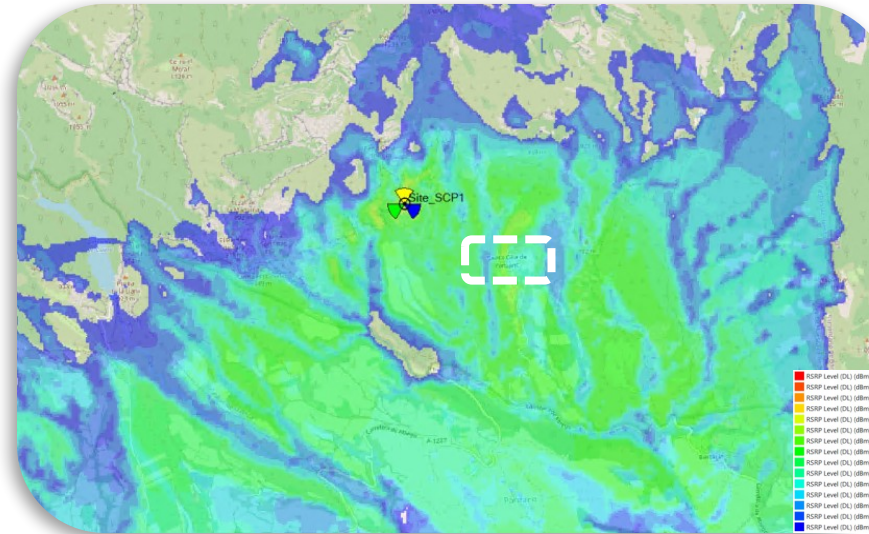
Santa Cilia De Ponzano – 4G / 5G



Banda baja LTE 800



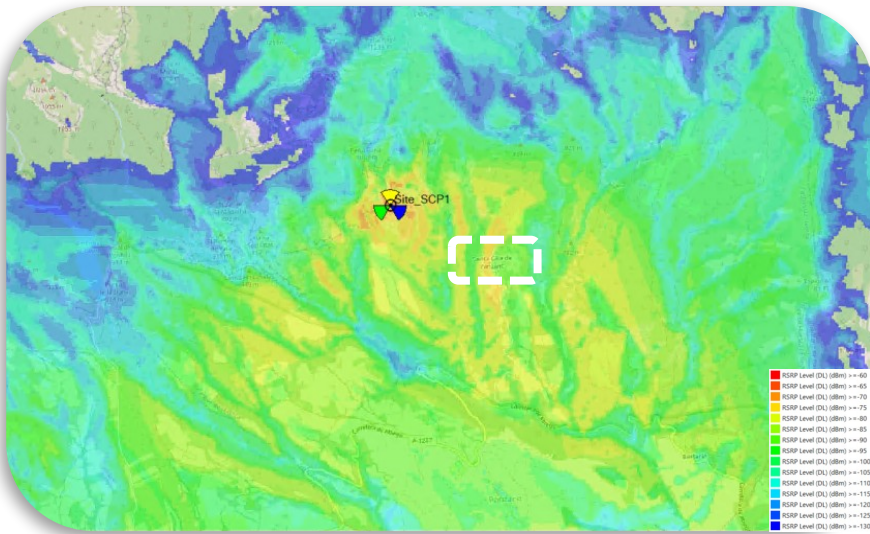
Banda alta LTE 2600



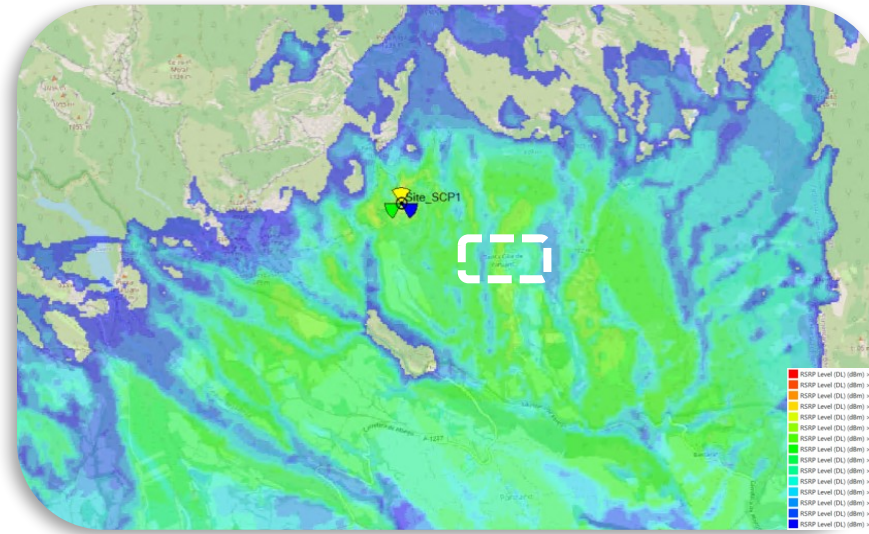
La tecnología 5G consigue mejores prestaciones que la 4G, sobre todo en bandas más altas.



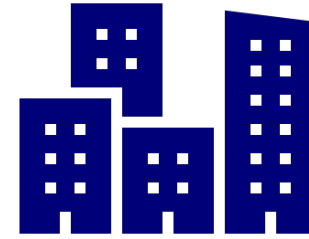
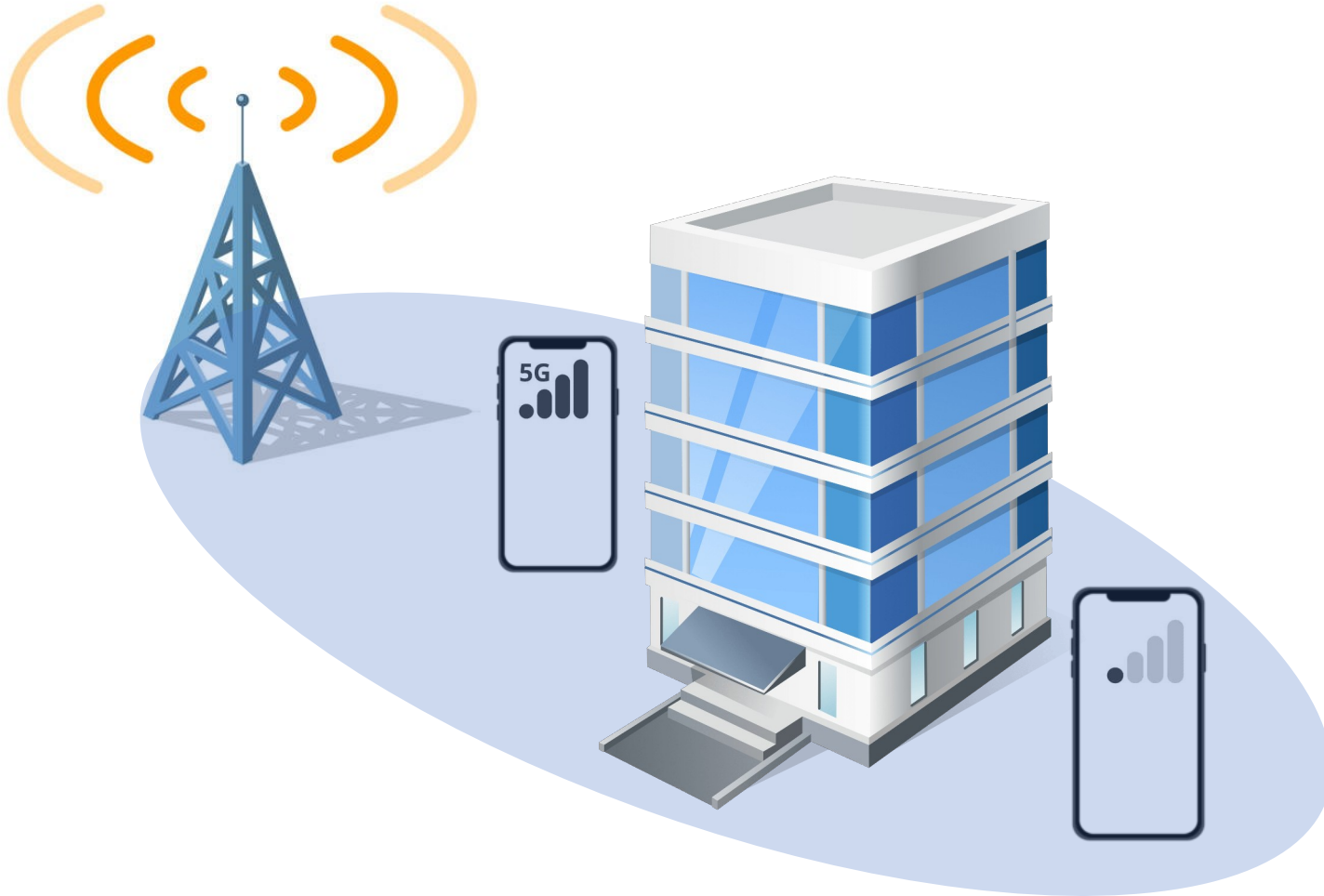
Banda baja NR 700



Banda alta NR 3500



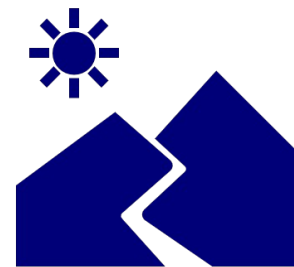
Atenuación de la señal frente a obstáculos



Madrid



Santa Pola

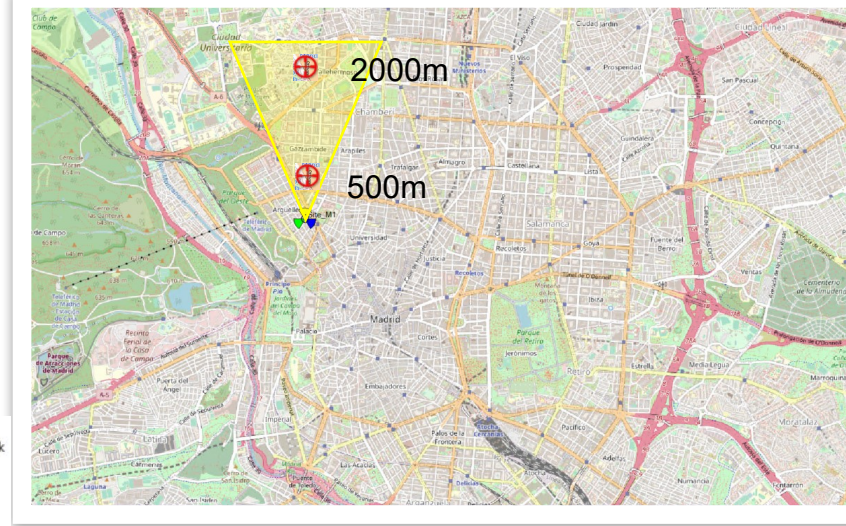


Santa Cilia
De Ponzano

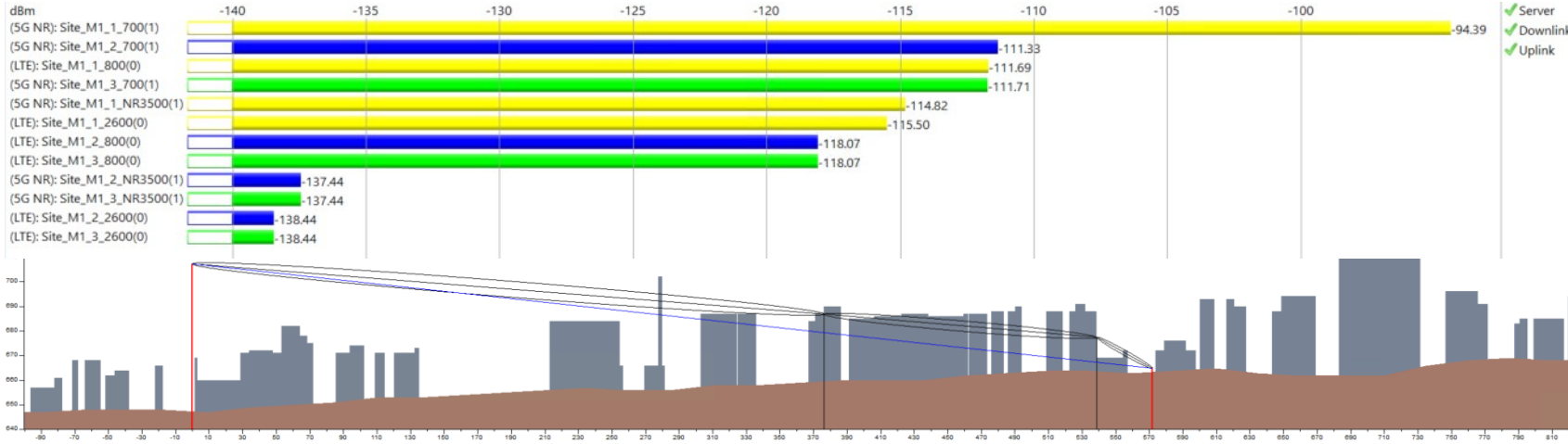
Madrid – Atenuación



- Sector 1
- Sector 2
- Sector 3

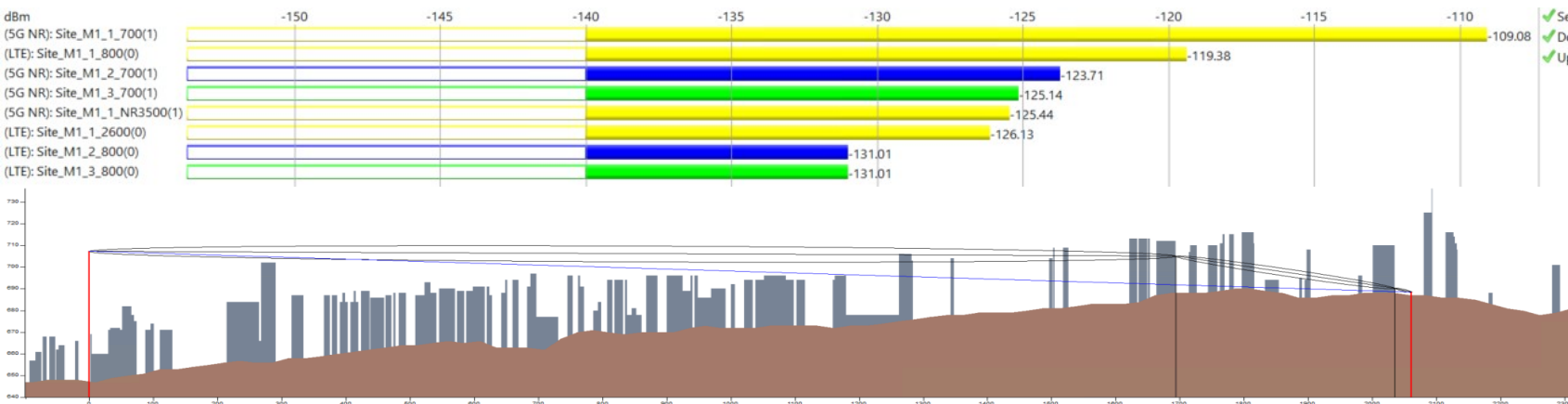


500m



- ✓ Server
- ✓ Downlink
- ✓ Uplink

2000m



- ✓ Server
- ✓ Downlink
- ✓ Uplink

- Line Of Sight ✗
- Desvanecimiento rápido ✓
- Desvanecimiento lento ✓

→ edificios

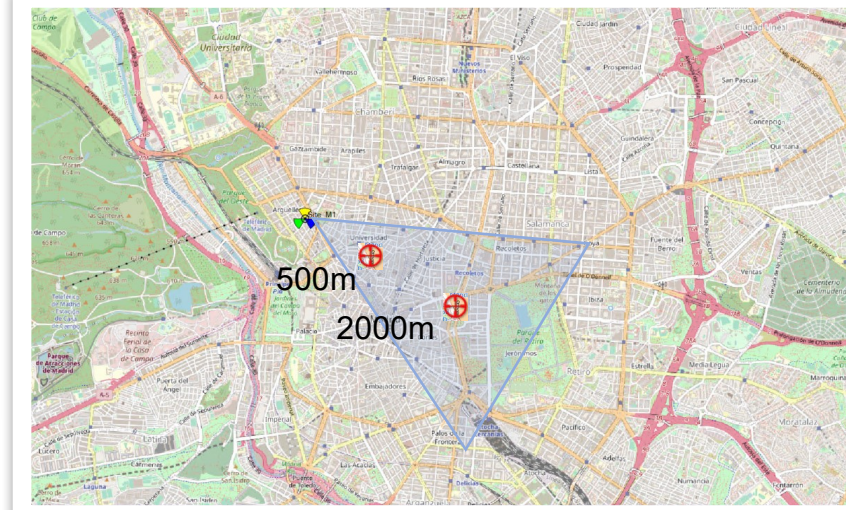
Las bandas bajas tienen menos pérdidas por ello llegan más lejos.

La intensidad de señal útil no es muy buena (a excepción de NR700) debido a la presencia de edificios.

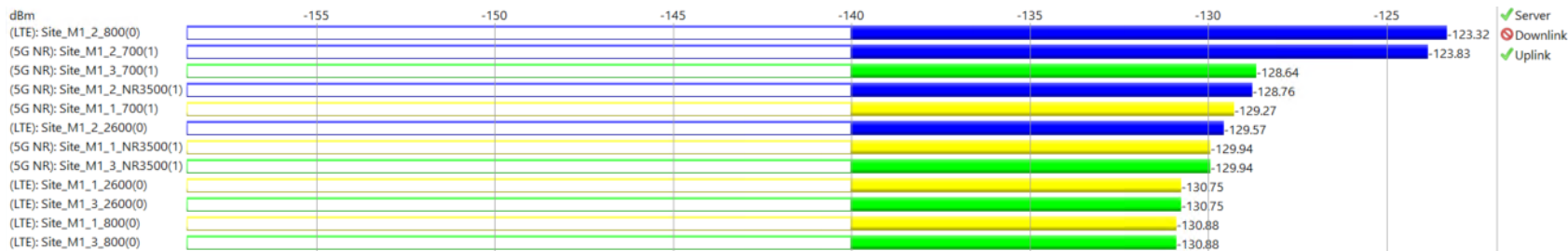
Madrid – Atenuación



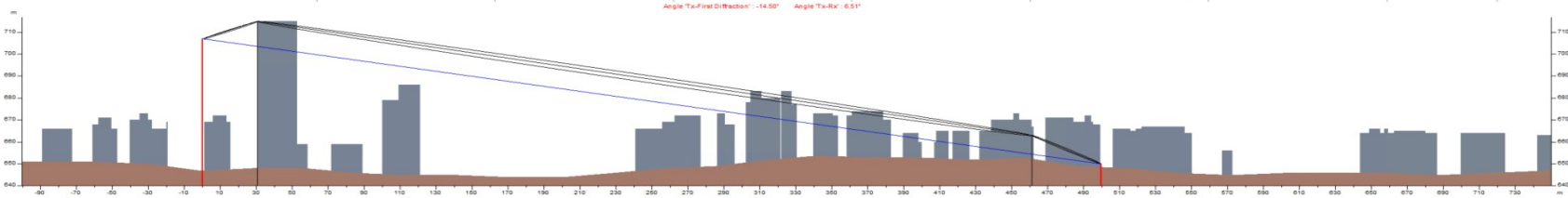
- Sector 1
- Sector 2
- Sector 3



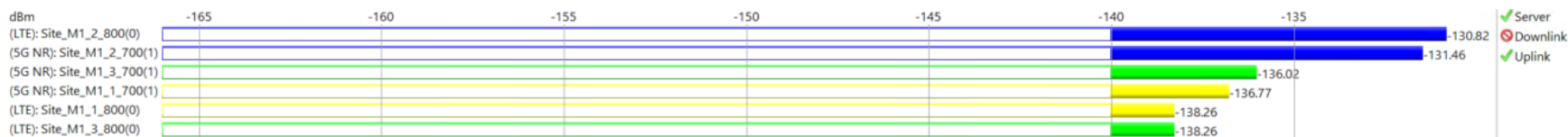
500m



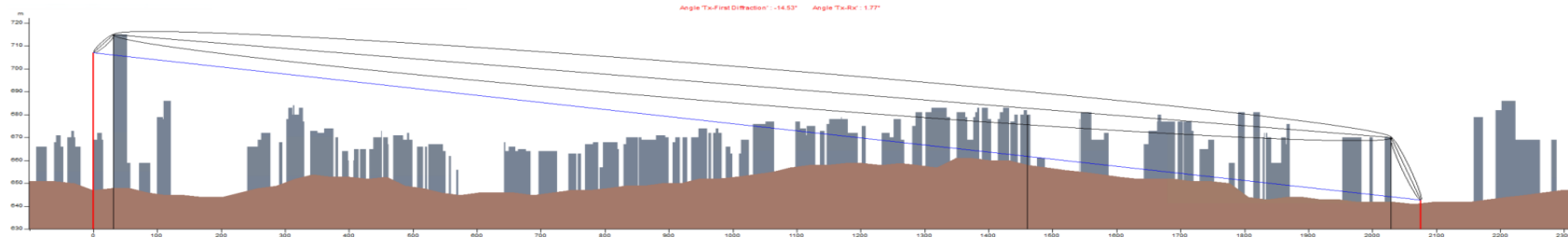
- ✓ Server
- ⊗ Downlink
- ✓ Uplink



2000m



- ✓ Server
- ⊗ Downlink
- ✓ Uplink



- Line Of Sight ⊗
- Desvanecimiento rápido ⊗
- Desvanecimiento lento ✓
- Siempre habrá desvanecimiento rápido debido a algún objeto puntual (pájaro, farola, persona, etc.). Lo consideramos bajo.

Hay un edificio justo enfrente de la antena, lo que dificulta enormemente su transmisión.

Las bandas bajas tienen mayor intensidad de señal, pero aún así es muy débil para asegurar una buena conexión.²⁰

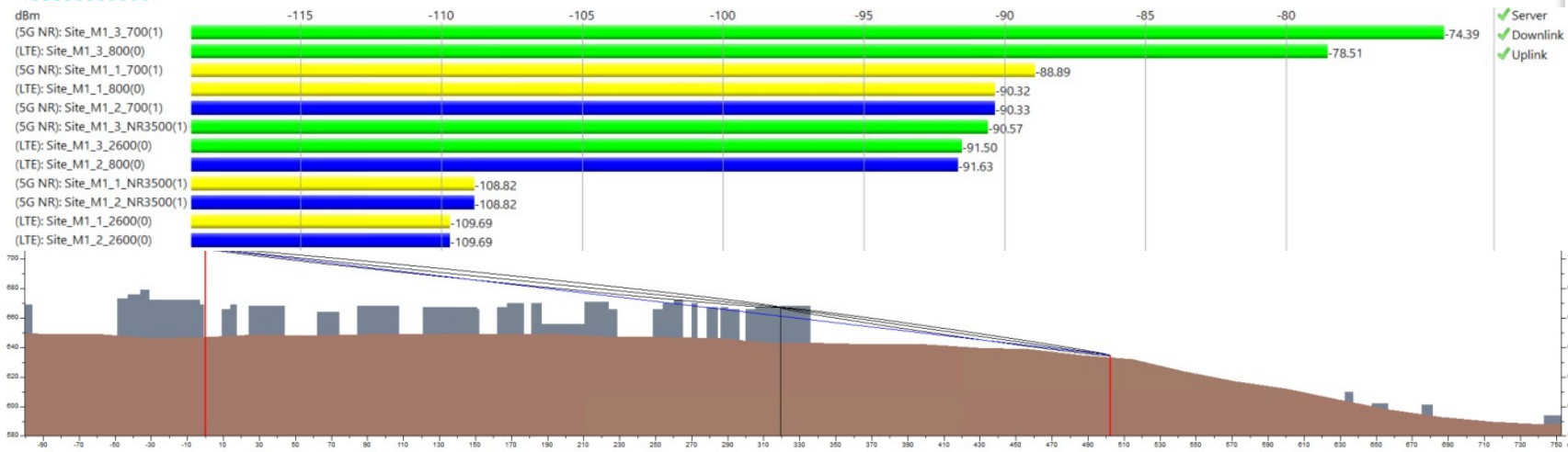
Madrid – Atenuación



- Sector 1
- Sector 2
- Sector 3



500m



Line Of



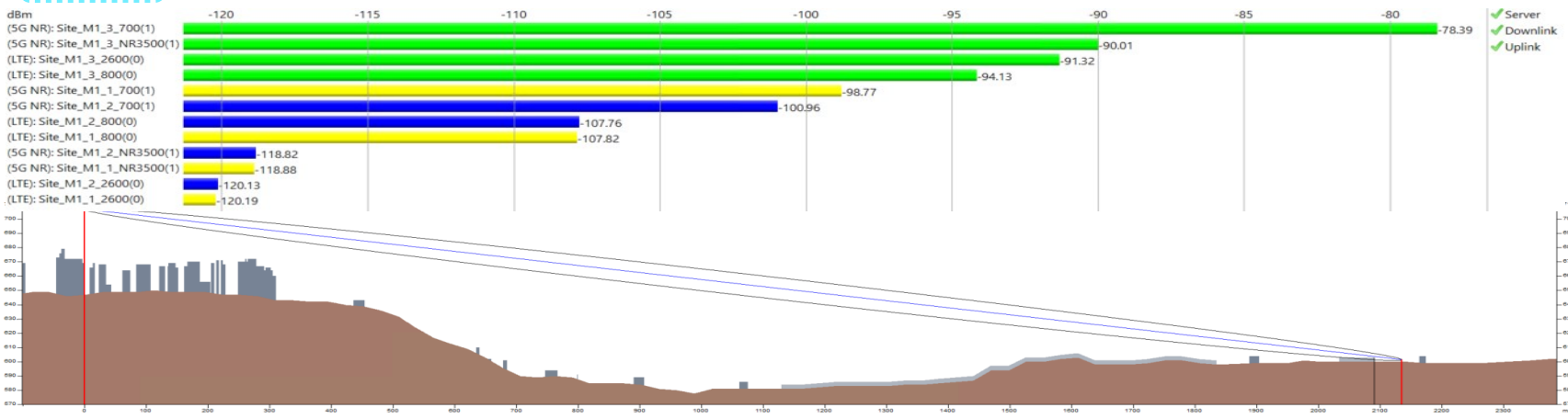
Sigth
Desvanecimiento
rápido



Desvanecimiento
lento



2000m



La señal llega en las dos ocasiones con LOS, por lo que la potencia de recepción en el terminal es muy buena ya que no existen objetos que debiliten la señal o impidan su transmisión.

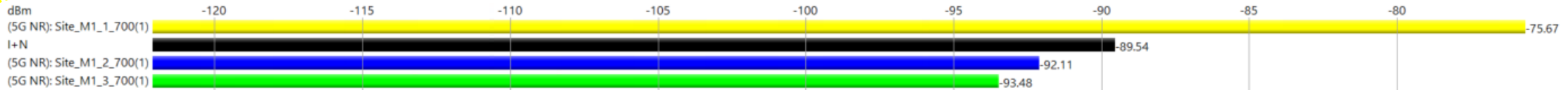
Madrid – Interferencia



La interferencia recibida será menor cuanto mejor llegue la señal deseada al punto de medida.

Se puede ver en el sector 2 que en el caso de 500 m la interferencia es casi igual que el valor de la señal, y a 2.000 m la supera. Esto se traducirá en conexiones deficientes o imposibles de completarse.

Sector 1



500m



2000m

Sector 2



500m

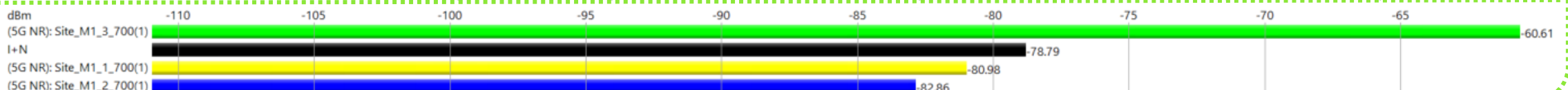


2000m

Sector 3



500m



2000m

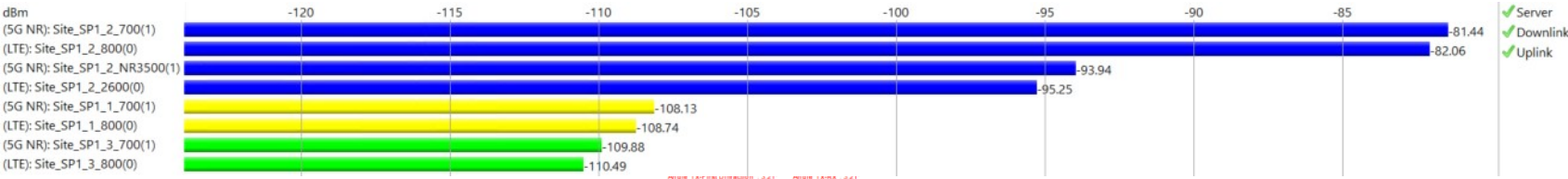
Santa Pola – Atenuación



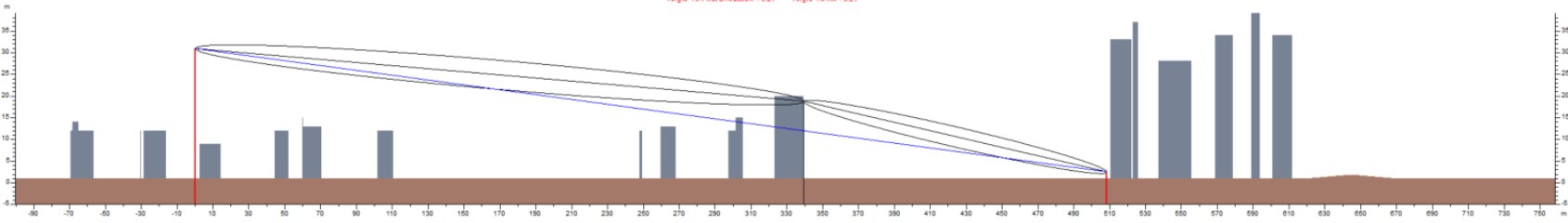
- Sector 1
- Sector 2
- Sector 3



500m



- ✓ Server
- ✓ Downlink
- ✓ Uplink



Line Of



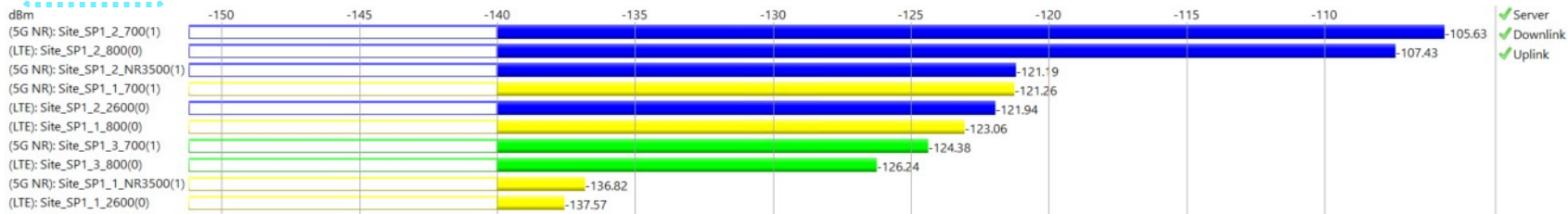
Sigth
Desvanecimiento
rápido → edificios



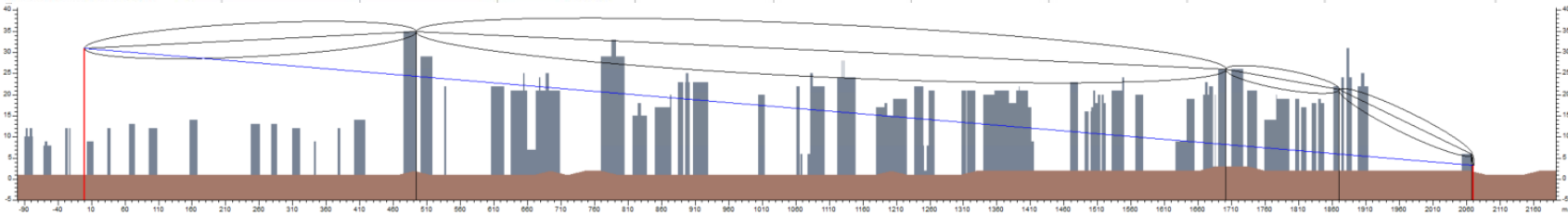
Desvanecimiento
lento



2000m



- ✓ Server
- ✓ Downlink
- ✓ Uplink



A 500 m las bandas bajas del sector 2, seguidas de las bandas altas, serán las que lleguen con mayor intensidad. Hay menos presencia de otros sectores por la la falta de multitrayecto debida a obstáculos.

A 2.000m, hay más edificios y el multitrayecto aumenta, así como la presencia de otras bandas.

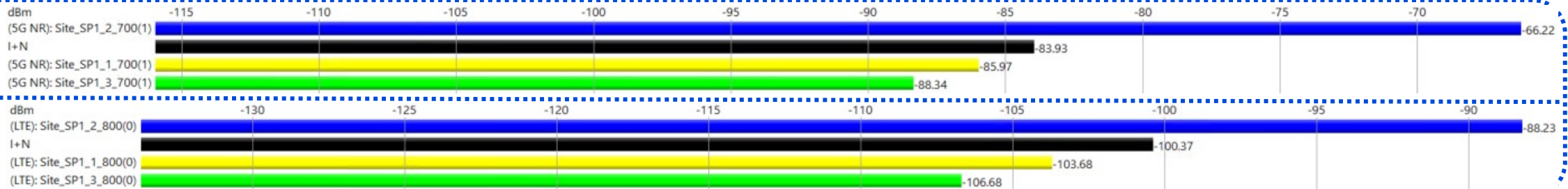
Santa Pola – Interferencia



El nivel de señal útil es muy buena, por lo que la interferencia se situará muy por debajo de esta, permitiendo buenos niveles de potencia para las conexiones móviles.

Las señales de los sectores que no apuntan al lugar de medida son más bajas que la interferencia, ya que la interferencia es la asociada a la señal útil en un punto determinado y estas señales de otros sectores llegan con menor nivel. Esto ocurre porque llegarán gracias al multitrayecto y a la dispersión propia de las señales radio.

Sector 2



500m

2000m

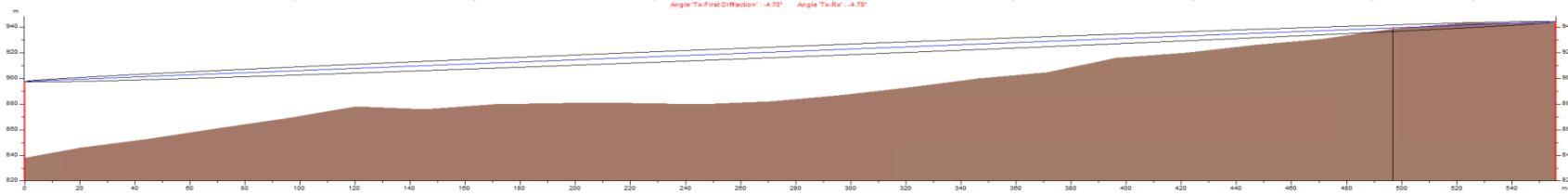
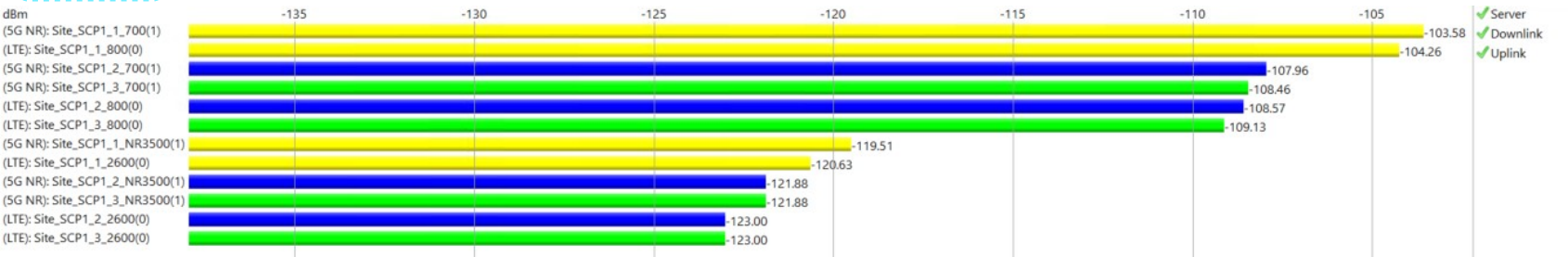
Santa Cilia De Ponzano – Atenuación



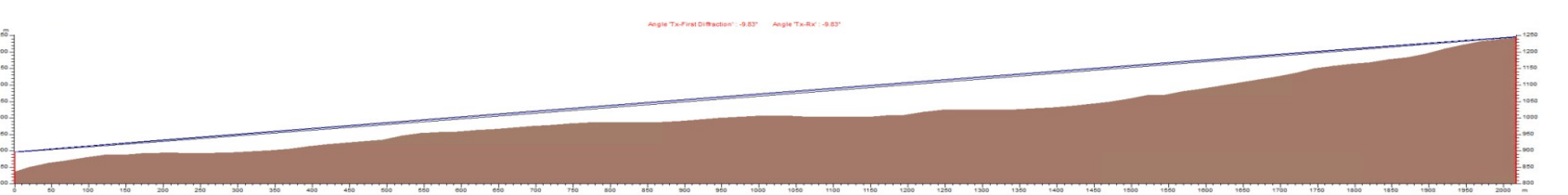
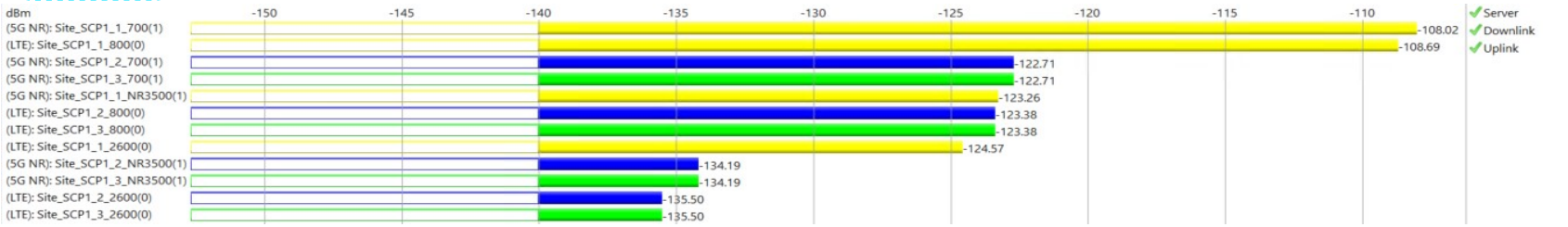
- Sector 1
- Sector 2
- Sector 3



500m



2000m



- Line Of Sight
- Desvanecimiento rápido
- Desvanecimiento lento

Existe LOS, pero el punto se encuentra por encima de la antena (la antena apunta al suelo con 4º), por ello la intensidad de señal no es tan buena como se esperaría.

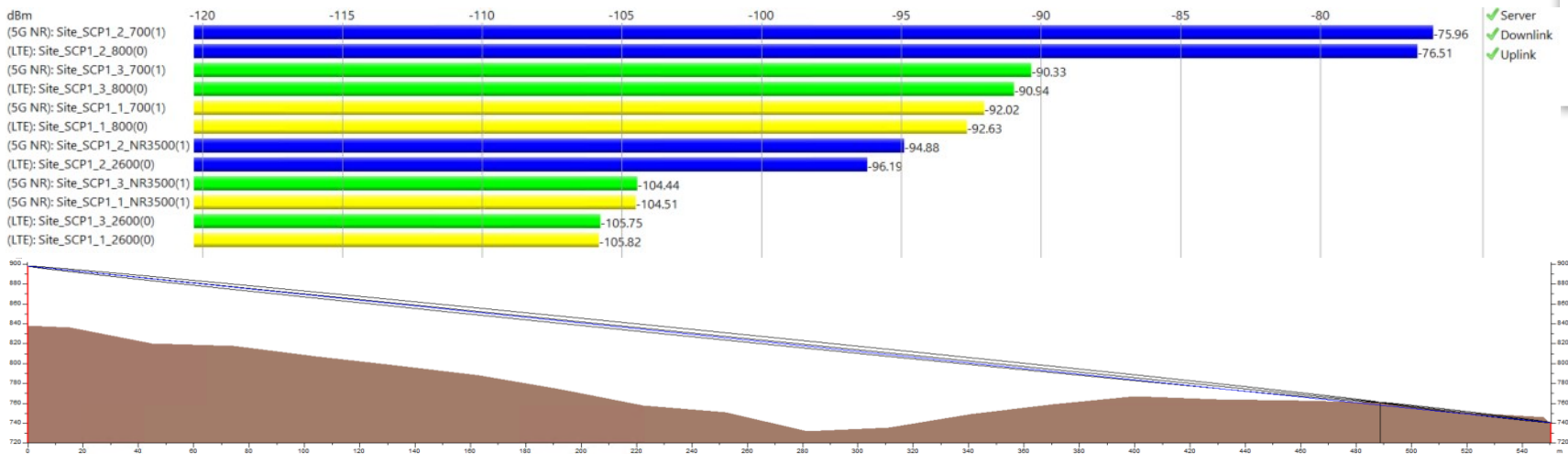
Santa Cilia De Ponzano – Atenuación



- Sector 1
- Sector 2
- Sector 3



500m



Line Of



Sigth



Desvanecimiento rápido



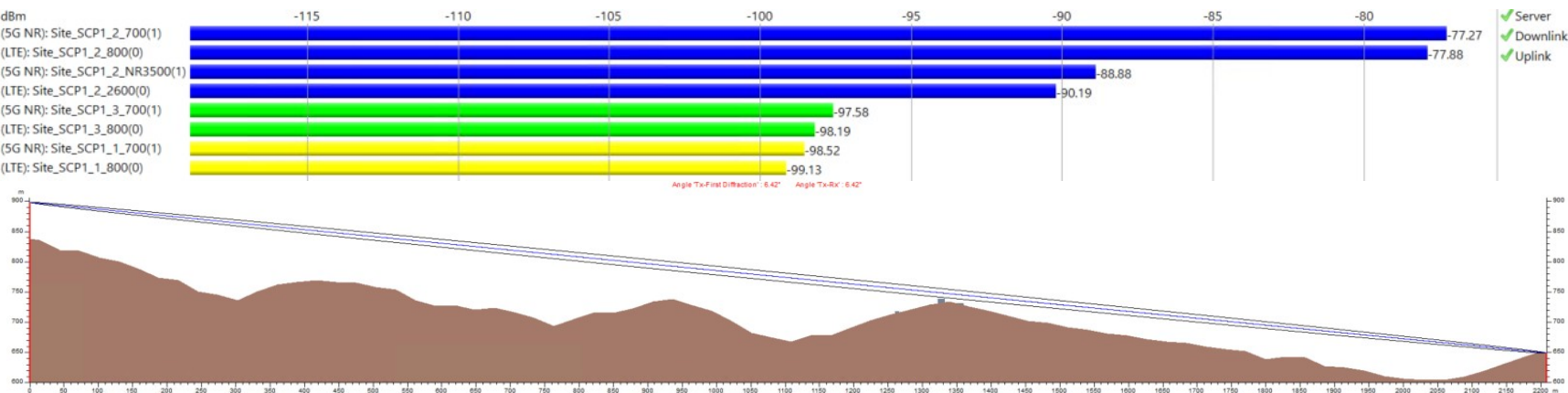
Desvanecimiento lento



→ montaña

Existe LOS, y desvanecimientos rápidos y lentos. La señal en el terminal en los puntos de medida es muy buena ya que llega directamente, y la presencia de multitrayecto hace que también lleguen señales de otras bandas.

2000m



Santa Cilia De Ponzano – Interferencia



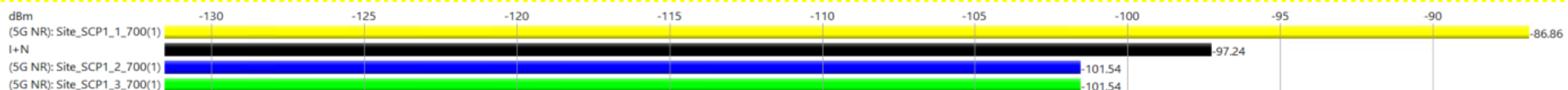
En el sector 1 la señal es menor y por ello la interferencia crece.

En el sector 2 la señal útil es muy buena, lo que hace que la interferencia se sitúe muy por debajo de esta. Las comunicaciones se realizarán con éxito.

Sector 1



500m

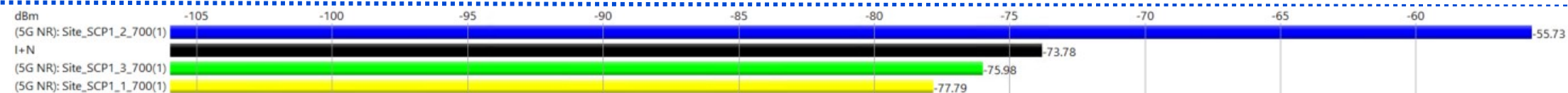


2000m

Sector 2



500m



2000m

Preguntas ¿?

