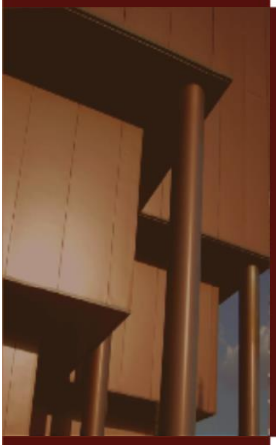
Trabajo Fin de Grado
Ingeniería de Telecomunicación

Diseño de la infraestructura de acceso y planificación de la ruta de transmisión de datos para la implantación de servicios mediante fibra óptica

Autor: Antonio Valdivieso Molina
Tutor: Antonio Jesús Sierra Collado



Dpto. Ingeniería Telemática
Escuela Técnica Superior de Ingeniería
Universidad de Sevilla

Sevilla, 2023

Trabajo Fin de Grado
Ingeniería de Telecomunicación

Diseño de la infraestructura de acceso y planificación de la ruta de transmisión de datos para la implantación de servicios mediante fibra óptica

Autor:
Antonio Valdivieso Molina

Tutor:
Antonio Jesús Sierra Collado

Dpto. de Ingeniería Telemática
Escuela Técnica Superior de Ingeniería
Universidad de Sevilla
Sevilla, 2023

Trabajo Fin de Grado: Diseño de la infraestructura de acceso y planificación de la ruta de transmisión de datos para la implantación de servicios mediante fibra óptica

Autor: Antonio Valdivieso Molina

Tutor: Antonio Jesús Sierra Collado

El tribunal nombrado para juzgar el Proyecto arriba indicado, compuesto por los siguientes miembros:

Presidente:

Vocales:

Secretario:

Acuerdan otorgarle la calificación de:

Sevilla, 2023

El Secretario del Tribunal

Agradecimientos

En primer lugar, quisiera agradecer a mi familia, por apoyarme en todo momento a lo largo de mi vida académica y motivarme a conseguir mis objetivos.

También a mis compañeros de clase, por la ayuda y los consejos que me han brindado a lo largo de estos años.

Al Departamento de Ingeniería Telemática de la ETSI, por brindarme los conocimientos necesarios y la capacidad de sacrificio para poder ejercer hoy en día de mi profesión.

Por último, a mis amigos, por haber sido mi apoyo diario en los momentos buenos y sobre todo en los malos.

Gracias.

Resumen

Cada vez más, necesitamos más velocidad de internet para navegar o jugar y por tanto es necesario dar el salto a conexiones más capaces. Cuando hablamos de conexiones inalámbricas nos referimos a la implantación del 5G, y en cuanto a conexiones fijas centramos la vista en la transición del ya obsoleto ADSL hacia la fibra óptica.

La implantación de fibra óptica en España ha ido en aumento en los últimos años, tanto es así que se ha convertido en uno de los países que más despliegue tiene del mundo. En la actualidad, existen en España más de 50 millones de accesos de FTTH (Fiber To The Home), y más de 10 millones de accesos HFC (híbrido entre coaxial y fibra).

En España se espera que, en 2024, el despliegue de fibra en España sea total, por ello, el objetivo de este proyecto es exponer cómo una operadora se encarga de llevar a cabo desde el estudio de un nuevo acceso de FO, hasta su total implantación en el cliente.

En esta memoria, se pretende explicar y analizar la manera de proceder a la hora de instalar un nuevo servicio de fibra óptica. Estos estudios son conocidos como viabilidades y disponen de dos partes que se estudian de manera independiente, pero han de estar estrechamente relacionadas para proporcionar el servicio de manera óptima.

En primer lugar, habrá que estudiar la ***parte de acceso***. En este estudio lo que se pretende es estudiar la infraestructura que rodea al usuario y tratar de aprovechar la misma para dar el servicio. Si en una determinada ubicación no existe infraestructura, habrá que estudiar la manera de implantarla con vistas a futuros abonados que puedan demandar servicios en el futuro.

Para realizar esta parte de la viabilidad, haremos uso de herramientas que se apoyan en mapas reales de España y que nos ilustran los tipos de infraestructura existentes en una zona. Con la información extraída de estas herramientas, se decidirá cuál es la manera óptima de desplegar el servicio a nivel de acceso.
Este estudio está comprendido desde la propia sede de cliente (vivienda, nave…) hasta la activación en el primer equipo de transmisión.

Una vez queda estudiada la parte de acceso, el siguiente paso será realizar el estudio de la ***parte de transmisión***. Este estudio conforma desde el primer equipo donde se activa el cliente, pasando por una ruta de equipos, hasta el nodo final de la red que proporciona el servicio. Para documentar la ruta que deberá seguir el servicio, haremos uso de una serie de herramientas que nos proporcionan la ruta final del servicio.

Cuando finalicemos el estudio de las partes de acceso y transmisión, tendremos el estudio completo de viabilidad. Gracias a este estudio, el departamento de despliegue puede tener una vista a priori de cómo habrá que implementar el servicio (a nivel de infraestructura y a nivel de transmisión) y supondrá un ahorro en tiempo y recursos a nivel de despliegue.

Abstract

Increasingly, we need more internet speed to browse or play and therefore it is necessary to make the leap to more capable connections. When we talk about wireless connections, we are referring to the implementation of 5G, and in terms of fixed connections, we focus on the transition from the already obsolete ADSL to fiber optics.

The implementation of fiber optics in Spain has been increasing in recent years. It has become one of the countries with the most deployment in the world. Currently, there are more than 50 million FTTH (Fiber To The Home) accesses in Spain, and more than 10 million HFC (hybrid between coaxial and fiber) accesses.

In Spain, it is expected that, in 2024, the deployment of fiber in Spain will be total, therefore, the objective of this project is to expose how an operator is in charge of carrying out from the study of a new FO access, to its total implementation in the client.

In this memory, it is intended to explain and analyze the way to proceed when installing a new fiber optic service. These theoretical studies are known as viabilities and have two parts that are studied independently, but must be closely related to provide the service optimally.

In the first place, it will be necessary to study the access part. In this study, what is intended is to study the infrastructure that surrounds the user and try to take advantage of it to provide the service. If there is no infrastructure in a certain location, it will be necessary to study how to implement it with a view to future subscribers who may demand services in the future.

To carry out this part of the feasibility, we will use tools that are based on real maps of Spain and that illustrate the types of infrastructure existing in an area. With the information extracted from these tools, it will be decided which is the optimal way to deploy the service at the access level. This study is comprised from the client's own headquarters (home, warehouse…) to activation in the first transmission equipment.

Once the access part is studied, the next step will be to carry out the study of the transmission part. This study makes up from the first equipment where the client is activated, going through a route of equipment, to the final node of the network that provides the service. To document the route that the service must follow, we will use a series of tools that provide us with the final route of the service.

When we finish the study of the access and transmission parts, we will have the complete feasibility study. Thanks to this study, the deployment department can have an a priori view of how the service will have to be implemented (at the infrastructure level and at the transmission level) and will save time and resources at the deployment level.

Índice

Agradecimientos **8**

Resumen **9**

Abstract **11**

Índice **13**

Índice de figuras **15**

1 Introducción **17**

1.1 Evolución de la comunicación **17**

1.2 Fibra óptica. Ventajas y desventajas **17**

1.3 Transmisión en una red de telecomunicaciones **18**

1.4 Objetivos **20**

2 Fundamento Teórico **21**

2.1 Alta de servicios por fibra óptica (FO) **21**

2.2 FTTH / HFC **23**

2.3 Primarios (PRA) **23**

2.4 Enlaces portadores (EP) **24**

2.5 Partes de una viabilidad **24**

2.5.1 Estudio de la parte de acceso de una viabilidad de FO. 24

2.5.2 Estudio de la parte de transmisión de una viabilidad 25

3 Definición de herramientas **29**

3.1 Herramienta de oferta de viabilidad **29**

3.2 Herramienta de canalización propia **30**

3.2.1 Canalización tipo A 31

3.2.2 Canalización tipo 2 32

3.2.3 Canalización FTTH 33

3.2.4 Canalización HFC 34

3.3 Catastro **35**

3.4 Herramienta de canalización alquilada **36**

3.5 Herramienta de gestión de equipos **37**

3.6 Herramienta de generación de rutas LSP (Label Switching Protocol) **38**

4 Caso Práctico de Viabilidades **40**

4.1 Acceso normal de datos (IPv4, IPv6, MPLS, VPLS) **40**

4.1.1 Parte de acceso 42

4.1.2. Parte de transmisión 45

4.1.3 Acceso de primarios (PRA) 47

4.2 Acceso de principal/backup **48**

4.2.1 Parte de acceso 48

4.2.2 Parte de transmisión 52

4.3 Accesos de Enlace Portador (EP) **55**
4.3.1 Parte de acceso 55
4.3.2 Parte de transmisión 59
4.4 Acceso de FTTH **60**
4.5 Acceso de HFC **63**
5 Conclusiones y líneas futuras **66**
5.1 Conclusiones **66**
5.2 Líneas Futuras **67**
6 Glosario de términos **68**
7 Bibliografía **70**

Índice de figuras

Figura 1. Morfología de la fibra óptica 18
Figura 2. Estructura de una red de telecomunicaciones 19
Figura 3. Diagrama visual de un servicio de cliente 22
Figura 4. Estructura de una red MPLS 22
Figura 5. Diagrama visual de un servicio de voz 23
Figura 6. Diagrama visual de un servicio de enlace portador 24
Figura 7. ATN 950C Huawei 26
Figura 8. PTN Huawei 26
Figura 9. DWDM Huawei 27
Figura 10. Interfaz de herramienta de oferta de viabilidad 29
Figura 11.Interfaz de inicio de herramienta de canalización propia 30
Figura 12. Canalización tipo A en herramienta de canalización propia 31
Figura 13. Canalización tipo B en herramienta de canalización propia 32
Figura 14. Canalización FTTH en herramienta de canalización propia 33
Figura 15. Canalización HFC en herramienta de canalización propia 34
Figura 16. Tipos de equipo en herramienta de canalización propia 35
Figura 17. Interfaz de herramienta de catastro 36
Figura 18. Canalización alquilada en herramienta de canalización alquilada 37
Figura 19. Conexiones de los equipos en herramienta de gestión de equipo. 37
Figura 20. Puertos de los equipos en herramienta de gestión de equipos 38
Figura 21. Ocupación de puertos de los equipos en herramienta de gestión de equipos .. 38
Figura 22. Interfaz de herramienta de generación de rutas LSP 38
Figura 23. Ruta LSP generada por la herramienta de generación de rutas LSP 39
Figura 24. Datos de cliente en herramientas de oferta de viabilidad 41
Figura 25. Canalización propia en ubicación de cliente 41
Figura 26. Recinto de cliente en catastro 42
Figura 27. OC necesaria para llegar a arqueta propia 43
Figura 28. Continuidad de canalización alquilada hasta CR alquilada 43
Figura 29. Obra civil para entroncar con canalización propia 44
Figura 30. Tendido desde arqueta propia hasta caja de empalme. 44
Figura 31. Esquema visual de la parte de acceso 45

Figura 32. Conexiones físicas y ocupación de puertos de ATN1111XX..... 46
Figura 33. Ruta entre equipos a generar por la herramienta..... 46
Figura 34. Ruta generada por la herramienta 46
Figura 35. Visualización de puertos para servicio de primarios 47
Figura 36. Puertos STM1 libres para acceso de primarios..... 48
Figura 37. Infraestructura tipo 2 para dar acceso principal 49
Figura 38. Recorrido desde caja de empalme propia hasta equipo de activación 49
Figura 39. Ubicación de caja de empalme en canalización alquilada 50
Figura 40. Recorrido por canalización alquilada hasta caja de empalme..... 51
Figura 41. Recorrido desde caja de empalme hasta equipo de activación 51
Figura 42. Conexiones físicas del ATN44152 52
Figura 43. Ocupación de los puertos de ATN44152 52
Figura 44. Ruta LSP entre PTN79878 y PTN89845 generada por la herramienta 52
Figura 45. Conexiones físicas del ATN55985 53
Figura 46. Ocupación de los puertos del ATN55985 53
Figura 47. Ruta LSP entre PTN98745 y PTN78988 generada por la herramienta 53
Figura 48. Esquema visual de recorridos principal/backup 54
Figura 49. Esquema de la parte de acceso del extremo 1 56
Figura 50. Recorrido desde caja de empalme hasta equipo de activación 57
Figura 51. Esquema de la parte de acceso del extremo 2 58
Figura 52. Recorrido desde caja de empalme hasta equipo de activación 58
Figura 53. Esquema de red DWDM de L'Hospitalet de Llobregat 59
Figura 54. Ubicación de caja de empalme FTTH 61
Figura 55. Recorrido desde cliente hasta arqueta alquilada ubicada con caja de empalme FTTH. 62
Figura 56. Recorrido desde caja de empalme hasta la central FTTH 62
Figura 57. Infraestructura HFC en ubicación de cliente 64
Figura 58. Obra civil hasta arqueta HFC..... 64
Figura 59. Recorrido desde arqueta propia hasta nodo terminal 65

1 Introducción

En este apartado, se expone la importancia de internet en la vida de los seres humanos, así como las necesidades que esta tecnología es capaz de cubrir y la importancia que tiene en el día a día. Se explicará el concepto de una red de telecomunicación, las diferentes partes que la componen y cómo estas interaccionan entre sí para proporcionar un servicio de telecomunicaciones.

En los objetivos de este proyecto, se introducirá el concepto de *estudio de una viabilidad*, así como qué fin tiene en realizar estos estudios y las ventajas que supone tanto para la empresa como para el cliente. Posteriormente, en próximos capítulos se explicarán los equipos involucrados y las conexiones que existen entre ellos. Se expondrán también los distintos tipos de estudio de viabilidades que se llevan a cabo y la manera de proceder en cada uno de ellos, así como los diferentes servicios que se ofrecen al cliente.

1.1 Evolución de la comunicación

En referencia a la comunicación, los seres humanos han aprendido diferentes técnicas a lo largo de la historia con motivo de poder sobrevivir. Estas formas de comunicarse han ido evolucionando hasta llegar al punto en que en la actualidad tenemos la posibilidad de comunicarnos de manera instantánea y desde cualquier lugar del mundo.

Hoy en día, el medio de comunicación más usado es el internet. Con la aparición de los ordenadores y de los teléfonos móviles se ha abierto un abanico muy amplio de posibilidades, hasta tal punto en el que podemos abrir una aplicación y al instante podemos enviar un mensaje desde un punto hasta otro del mundo. Las redes sociales, el correo electrónico o las diferentes herramientas para realizar llamadas a través de internet nos han ido generando una necesidad y, como consecuencia, la gran mayoría de la población dispone de internet en casa y en sus dispositivos móviles.

Por tanto, las operadoras se han dado cuenta de esta necesidad y la han visto como una oportunidad de negocio. Un estudio correcto de las necesidades del cliente permite optimizar el servicio que se ofrece por parte de las operadoras a la misma vez que éstas obtienen beneficios.

1.2 Fibra óptica. Ventajas y desventajas

La fibra óptica se ha convertido en la tecnología por excelencia para la transmisión de datos sustiyento a la tradicional tecnología de cobre. Esto es asi debido a las numerosas ventajas que posee sobre la tecnología predecesora de la que hablaremos posteriormente.

La fibra óptica es un medio de transmisión guiado, que consiste en un enlace hecho con un hilo muy fino de material transparente de pequeño diámetro y recubierto de un materia opaco que evita que la luz se disipe. Por el núcleo, generalmente de vidrio o plástico, se envían pulsos de luz, que van rebotando y que permiten la transmisión de datos desde un extremo al otro de la fibra.

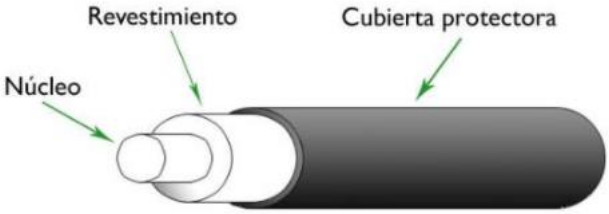


Figura 1. Morfología de la fibra óptica

Existen dos tipos de fibra óptica, las monomodo y las multimodo. La diferencia entre ambas es la longitud de onda a la que trabajan cada una de ellas y la distancia de transmisión que sea necesaria para la comunicación.

Ventajas de la fibra óptica

- Mas rápidez y seguridad: es la forma de transmisión por cable más segura. Ofrece una velocidad de subida y de bajada muy parecidas entre sí y un ancho de banda menos variable.
- Mas resistente y ligera: presenta buena respuesta a fenómenos de temperatura y humedad y resiste bien a la corrosión. Además es mucho mas liviana que un cable de cobre tradicional.
- Inmune a interferencias electromagnéticas: no se ve afectada por las interferencias electromagnéticas, y soporta mayores distancias de transmisión gracias a ello.

Desventajas de la fibra óptica

- Es más cara que el cable coaxial convencional y són frágiles a la hora de realizar acometidas por zonas curvas.
- Conversión óptico-eléctrica: a la hora de realizar la conversión de la señal, existen pérdidas en los extremos de la fibra.

1.3 Transmisión en una red de telecomunicaciones

Una vez tenemos preparada la infraestructura de fibra óptica y tenemos hechas las acometidas, tendremos que llevar uno de los extremos a un equipo de red para poder disfrutar del servicio. Para ello, introducimos brevemente como se organiza una red de telecomunicaciones, sus diferentes partes y cómo estas se relacionan entre sí.

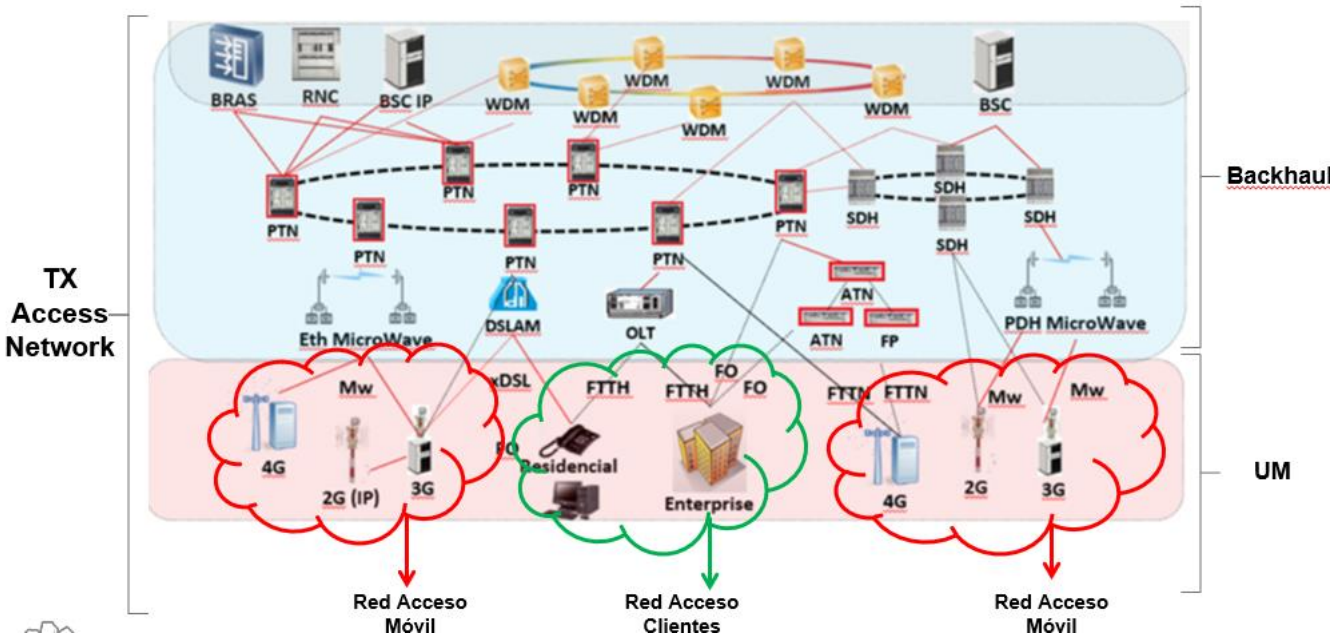


Figura 2. Estructura de una red de telecomunicaciones

Como se aprecia en la *figura 2*, la base de la red de telecomunicaciones conforma la red de acceso. Esta parte de la red, también llamada última milla es la más cara de la red y es la que comunica las estaciones base con los abonados o usuarios finales. La manera en la que los abonados se conectan a esta red depende del medio físico que dispongan (coaxial, cable de pares, fibra, radio).

Justo encima de la red de acceso, nos encontramos con la red de tránsito o Backhaul que esta formada los equipos propios del operador que reciben la señal de las estaciones base, encargadas de la agregación de tráfico y la concentración de tramas y que se comunican siempre hacia un nivel jerárquico superior. Esta parte de la red, dependiendo de la tecnología que se emplee, se encarga de llegar a los concentradores de tráfico.

En la parte más alta de la red, se encuentra el Backbone o el Core de la red. Ésta conforma el núcleo de la red, aglutina todos los datos de todos los abonados y es la encargada de ofrecer el servicio requerido a cada usuario que se conecta a través de la red de acceso.

1.4 Objetivos

El objetivo de este proyecto es realizar el diseño de la infraestructura de acceso y planificación de la ruta de transmisión de datos para la implantación de servicios mediante fibra óptica en un cliente. Para ello, se explican los diferentes pasos a seguir y valorar correctamente el estudio para implementar con éxito el servicio que el cliente demande.

Para cumplir con este objetivo, se tendrán que seguir los siguientes pasos:

1. Extraer de la herramienta de oferta de viabilidad las coordenadas del cliente y ver que estas coinciden con la dirección que se proporciona. Se podrá hacer uso de la herramienta Catastro para conocer cual es el recinto del cliente. Este paso es fundamental para valorar correctamente la viabilidad.

2. Una vez tengamos ubicado a cliente, tendremos que hacer uso de la herramienta de canalización propia y analizar si existe alguna manera de llegar desde nuestro cliente a la infraestructura propia. Si existiese una manera, el paso 3 no sería necesario revisarlo.

3. Si no existiese canalización propia en la zona de cliente, debemos abordar el diseño haciendo uso de canalización alquilada, por tanto, tendremos que usar la herramienta de canalización alquilada. Si no existiese ni canalización propia (revisada en el paso 2) ni alquilada, el diseño se cierra como no viable.

4. Una vez hemos conseguido llegar a infraestructura de fibra óptica, bien sea por canalización propia o por canalización alquilada, hay que encontrar la manera óptima (ahorrando metros de tendido) de llegar a una caja de empalme.

5. Una vez hemos hecho empalme, tenemos que llevar a nuestro cliente hasta el primer equipo que proporciona el servicio, mirar que disponga de puertos libres y calcular la ruta hasta el nodo final.

6. Una vez lo tenemos todo, solo falta documentar el diseño y mandarlo al departamento de despliegue.

Este diseño servirá para que el equipo de despliegue pueda implementar la infraestructura de una forma eficaz, económica y pueda tener una visión previa de las tareas que se han de realizar. Por tanto, cobra importancia no cometer errores en estos diseños, ya que en un futuro pueden generar pérdidas de dinero y tiempo y falta de confianza por parte del abonado.

Se explicarán los conceptos básicos, así como la propia definición de “estudio de una viabilidad” y la manera de proceder cuando vamos a valorar cada tipo de servicio. Como resultado de implementar los servicios de voz y de datos sobre fibra óptica, se espera una mejora de la eficiencia y la velocidad de estos, así como un mayor aprovechamiento de las instalaciones y de los equipos que se empleen.

En el futuro, estos servicios de cliente pueden ser ampliados o incluso desarrollar nuevos servicios sobre la infraestructura que ya posea. Por ejemplo, reutilización de canalizaciones existentes o de equipos propios, ahorro de costes al adquirir nuevos servicios…

2 Fundamento Teórico

Este capítulo introduce el concepto de viabilidad de un acceso de fibra óptica, diferenciar cada una de sus partes y se muestran los tipos de accesos que podemos ofrecer a los clientes.

Una viabilidad no es más que un estudio de como implantar un servicio en un cliente. El objetivo de una viabilidad es ofrecer de manera óptima un servicio de fibra óptica a un cliente, desde el punto de vista económico (tanto para el cliente como para la empresa) y temporal (habrá que ajustar el plazo con relación a los criterios que nos impone la operadora).

En una viabilidad, tendremos que indicar todas las posibles dificultades que se nos pueden presentar, ya que este estudio será evaluado posteriormente tanto por ingeniería de cliente preventa y comercial como por el área de construcción e implantación del servicio.

Las viabilidades constan de una dirección de cliente y unas coordenadas de ubicación de su sede. El éxito de la viabilidad depende del despliegue de fibra que haya en la zona, así como del buen criterio del ingeniero de viabilidades para encontrar la solución óptima. Este estudio de viabilidad tendrá que encontrar la forma óptima de llegar a cliente sin descuidar la labor de mejorar la optimización de la red de la operadora.

Una viabilidad dispone de dos partes bien diferenciadas: la parte de acceso y la parte de transmisión. La parte de acceso, que es la que comprende desde el usuario final o abonado al primer equipo de red. Esta parte es crítica a la hora de analizar un estudio, debido a una serie de restricciones que se explicarán posteriormente. En cuanto a la parte de transmisión, abarca desde el primer equipo de red en el que se conecta el abonado hasta el nodo que ofrece el servicio al cliente. Éstas dos partes, serán detalladas posteriormente de manera más precisa cuando veamos los distintos casos prácticos.

En segundo lugar, tenemos también que diferenciar entre los diferentes tipos de servicios que podemos dar. Los servicios ofrecidos son los siguientes (ofrecemos una breve definición de cada uno de ellos):

2.1 Alta de servicios por fibra óptica (FO)

El rúter del cliente se conecta al primer equipo de la red (ATN o Aeronautical Telecommunication Network Router, o bien, PTN o Packet Transmission Network) mediante fibra óptica, cable eléctrico o una combinación de ambos con un conversor óptico-eléctrico (COE). A este primer tramo se le conoce como “última milla”. Tras esto, el cliente se enruta por la red de acceso con su VLAN (Virtual Local Area Network) hasta llegar a un PTN (PTN C). A partir de aquí, se enruta al cliente a través de la red MPLS (Multiprotocol Laberl Switching) de PTNs, mediante unos túneles lógicos, hasta llegar a los PTN A y PTN B, correspondientes al BRAS (Broadband Remote Access Server) deseado (rúter de acceso a Internet del Proveedor).

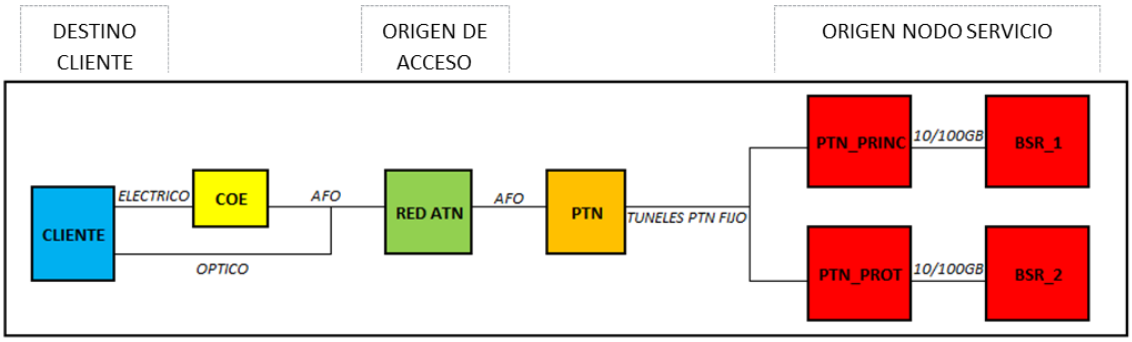


Figura 3. Diagrama visual de un servicio de cliente

Estos servicios están basados en la tecnología MPLS. MPLS es un estándar IP de conmutación de paquetes, basada en un mecanismo de túneles cuyo objetivo es mejorar la ingeniería de tráfico, mejorar la calidad de servicio (QoS, Quality os Service) y dar soporte a servicios de VPN (Virtual Private Network). Esto se consigue a través de un mecanismo de asignación de etiquetas en cada uno de los nodos de la red que serán comunicadas a los nodos vecinos.

Estas etiquetas tienen un valor local al nodo y sirven para identificar a una clase de equivalencia, que es un conjunto de paquetes que siguen la misma ruta a través de la red. Con estas etiquetas, se consigue establecer una relación entre el tráfico de paquetes y las clases de equivalencia, y diferenciar diferentes clases y grados de servicio.

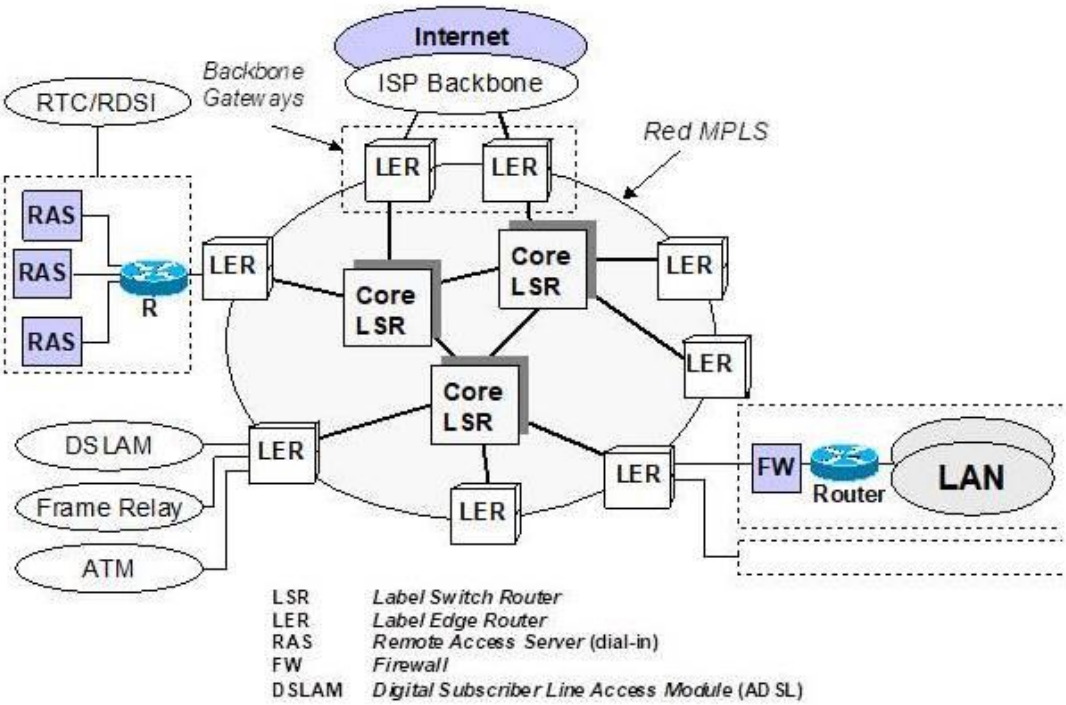


Figura 4. Estructura de una red MPLS

También podemos encontrar servicios nuevos por FO en IPv4, IPv6. Estos protocolos se basan en la conmutación de paquetes, y su objetivo final es de enviar información desde un destino A hasta un destino B. Para ello, se sirve de los algoritmos de encaminamiento implementados en la capa de red, que se encargan de decidir el camino a seguir por un paquete de manera eficiente.

Las direcciones IPv4 constan de 4bytes (32bits), 24 correspondientes a la dirección de red y 8 para la dirección de host. El problema de este protocolo es que se ha quedado pequeño el rango de direcciones (podemos abarcar hasta 4.3 mil millones de direcciones).

Hoy en día, con el crecimiento de dispositivos que son capaces de conectarse a internet, surge la necesidad de ampliar este rango de direcciones y de ahí nace el protocolo IPv6. Este protocolo usa una dirección de 16Bytes (128bits), por lo que ofrece 1028 veces más direcciones que IPv4. Además, este protocolo implementa algunas mejoras con respecto a su predecesor: implementa calidad de servicio (QoS), tiene una capa de seguridad de red, mayor tamaño de cabeceras, multidifusión de paquetes…

2.2 FTTH / HFC

FTTH (Fiber To The Home) y HFC (Hybrid Fiber-Coaxial) son las dos principales tecnologías empleadas para desplegar servicios de fibra.

La principal diferencia entre estas dos tecnologías es la terminación de la fibra óptica. En el caso de FTTH, la fibra va desde la propia central telefónica hasta el domicilio del cliente, proporcionando una conexión puramente óptica y de mayor velocidad. En caso del HFC, la fibra llega hacia un nodo intermedio entre la central y el domicilio del cliente, y en dicho nodo se produce la conversión a coaxial para dar el servicio al cliente. Esta conexión es más lenta que el FTTH, ya que tiene más pérdidas y serán necesarios amplificadores para no perder potencia en la señal.

En el futuro se pretende que todos los accesos HFC sean sustituidos por la tecnología FTTH para proporcionar un mejor servicio a los usuarios.

2.3 Primarios (PRA)

Un servicio primario de voz consiste en un servicio de 2Mbps para la transmisión de voz. Consiste en una conexión de 30 canales de voz, basada en la jerarquía de SDH (Synchronous Digital Hierarchy). Dispone de 30 canales de 64kbps para voz, 1 para señalización y 1 para sincronización del enlace.

El cliente se conecta al primer equipo de la red mediante conexión E1, aquí se multiplexa el servicio y pasa por los distintos equipos por fibra o cobre, hasta llegar al primer PTN, en el que se vuelve a multiplexar por E1 o STM1. A partir de aquí, los servicios de cliente se llevan hasta la Media Gateway (MG) por jerarquía SDH.

Figura 5. Diagrama visual de un servicio de voz

Los flujos E1 se multiplexan en otros de mayor velocidad llamados STM-X (Short-Term Memory).
El flujo básico es el STM-1 con una velocidad de 155,520 Mbps. A partir de este flujo, los flujos superiores se forman multiplicando por 4, 16 y 64 dando lugar a los flujos STM-4, STM-16 y STM-64 respectivamente. Un STM-1 contiene 63 VC12, es decir, 129024 bps. El resto hasta los 155M del STM1 se usan para overhead de la trama (una serie de bytes que se usan para el mantenimiento y gestión de la propia trama), justificación de punteros, etc.

2.4 Enlaces portadores (EP)

Un circuito portador consiste en un servicio de transporte de datos o de voz entre localizaciones de una misma empresa, sin necesidad de llegar hasta el origen de la red. Para estos casos se utiliza la tecnología de transmisión DWDM (Dense Wavelength Division Multiplexing), que permite altísimas capacidades de transmisión, su transparencia sobre los datos de jerarquías inferiores, y por una transmisión totalmente óptica. Como excepción, para capacidades < 100 Mbps, se suele llevar por topología ATN/PTN y no por DWDM. Los equipos que intervienen en esta red son los WMX (Equipo DWDM).

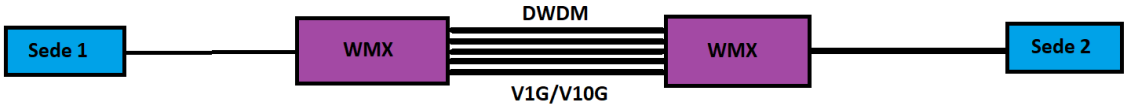


Figura 6. Diagrama visual de un servicio de enlace portador.

Las topologías más comunes para este tipo de servicios son las siguientes:

- Sedes de cliente en la misma provincia:
  - Cliente sede 1-FO—WMX-Conexión alta capacidad-WMX—FO-Cliente sede 2
  - Cliente sede 1-FO—WMX—FO-Cliente sede 2

- Sedes de cliente en distinta provincia:
  - Cliente sede 1-FO-WMX- Conexión alta capacidad -WMX<TRONCAL>WMX-V1G/V10G-WMX-FO-Cliente sede 2
  - Cliente sede 1-FO-WMX- Conexión alta capacidad -WMX<TRONCAL>-Cliente sede 2
  - Cliente sede 1-FO-WMX-TRONCAL>WMX-FO-Cliente sede 2

2.5 Partes de una viabilidad

A la hora de estudiar una viabilidad, tenemos que diferenciar dos partes: una de acceso y otra de transmisión. En este capítulo se detallará qué se busca en cada una de ellas.

2.5.1 Estudio de la parte de acceso de una viabilidad de FO

Como hemos comentado en la introducción, tenemos que buscar la manera de llegar desde la sede de un cliente hasta el primer equipo de la red de la operadora. Cada estudio tiene una manera de proceder, que vendrá dada generalmente por la dirección en la que se ubique el cliente y de la infraestructura que exista en la zona.

En primer lugar, buscaremos la dirección del cliente mediante las coordenadas en la herramienta de canalización propia. Una vez ubiquemos al cliente, hemos de activar las capas pertinentes para ver la infraestructura existente y tratar de buscar la solución óptima. A partir de aquí, se busca la forma de salir del cliente hasta una arqueta, bien sea través de la realización de una obra civil o porque el cliente disponga de algún tipo de canalización entrante en el edificio.

Por tanto, en cada caso se procederá de una forma distinta:

- Si el edificio dispone de canalización entrante, bastará con realizar un tendido por la canalización existente hasta la caja de empalme más próxima.

- Si el edificio no dispone de canalización, habrá que valorarle un riser (tubo de fachada), y una obra civil (OC) para llegar a la arqueta más próxima. Un apunte interesante es que hay que colocar una arqueta cada 25m de obra civil.

Hemos de tener en cuenta que existen restricciones a la hora de realizar una obra civil, ya que existen diversos lugares en los que los ayuntamientos no conceden licencias para las mismas. Algunas de las restricciones que tenemos son las siguientes:

- Zonas céntricas de ciudades y pueblos.
- Zonas con adoquinado antiguo.
- Cortes de carreteras con carriles de bus o taxis.
- Cortes de autopistas.
- Cortes de carreteras con más de un carril en cada sentido.

En cuanto a los tipos de canalizaciones, es necesario resaltar dos tipos:

- Canalización propia: aquella que es propiedad de la operadora y, por tanto, se puede hacer uso de esta sin necesidad de pagar ningún coste mensual.

- Canalización alquilada: es aquella que no pertenece a nuestra operadora y por la que hay que pagar un coste mensual, acordado entre las operadoras involucradas, para hacer uso de estas.

Por tanto, lo preferible es siempre buscar canalización propia para abaratar costes, pero muchas veces es necesario el uso de canalización alquilada para evitar obras civiles o para ahorrarnos metros de fibra. Cuando hacemos uso de este canalizado, tenemos que pagar un alquiler mensual que dependerá de los metros de canalizado que utilicemos.

Como comentamos anteriormente, la parte de acceso es crítica debido a que es el precio que el cliente va a pagar para que la fibra llegue a su sede. Dependiendo de la capacidad que el cliente quiera contratar, la operadora nos define unos umbrales de precios.

En caso en que no cumplamos las exigencias de la operadora, tendremos que estudiar la posibilidad de satisfacer las necesidades del cliente (en la medida de lo posible) realizando el estudio montando un radioenlace en cliente. Este estudio se escapa de los límites de este proyecto y solo se menciona de forma superficial en el mismo.

2.5.2 Estudio de la parte de transmisión de una viabilidad

La parte de transmisión de una viabilidad comprende desde que nos conectamos al primer equipo de red hasta el último equipo de red. En esta sección, definiremos los distintos equipos y conexiones que nos encontramos dentro de esta parte, así como para que se usan cada uno de ellos.

En nuestra red, existen 3 tipos de equipos involucrados:

ATN (Aggregator Trafic Network): constituye el primer nodo concentrador de la red y es el equipo más simple. Dentro de la red, podemos encontrarnos dos tipos de ATN:

- ATN de cliente: cuando un cliente dispone de más de un servicio, se propone instalar un ATN en su sede. Con esto, conseguimos agregar servicios en el propio cliente y conseguir una mayor eficiencia en la red y no sobrecargar los equipos propios de la red de la operadora.
- ATN de red: estos equipos que se encuentran en los nodos de red de la propia operadora y se encargan de agregar tráfico para optimizar la red. Existen varios modelos Huawei: 910C, 950B, 950C y 950D.

Figura 7. ATN 950C Huawei

PTN (Packet Transmission Network): son los nodos concentradores de ATN. Son los segundos nodos concentradores de la red y los que poseen rutas LSP con los PTN BRAS. Existen dos modelos Huawei: los 3900 (obsoletos) y los 6900.

- PTN BRAS: son los nodos últimos de la red y los que se encargan de dar servicios en las distintas regiones. Dependiendo de la zona donde se encuentre el cliente, debe llegar hasta un PTN BRAS o a otro.

Figura 8. PTN Huawei

DWDM: son nodos de alta capacidad. A la hora de estudiar una viabilidad, se usan estos nodos cuando vamos a dar servicios de enlaces portadores o cuando el cliente solicita un servicio de datos con caudal superior a 3Gb.

En cuanto a las conexiones entre estos equipos podemos diferenciar:

- Conexiones eléctricas: estas conexiones suelen ir entre equipos situados en el mismo emplazamiento. Estas conexiones emplean cable coaxial, y, por tanto, la señal se atenúa con la distancia y por ello no se emplean entre equipos situados a largas distancias.
- Conexiones ópticas (fiscon-XXXX): Estas conexiones físicas dan vida a la red de la operadora y se emplean para interconectar los diferentes equipos de la red (ATN, PTN y DWDM). Estas conexiones pueden ser de 1G o de 10G, y pueden ir entre dos emplazamientos de red o entre un emplazamiento de red y el cliente.
- Conexiones de alta capacidad: estas conexiones lógicas van entre dos nodos de red y actúan como un "canuto" que va entre un punto y otro de la red y que dentro lleva una secuencia de conexiones transparentes (generalmente de conexiones ópticas).

Figura 9. DWDM Huawei

En la parte de transmisión, nos podemos encontrar 3 tipos diferentes de rutas (en posteriores capítulos se explicará con mayor detenimiento):

- Acceso normal de datos: en estos servicios vamos a tener que activarnos en un ATN, recorrer la red ATN hasta encontrar un ATN y un PTN que se encuentren en un mismo nodo, y recorrer la red PTN hasta llegar al PTN BRAS que nos proporciona el servicio.

- Acceso de primarios (servicios de voz): buscaremos activar el servicio en un ATN, recorreremos la red ATN hasta llegar hasta un ATN y un PTN que se encuentren en un mismo nodo con un PTN. A partir de aquí, existen unos equipos (SMX) que se encargan de redirigir nuestro tráfico de primarios hasta la MG (Media Gateway).
- Acceso de EP (enlaces portadores): estos servicios van multiplexados sobre la red DWDM. Tendremos que activar nuestro servicio en un equipo DWDM y atravesar la red DWDM hasta llegar al DWDM ubicado en el otro extremo.

3 Definición de herramientas

En este capítulo, vamos a tratar de describir las herramientas que empleamos a la hora de realizar un estudio. Estas herramientas van desde páginas webs que nos sirven de apoyos (p. ej. catastro de España), pasando por herramientas creadas por los integrantes del proyecto (hojas de cálculo etc.…) hasta las propias herramientas que nos proporciona la operadora y que manejan datos de los clientes.

A la hora de describir las herramientas, vamos a seguir el orden normal que seguiríamos a la hora de afrontar un estudio.

3.1 Herramienta de oferta de viabilidad

Es una solución de gestión de relaciones con clientes que une empresas y clientes. Es una plataforma CRM (Customer Relationship Management) integrada que brinda a todos tus departamentos, incluidos marketing, ventas, comercio y servicios, una vista única y compartida de cada cliente.

En nuestro caso, las ofertas de cliente son colgadas en esta plataforma para que sean atendidas por los ingenieros de viabilidades. Una vez identificada la viabilidad que queremos atender, la interfaz que presenta la herramienta es la siguiente:

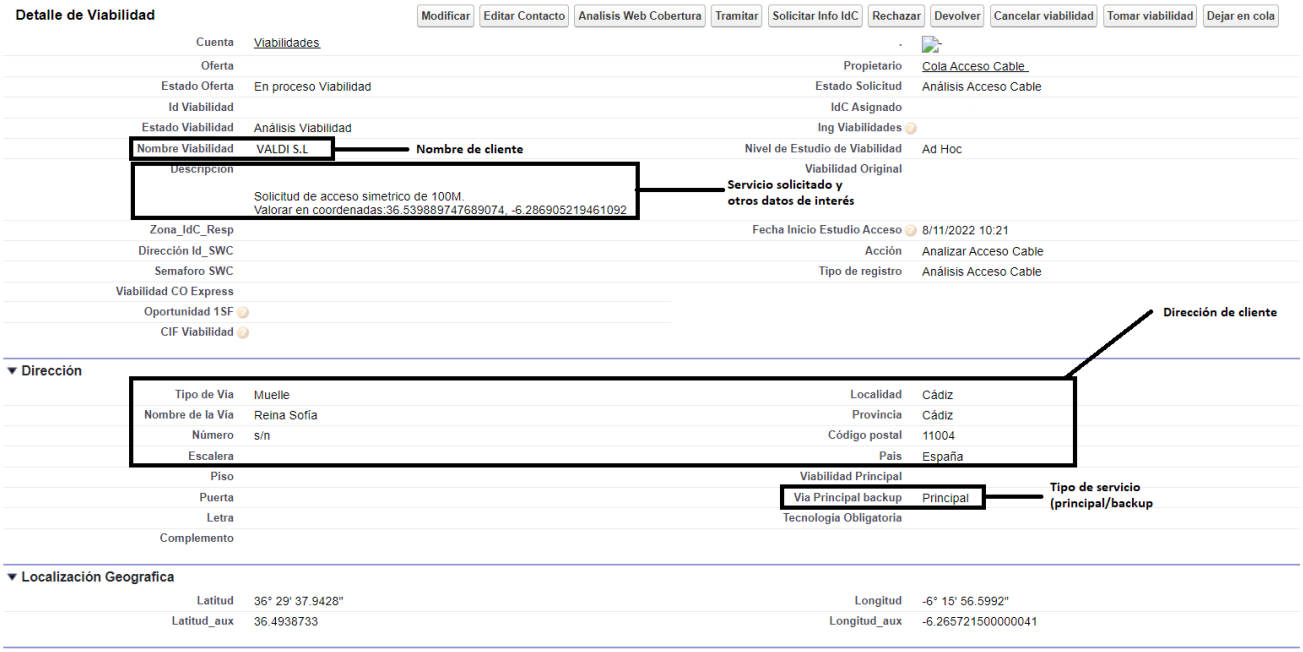


Figura 10. Interfaz de herramienta de oferta de viabilidad.

De aquí, podemos extraer lo siguiente:

- Nombre de cliente
- Dirección.
- Coordenadas.
- Tipo de servicio (MPLS/VPLS/VPN LAN/IPv4/IPv6).
- Si es acceso principal o de backup.

- Interfaz WAN:
    - **Óptica menor o igual de 1G**: SFP-ÓPTICO
    - **Óptica mayor de 1G**: SFP-ÓPTICO de 10G
    - **Eléctrica sin servicios previos de cliente o CPD (Centro de Procesamiento de Datos), DC (Data Center)**: COE (Conversor Óptico-Eléctrico).
    - **Eléctrica con servicios previos** (debe tener ATN cliente) o CPD, DC…:
    - SFP-ELÉCTRICO (Small Form-factor Pluggable Transceiver).
    - **Óptico o Eléctrico, cuando el cliente tiene UN servicio previo**: Se instalará un nuevo ATN en cliente como agregador de tráfico.

3.2 Herramienta de canalización propia

Una vez tenemos claro lo que demanda cliente, procedemos a buscar en esta herramienta todo lo referente a canalización y equipamiento propios de nuestra operadora. Con las coordenadas extraídas de la herramienta de oferta de viabilidad, las introducimos en esta herramienta y nos sitúa en el mapa dónde se ubica nuestro cliente a serviciar.

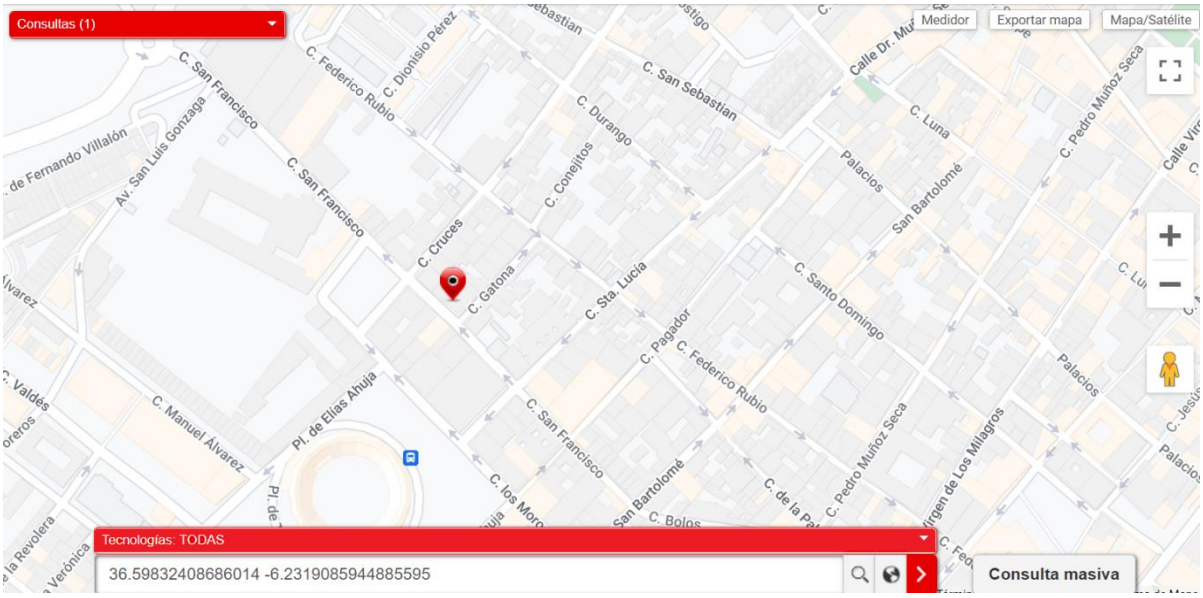


Figura 11.Interfaz de inicio de herramienta de canalización propia

Activamos las capas de canalización propia. Hemos de diferenciar dos tipos de canalizaciones que consideramos como propios: la canalización tipo A y la canalización tipo B.

3.2.1 Canalización tipo A

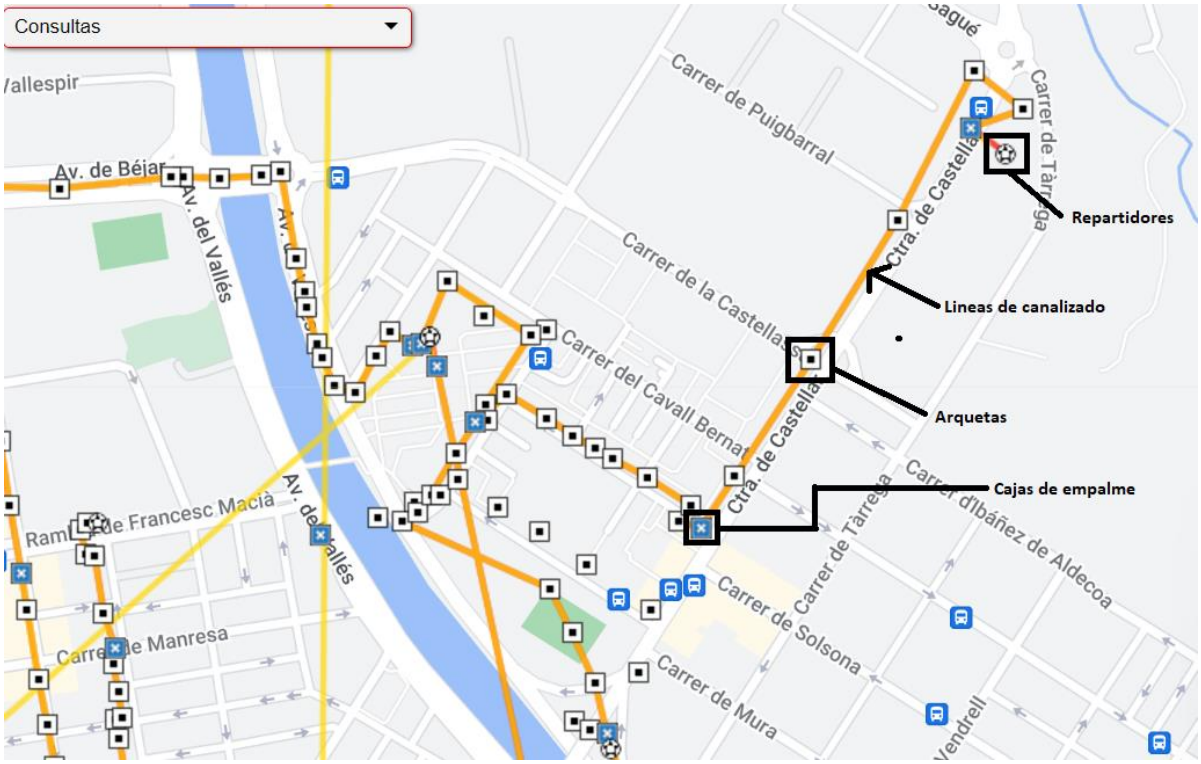


Figura 12. Canalización tipo A en herramienta de canalización propia.

Podemos observar los siguientes elementos

- Arquetas: son puntos de acceso a la canalización subterránea donde podemos meter nuestra fibra.
- Cajas de empalme: éstas se encuentran dentro de las arquetas, y son los puntos donde podemos fusionar fibras para llegar hasta el primer punto de red.
- Repartidores: hacen referencia a servicios de cliente que ya se encuentran implementados.
- Canalizaciones y cables: permiten ver por dónde va la infraestructura tipo A. Se puede acceder a ésta a través de las arquetas.

3.2.2 Canalización tipo B

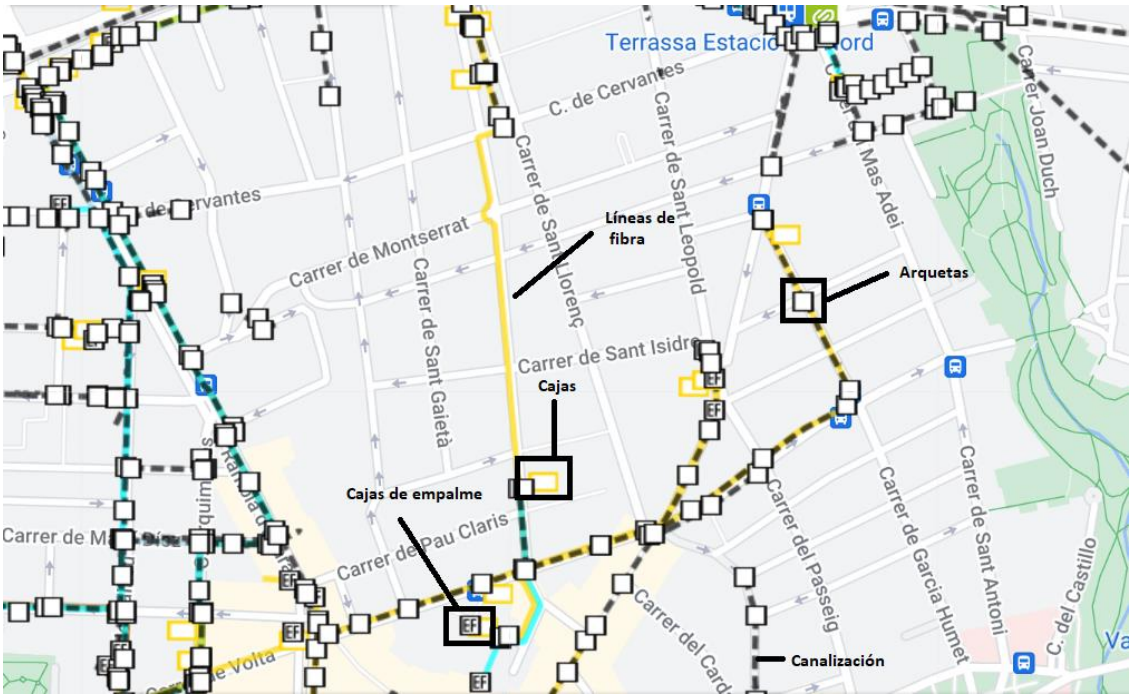


Figura 13. Canalización tipo B en herramienta de canalización propia.

Podemos observar los siguientes elementos:

- Arquetas: son puntos de acceso a la canalización subterránea donde podemos meter nuestra fibra.
- Empalmes (EF): éstas se encuentran dentro de las arquetas, y son los puntos donde podemos fusionar fibras para llegar hasta el primer punto de red.
- Cajas: hacen referencia a servicios de cliente que ya se encuentran implementados.
- Canalizaciones y líneas: permiten ver por dónde va la infraestructura tipo B. Se puede acceder a ésta a través de las arquetas.

3.2.3 Canalización FTTH

Podemos observar los siguientes elementos:

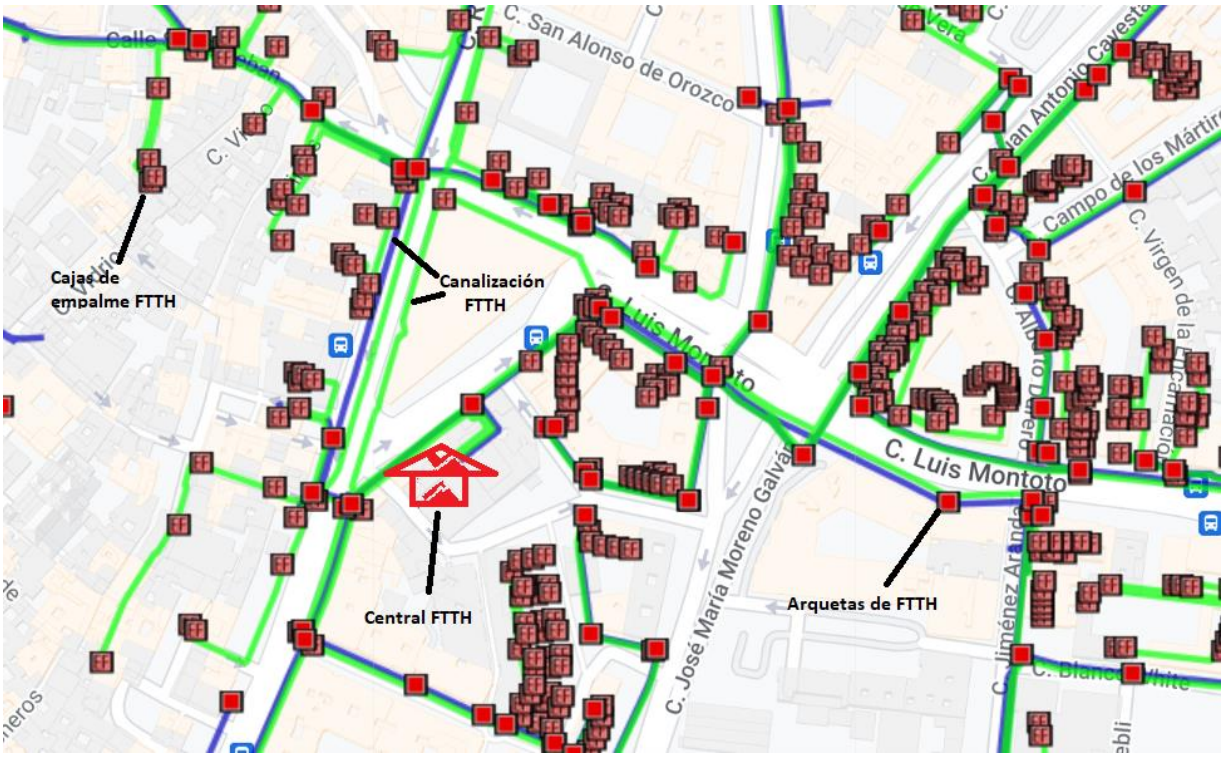


Figura 14. Canalización FTTH en herramienta de canalización propia.

- Arquetas: son puntos de acceso a la canalización de FTTH.
- Empalmes (EF): éstas se encuentran dentro de las arquetas, y son los puntos donde podemos fusionar fibras para llegar hasta la central FTTH.
- Canalizaciones y líneas: permiten ver por dónde va la infraestructura FTTH. Se puede acceder a ésta a través de las arquetas.
- Central FTTH: son los nodos donde se activan los servicios de FTTH.

3.2.4 Canalización HFC

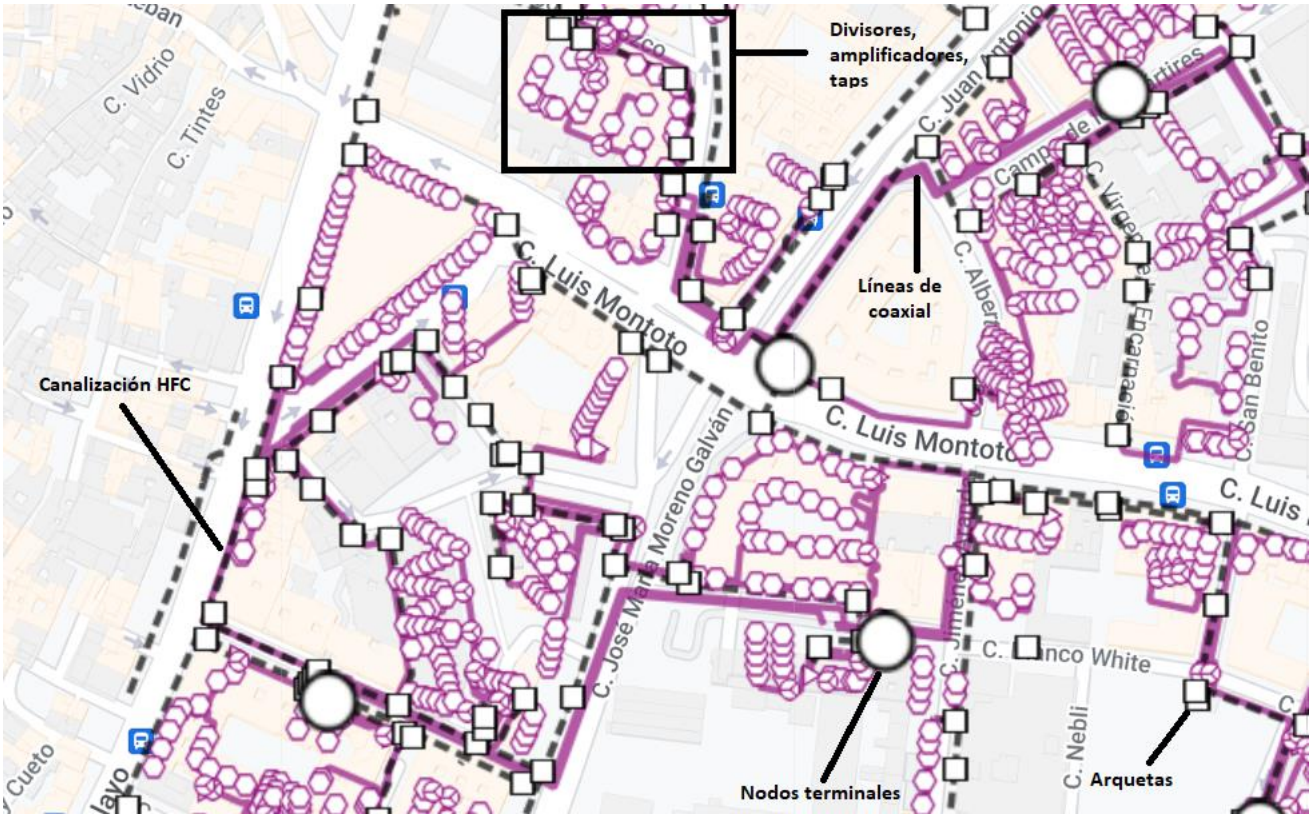


Figura 15. Canalización HFC en herramienta de canalización propia.

Podemos observar los siguientes elementos:

- Arquetas: son puntos de acceso a la canalización HFC.
- Canalizaciones y líneas: permiten ver por dónde va la infraestructura HFC. Se puede acceder a ésta a través de las arquetas.
- Nodos terminales: son los nodos donde se activan los servicios de HFC.
- Taps, divisores y líneas coaxial: nos muestra la infraestructura HFC existente. Normalmente estos elementos se encuentran en las fachadas de los clientes y son los indicadores principales de que un cliente posea servicios.

Por último, vamos a mostrar los diferentes equipos que podemos encontrarnos:

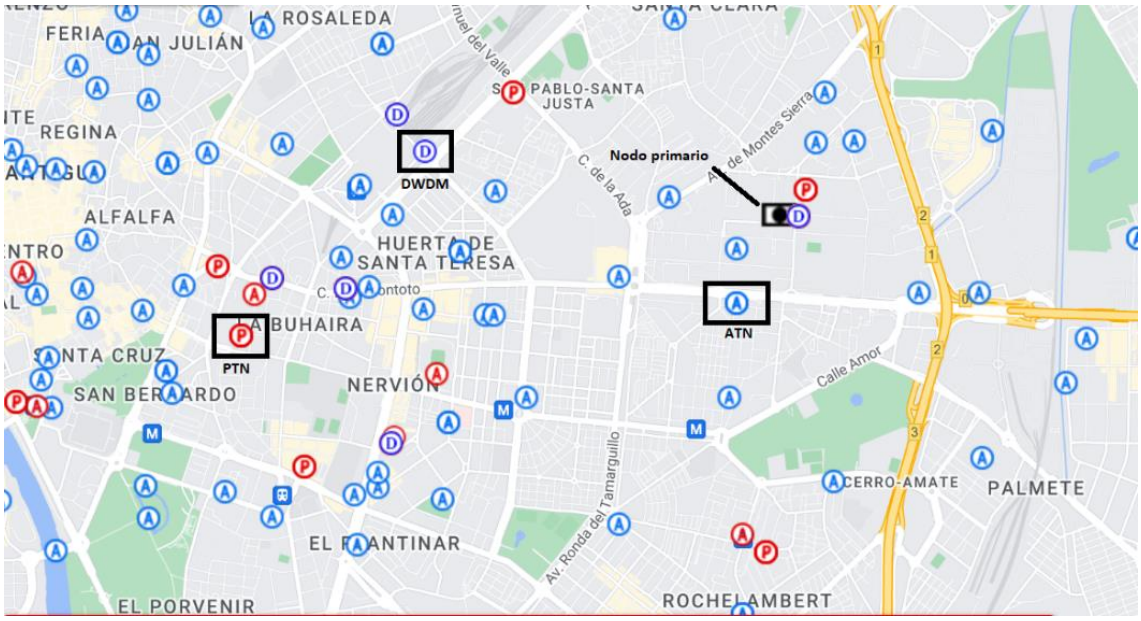


Figura 16. Tipos de equipo en herramienta de canalización propia.

Podemos observar los siguientes elementos:

- ATN: primer concentrador de red. Esta red de equipos se encuentra configurada en estrella, y siempre buscan llegar a un nodo donde exista un ATN y un PTN.
- PTN: es el primer nodo de la red MPLS. Esta red se encuentra configurada en anillo y sigue una secuencia de saltos (ruta LSP – Label Switching Protocol) hasta llegar al concentrador principal encargado de ofrecer el servicio.
- DWDM: estos equipos se utilizan cuando los clientes requieren de una capacidad elevada (más de 3Gb de datos) o para dar servicio de enlaces portadores.
- Nodos primarios: las fibras correspondientes a la infraestructura tipo B convergen siempre en un nodo primario. Los nodos primarios se conectan entre sí en anillo, y en estos nodos normalmente coexisten los tres tipos de equipos mencionados anteriormente.

3.3 Catastro

Esta web es de dominio público y contiene información administrativa acerca de los inmuebles rústicos y urbanos que se encuentran registrados en España. En nuestro caso nos ayuda a ubicar correctamente a un cliente en caso de que las coordenadas que nos aportan en Salesforce no son del todo precisas. Presenta la siguiente interfaz:

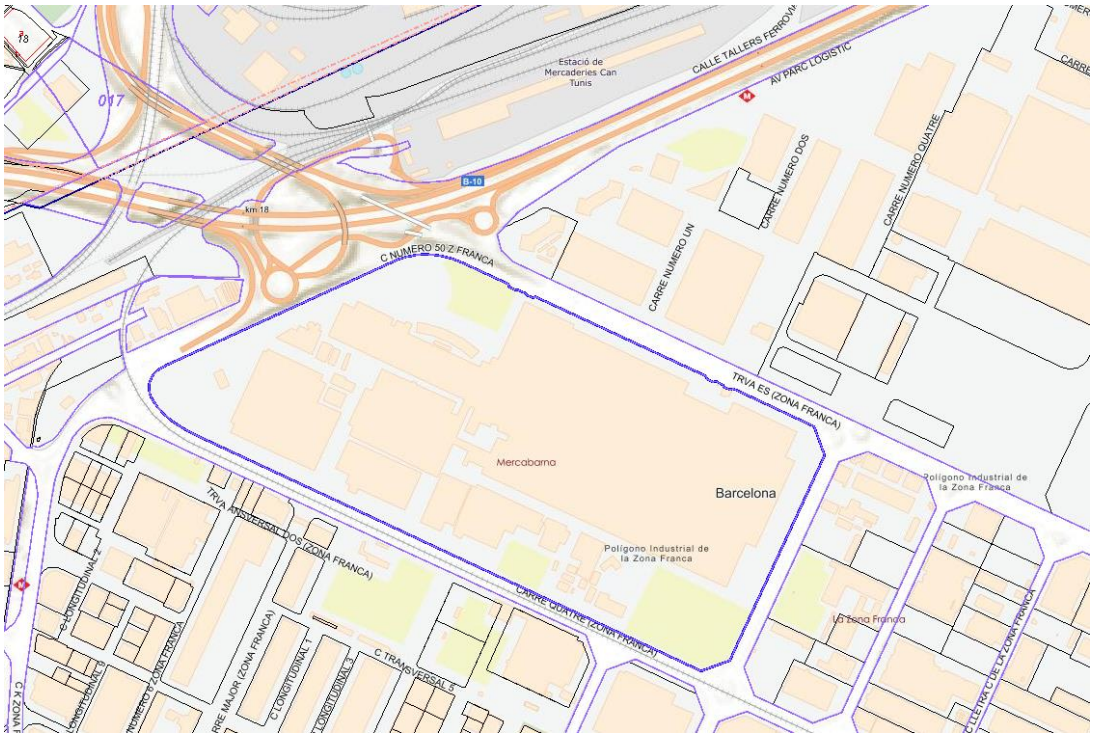


Figura 17. Interfaz de herramienta de catastro.

Basta con introducir las coordenadas del cliente y nos señala la parcela a la cual pertenecen dichas coordenadas.

3.4 Herramienta de canalización alquilada

Como hemos mencionado anteriormente, no toda la canalización por la que va la fibra de nuestra operadora es propia. Con esta aplicación, podemos ver los tramos de canalización que podemos alquilar a otra operadora para dar el servicio que requiera cliente.

Lo único que tenemos que hacer es introducir las coordenadas y se nos abre un mapa que nos muestra toda la infraestructura existente en la zona del cliente:

Figura 18. Canalización alquilada en herramienta de canalización alquilada.

En la imagen, se muestra una captura de la interfaz de esta herramienta. Los elementos de esta que nos interesan vienen señalados:

- Arquetas: son puntos de acceso a la canalización alquilada.
- Cámaras de registro: son compartimentos subterráneos de tamaño superior a las arquetas. En estos espacios suelen encontrarse cajas de empalme propias donde podemos hacer empalme con nuestra fibra.
- Líneas: representan la distribución de la canalización por la zona.

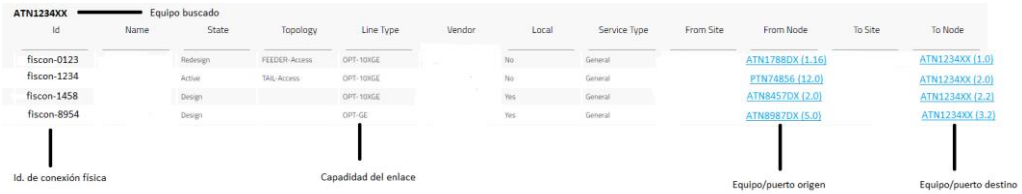
3.5 Herramienta de gestión de equipos

Esta herramienta es la más usada a la hora de realizar el estudio de la parte de transmisión. En ella se encuentran todos los elementos que componen la red, así como sus conexiones físicas y lógicas, y también los servicios que disponen todos los clientes de la operadora.

En nuestro estudio, nos serviremos de esta herramienta para lo siguiente:

- Buscar el primer equipo de red donde activamos el servicio de cliente.

- Ver sus conexiones físicas: esto nos servirá para ver cuál es el siguiente salto que va a seguir nuestra ruta de transmisión. Vamos a tratar de seguir la ruta ATN hasta que lleguemos a un nodo en el que haya un ATN y un PTN.



Id	Name	State	Topology	Line Type	Vendor	Local	Service Type	From Site	From Node	To Site	To Node
fiscon-0123		Redesign	FEEDER-Access	OPT-10XGE		No	General		ATN1788DX (1.16)		ATN1234XX (1.0)
fiscon-1234		Active	TAIL-Access	OPT-10XGE		No	General		PTN74856 (12.0)		ATN1234XX (2.0)
fiscon-1458		Design		OPT-10XGE		Yes	General		ATN8457DX (2.0)		ATN1234XX (2.2)
fiscon-8954		Design		OPT-GE		Yes	General		ATN8987DX (5.0)		ATN1234XX (3.2)

Figura 19. Conexiones de los equipos en herramienta de gestión de equipo.

- Ver los puertos disponibles: para dar nuevos servicios, los ATN deben disponer de puertos para poder conectar a nuevos clientes. En caso de no haber puertos disponibles, se propondrá el swap del equipo por otro que disponga de más capacidad (tanto de puertos como de caudal).

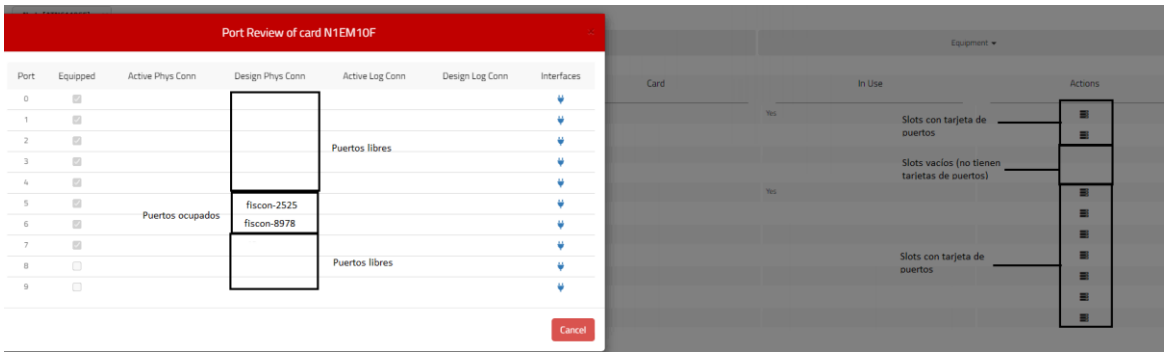


Figura 20. Puertos de los equipos en herramienta de gestión de equipos

- Ver servicios activos de cliente: a veces, los clientes que ya disponen de servicios nos piden nuevos servicios o ampliar los existentes. Para ello, debemos mirar la ruta que siguen dichos servicios para saber cómo proceder con el alta/ampliación del nuevo servicio.
- Mirar ocupaciones de los enlaces: esto nos sirve para ver si el enlace es capaz de alojar el caudal que solicite el cliente. Vemos ocupaciones en % de los enlaces fiscon-0145 y fiscon-1452.

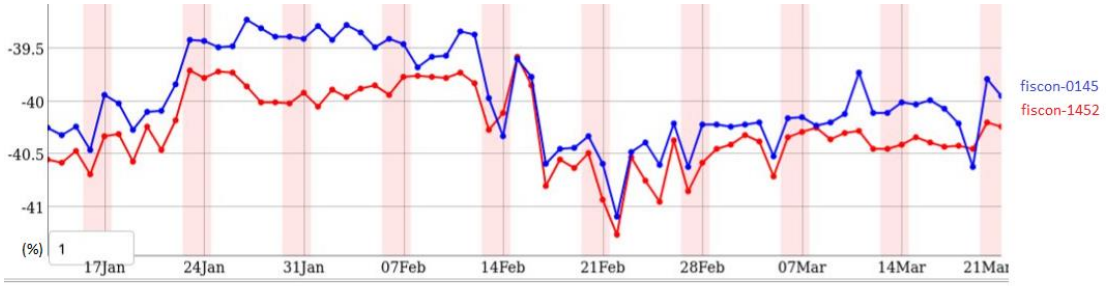


Figura 21. Ocupación de puertos de los equipos en herramienta de gestión de equipos

3.6 Herramienta de generación de rutas LSP (Label Switching Protocol)

Esta herramienta es una hoja de cálculo que nos va actualizando temporalmente la operadora. Cuando llegamos a un nodo donde haya un ATN y un PTN, necesitamos saber cuál es la ruta en la red PTN que se sigue hasta el PTN BRAS.

Esta herramienta nos proporciona la ruta LSP que existe entre dos equipos PTN. Para ello, basta con indicar en la celda el primer PTN al que llegamos y el PTN BRAS hasta el que queremos llegar.

PTN A MODEL	PTN B MODEL	PTN A	PTN B
690xV8Rx	690xV8Rx	PTN70114	PTN70885
690xV8Rx	690xV8Rx		
690xV8Rx	690xV8Rx		

Figura 22. Interfaz de herramienta de generación de rutas LSP.

El resultado es una nueva hoja de cálculo con la ruta LSP donde se indica la capacidad del enlace entre los equipos y su ocupación actualizada.

Ruta LSP:		
PTN70114	100G (2%)	
PTN75448	100G (15%)	
PTN75996	200G (33%)	
PTN70885		

Figura 23. Ruta LSP generada por la herramienta de generación de rutas LSP.

4 Caso Práctico de Viabilidades

En este apartado, se muestra de manera práctica la manera de proceder en el estudio de una viabilidad real. Dependiendo del tipo de servicio, procederemos de una manera u otra y los tipos de viabilidades que vamos a exponer a continuación son los siguientes:

- Acceso normal de datos
- Acceso de principal/backup.
- Acceso de Enlace Portador (EP)
- Acceso de FTTH.
- Acceso de HFC.

Merece la pena aclarar que estos diseños pueden diferir de lo que se implante en la realidad. Puede haber variaciones en precio, ya que, a la hora de medir longitudes en las herramientas, existe un margen de error que no se puede controlar.

Los pasos que se han de seguir para que se venda y se implante una viabilidad son los siguientes:

1. Primero, el cliente se dirige al comercial para acordar lo que quiere solicitar. El comercial, concreta con el cliente el tipo de servicio y la tecnología que se quiere emplear para implantar dicho servicio.
2. Una vez han acordado todo lo anterior, el comercial genera una viabilidad que llega al departamento de viabilidades.
3. El ingeniero de viabilidades realiza la valoración del estudio tanto en parte de acceso como en la parte de transmisión.
4. El comercial ofrece el resultado del estudio al cliente, que decidirá si decide adquirir el servicio o no.
5. Si el comercial acepta la oferta, el estudio pasa a manos del departamento de despliegue, que se encargará de realizar el replanteo necesario para instalar lo valorado en la viabilidad (aquí es donde pueden surgir los cambios en OC, tendido de FO…). El precio, una vez llegados a este punto, puede sufrir pequeñas variaciones.
6. Una vez realizado el replanteo en cliente, pasa el estudio al departamento de transmisión que se encargará de valorar toda la transmisión del estudio: punto de activación de cliente, ruta a seguir hasta el PTN BRAS….

Una vez aclarado esto, procedemos a ver los casos prácticos en detalle.

4.1 Acceso normal de datos (IPv4, IPv6, MPLS, VPLS)

En este apartado vamos a ver como viabilizar un acceso normal de datos, y explicaremos en un subapartado la manera de proceder con un acceso de primarios. En primer lugar, desde la herramienta de oferta de viabilidad, extraemos los siguientes datos de cliente.

Accesos Datos [1] | Accesos Voz [0] | Devoluciones [0] | Actividades abiertas [0] | Historial de actividades [0] | Historial de viabilidad [15] | Notas y archivos adjuntos [0]

Accesos Datos — Ayuda de Accesos Datos

Acción	Nº Acceso	Tipo de Acceso Datos	Tipo Servicio	Cantidad	Velocidad Acceso (Mbps)	Interfaz WAN	Caudal Total	Zona	Id Viabilidad del Otro extremo
Modificar | Eliminar		MPLS/VPLS/IG/VPN LAN	MPLS /		10/100 Mbps	Eth/FE Optico	100	Zona 3	

Estado Oferta	En proceso Viabilidad	IdC Asignado	
Id Viabilidad		Ing Viabilidades	
Tecnología Seleccionada	Cable	Estado Solicitud	Validar Viabilidad
Estado Viabilidad	Validar Viabilidad	Fecha Estado Solicitud	2/11/2022 16:52
Fecha Respuesta		Nivel de Estudio de Viabilidad	Ad Hoc
Nombre Viabilidad	VALDI S.L.	Express	
Descripción	Se pide viabilidad de acceso dedicado para la sede de cliente. 41.520829, 2.146998	Viabilidad Original	
		Fecha Final Validar Viabilidad	
Fecha Inicio Validar Viabilidad	2/11/2022 16:52	Acción	Validar Viabilidad
Zona_IdC_Resp			
Viabilidad CO Express			
Dirección Id_SWC			
Semaforo SWC			
Tipo de registro	Validar Viabilidad		
Oportunidad 1SF			
CIF Viabilidad			

Dirección

Tipo de Vía	Avenida	Localidad	Barberà del Vallès
Nombre de la Vía	Arrahona	Provincia	Barcelona
Número	95-97	Código postal	08210
Escalera		País	España

Figura 24. Datos de cliente en herramientas de oferta de viabilidad.

- Nombre de cliente -> VALDI S.L.
- Dirección -> Avenida Arrahona, 95-97 Barberá del Valles, Barcelona
- Coordenadas -> 41.520829, 2.146998
- Tipo de servicio: Principal (IPv4)

Una vez hemos extraído todos los datos, mediante las coordenadas del cliente, lo ubicamos en la herramienta de canalización propia y cotejamos que coincida con la dirección en la página del catastro:

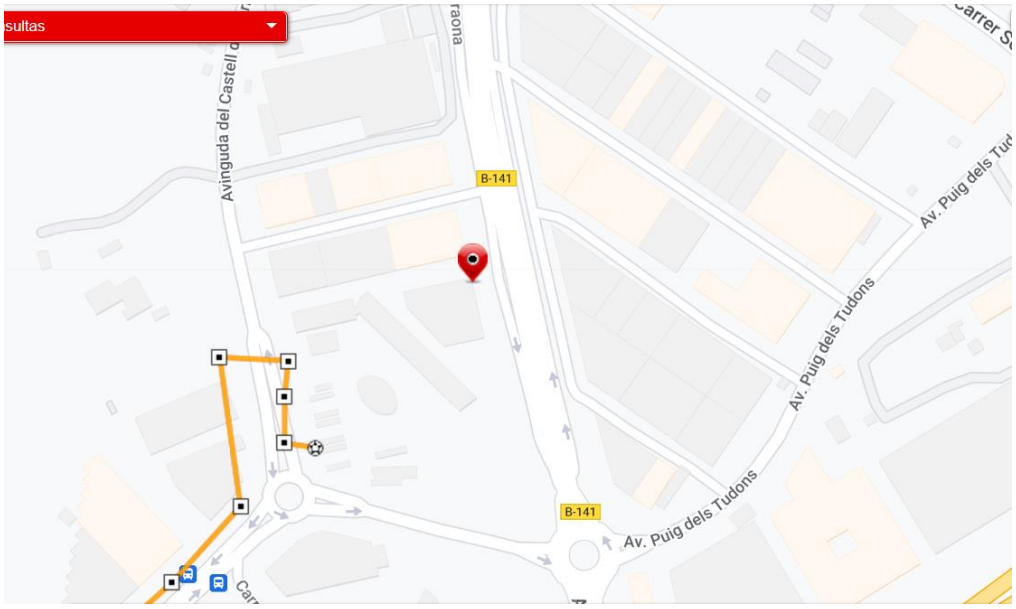


Figura 25. Canalización propia en ubicación de cliente.

Figura 26. Recinto de cliente en catastro.

4.1.1 Parte de acceso

El siguiente paso es ver cómo salir del cliente, y para ello tenemos que ver el despliegue de fibra que existe en la zona. El criterio que seguir es el siguiente:

1. Buscar en la herramienta de canalización propia si existe canalización entrando en cliente.
2. Si no existiese canalización propia entrando en cliente, valorar una OC para entroncar con la misma.
3. Si la OC no fuese viable, tenemos que entrar a la herramienta de canalización alquilada.
4. Vemos si existe canalización alquilada entrando en cliente.
5. Si no existiese canalización alquilada entrando en cliente, valorar una OC para entroncar con la misma.

En nuestro caso, vemos que no existe canalización propia entrando en cliente, ni podemos acceder a dicha canalización mediante OC (habría que realizar 175m de OC y cruzar una carretera de dos sentidos y cercana a la B-141). Por tanto, procederíamos a mirar en la herramienta de canalización alquilada si podemos hacer uso de esta para poder dar el servicio.

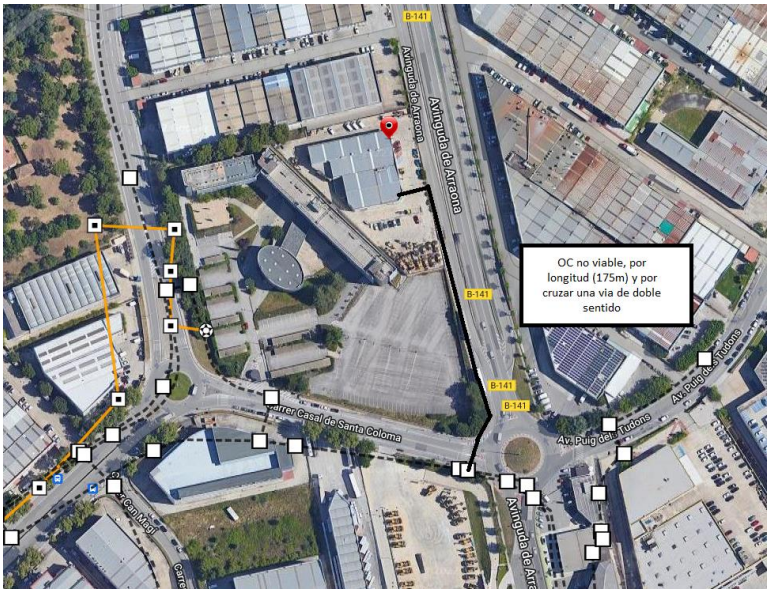


Figura 27. OC necesaria para llegar a arqueta propia.

Figura 28. Continuidad de canalización alquilada hasta CR alquilada.

Vemos que, haciendo uso de la canalización alquilada, podemos salir de cliente y llegar hasta una arqueta de canalización alquilada. Vemos que se encuentra en la misma acera que la arqueta propia, por lo que esta OC sí que es viable para poder entroncar con canalización propia (sobre unos 10m de OC):

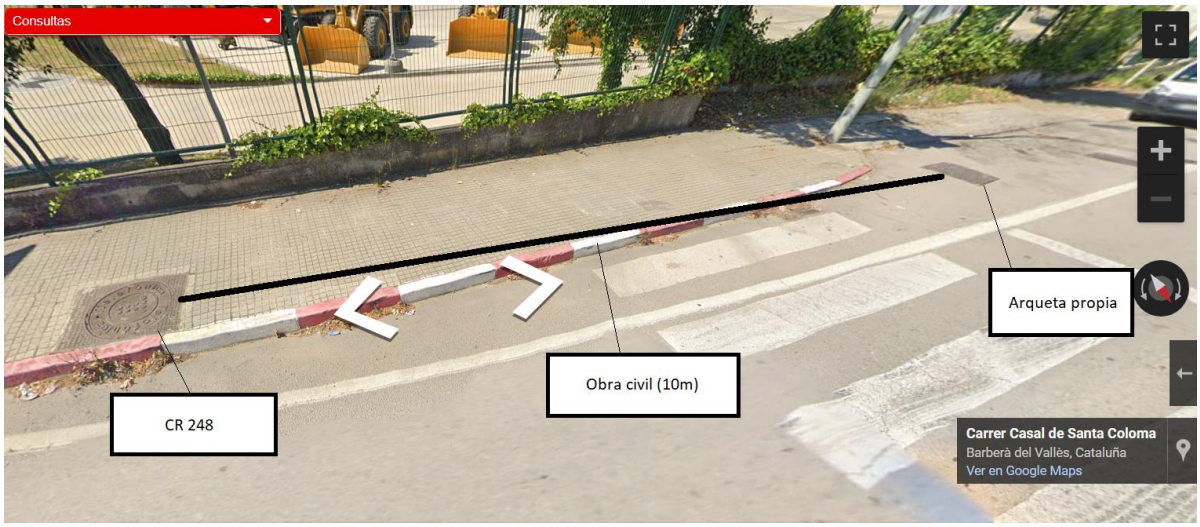


Figura 29. Obra civil para entroncar con canalización propia.

Una vez nos encontramos en canalización propia, tenemos que buscar una caja de empalme. En las cajas de empalme, hay tiradas de fibra directas contra los distintos nodos de red, y es donde se realiza la conexión de las fibras propias de nuestro cliente con las fibras de la operadora ya desplegadas. El tendido desde la arqueta propia hasta la caja de empalme será de unos 1550 metros.

Figura 30. Tendido desde arqueta propia hasta caja de empalme.

Una vez hemos llegado a la caja de empalme, habremos terminado la parte de acceso del cliente.

4.1.2. Parte de transmisión

Como hemos explicado en capítulos anteriores, esta parte comprende desde el primer equipo de activación o primer nodo de la red de la operadora hasta el nodo BRAS que proporciona el servicio, pasando por la red MPLS de la operadora.

En nuestro caso, buscaremos ir hacia el primer ATN, en la siguiente imagen, podemos apreciar la continuidad de las fibras desde la caja de empalme hasta este primer equipo de la red (en este caso nos iremos a ATN1111XX):

Figura 31. Esquema visual de la parte de acceso.

Una vez hemos llegado a este equipo, buscaremos la manera de llegar al primer PTN de la red y construir así nuestra ruta LSP entre el primer PTN hasta el PTN BRAS que corresponda. El PTN BRAS de cada zona viene impuesto por criterios de la operadora, pero generalmente, se siguen criterios de cercanía para determinar a cuál de ellos se ha de llegar. En nuestro caso, vemos que nuestro nodo de red dispone de ATN y PTN ubicados en el mismo nodo, por lo que tendremos que ver cómo es esta conexión (capacidad, puertos implicados y porcentajes de ocupación del enlace):

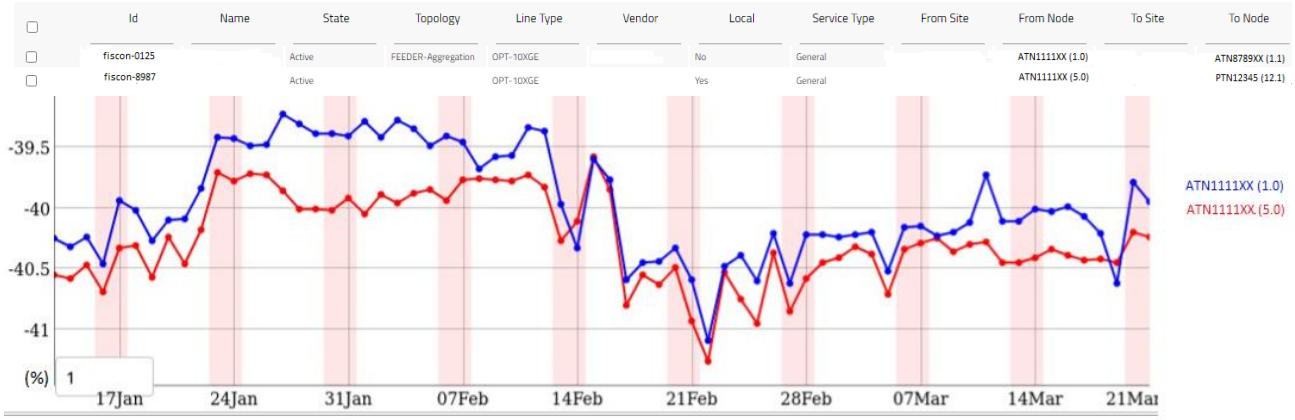


Figura 32. Conexiones físicas y ocupación de puertos deATN1111XX.

Vemos que la conexión que se sigue es de 10Gb entre ATN1111XX (5.0) y PTN12345 (12.1), y que se encuentra al 41.75% en su capacidad más restrictiva, por lo que los 100Mb que demanda cliente, caben por el enlace físico.

Una vez hemos determinado lo anterior, procedemos a utilizar nuestra herramienta de creación de rutas LSP. Esta herramienta toma los datos de la base de datos de la operadora, por lo que se va actualizando en función de cómo la topología de la red va evolucionando. En nuestro caso, introduciremos el primer PTN (PTN12345) y el PTN BRAS (PTN54321).

PTN A MODEL	PTN B MODEL	PTN A	PTN B
690xV8Rx	690xV8Rx	PTN12345	PTN54321
690xV8Rx	690xV8Rx		
690xV8Rx	690xV8Rx		

Figura 33. Ruta entre equipos a generar por la herramienta.

Esta herramienta nos genera un Excel que nos muestra la ruta de PTN o ruta LSP que sigue la red para llegar desde el primer PTN hasta el PTN BRAS.

Ruta LSP:	
PTN12345	10G (4%)
PTN89785	100G (6%)
PTN98754	200G (15%)
PTN54321	

Figura 34. Ruta generada por la herramienta.

Una vez tenemos nuestra ruta, lo único que tenemos que hacer es rellenar la viabilidad en nuestra herramienta de oferta de viabilidad, para que ingeniería de preventa la avance con el comercial y ver si aceptan o no el estudio ofrecido.

En resumen, tenemos que documentar tanto la parte de acceso como la parte de transmisión, y el equipamiento necesario a valorarle a cliente. Lo dejamos documentado y terminamos con nuestro estudio:

Metros Tendido Nuevo: 2000m

Estudiando en coordenadas del cliente, valoramos salir por 205m de canalización alquilada hasta CR248. Aquí, realizar unos 10m de OC para entroncar con canalización propia y continuar por un tendido de 1550m hasta la EF(XXX) donde hacemos empalme

El servicio se activa en el ATN1111XX.

Ruta LSP:
ATN1111XX 10G (5.0) (41.75%)
PTN12345 10G (4%)
PTN89785 100G (6%)
PTN98754 200G (15%)
PTN54321

4.1.3 Acceso de primarios (PRA)

En este caso particular, trataremos de ofrecer un servicio de voz a cliente. En cuanto a la parte de acceso, el estudio es similar: tenemos que buscar la forma de llegar desde la sede del cliente hasta la caja de empalme. En nuestro caso, nos quedamos en el primer PTN que se encuentre ubicado en un nodo donde haya ATN y que disponga de puertos E1 disponibles para dar el servicio de primarios. Vamos a verlo con un caso práctico:

Vamos a obviar la parte de acceso, que es la misma que hemos visto para un servicio normal de datos. Para la parte de la transmisión, vamos a tratar de llegar a un punto donde coexista un ATN con puertos de E1 disponibles y un PTN con puertos de E1 disponibles.

En nuestro caso, vamos a activar el servicio en el ATN22558, comprobamos en herramientas que disponga de puertos E1 o STM1 disponibles.

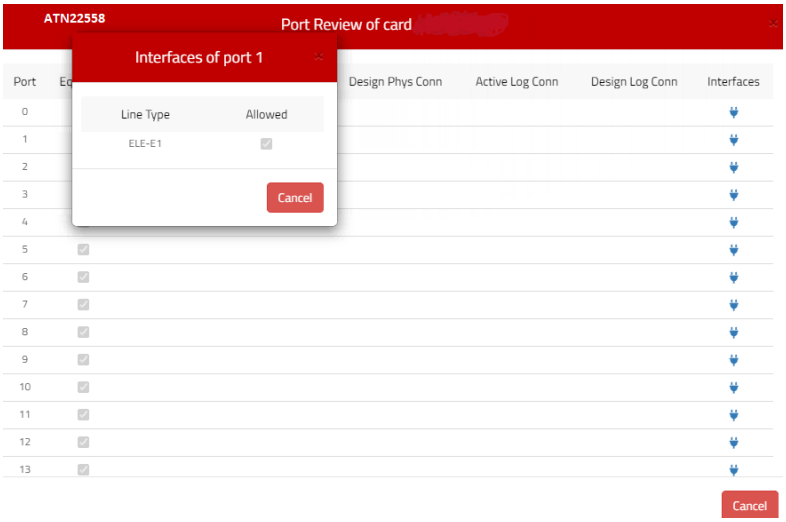


Figura 35. Visualización de puertos para servicio de primarios.

Este ATN tiene conexión directa con el PTN99887, por lo que comprobaremos de la misma manera que disponga de puertos disponibles para dar el servicio de PRA.

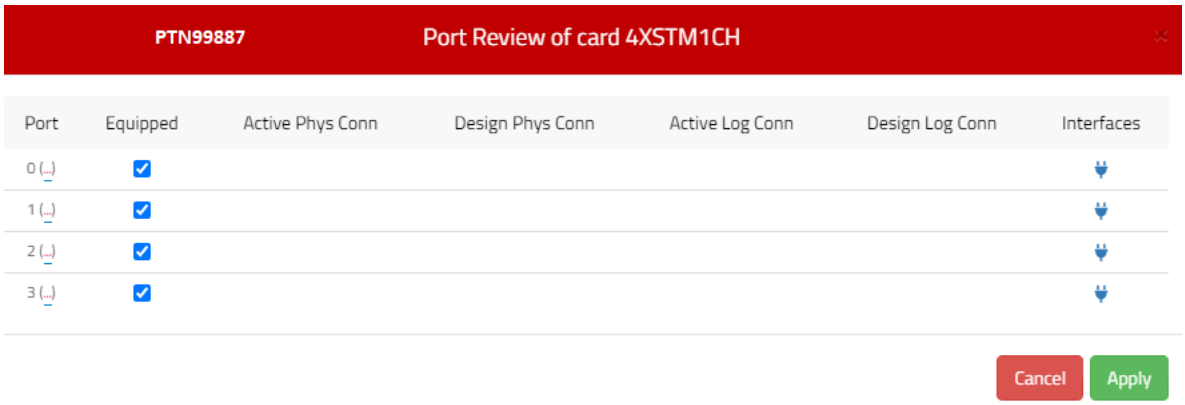


Figura 36. Puertos STM1 libres para acceso de primarios.

A partir de este PTN, debemos pasar por la red de SMX, estos equipos se encargan de redirigir el tráfico de primarios hasta la Media Gateway (MG). Esta configuración por red SMX se escapa de los límites de este proyecto, por lo que no ahondaremos en este concepto.

4.2 Acceso de principal/backup

Este tipo de accesos es solicitado por los clientes que necesitan estar siempre serviciados. En estos estudios, se busca proporcionar al cliente dos servicios totalmente diversificados tanto en la parte de acceso como en la parte de transmisión, y hay que valorarlos de manera conjunta.

Existen fenómenos que pueden provocar que un servicio caiga, como un corte en el suministro eléctrico en un nodo o que en la propia canalización se produzca un incendio. La ventaja que obtiene el cliente con este tipo de servicios es que, si ocurre algún accidente y cayese el servicio principal, dispondría de un servicio de respaldo que le permitiese seguir conectado a la red.

Vamos a detallar cómo diversificar tanto en la parte de acceso como en la parte de transmisión, así como algunas directrices a seguir para diversificar al máximo éstos dos accesos.

4.2.1 Parte de acceso

Como hemos visto en anteriores capítulos, disponemos de tres tipos de canalizaciones: tipo A, tipo B, y canalización alquilada. Para diversificar en la parte de acceso, elegiremos un tipo de canalización para el acceso principal y otro tipo de canalización para el acceso de backup, con objetivo de que vayan por canalizaciones separadas y el hecho de que ocurra un accidente en una de ellas, la otra siga estando operativa.

Extraemos los datos del cliente de nuestra herramienta de oferta de viabilidad:

- Nombre de cliente -> VALDI S.L.
- Dirección -> Plaça de Catalunya, 21 Barcelona
- Coordenadas -> 41.3859123 2.1707163999999466
- Tipo de servicio: IPv4 (principal/backup).

Lo primero que tenemos que ver es la infraestructura existente en la zona. Para ello nos serviremos de la herramienta de canalización propia y de la herramienta de canalización alquilada.
Haciendo uso de la herramienta de canalización propia, podemos ver que se puede dar uno de los servicios haciendo uso de canalización de tipo B (para el acceso de principal, no necesitamos mirar la herramienta de canalización alquilada que se usará para el servicio de backup). Por tanto, haremos obra civil (unos 15m) hasta arqueta propia y continuaremos por un tendido propio (300m) hasta la caja de empalme que se señala en la parte superior de la imagen.

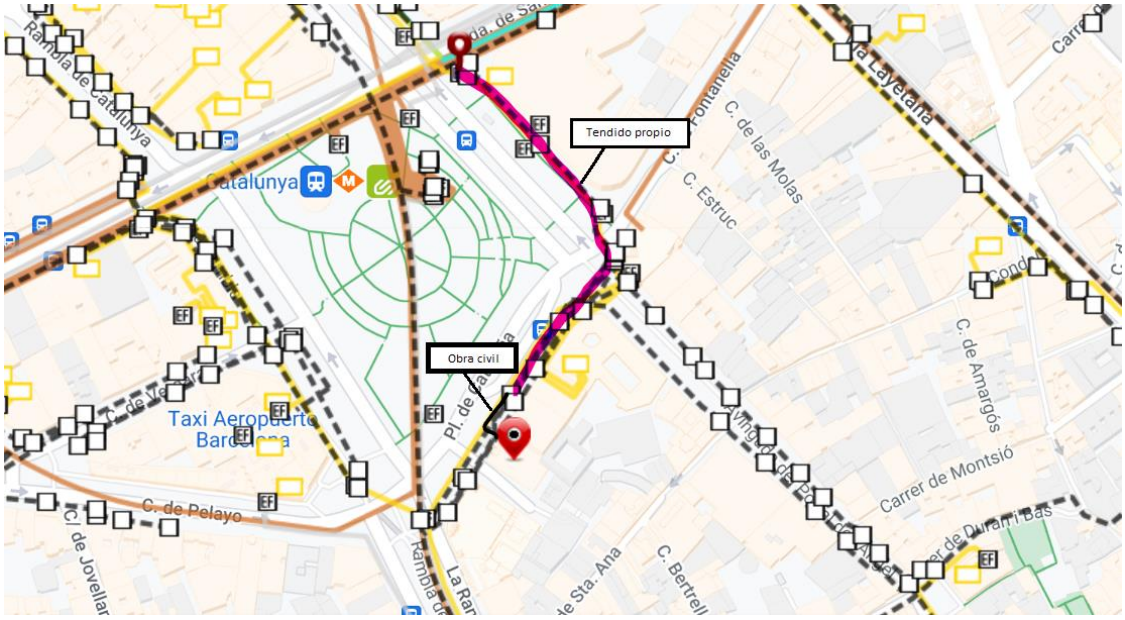


Figura 37. Infraestructura tipo 2 para dar acceso principal.

Para terminar el servicio de principal, faltará buscar nuestro punto de activación, éste se llevará al ATN123456, indicado en la imagen.

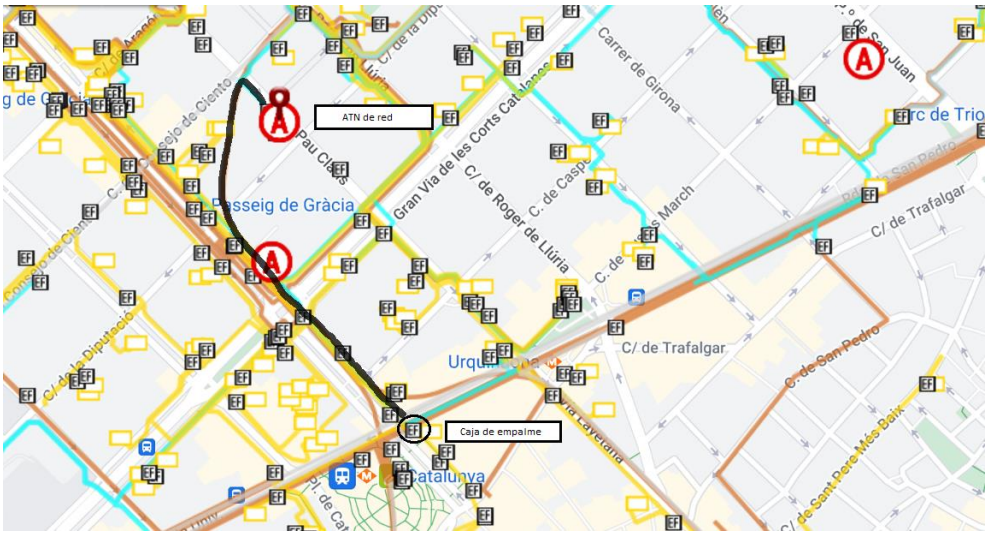


Figura 38. Recorrido desde caja de empalme propia hasta equipo de activación.

En la herramienta de canalización alquilada, vemos que existe canalización de este tipo entrando en el cliente, por lo tanto, podemos ofrecer el servicio de respaldo haciendo uso de esta infraestructura. Como hemos indicado anteriormente, este tipo de canalización se usa para meter nuestra fibra y llegar a cajas de empalme que se encuentren en las cámaras de registros de la canalización alquilada.

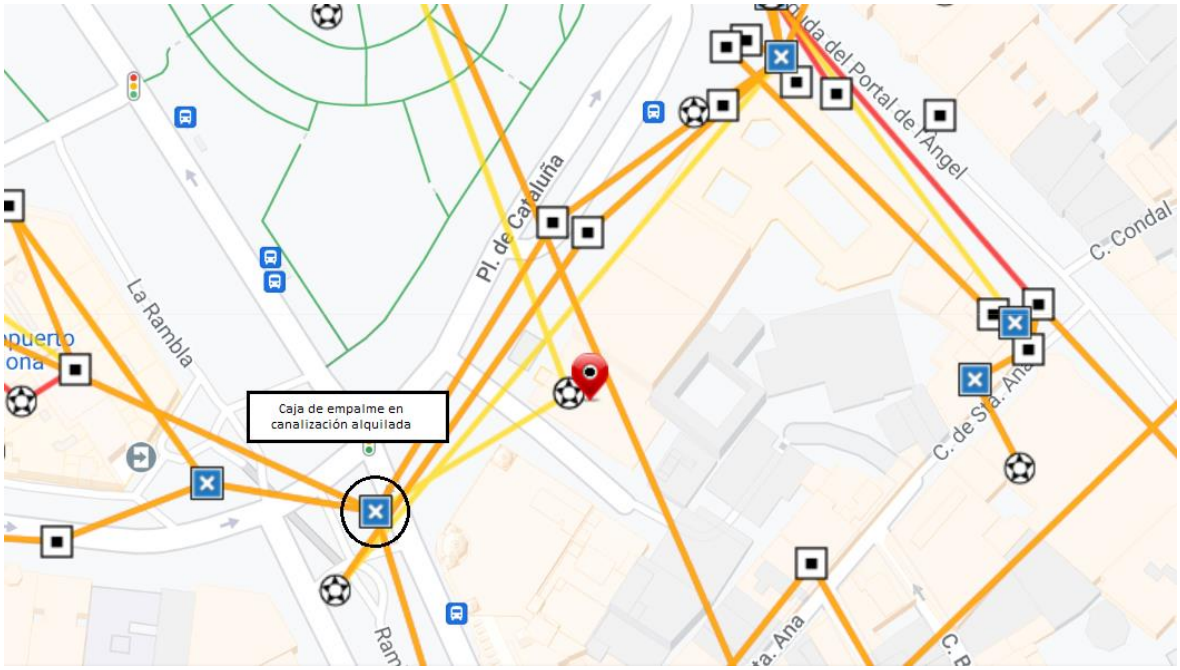


Figura 39. Ubicación de caja de empalme en canalización alquilada.

Para el acceso de backup, trataremos de diversificar haciendo uso de la canalización alquilada. Haciendo uso de la herramienta que nos muestra esta canalización, vemos que entra canalización alquilada en cliente, por lo que valoraremos un tendido de unos 70m de FO hasta llegar a nuestra caja de empalme CE1234.

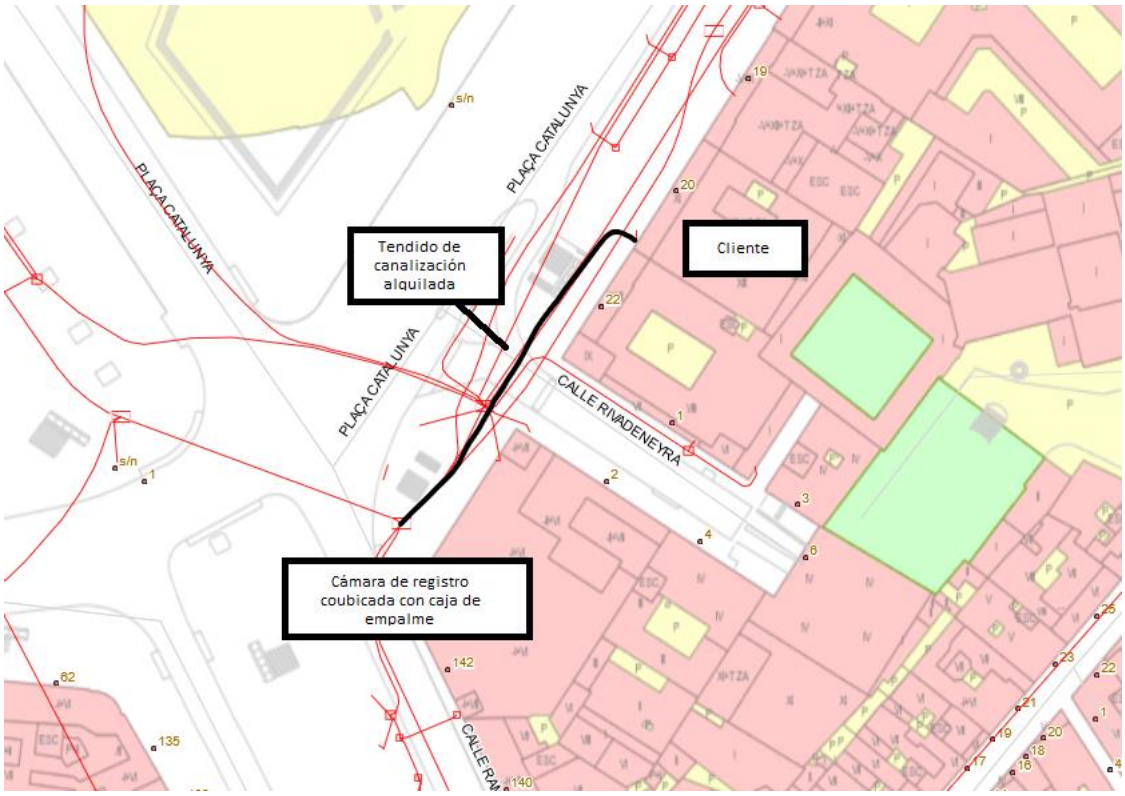


Figura 40. Recorrido por canalización alquilada hasta caja de empalme.

Por último, buscamos activarnos en un ATN de red (hay que tener en cuenta que no puede ser el mismo que en el acceso principal).

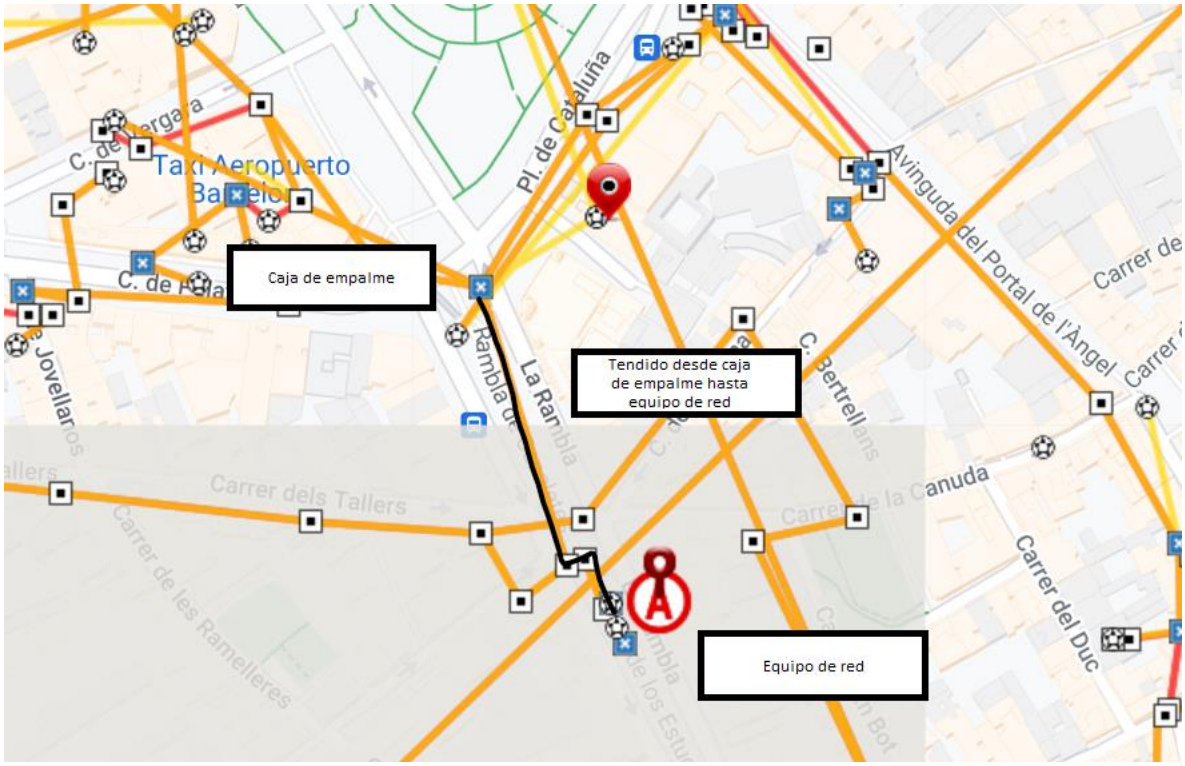


Figura 41. Recorrido desde caja de empalme hasta equipo de activación.

Con esto, tendremos la parte de acceso diversificada, procederemos a la parte de transmisión.

4.2.2 Parte de transmisión

Para la parte de transmisión, tendremos que buscar activarnos en equipos diferentes tanto en el acceso principal como en el de backup. La ruta por la red MPLS también tiene que ser diversificada para dar la mayor redundancia posible. Existen casos en los que es inevitable encontrar un punto de fallo, ya puede ser en un equipo concreto (ATN o PTN) o bien en un emplazamiento de red (que ambas rutas pasen por un mismo emplazamiento de red, pero por equipos diferentes). Para el caso que nos ocupa, vamos a ofrecer al cliente total redundancia.

El acceso principal se activará en el ATN44152, comprobamos la conexión con el PTN (puertos y ocupación):

Properties | Phys Conns [8]

ATN44152

Id	Name	State	Topology	Line Type	Vendor	Local	Service Type	From Site	From Node	To Site	To Node	Activation ...	Deactivati...	Disconnect...
fiscon-9098		Active	FEEDER-Agg...	OPT-10XGE		No	General		ATN44152 (5.0)		PTN79878 (13.0)	2020-03-05		
fiscon-0098		Active		OPT-10XGE		Yes	General		ATN44152 (2.0)		ATN89877 (2.1)	2019-10-14		

Figura 42. Conexiones físicas del ATN44152.

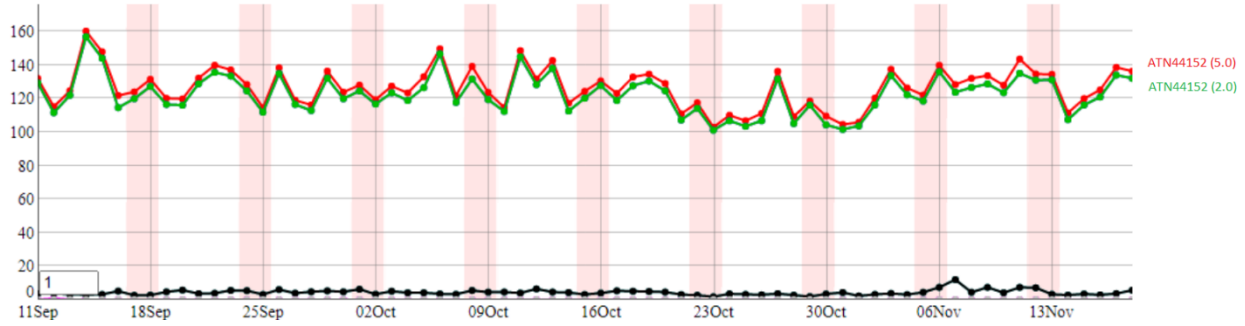


Figura 43. Ocupación de los puertos de ATN44152.

Vemos que nuestro ATN va por la fiscon-9098 de 10G contra PTN79878 por el puerto (5.0), vemos la ocupación que la ocupación de dicho puerto en su pico más alto es de 160Mb. Por tanto, esa conexión de 10G está al 0,16% de ocupación y el caudal que solicita cliente se puede dar.

Calculamos nuestra ruta hasta el BRAS con la herramienta de cálculo de rutas

PTN A MODEL	PTN B MODEL	PTN A	PTN B
690xV8Rx	690xV8Rx	PTN79878	PTN98558
690xV8Rx	690xV8Rx		
690xV8Rx	690xV8Rx		

Ruta LSP:	
PTN79878	10G (30%)
PTN74856	20G (56%)
PTN88598	100G (2%)
PTN89485	

Figura 44. Ruta LSP entre PTN79878 y PTN89845 generada por la herramienta.

Ruta LSP:
ATN44152 (1.0) 10G (12%)
PTN79878 10G (30%)
PTN74856 20G (56%)
PTN88598 100G (2%)
PTN89485 BARCELONA

Para el acceso de respaldo, nos activaremos en el ATN55985, comprobamos la conexión con el PTN (puertos y ocupación) y calculamos la ruta hasta el BRAS:

Properties | Phys Conns [8]

ATN55985

Id	Name	State	Topology	Line Type	Vendor	Local	Service Type	From Site	From Node	To Site	To Node	Activation ...	Deactivati...	Disconnect...
fiscon-0778		Active	FEEDER-Agg...	OPT-10XGE		No	General		ATN55985 (1.0)		PTN98745 (12.0)	2020-03-05		
fiscon-9898		Active		OPT-10XGE		Yes	General		ATN55985 (2.0)		ATN87875 (3.0)	2019-10-14		

Figura 45. Conexiones físicas del ATN55985.

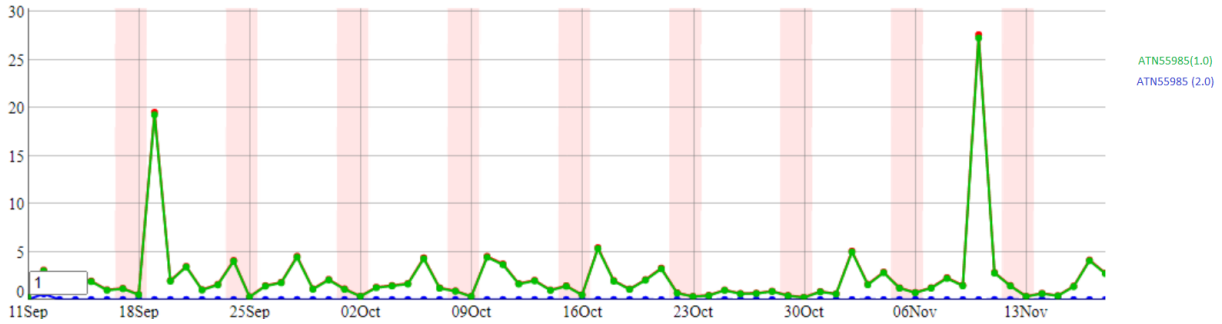


Figura 46. Ocupación de los puertos del ATN55985.

Vemos que nuestro ATN va por la fiscon-9098 de 10G contra PTN98745 por el puerto (1.0), vemos la ocupación que la ocupación de dicho puerto en su pico más alto es de 27Mb. Por tanto, esa conexión de 10G está al 0.027% de ocupación y el caudal que solicita cliente se puede dar.

Calculamos nuestra ruta hasta el BRAS con la herramienta de cálculo de rutas

PTN A MODEL	PTN B MODEL	PTN A	PTN B
690xV8Rx	690xV8Rx	PTN98745	PTN78988
690xV8Rx	690xV8Rx		
690xV8Rx	690xV8Rx		

Ruta LSP:	
PTN98745	10G (4%)
PTN77456	20G (8%)
PTN88778	100G (4%)
PTN78988	

Figura 47. Ruta LSP entre PTN98745 y PTN78988 generada por la herramienta.

Ruta LSP:
ATN55985 (5.0) 10G (23%)
PTN98745 10G (4%)
PTN77456 10G (6%)
PTN88778 100G (17%)
PTN78988 SANT BOI

Como es de esperar, el PTN BRAS al que han de ir ambos servicios debe ser distinto, por lo que en el principal nos lo llevamos al BRAS de Barcelona (PTN89485), y en el de respaldo nos lo llevaremos al BRAS Sant Boi (PTN78988).

Para terminar con el estudio, mostramos de manera visual cómo los servicios quedan totalmente diversificados en la parte de transmisión y dejaremos documentado cada uno de los servicios:

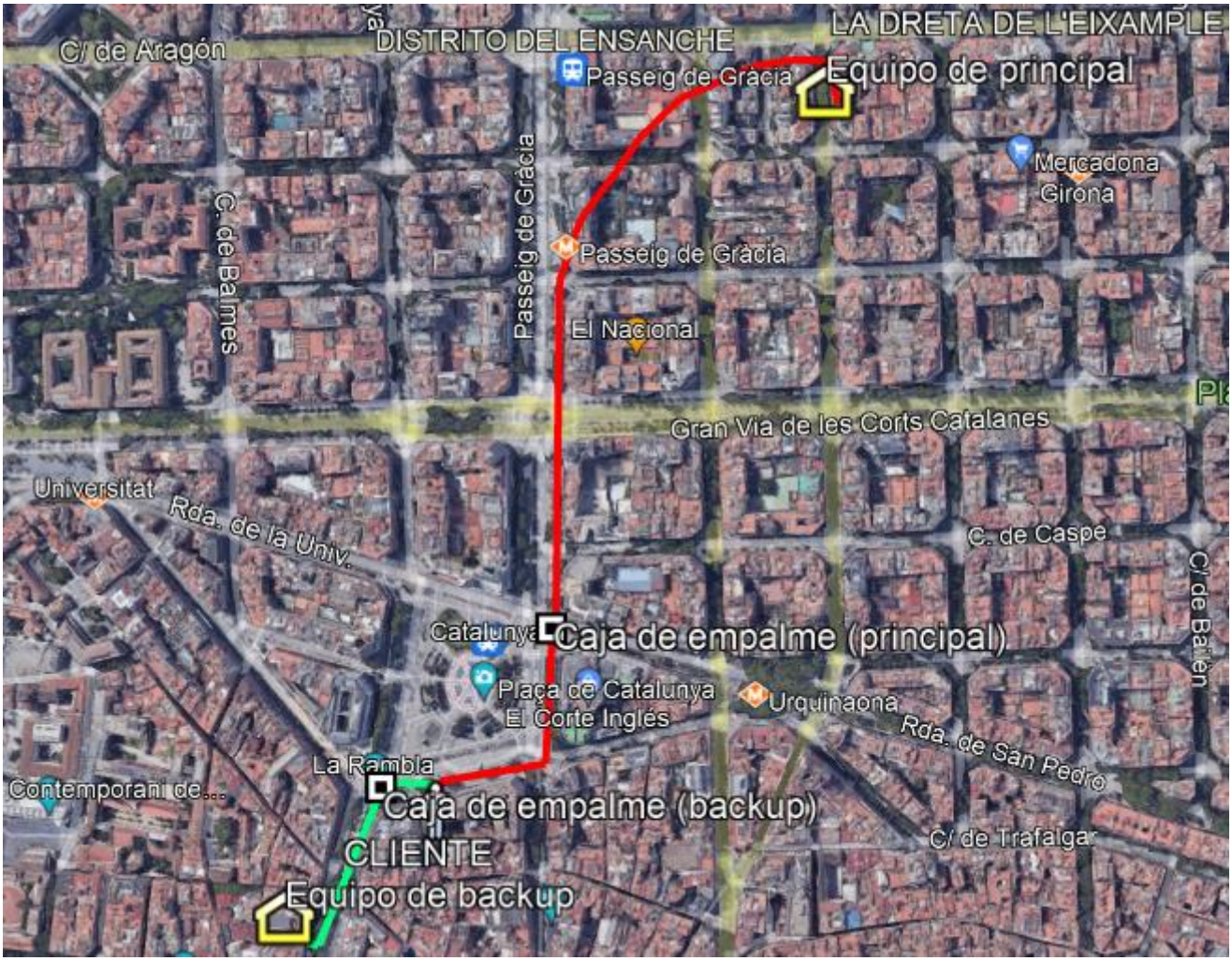


Figura 48. Esquema visual de recorridos principal/backup.

Acceso principal:

Metros tendido total: 405m

Estudiando en coordenadas del cliente, valoramos realizar OC de 15m hasta arqueta propia, y continuar por un tendido de 300m hasta la caja de empalme (BARCELONA-01) donde hacemos empalme.

El servicio se lleva hasta el nodo primario, realizando su activación en el ATN44152.

Ruta LSP:
ATN44152 (1.0) 10G (12%)
PTN79878 10G (30%)
PTN74856 20G (56%)
PTN88598 100G (2%)
PTN89485 BARCELONA

Acceso backup:

Metros tendido total: 135m

Estudiando en coordenadas del cliente, valoramos salir por 70m de canalización alquilada hasta la CR (BARCELONA-02), que se encuentra en el mismo nodo que la CE (0102XX) y donde hacemos empalme.

El servicio se activa en el ATN55985

Ruta LSP:

ATN55985 (5.0) 10G (23%)
PTN98745 10G (4%)
PTN77456 10G (6%)
PTN88778 100G (17%)
PTN78988 SANT BOI

4.3 Accesos de Enlace Portador (EP)

Como se ha explicado en apartados anteriores, un enlace portador es un servicio de transporte de datos o de voz entre dos o más sedes de una empresa, sin necesidad de llegar hasta el origen de la red de Vodafone.

Este servicio va soportado por la red DWDM. Para dar este tipo de servicios, tenemos que diferenciar dos tipos de redes:
Red provincial: esta red posee equipos DWDM interconectados entre sí para llevar un servicio desde un punto a otro sin salirse de la misma provincia. Por ejemplo, desde Utrera a Dos Hermanas, ambas localidades de Sevilla.
Red troncal: esta red está diseñada para llevar circuitos portadores entre dos provincias o incluso comunidades autónomas diferentes. Por ejemplo, desde Madrid a Barcelona.

En el caso práctico que vamos a exponer, vamos a detallar el caso en el que ambas sedes se encuentren en la misma provincia, ya que los enlaces portadores interprovinciales se escapan de los límites de este proyecto. Un último apunte por destacar es que, en los enlaces portadores provinciales, los servicios pueden ser o de 1Gb o de 10Gb.

4.3.1 Parte de acceso

En primer lugar, extraemos los datos de ambos extremos del enlace de la herramienta de oferta de viabilidad.

EXTREMO 1:

- Nombre de cliente -> VALDI S.L.
- Dirección -> Calle José Agustín Goytisolo, 17 L'Hospitalet de Llobregat, Barcelona
- Coordenadas -> 41.352066876755316, 2.1259944006970777
- Tipo de servicio: EP 1Gb

Lo primero es encontrar la manera de que ambos extremos lleguen a una caja de empalme (similar a lo visto anteriormente) y a partir de aquí, el cambio radica en que los servicios de enlaces portadores no se

activan en la red ATN/PTN, sino en la red de DWDM. Por tanto, una vez lleguemos a nuestra caja de empalme, tendremos que buscar el DWDM más cercano donde activar el servicio.

Para dar la parte de acceso en el extremo 1, estudiaremos la infraestructura que dispone la localización donde se encuentra ubicado el cliente. Abriremos nuestra herramienta de canalización propia:

Para llegar a la caja de empalme, valoraremos una obra civil de 10m para salir de cliente, y continuar por un tendido de 50m por canalización propia hasta la caja de empalme:

Figura 49. Esquema de la parte de acceso del extremo 1.

Para activarnos, tenemos que buscar el equipo DWDM más cercano (en este caso WMX112345). La continuidad de las fibras hasta el equipo y el propio equipo (D), quedan señalados en la siguiente imagen:

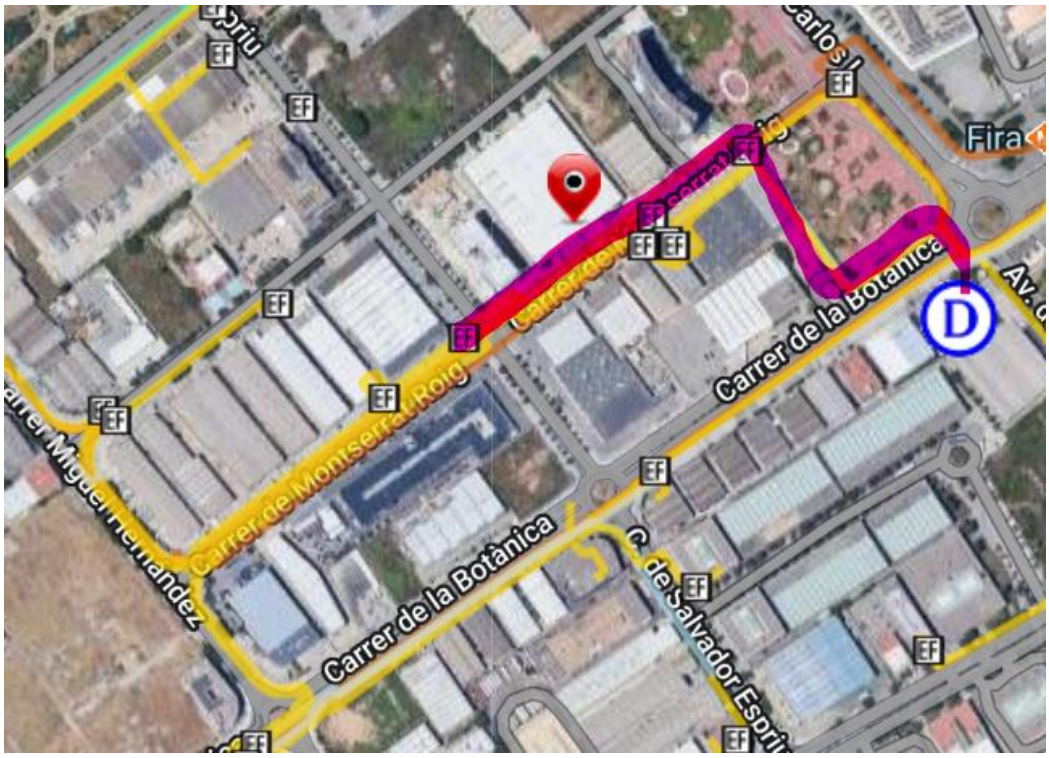


Figura 50. Recorrido desde caja de empalme hasta equipo de activación.

EXTREMO 2:

- Nombre de cliente -> VALDI S.L.
- Dirección -> Plaça de Europa, 10 L'Hospitalet de Llobregat, Barcelona
- Coordenadas -> 41.35835805899163, 2.1247791481822986
- Tipo de servicio: EP 1Gb

En este caso, cargando las coordenadas en la herramienta de canalización propia, vemos que el edificio del cliente dispone de una caja de empalme situada en el RITI del edificio. Por tanto, valoraremos un cableado por el interior de este para realizar la conexión en esa caja de empalme.

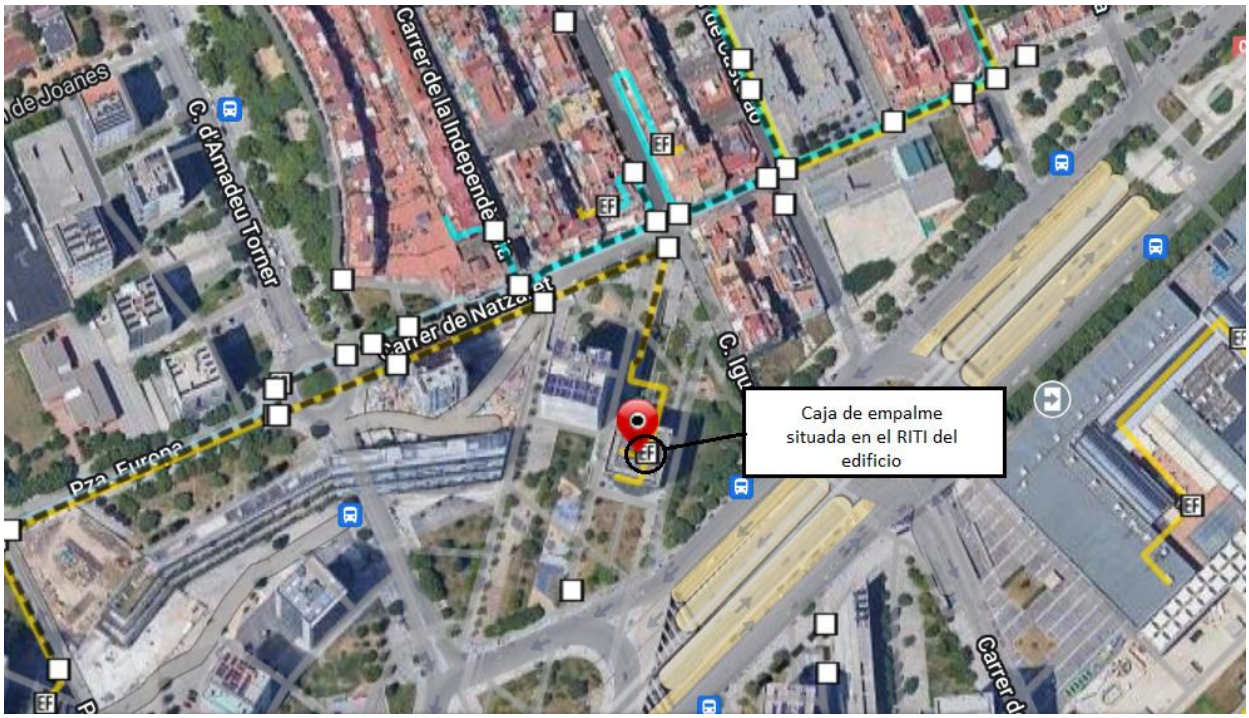


Figura 51. Esquema de la parte de acceso del extremo 2.

Desde esta caja de empalme, buscamos el equipo WMX en el que activaremos el servicio. En este caso es el WMX989978, vemos en la siguiente imagen la continuidad de fibras y la ubicación de dicho equipo (D):

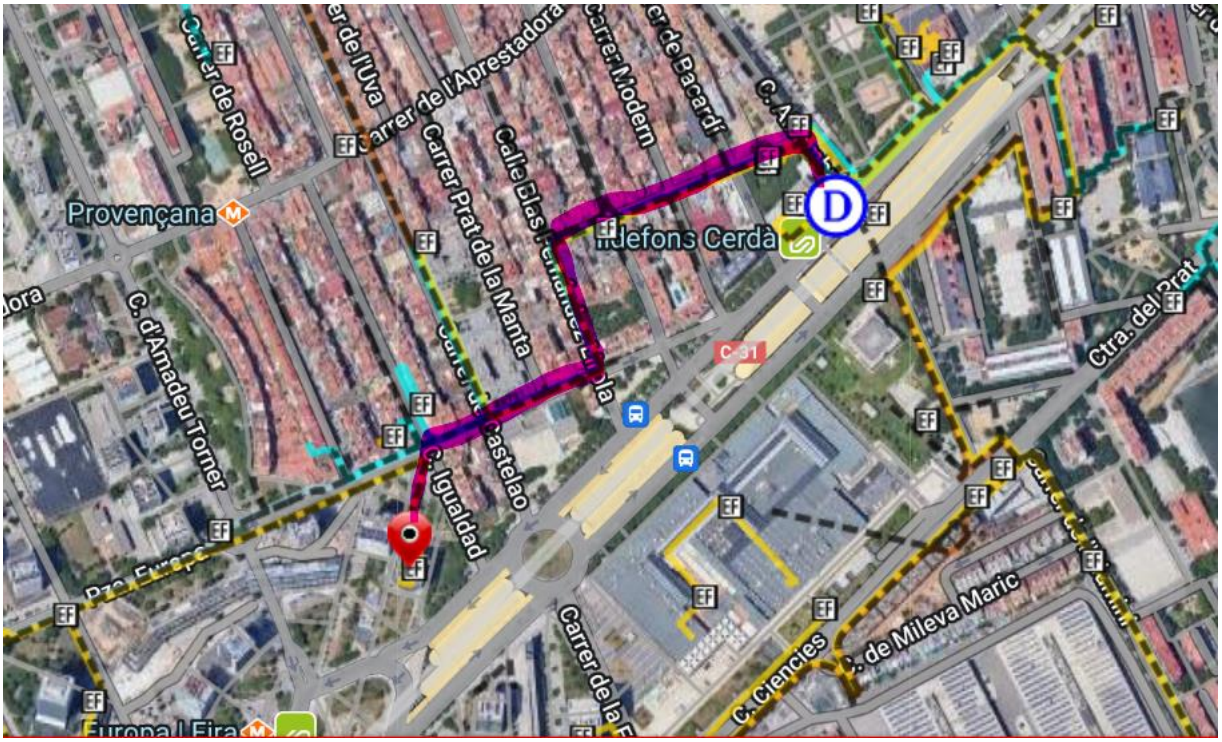


Figura 52. Recorrido desde caja de empalme hasta equipo de activación.

4.3.2 Parte de transmisión

La parte de transmisión en este tipo de accesos es común a los dos extremos. Los equipos DWDM disponen de unos pares de pines que se denominan lambdas, que trabajan cada una a su propia frecuencia. Para que dos DWDM puedan comunicarse entre sí y tengan conexión, habrá que buscar un par de lambdas en cada uno de los equipos que trabajen a la misma frecuencia.

En estas lambdas, será necesario instalar unas tarjetas que serán las que permitan a ambos equipos poder enviar y recibir datos. Estas tarjetas, dependiendo de la capacidad del enlace portador, son las siguientes:

- ELOM -> enlaces portadores de 1Gb.
- LDX -> enlaces portadores de 10Gb

Como hemos mencionado anteriormente, la red DWDM de los enlaces provinciales se encuentra conectada en forma de anillo, por lo que la red DWDM de L'Hospitalet de Llobregat queda de la siguiente manera:

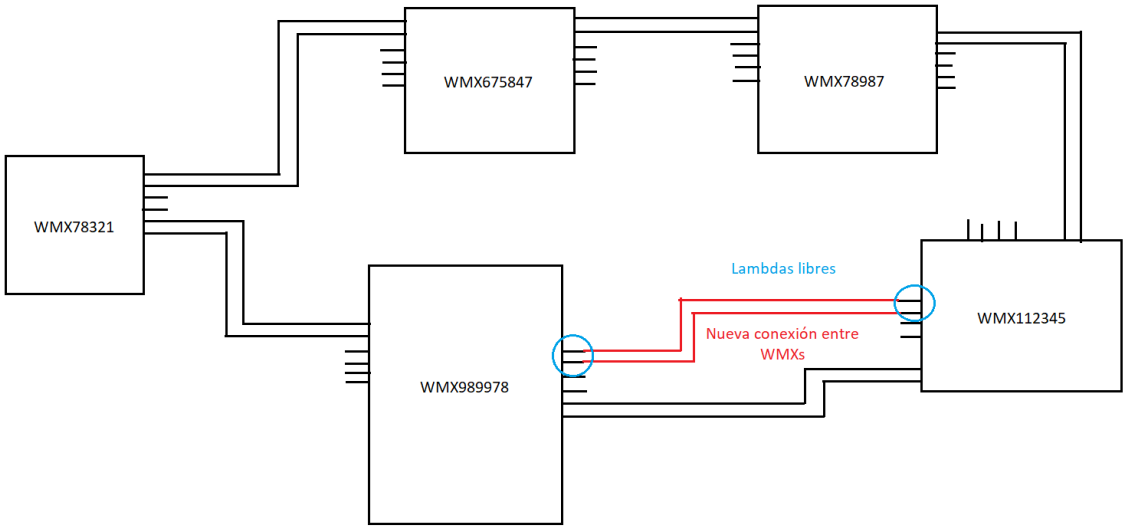


Figura 53. Esquema de red DWDM de L'Hospitalet de Llobregat.

Vemos el par de lambdas disponibles (ambas a la misma frecuencia) entre los WMXs extremos de nuestra viabilidad. También apreciamos que sendos WMXs se encuentran directamente conectados, en caso de que no lo estuviesen, habría que pasar por la red DWDM (algunos equipos intermedios) pero solo se mirarían lambdas libres en los WMXs extremos.

Valoramos instalar una pareja de tarjetas DWDM sobra las lambdas de ambos extremos y terminamos documentando nuestro estudio completo:

<u>Acceso 1:</u>

Metros tendido nuevo: 100m

Estudiando en coordenadas del cliente, valoramos salir mediante una OC de 10m y continuar por un tendido por canalización propia (50m) hasta llegar a la caja de empalme.

Activación en el WMX112345.

Acceso 2:

Metros tendido nuevo: 100m

Estudiando en coordenadas del cliente, valoramos realizar un tendido de 100Mb hasta la caja de empalme situada en el RITI del edificio.

Activamos el servicio en el WMX989978.

Parte de TX (común a ambos extremos):

De WMX112345 a WMX989978 por red DWDM provincial necesaria pareja de ELOMs sobre pareja de lambdas. Se ha comprobado la existencia de lambdas libres trabajando a la misma frecuencia en ambos extremos.

4.4 Acceso de FTTH

Para este tipo de accesos, haremos uso de la canalización FTTH que se nos muestra en la herramienta de canalización propia. En la infraestructura FTTH, tenemos cuatro elementos principales:

- La propia canalización FTTH -> esta canalización puede ser propia, o alquilada.
- Central FTTH -> es el nodo que proporciona el servicio de FTTH.
- Arquetas FTTH -> son puntos de acceso a la canalización.
- Empalmes FTTH -> son el punto de conexión de la fibra de red con la central. Aquí fusionaremos las fibras para llegar a la central que corresponda.

En este tipo de accesos, de la misma manera que para un acceso normal de fibra, tenemos que buscar la manera de llegar a la caja de empalme más cercana que nos conecta directamente a la central FTTH donde se proporciona el servicio. Para comenzar con el estudio, vamos a tomar los datos de cliente y procedemos con el estudio:

- Nombre de cliente -> VALDI S.L.
- Dirección -> Calle Elena Soriano, 7 Málaga
- Coordenadas -> 36.7073486, -4.4664905
- Tipo de servicio: FTTH

En primer lugar, activamos en la herramienta de canalización propia la capa de infraestructura FTTH. Si el edificio dispone de infraestructura, se resolverá el estudio a coste 0, aportando el ID de domicilio (numeración que identifica a cliente y el código OLT (código que identifica a la central que pertenece). En este caso, el estudio es muy sencillo, por lo que hemos seleccionado un edificio de cliente que no disponga de infraestructura FTTH.

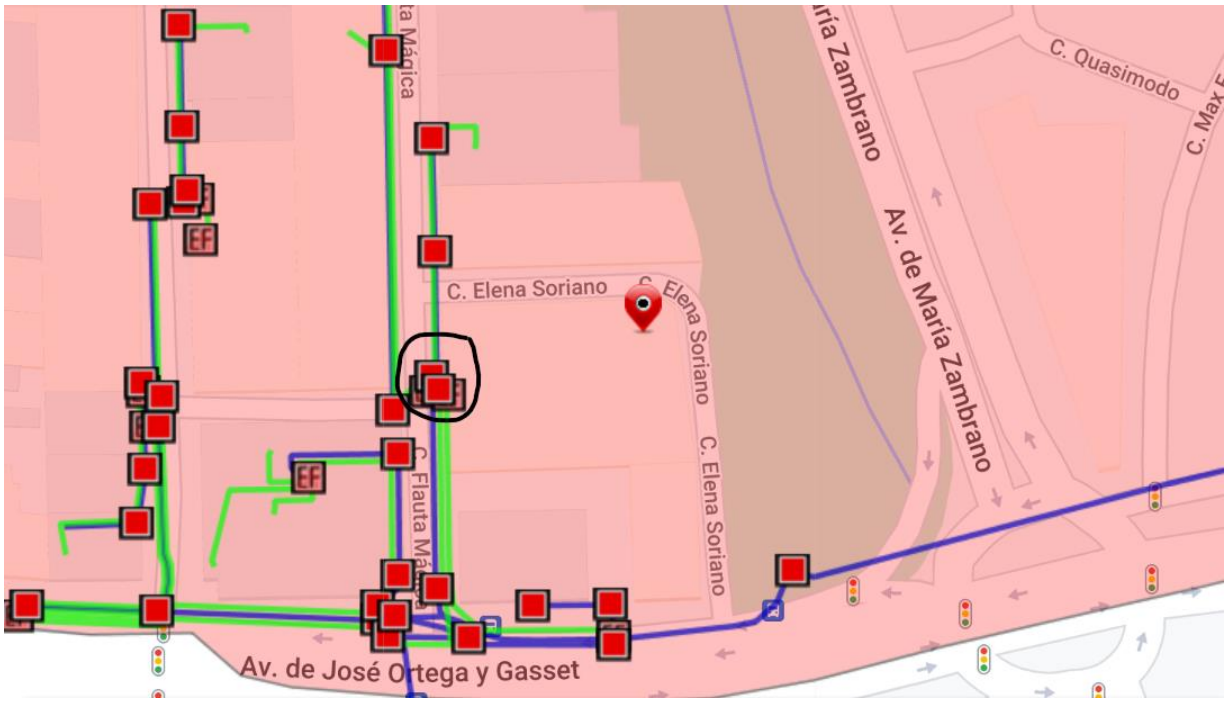


Figura 54. Ubicación de caja de empalme FTTH.

Una vez hemos visto el despliegue de FTTH, vamos a valorar como salir del edificio de cliente. En la siguiente imagen se aprecia que la caja de empalme FTTH que vamos a utilizar, se encuentra en la ARQ-1234 que pertenece a la canalización alquilada.

Por tanto, abrimos nuestra herramienta de canalización alquilada, y buscamos dicha arqueta, y el despliegue que existe en la zona. Vemos en la siguiente imagen cómo entra la canalización alquilada dentro del edificio del cliente, por lo que valoraremos un tendido de 100m por dicha canalización hasta llegar a la caja de empalme que hemos elegido.

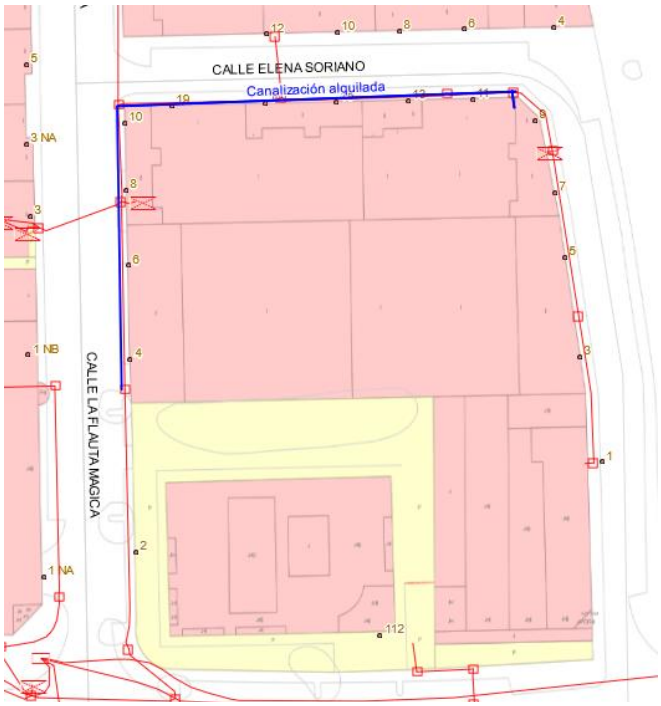


Figura 55. Recorrido desde cliente hasta arqueta alquilada ubicada con caja de empalme FTTH.

Una vez llegamos a la caja de empalme, tenemos que ver el código OLT de la zona para ver en qué central debemos activar el servicio (en este caso Código OLT = 145YH785GDS). Este código indica que debemos ir a la central MÁLAGA-OESTE

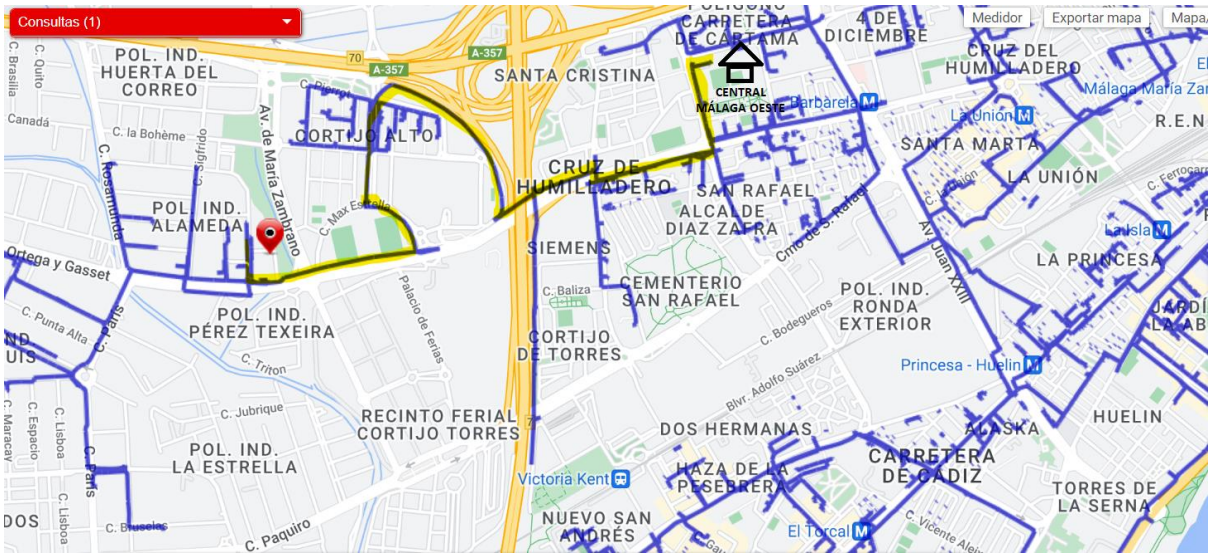


Figura 56. Recorrido desde caja de empalme hasta la central FTTH.

Una vez llegamos a la central que servicia al cliente, nuestro estudio está terminado, y la solución queda de la siguiente manera:

Metros tendido total: 380m

Estudiando en coordenadas del cliente, valoramos salir por un tendido de 100m de canalización alquilada hasta la ARQ-1234 donde se encuentra la EF de FTTH(MALAGA-OESTE23) y donde hacemos empalme.

Código OLT: 145YH785GDS

El servicio se activa en la central MÁLAGA-OESTE.

4.5 Acceso de HFC

Como hemos mencionado anteriormente, este tipo de servicios es un híbrido entre cable coaxial (desde el hogar hasta un nodo intermedio) y de fibra óptica (desde dicho nodo intermedio hasta el anillo primario, donde se proporciona el servicio). Antes de abarcar este tipo de servicios, tenemos que empezar hablando de la topología de la red.

La red HFC se encuentra conformada por una serie de anillos: anillo primario, anillo secundario, anillo terciario y un cuarto anillo formado por los nodos terminales. Todos estos anillos se encuentran interconectados entre sí con topología de estrella.

El objetivo de este tipo de accesos es llegar con un tendido de cable coaxial hasta el nodo terminal, donde se realiza la conversión eléctrico-óptica. Desde estos nodos terminales, el servicio va recorriendo cada uno de los anillos hasta alcanzar el anillo primario, donde se encuentra el nodo primario que nos proporcionará el servicio.

Podemos distinguir los siguientes elementos dentro de la red coaxial:

- Líneas: nos muestra el despliegue de cable coaxial que existe en la zona.
- Tap (Terminal Access Point): es el elemento que une la red de distribución con la red del cliente.
- Amplificadores: necesario instalar uno cada 300m aproximadamente, ya que la señal eléctrica se degrada con la distancia.

Una vez aclarado todo lo anterior, vamos a llevar a la práctica como resolver este tipo de servicios. Para ello, al igual que en los estudios anteriores, extraemos de la oferta los datos del cliente:

- Nombre de cliente -> VALDI S.L.
- Dirección -> Calle Espíritu Santo, 29 Algeciras, Cádiz
- Coordenadas -> 36.123996388092856, -5.454241965495771
- Tipo de servicio: HFC

En primer lugar, nos vamos a nuestra herramienta de canalización propia, y activamos la infraestructura de coaxial. En caso de que el edificio de cliente disponga de infraestructura HFC o veamos infraestructura entrante en el edificio, daremos el servicio sin costes y sin necesidad de ninguna ampliación de red. En nuestro casi práctico, hemos elegido un cliente que no disponga de infraestructura de coaxial.

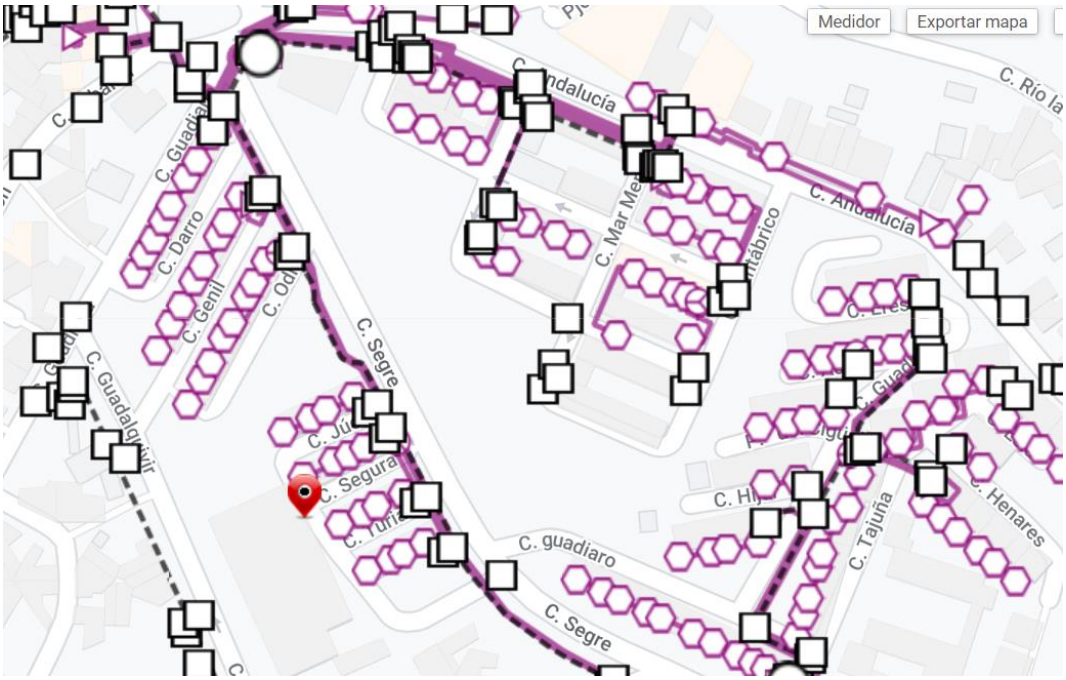


Figura 57. Infraestructura HFC en ubicación de cliente.

Vemos que, en el edificio del cliente, no entra nada de infraestructura de HFC. Por tanto, valoraremos una OC de 45m hasta la arqueta que se encuentra en el cruce de C/Segre con C/Segura.

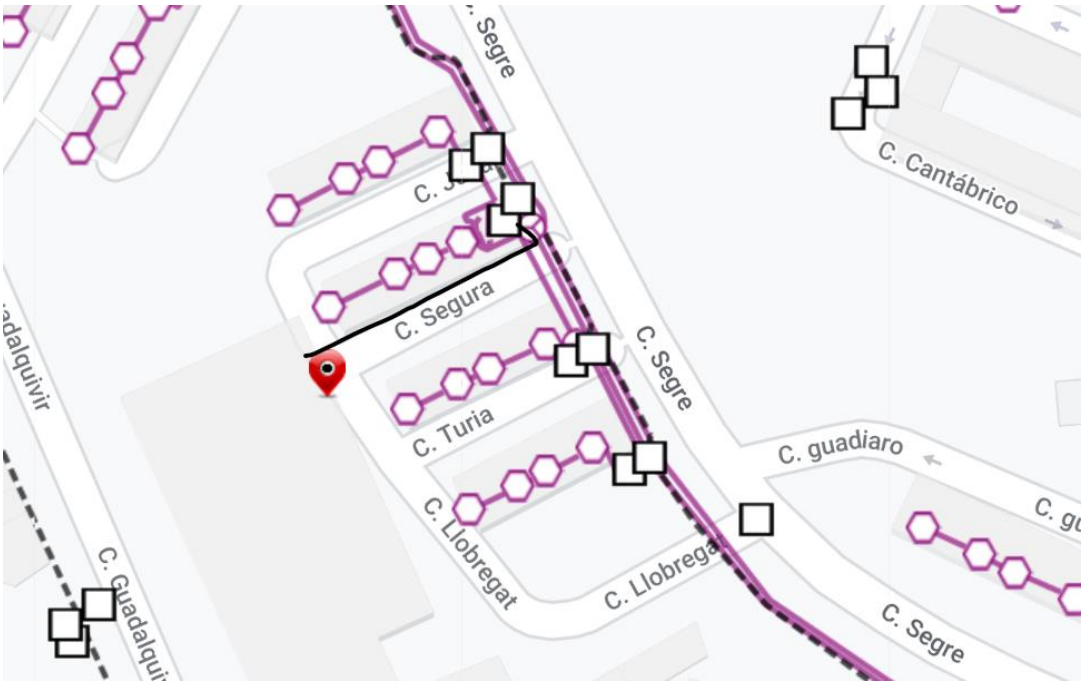


Figura 58. Obra civil hasta arqueta HFC.

El siguiente y último paso, es buscar el nodo terminal más cercano. Una vez localizado, realizaremos un tendido desde la arqueta hasta dicho nodo terminal de 150m por canalización propia.

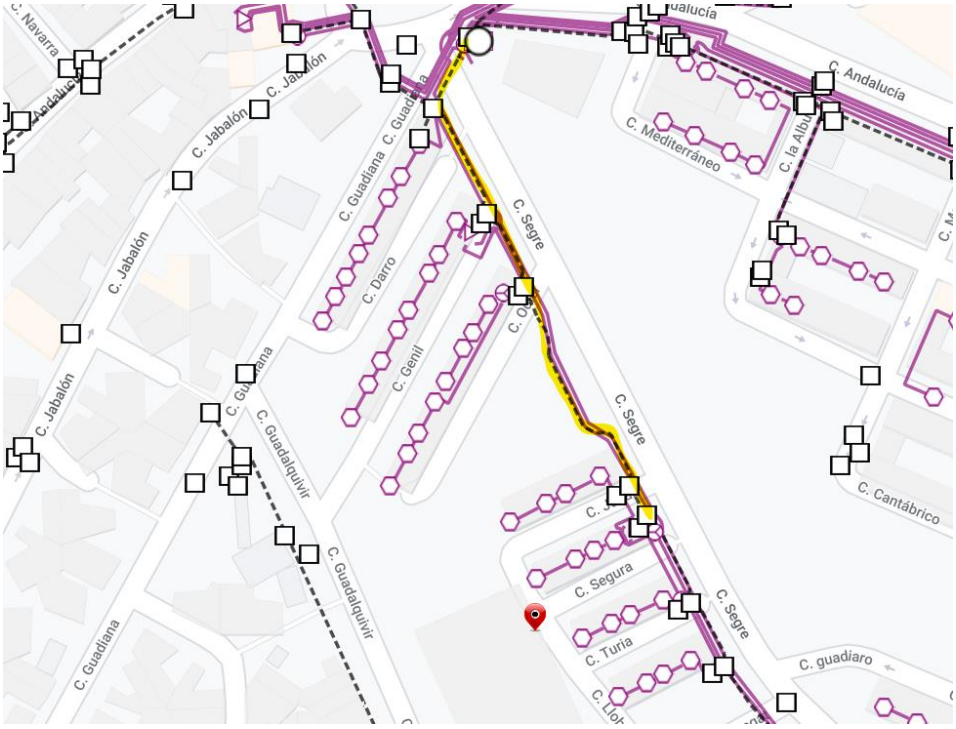


Figura 59. Recorrido desde arqueta propia hasta nodo terminal.

Una vez alcanzamos este nodo, se va agregando en estrella a los anillos terciario, secundario y primario, y el cliente queda serviciado. Recapitulando, la solución quedaría de la siguiente forma:

Metros tendido nuevo: 270m

Estudiando en coordenadas del cliente, vemos que no dispone de infraestructura HFC. Por tanto, valoramos salir por una OC de 45m hasta arqueta propia más cercana y continuar por un tendido de 150m por canalización propia hasta el nodo terminal NT-15 donde activamos el servicio.

5 Conclusiones y líneas futuras

Este último capítulo lo dedicaremos a exponer las conclusiones que nos deja el proyecto, los objetivos que se han cumplido y la línea futura sobre la que se puede ir trabajando de cara a mejorar estos estudios de viabilidades.

5.1 Conclusiones

A lo largo de este proyecto se han explicado conceptos previos a la realización de una viabilidad, se han mostrado las herramientas necesarias y se han resuelto algunos casos prácticos.

En primer lugar, cabe aclarar que una viabilidad es un estudio a priori de cómo implementar un servicio. Como hemos visto en los apartados de cómo valorar una viabilidad, toda la información que se detalla en un diseño es en base a los planos y herramientas de las que disponemos.

Estas herramientas no son exactas, pero muestran de una manera bastante aproximada lo que se encuentra implantado en la realidad. Por tanto, a la hora de realizar los diseños, se busca reflejar de la forma más precisa cómo ha de implantarse el servicio, pero sabiendo que no se puede ofrecer de manera exacta.

En los diseños que se han desarrollado, se han aplicado los conceptos teóricos que se explican de manera previa a la realización del diseño y se ha hecho uso de las herramientas expuestas para realizar mediciones y comprobaciones que han dado lugar a la resolución de los diseños.

Como resultado de todo lo anterior, tenemos diseños de diferentes servicios que serán implantados posteriormente por el departamento de despliegue. Estos diseños, como se ha venido comentando a lo largo de este trabajo, no son exactos, pero representan de una manera muy aproximada la forma en la que se ha de implementar el servicio.

Como conclusión, una viabilidad se convierte en una herramienta muy potente a la hora de saber de forma orientativa si podemos ofrecer un servicio a un cliente o no. Nos permite ahorrar tiempo, recursos y dinero ya que si no existiesen este tipo de estudios habría que trasladarse in situ a replantear cada vez que un cliente solicitara un servicio.

En este proyecto se ha conseguido proporcionar una visión a priori de como implantar los diferentes servicios que se han expuesto. Gracias a esto, en lugar que tener que desplazarse a la sede del cliente sin saber si podremos ofrecer el servicio o no, tenemos un estudio a priori que nos indica que si se puede ofrecer y cómo ha de implementarse.

5.2 Líneas Futuras

Cuando el servicio se encuentra totalmente implantado en cliente, existen otra serie de departamentos que se dedican a la documentación de estos servicios en las herramientas que usamos para valorar una viabilidad.

Como medida de mejorar y ser más eficientes a la hora de valorar una viabilidad, se pueden tener en cuenta las siguientes sugerencias:

- Automatizar herramientas de gestión de equipos: en vez de buscar el equipo, sus conexiones, puertos, ocupaciones de manera manual, podríamos introducir el primer punto de red y que se generase automáticamente la ruta LSP, así como el cálculo de las ocupaciones del enlace, puertos involucrados…
- Aglutinar todo tipo de canalizaciones en una sola herramienta.
- Intentar buscar más exactitud en las herramientas, es decir, tratar de lo que se represente sea lo más fiel posible a lo que hay implantado realmente. Gracias a esto, se podrán ofrecer presupuestos mas ajustados y mas exactos.

Con todo lo mencionado anteriormente, el estudio de viabilidades será mucho más eficiente en tiempo y calidad. El ingeniero de viabilidades podrá resolver más estudios en menor tiempo y, a su vez, realizarán un estudio mucho más exacto y ofreciendo una visión mucho más exacta de cómo ha de implantarse el servicio.

6 Glosario de términos.

- ATN: Aggregator Trafic Network.
- BRAS: Broadband Remote Access Server.
- BSC: Base Station Controller.
- COE: conversor óptico-eléctrico.
- CPD: Centro de Procesamiento de Datos.
- CRM: Customer Relationship Management.
- DC: Data Center.
- DSLAM: Digital Subscriber Line Access Multiplexer.
- DWDM: Dense Wavelength Division Multiplexing.
- Fiscon: nomenclatura conexión fisica.
- FO: fibra óptica.
- FP: Flexy Packett.
- LSP: Label Switching Protocol.
- MPLS: Multiprotocol Laberl Switching.
- OC: obra civil.
- OLT: Optical Line Terminal
- PDH: Plesiochronous Digital Hierarchy.
- PTN: Packet Transmission Network.
- QoS: Quality of Service.
- Riser: tubo de fachada.
- RNC: Radio Network Controller.
- SDH: Synchronous Digital Hierarchy.
- SFP: Small Form-factor Pluggable Transceiver.
- STM-X: Short-Term Memory.

- TAP: Terminal Access Point.
- TX: transmission.
- UM: Última Milla.
- VPLS: Virtual Private Lan Service.
- VPN: Virtual Private Network.
- WMX: Equipo DWDM.
- WDM: Wavelength Division Multiplexing.

7 Bibliografía

Real Decreto 346/2011, de 11 de marzo, por el que se aprueba el *Reglamento regulador de las infraestructuras comunes de telecomunicaciones para el acceso a los servicios de telecomunicación en el interior de las edificaciones*.

RAMOS CONEJO A., DEL PINO LÓPEZ J.C. (2014). *Infraestructura común de telecomunicaciones (ICT) para un edificio de viviendas.*

MILLAN ESTELLER J.M. (2021). *Configuración de Infraestructuras de Sistemas de Telecomunicaciones* 2.ª EDICIÓN.

BEHROUZ F. (2020). *Transmisión de datos y redes de comunicación*.

BERRAL MONTERO I. (2020). *Instalación y mantenimiento de redes para transmisión de datos*.

GRAZZINI H. O. (2021). *Fibras ópticas: conceptos teóricos y aplicaciones prácticas*.