



# Anteproyecto de Remodelación del Nudo de Fuencarral

## 1. Memoria

Fecha: 21/05/2024



urbanismo, medio ambiente  
y movilidad

**MADRID**

Control de documentación

Hoja de control

Realizado	Revisado	Aprobado
BON	JGPA	VMLS

Control de modificaciones

Versión	Fecha	Control de Modificaciones	Autor
1.0	27/10/2023	Primera entrega completa para Supervisión del Ayuntamiento	BON
2.0	12/04/2024	Entrega 1ª Revisión	BON
3.0	16/05/2024	Entrega 2ª Revisión	CMOF
4.0	21/05/2024	Entrega 3ª Revisión: Aclaración en el apartado de Expropiaciones de las superficies de ocupación, expropiación, servidumbre y ocupación temporal. Actualización del apartado Presupuesto.	BON

# Contenido

[1.1]	Introducción .....	1
[1.2]	Objetivo y alcance del estudio .....	2
[1.3]	Análisis de la situación actual .....	2
[1.4]	Descripción general de las alternativas .....	3
[1.4.1]	Alternativa 1: Solución básica de la Modificación del PGOUM.....	3
[1.4.2]	Alternativa 2: Solución con glorieta que sustituye el entramado principal de carriles que constituye el nudo de la Alternativa 1.....	3
[1.4.3]	Alternativa 3: Solución básica de la Modificación del PGOUM + glorieta de acceso a terrenos ferroviarios sobre la M-603 .....	4
[1.4.4]	Alternativas estudiadas para la rasante de la vía colectoras de conexión en sentido Madrid Nuevo Norte .....	4
[1.4.5]	Alternativas estudiadas para la intersección entre la calle Monasterio de Arlanza y la calle del Reino de Candaya .....	5
[1.4.6]	Alternativas estudiadas para el itinerario ciclo-peatonal.....	5
[1.5]	Síntesis de la comparación de alternativas .....	6
[1.6]	Concepción global de la opción seleccionada .....	8
[1.7]	Resumen de los trabajos realizados.....	8
[1.7.1]	Antecedentes.....	8
[1.7.2]	Cartografía y Topografía.....	9
[1.7.2.1]	Estudio Topográfico Nudo de Fuencarral.....	9
[1.7.2.2]	Estudio de Radiodetección Magnética .....	9
[1.7.3]	Geología y Geotecnia del Corredor. Procedencia de materiales .....	10
[1.7.4]	Climatología e Hidrología.....	12
[1.7.4.1]	Climatología.....	12
[1.7.4.2]	Hidrología .....	13
[1.7.4.3]	Hidrogeología .....	13
[1.7.5]	Planeamiento.....	15
[1.7.6]	Estudio de Tráfico.....	16
[1.7.7]	Estudio de Trazado Geométrico .....	17
[1.7.8]	Drenaje.....	18
[1.7.8.1]	Drenaje transversal .....	18
[1.7.8.2]	Drenaje longitudinal.....	19
[1.7.8.3]	Drenaje de puntos bajos sin salida. Estaciones de bombeo.....	19
[1.7.9]	Secciones tipo y firmes .....	20
[1.7.9.1]	Categorías de tráfico .....	20
[1.7.10]	Estructuras .....	23

[1.7.10.1]	Falsos túneles .....	23
[1.7.10.2]	Pasos Inferiores de reposición .....	23
[1.7.10.3]	Pasos Superiores .....	23
[1.7.10.4]	Pasos Inferiores .....	24
[1.7.10.5]	Pasos Inferiores enterrados .....	24
[1.7.10.6]	Pasarelas peatonales.....	24
[1.7.10.7]	Muros de contención .....	24
[1.7.11]	Túneles.....	25
[1.7.11.1]	Descripción de alternativas .....	25
[1.7.11.2]	Incertidumbres existentes .....	25
[1.7.11.3]	Contexto geológico y geotécnico .....	25
[1.7.11.4]	Solución propuesta .....	25
[1.7.11.5]	Procedimiento constructivo .....	26
[1.7.11.6]	Proyectos similares .....	27
[1.7.12]	Instalaciones.....	27
[1.7.13]	Expropiaciones .....	29
[1.7.14]	Servicios afectados y coordinación con otros organismos .....	31
[1.7.14.1]	Coordinación con otros organismos.....	31
[1.7.14.2]	Identificación de servicios existentes .....	32
[1.7.14.3]	Propuesta de reposición de servicios .....	34
[1.7.15]	Documento Ambiental.....	39
[1.7.15.1]	Antecedentes Ambientales .....	40
[1.7.15.2]	Principales impactos significativos.....	41
[1.7.15.3]	Principales medidas preventivas y correctoras.....	44
[1.7.16]	Presupuesto .....	48
[1.8]	Análisis descomposición en proyectos parciales .....	49
[1.9]	Documentos que integran el Anteproyecto.....	49
[1.10]	Resumen y conclusiones.....	49

## Índice de Tablas

Tabla 1.	Movimientos permitidos nudo M-607 y M-603.....	2
Tabla 2.	Resumen de valoración de objetivos.....	7
Tabla 3.	Tabla Ponderación de objetivos .....	7
Tabla 4.	Valoración global de alternativas de trazado en planta con equiponderación de objetivos.....	7
Tabla 5.	Valoración global de alternativas de longitud del túnel en mina con equiponderación de objetivos.....	7
Tabla 6.	Resumen con la posible reutilización de los materiales excavados en el trazado .....	10
Tabla 7.	Resumen de las canteras inventariadas con sus características, material explotado y utilización.....	11
Tabla 8.	Estaciones climáticas consideradas.....	12

Tabla 9. Comparativa de resultados de las variables de precipitación y temperaturas estudiadas .....	12	Tabla 36. Localización de las salidas de emergencia propuestas para la alternativa con túnel en mina largo .....	26
Tabla 10. Resultados de las distintas clasificaciones de índices climáticos .....	13	Tabla 37. Instalaciones de seguridad requeridas y previstas .....	27
Tabla 11. Comparativa y selección de máximas precipitaciones en 24h para la estación 3129.....	13	Tabla 38. Superficies de ocupación por clase de suelo.....	30
Tabla 12. Comparativa y selección de máximas precipitaciones en 24h para la estación 3191E.....	14	Tabla 39. Edificaciones afectadas .....	30
Tabla 13. Comparativa y selección de máximas precipitaciones en 24h para la estación 3195.....	14	Tabla 40. Servidumbres.....	30
Tabla 14. Precipitaciones en 24h adoptadas para cada cuenca .....	14	Tabla 41. Ocupaciones Temporales .....	30
Tabla 15. Parámetros característicos de las cuencas hidrológicas .....	14	Tabla 42. Información aportada por los Organismos / Compañías de Servicios.....	32
Tabla 16. Caudales de proyecto para periodos de retorno 2, 5, 10 y 25 años .....	15	Tabla 43. Servicios identificados relativos a saneamiento y abastecimiento .....	32
Tabla 17. Caudales de proyecto para periodos de retorno 50, 100, 200 y 500 años.....	15	Tabla 44. Servicios identificados relativos a Red Eléctrica.....	33
Tabla 18. Resultados de los elementos analizados .....	16	Tabla 45. Red de gas gestionada por Compañía Madrileña de Gas .....	33
Tabla 19. Ejes contemplados en el trazado de la solución elegida .....	18	Tabla 46. Red de gas gestionada por NEDGIA.....	33
Tabla 20. Obras existentes.....	18	Tabla 47. Red de telecomunicaciones. Jazztel. ....	33
Tabla 21. Tabla resumen características de ODT's .....	18	Tabla 48. Red de telecomunicaciones. Orange.....	33
Tabla 22. Datos caracterización sistema bombeo.....	19	Tabla 49. Red de telecomunicaciones. Fibra óptica.....	33
Tabla 23. Categoría del tráfico obtenida en el estudio de tráfico y adoptada para el dimensionamiento de firmes .....	20	Tabla 50. Red de telecomunicaciones. Telefónica. ....	34
Tabla 24. Configuraciones de explanada.....	21	Tabla 51. Dirección General de Tráfico (DGT).....	34
Tabla 25. Secciones tipo analizadas en esta fase de Anteproyecto.....	21	Tabla 52. Correos y Telégrafos.....	34
Tabla 26. Secciones tipo proyectadas en esta fase de Anteproyecto .....	21	Tabla 53. Características reposiciones de servicios.....	39
Tabla 27. Secciones tipo de firme proyectadas por eje.....	23	Tabla 54. Movimiento de tierras.....	41
Tabla 28. Relación de falsos túneles considerados en el Anteproyecto.....	23	Tabla 55. Volumen de tierras destinado a vertedero .....	42
Tabla 29. Relación de pasos inferiores de reposición considerados en el Anteproyecto .....	23	Tabla 56. Ocupación del suelo.....	42
Tabla 30. Relación de Pasos Superiores considerados en el Anteproyecto.....	23	Tabla 57. Superficie ocupada por la reposición de los canales .....	42
Tabla 31. Relación de Pasos Inferiores considerados en el Anteproyecto.....	24	Tabla 58. Afección a comunidades y hábitats vegetales .....	42
Tabla 32. Relación de Pasos Inferiores enterrados considerados en el Anteproyecto .....	24	Tabla 59. Afección a comunidades y hábitats vegetales por instalaciones auxiliares.....	42
Tabla 33. Relación de Pasarelas Peatonales consideradas en el Anteproyecto .....	24	Tabla 60. Pérdida vegetación por la reposición de los canales de abastecimiento .....	42
Tabla 34. Relación de muros considerados en el Anteproyecto.....	25	Tabla 61. Especies herbáceas de posible aplicación .....	45
Tabla 35. Localización de las salidas de emergencia propuestas para la alternativa con túnel en mina corto .....	26	Tabla 62. Especies para desmonte y terraplén .....	45
		Tabla 63. Especies en espacios libres y tramos de carretera fuera de uso .....	45



Tabla 64. Especies empleadas en glorietas.....	45
Tabla 65. Presupuestos generales de las diferentes alternativas. ....	48
Tabla 66. Presupuesto de Ejecución Material de la alternativa elegida.....	48
Tabla 67. Presupuesto Base de Licitación con IVA de la alternativa elegida. ....	48
Tabla 68. Presupuesto estimativo para Expropiaciones de la alternativa elegida. ....	48
Tabla 69. Presupuesto para conservación o enriquecimiento del Patrimonio Histórico Español de la alternativa elegida. ....	48
Tabla 70. Presupuesto de inversión de la alternativa elegida. ....	48

## Índice de Imágenes

Imagen 1. Localización área ámbito del proyecto .....	1
Imagen 2. Vista general de alternativa 1 en confluencia M-603 con Madrid Nuevo Norte.....	3
Imagen 3. Vista general de alternativa 2 en confluencia M-603 con Madrid Nuevo Norte.....	4
Imagen 4. Vista general de alternativa 3 en confluencia M-603 con Madrid Nuevo Norte.....	4
Imagen 5. Vista general de Alternativa A en longitudinal de vía colectora sentido Madrid Nuevo Norte. ....	5
Imagen 6. Vista general de Alternativa B en longitudinal de vía colectora sentido Madrid Nuevo Norte. ....	5
Imagen 7. Vista general de las alternativas en calle Monasterio de Arlanza.....	5
Imagen 8. Vista general de la alternativa de conexión de carril ciclo-peatonal por la margen izquierda..	6
Imagen 9. Vista general de la alternativa de conexión de carril ciclo-peatonal por la margen derecha. ...	6
Imagen 10. Esquema del proceso de análisis multicriterio.....	6
Imagen 11. Ámbitos de actuación.....	15
Imagen 12. Alternativas constructivas del nudo de la M-603 con la M-607 .....	17
Imagen 13. Alternativas constructivas de la calle Monasterio de Arlanza .....	17
Imagen 14. Curva bomba .....	20
Imagen 15. Sección tipo de firme tipo 0032.....	22
Imagen 16. Sección tipo de firme tipo 032.....	22
Imagen 17. Sección tipo de firme tipo 132.....	22
Imagen 18. Sección tipo de firme tipo 232.....	22
Imagen 19. Sección útil del túnel en mina, con zonas en verde disponibles para la instalación de equipos .....	25

Imagen 20. Fases esquemáticas de ejecución de la caverna de la estación de Metro de Guzmán el Bueno (Madrid).....	26
Imagen 21. Esquema de principio de funcionamiento de alimentación eléctrica para túnel .....	27
Imagen 22. Sección del canal a la altura de la zona del Anteproyecto. Información documentada en 1973. ....	35
Imagen 23. Perfil longitudinal del Sifón de Valverde. Información documentada en 1973.....	35
Imagen 24. Sección del canal a la altura de la zona del Anteproyecto.....	35
Imagen 25. Perfil longitudinal del Canal del Atazar .....	35
Imagen 26. Trazado actual, Propuesta Canal Atazar y Propuesta Canal Alto.....	36
Imagen 27. Cruce de los canales con una finca.....	36
Imagen 28. Cruce sobre FFCC .....	36
Imagen 29. Planta en la que se muestra la nueva estructura para pasar el FFCC.....	37
Imagen 30. Hinca realizada hasta alcanzar el interior del lazo y continuación en trinchera.....	37
Imagen 31. Ubicación desagüe de fondo "El Ventorro .....	37
Imagen 32. Localización del tramo de vía de la zona de actuación que quedaría fuera de uso y sería preciso restaurar, marcado en amarillo. ....	45
Imagen 33. Diseño propuesto para plantación en glorietas.....	46
Imagen 34. Localización de las actuaciones para la reposición de vías pecuarias y/o sendas peatonales o ciclistas existentes en la zona de estudio .....	46

## [1.1] Introducción

El objetivo de la presente Memoria es presentar de forma resumida los principales contenidos y conclusiones del Anteproyecto para la “Remodelación del Nudo de Fuencarral”, situado al norte de la ciudad de Madrid, en el distrito de Fuencarral – El Pardo, enmarcado dentro del conjunto de actuaciones contempladas en las determinaciones de ordenación de la Modificación del PGOU de Madrid de 1997.

La actual configuración del Nudo de Fuencarral se puede dividir en dos enlaces diferenciados y separados entre sí unos 900 metros:

- Al Sur la M-607 con la M-603 y la c/ Ntra. Sra. de Valverde
- Al Norte la M-607 con la M-40.

Ambos enlaces se ven afectados por la solución propuesta del Nudo de Fuencarral que los engloba.

Para llevar a cabo este resumen, la presente Memoria se encuentra estructurada en siete apartados consecutivos, cuyos contenidos se sintetizan a continuación:

- Objeto y alcance del estudio. Para ello, se encuadran de modo general los principales objetivos, estructura y contenidos del Anteproyecto de Remodelación del Nudo de Fuencarral.
- Análisis de la situación actual, tanto en lo referente a las condiciones actuales del Nudo de Fuencarral desde el punto de vista del tráfico, la población asociada o las condiciones geométricas, como a los principales condicionantes ambientales existentes.
- Descripción general de las alternativas. Se sintetizan las principales características técnicas de las diferentes alternativas proyectadas, y se resume la comparación entre alternativas realizada, así como las principales características de la solución propuesta.
- Descripción de los trabajos realizados. Se describen los trabajos realizados a lo largo de la redacción del Anteproyecto, y se incluye asimismo un resumen de los principales contenidos técnicos del mismo.
- Documentos que integran el Anteproyecto. Es un análisis de la estructura del presente Anteproyecto, señalando los diferentes documentos que lo forman.
- Resumen y conclusiones. Síntesis de las principales conclusiones del Anteproyecto.

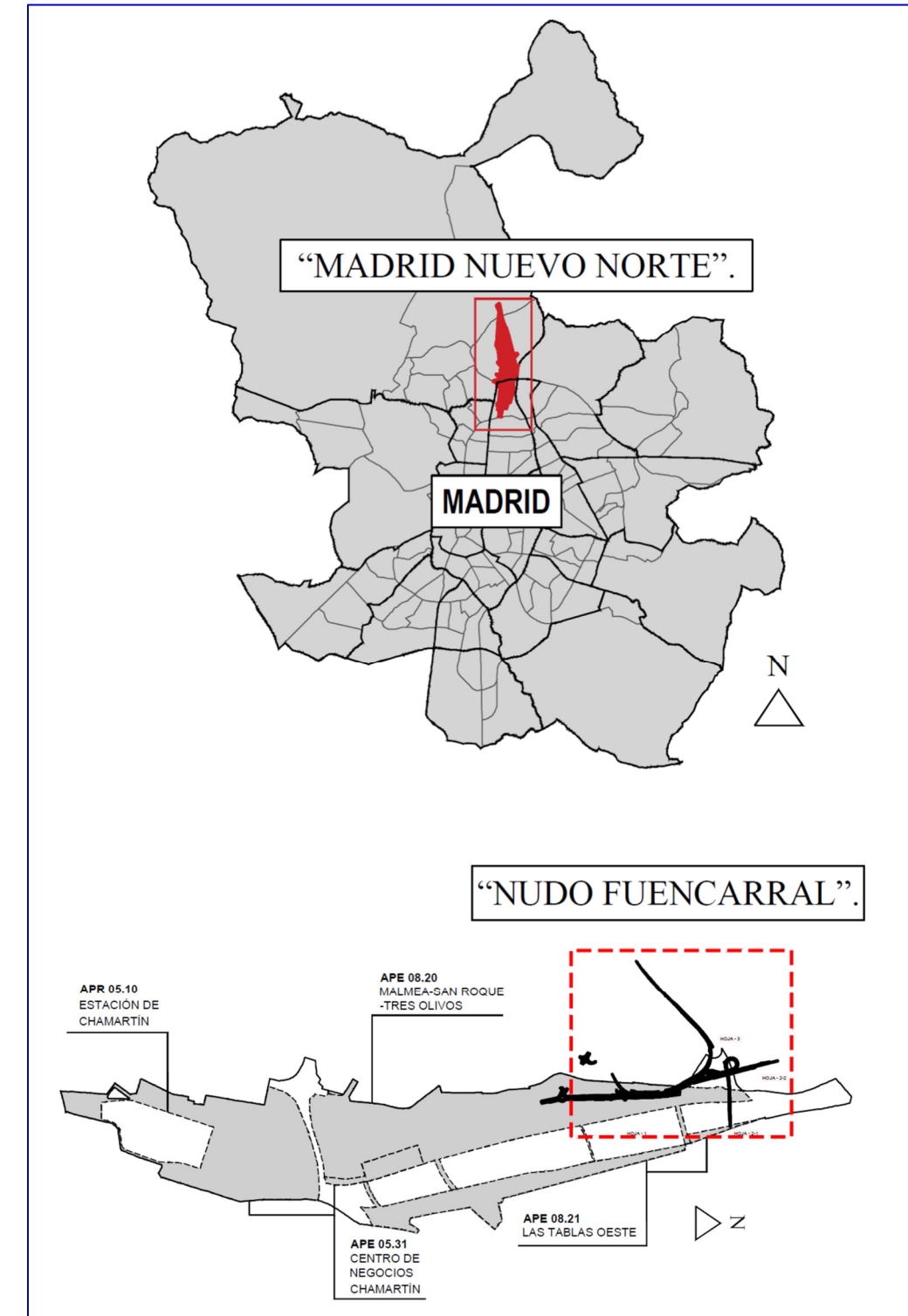


Imagen 1. Localización área ámbito del proyecto

### [1.2] Objetivo y alcance del estudio

La solución propuesta debe conseguir, en la medida de lo posible, los siguientes objetivos fijados en la Modificación del PGOU de Madrid de 1997:

- Hacer posible la unión de la nueva trama urbana prevista en la operación urbanística “Madrid Nuevo Norte”, con las infraestructuras viarias existentes M-40, M-607 y M-603, canalizando los movimientos de los vehículos según su origen – destino, evitando trenzados innecesarios.
- Permitir la conexión con las calles que dan acceso a Montecarmelo, Las Tablas y Tres Olivos, facilitando tanto los movimientos de salida, como los de entrada.
- Procurar la mínima afección y el mantenimiento del servicio de las infraestructuras existentes en la zona de actuación: Ferrocarril, Arterias del CYII, Líneas eléctricas de AT y MT, y resto de servicios urbanos (gas, comunicaciones, alumbrado, etc.).
- Mantener los niveles de servicio actuales en los viarios, una vez remodelados, y en particular en la M-40.
- No afectar a la Ermita de Ntra. Sra. de Valverde.
- En caso de afección a la infraestructura del carril bici existente, darle continuidad de forma satisfactoria. De hecho, uno de los objetivos del proyecto debe ser mejorar y afianzar la conexión con el Anillo Verde Ciclista existente en la zona.
- Mejorar la conexión peatonal transversal hacia la M-603 y de norte a sur, desde la Senda Real hacia la futura calle de Antonio Cabezón.
- No afectar a las ordenaciones urbanas de los ámbitos colindantes, así como afectar al mínimo suelo exterior al ámbito para llevar a cabo la implantación de las infraestructuras previstas para el Nudo Fuencarral.
- Conseguir la máxima canalización de los movimientos de los vehículos según su origen-destino, evitando trenzados innecesarios.
- Mejorar la coordinación y accesibilidad a los terrenos con instalaciones ferroviarias existentes.
- Mantener el ramal directo existente de conexión de la carretera M-603 con la carretera M-607 y M-40.

### [1.3] Análisis de la situación actual

Se ha denominado "Nudo de Fuencarral" al entramado viario que se produce por los enlaces de la carretera regional M-607 (a Colmenar) con la M-40, en su P.K. 58,5, y de la M-607 con la carretera regional M-603, de Fuencarral a Alcobendas.

El nudo actual de la M-40 con la M-607, de tipo trébol modificado por dos círculos, resuelve todos los posibles movimientos de conexión entre ambas autovías con movimientos directos, semidirectos y lazos. Los movimientos más restringidos (lazos) se reservan para el movimiento desde la M-40 (Este) hacia la M-607 (Sur - Madrid) y para el de la M-40 (Oeste) hacia M-607 (Norte - Colmenar).

El nudo actual entre la M-607 y la M-603 es un enlace de tipo "trompeta", en el que se resuelve el movimiento Norte (Colmenar y M-40) hacia M-603 (Alcobendas) mediante un lazo. También puede considerarse parte integrante de este nudo, la conexión de la antigua carretera de Fuencarral con la M-603, donde solamente se facilitan los movimientos de la M-603 (Alcobendas) hacia Fuencarral y de Fuencarral hacia M-603 (Alcobendas), además del cambio de sentido para ambas carreteras en la rotonda elíptica existente 1 en la carretera de Fuencarral, al Sur del nudo en cuestión.

Resumiendo, en la actualidad, los nudos existentes en la zona de estudio facilitan los siguientes movimientos:

Origen	Destino	Tipo de ramal
M-607 SUR	M-603 ALCOBENDAS	Ramal directo, con CEDA EL PASO al llegar a M-603
M-607 SUR	CTRA. FUENCARRAL	NO EXISTE
M-607 NORTE	M-603 ALCOBENDAS	Lazo de radio 40 m. aprox.
M-607 NORTE	CTRA. FUENCARRAL	NO EXISTE
M-603	M-607 NORTE	Directo de radio reducido 25 m. aprox.
M-603	M-607 SUR	Semidirecto de radio reducido 40 m. aprox.
M-603	CTRA. FUENCARRAL	Directo
CTRA. FUENCARRAL	M-603	Directo
CTRA. FUENCARRAL	M-607 NORTE	NO EXISTE
M-40 OESTE	M-607 NORTE	Salida a vía colectora y lazo de radio 55 m. aprox.
M-40 OESTE	M-607 SUR	Salida a vía colectora y ramal directo
M-40 ESTE	M-607 NORTE	Salida a vía colectora y ramal directo
M-40 ESTE	M-607 SUR	Salida a vía colectora y lazo de radio 55 m. aprox.
M-607 NORTE	M-40 ESTE	Salida a vía colectora y ramal semidirecto (Círculo)
M-607 NORTE	M-40 OESTE	Salida a vía colectora y ramal directo
M-607 SUR	M-40 ESTE	Salida a vía colectora y ramal semidirecto (Círculo)
M-607 SUR	M-40 OESTE	Salida a vía colectora y ramal semidirecto (Círculo)

Tabla 1. Movimientos permitidos nudo M-607 y M-603.

La situación actual presenta algunos problemas que se deberán resolver con el nuevo diseño propuesto para el Nudo Fuencarral. Entre ellos cabe destacar los siguientes:

- Distancia escasa (150 metros) entre dos entradas sucesivas al tronco de la M-607 sentido Madrid: la entrada desde la M-40 Este y la entrada desde M-40 Oeste. Se debe solucionar con el nuevo diseño del nudo, ya que se juntan previamente y forman una única entrada.
- Coincidencia entre entrada y salida del tronco de la M-607 sentido Colmenar Viejo: la entrada desde la M-603 y la salida a vía colectora hacia la M-40 Este y Oeste. Se produce un trenzado en una longitud de unos 300 metros que se debe solucionar con el nuevo diseño del nudo, al proyectar ramales independientes para cada movimiento que se cruzan a distinto nivel.
- Existencia de ramales con parámetros de diseño geométrico muy reducido.



## [1.4] Descripción general de las alternativas

El Anteproyecto de Remodelación del Nudo de Fuencarral busca resolver el entronque de la nueva estructura viaria de la Modificación Puntual del Plan General de Ordenación Urbana 1997 en los ámbitos de planeamiento APR 08.03 “Prolongación de la Castellana” y APE 05.27 “Colonia Campamento” con las infraestructuras viarias existentes en su límite norte: carretera M-603 de Fuencarral a Alcobendas, autovía M-607 de Madrid a Colmenar Viejo y la autopista de circunvalación M-40.

Así, tomando como punto de partida los diseños previstos en dicho documento, se ha procedido a realizar un tanteo de tres alternativas (denominadas alternativas 1, 2 y 3), diferenciadas básicamente en la forma de resolver la conexión de los viales laterales procedentes de Madrid Nuevo Norte y del acceso a las instalaciones de ADIF en el entorno de la confluencia con la M-603. La solución para las conexiones de la M-607 con la M-603 y la conexión con el tronco central de Madrid Nuevo Norte son similares geométrica y funcionalmente en todas las alternativas, ya que las restricciones marcadas por los distintos condicionantes no permitían contemplar variantes muy distintas a las soluciones genéricas planteadas.

Por otra parte, se han estudiado dos alternativas de rasante para la vía colectora en sentido Madrid Nuevo Norte, diferenciadas en cuanto a la longitud prevista para la formación de túnel “en mina” en el tramo de menor cota. Esta vía colectora recoge los tráficos procedentes de la M-40 Este mediante un ramal directo desde dicha vía, así como los tráficos procedentes de M-40 Oeste (a través del lazo noroeste del actual enlace de la M-40 ampliado en un carril) y desde la M-607 Norte (mediante una salida directa de la misma). En una primera alternativa de rasante (denominada A) se ha considerado la mínima longitud de túnel en mina, de forma que se permita exclusivamente el cruce bajo la línea ferroviaria de cercanías. En la denominada Alternativa B se ha propuesto una rasante que posibilita el cruce con túnel en mina tanto bajo la línea ferroviaria antes reseñada como bajo la carretera M-607. Así, en esta segunda alternativa de rasante para la vía colectora se evita la afección a la circulación de la M-607 con las obras de paso bajo la misma, a costa de prever una mayor longitud de estructura subterránea.

Adicionalmente se analizan de forma separada tres alternativas para resolver la conexión de la calle Monasterio de Arlanza y la calle Reino de Candaya y dos alternativas extras para la continuidad de la vía ciclista.

Se describen a continuación las diferencias básicas entre las tres alternativas contempladas en el entorno de la confluencia de la M-603 con el futuro vial principal de Madrid Nuevo Norte. El resto de alternativas comentadas para completar el Anteproyecto de Remodelación del Nudo de Fuencarral se analizarán de forma independiente, ya que son compatibles con las tres alternativas generales estudiadas para la resolución de los movimientos con la M-603.

### [1.4.1] Alternativa 1: Solución básica de la Modificación del PGOUM

En esta alternativa se contempla la disposición de ramales directos entre todos los movimientos de entrada y salida desde la M-603 hacia los viales laterales de Madrid Nuevo Norte.

Las conexiones particulares de esta alternativa así previstas son las siguientes:

- 1) Ramal de conexión M-603 sentido Madrid con vía lateral de Madrid Nuevo Norte sentido Madrid. Este ramal cruza por encima de los túneles previstos para las conexiones del tronco principal de Madrid Nuevo Norte, para cruzar posteriormente por debajo de la M-603.

- 2) Ramal de conexión vía lateral de Madrid Nuevo Norte sentido Colmenar Viejo con M-603 sentido Alcobendas. Este ramal pasa por encima de los túneles de conexión del tronco principal de Madrid Nuevo Norte para desplazarse hacia el oeste y disponer de espacio para conectar a la M-603 antes del cruce sobre las líneas ferroviarias convencional y de Alta Velocidad situado al este.
- 3) Conexión con las instalaciones de ADIF en margen sureste del ámbito. Se conecta este acceso al ramal descrito en el punto anterior mediante una intersección en T ubicada antes del paso sobre los túneles. Requiere de una nueva estructura sobre las líneas ferroviarias procedentes de la estación de Fuencarral.

En la imagen adjunta se muestra una planta general del sector particularizado para la Alternativa 1 con los distintos viales descritos.

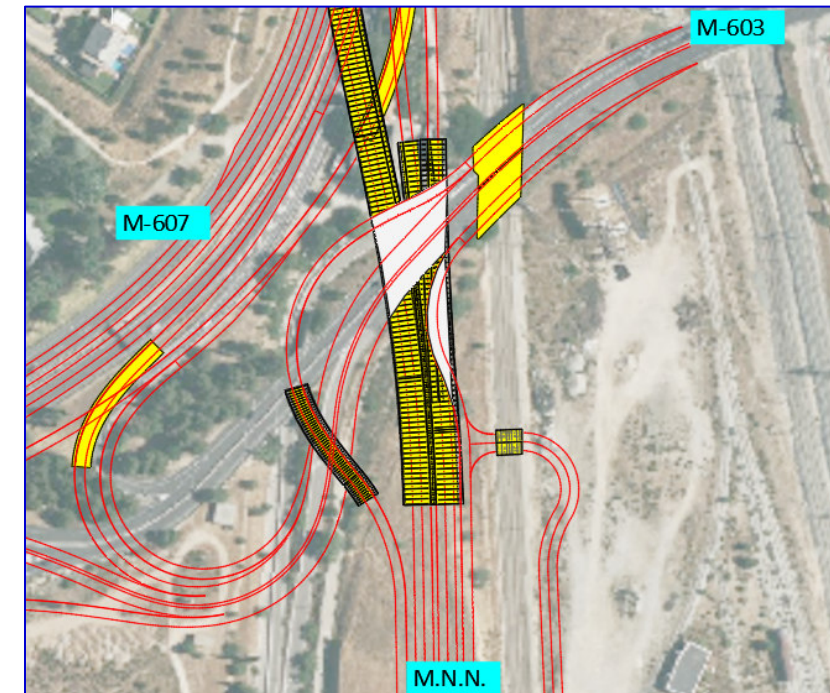


Imagen 2. Vista general de alternativa 1 en confluencia M-603 con Madrid Nuevo Norte.

### [1.4.2] Alternativa 2: Solución con glorieta que sustituye el entramado principal de carriles que constituye el nudo de la Alternativa 1

La Alternativa 2 basa su filosofía general en agrupar los movimientos de conexión de la M-603 con el vial principal de Madrid Nuevo Norte a través de una nueva glorieta ubicada sobre los nuevos túneles previstos para las conexiones procedentes de la M-607. Las configuraciones de la red de conexiones de la M-607 con Madrid Nuevo Norte y de la M-607 con la M-603 serían las mismas que en Alternativa 1.

Así, la geometría prevista para la remodelación de la M-603 tendría la misma configuración a la prevista en la Alternativa 1. Esto se debe a que la principal modificación respecto a la traza actual, la contemplada en el sector oeste de los cruces de líneas ferroviarias, sigue siendo necesaria para dotar a los ramales de conexión con la M-607 de las mismas mejoras geométricas a las ya descritas en Alternativa 1. Se tiene una situación análoga en los viales de conexión de la M-607 con el vial de prolongación de c/Antonio de Cabezón, que mantienen la misma configuración que en Alternativa 1, con los pasos subterráneos ya descritos compatibles con el paso bajo la nueva glorieta particularizada para Alternativa 2 (aunque en Alternativa 2 los túneles en el tramo sur tendrán que ser de mayor longitud a los de Alternativa 1 para permitir el paso de los ramales de conexión con la nueva glorieta).



La implantación de la nueva glorieta como elemento vertebrador de los movimientos entre la M-603 y la futura prolongación de c/Antonio Cabezón exige de contemplar los ramales de conexión directa de Madrid Nuevo Norte con la M-603 que se incluían en la Alternativa 1. Por otra parte, esta nueva glorieta permitirá realizar movimientos de conexión con Madrid Nuevo Norte que no estaban contemplados en la Alternativa 1, como el de la M-607, que a través de los ramales del enlace con la M-603 podrá usar la nueva glorieta como elemento de conexión bien hacia el este (M-603 dirección Alcobendas) o bien hacia el sur (prolongación c/Antonio Cabezón). Asimismo, con esta configuración no es preciso ampliar la plataforma de la estructura existente de la M-603 sobre la línea de cercanías a Pitis, ya que no se requieren carriles de cambio de velocidad asociados a los ramales directos de conexión de M-603 con Madrid Nuevo Norte particulares de la Alternativa 1 (también de la Alternativa 3).

En esta Alternativa 2 el acceso con las instalaciones de ADIF se realizará a través de un vial similar al previsto en Alternativa 1, con estructura de paso sobre la línea ferroviaria y conexión independiente con la nueva glorieta prevista. En la imagen adjunta se detallan las actuaciones particulares de esta alternativa.

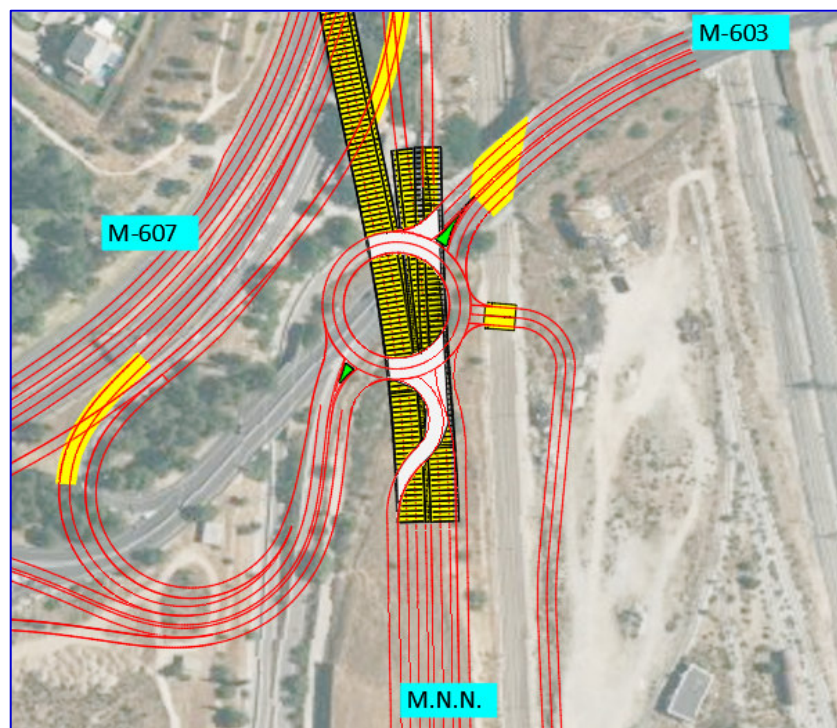


Imagen 3. Vista general de alternativa 2 en confluencia M-603 con Madrid Nuevo Norte

#### [1.4.3] Alternativa 3: Solución básica de la Modificación del PGOUM + glorieta de acceso a terrenos ferroviarios sobre la M-603

En esta alternativa se contempla una solución que de alguna forma puede interpretarse como una solución mixta entre las dos anteriores. La Alternativa 3 basa su filosofía general en habilitar un acceso para las instalaciones ferroviarias situadas al sur del ámbito con una nueva glorieta en la M-603, situada en la franja intermedia entre los dos corredores ferroviarios. Con ello se consigue dar un acceso a dichas instalaciones que permite la conexión en todas las direcciones, tanto hacia la M-603 como a los futuros viales de Madrid Nuevo Norte y al enlace con la M-607. El hecho de ubicar la glorieta en esa franja intermedia posibilita que el nuevo acceso desde las instalaciones ferroviarias no precise de una nueva estructura de paso sobre la línea de cercanías en dirección a la estación de Pitis. Por otra parte, los ramales de conexión entre la M-603 y la nueva red viaria de Madrid Nuevo Norte se mantienen igual que en la Alternativa 1, con conexiones directas de todos los movimientos.

Asimismo, la implantación de la nueva glorieta permite resolver la conexión entre los ramales procedentes del enlace con la M-607 y los nuevos viarios de Madrid Nuevo Norte, con tan solo realizar el cambio de sentido en dicha glorieta de los movimientos que entran a la misma desde el oeste.

En esta alternativa sí se contempla la necesidad de ampliar la plataforma de la estructura de paso de la M-603 sobre la línea de cercanías a Pitis, de forma análoga a lo previsto en la Alternativa 1. Esto es así porque los ramales de conexión con Madrid Nuevo Norte requieren de carriles segregados del tronco de la M-603 en el tramo comprendido entre la nueva glorieta y los puntos de salida/confluencia de dichos ramales, al no tener espacio disponible para carriles de cambio de velocidad.

Así, la geometría prevista para la remodelación de la M-603 tendría la misma configuración a la prevista en las Alternativas 1 y 2, por razones análogas respecto a las mejoras geométricas de los ramales de conexión en sentido Colmenar Viejo. Se tiene una situación análoga en los viales de conexión de la M-607 con el vial de prolongación de c/Antonio de Cabezón, que mantienen la misma configuración que en la Alternativa 1, con la misma longitud para los diversos túneles.

En la imagen adjunta se detallan las actuaciones particulares de esta alternativa.

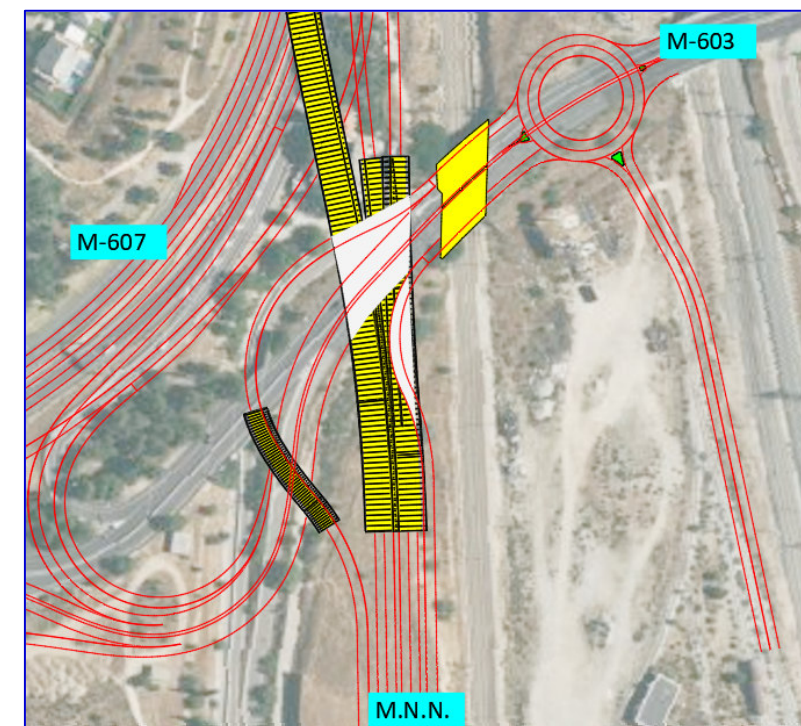


Imagen 4. Vista general de alternativa 3 en confluencia M-603 con Madrid Nuevo Norte.

#### [1.4.4] Alternativas estudiadas para la rasante de la vía colectoras de conexión en sentido Madrid Nuevo Norte

La vía colectora de conexión entre la M-40 y la M-607 con el futuro vial de Madrid Nuevo Norte se ha previsto con un trazado que discurre parcialmente enterrado, que permite liberar espacio en superficie para la calzada izquierda de la M-607, y cruzar a desnivel las carreteras M-607 y M-603 en el entorno sur del ámbito de estudio. Las obras subterráneas se abordarán con dos soluciones constructivas en función de la longitud de excavación con sección entre pantallas o con sección de túnel en mina. El criterio que fija el límite para la solución de túnel en mina es el de cobertura mínima sobre la clave de la bóveda del túnel, que tendrá que ser como mínimo equivalente al diámetro de dicha bóveda para considerar dicha solución constructiva.



En la Alternativa A se contempla una rasante que permite el cruce de la vía colectora bajo la línea de ferrocarril interceptada en el entorno del P.K. 0+670, con una sucesión de alineaciones en alzado compuestas por una pendiente de bajada del 4% seguida de una rampa de subida del 6% con un vértice entre ambas situado en el P.K. 0+673 de dicho vial. Con esta rasante se ha conseguido cruzar bajo la línea ferroviaria con una distancia vertical adecuada respecto a la misma, de forma que no queden comprometidas ni la infraestructura ferroviaria ni la futura galería de paso viaria.

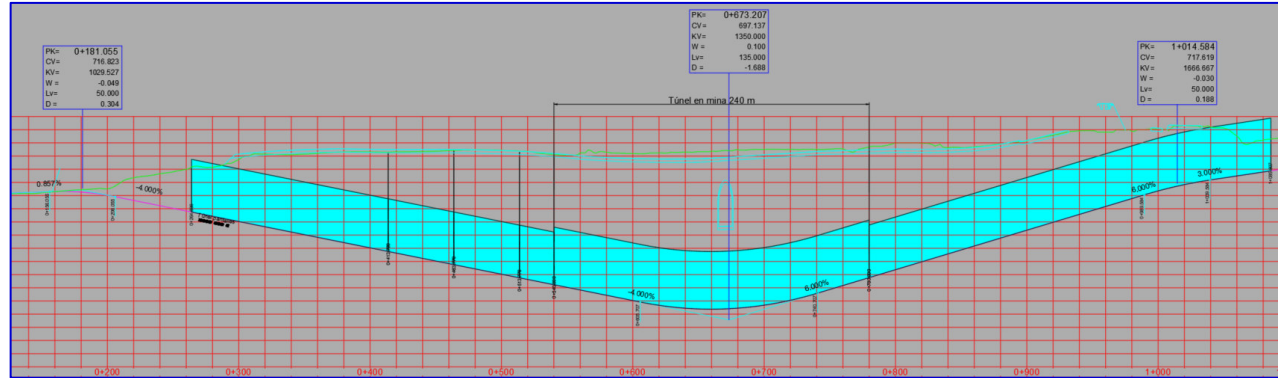


Imagen 5. Vista general de Alternativa A en longitudinal de vía colectora sentido Madrid Nuevo Norte.

Por su parte, en la Alternativa B se ha previsto una rasante que prevé una rasante más profunda que la anterior en el entorno comprendido entre el P.P.KK. 0+650 al 1+145, de forma que la longitud de túnel «en mina» se extienda lo suficiente para cruzar también bajo la M-607. Así, se ha previsto una pendiente de bajada del 4% seguida de una sucesión de pendientes de subida de valores 2.2% y 6%, que posibilita la ejecución del túnel en mina desde el P.K. 0+540 hasta aproximadamente el P.K. 0+970.

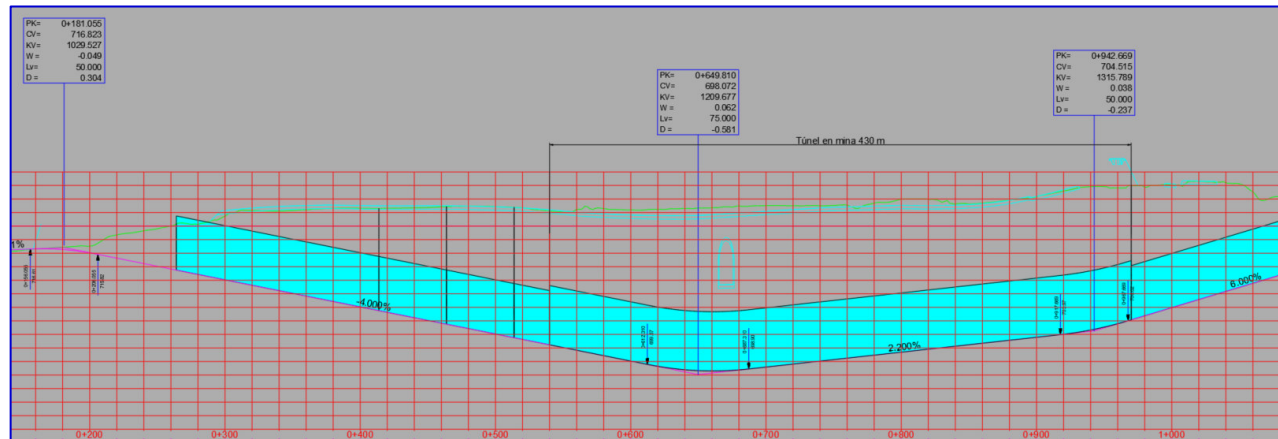


Imagen 6. Vista general de Alternativa B en longitudinal de vía colectora sentido Madrid Nuevo Norte.

#### [1.4.5] Alternativas estudiadas para la intersección entre la calle Monasterio de Arlanza y la calle del Reino de Candaya

Para el cruce entre la calle Monasterio de Arlanza y la calle del Reino de Candaya se han estudiado tres alternativas para la distribución de los movimientos, dos de ellas aglutinan los movimientos mediante glorieta permitiendo los movimientos en todas las direcciones y una última alternativa que aprovecha la situación existente organizando los movimientos mediante semafización.

Por su parte, las soluciones mediante glorieta diferencian entre la disposición de una intersección centrada con las vías principales, conectando el ramal de salida de la M-607 y la calle Reino de Candaya, y una intersección descentrada que no conecta directamente con el ramal de salida e incluye la conexión con la calle Caballero de los Espejos.



Imagen 7. Vista general de las alternativas en calle Monasterio de Arlanza.

#### [1.4.6] Alternativas estudiadas para el itinerario ciclo-peatonal

Ya en la Modificación Puntual del Plan General de Ordenación Urbana de Madrid se mencionaba que, dentro de los objetivos planteados para la Remodelación del Nudo de Fuencarral, estaba buscar la conexión con el Parque Regional de la Cuenca Alta del Manzanares (PRCAM), para lo cual sería necesario incorporar en la solución infraestructural, una conexión peatonal y ciclista. De esta forma, en el desarrollo del Anteproyecto se ha evaluado la posibilidad de plantear dicho itinerario peatonal y ciclista por cada una de las márgenes de la M-607.

En el planteamiento de las diferentes alternativas se determinó que, fuera cual fuera la solución, sería necesario reponer la actual pasarela peatonal y ciclista que actualmente cruza sobre la M-607, un poco más al sur de la Ermita de Nuestra Señora de Valverde. En la actualidad, esta pasarela da continuidad a una vía ciclable existente, que permite el enlace del Anillo Verde Ciclista con el carril bici segregado a Colmenar Viejo. Además, esta vía ciclable conecta las paradas del transporte público interurbano que circula por la carretera de Colmenar en ambos sentidos.

Así, en el desarrollo del Anteproyecto se plantearon dos alternativas para llevar a cabo dicha conexión. La primera de ellas planteaba la posibilidad de conectar los itinerarios ciclo-peatonales existentes en la zona por la margen izquierda de la actuación, es decir, por el Oeste de la M-607. La segunda de las alternativas, planteaba realizar la conexión de los itinerarios ciclo-peatonales por la margen derecha, es decir, por el Este de la M-607.

Para materializar la conexión por la margen izquierda, se creaba un itinerario ciclo-peatonal que partía del actual carril bici segregado a Colmenar Viejo, para inmediatamente cruzar a dicha margen izquierda, margen en la que se ubica la Ermita de Nuestra Señora de Valverde, a través de la citada reposición de la actual pasarela de uso compartido peatonal y ciclista sobre la M-607. Una vez en esta margen, el itinerario continuaba hacia el sur, pasando por encima de la estructura prevista sobre el ferrocarril, uniéndose en esta zona con el conjunto de vías ciclistas y peatonales existentes en el entorno de la ermita. Desde este punto, el itinerario continuaba hacia el sur, cruzando la M-607 y la M-603 mediante una gran pasarela ciclo-peatonal de cinco (5,00) metros de ancho, que recogía los flujos procedentes de la zona de Nuestra Señora de Valverde y de Colmenar Viejo (que habrían atravesado la pasarela repuesta sobre la M-607) y los conducía hacia la actual calle de Nuestra Señora de Valverde, integrándose ya con las actuaciones previstas en proyecto de Madrid Nuevo Norte.



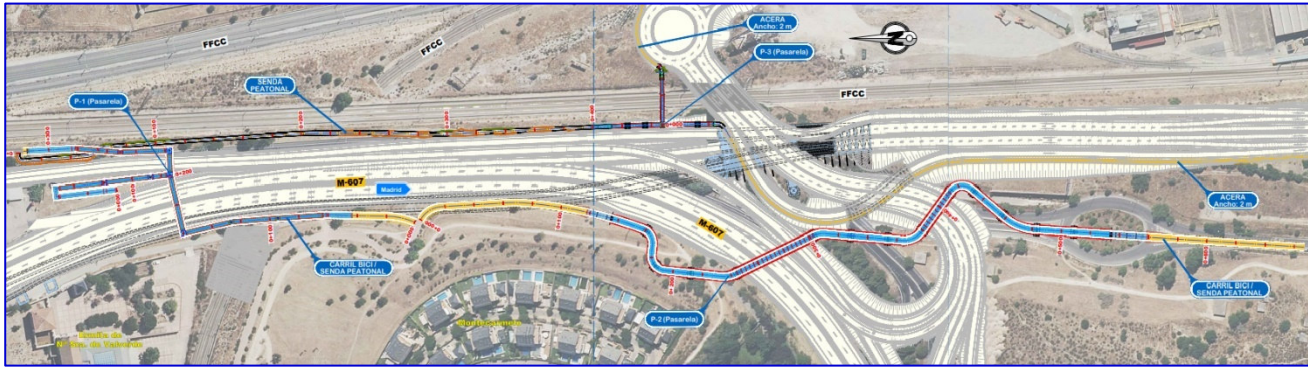


Imagen 8. Vista general de la alternativa de conexión de carril ciclo-peatonal por la margen izquierda.

Para la alternativa de conexión por la margen derecha, se propone partir del punto de unión con la red de vías peatonales y ciclistas existentes en el entorno de la Ermita de Nuestra Señora de Valverde, y cruzar a la margen derecha a través de la reposición de la actual pasarela sobre la M-607. Una vez en la margen derecha (margen en la que se encuentran paralelas a la M-607 las vías del ferrocarril), se propone rehabilitar y acondicionar el carril bici existente a Colmenar Viejo y Soto de El Real, dotándolo de sección transversal suficiente. Esta vía se trata de una vía ciclista segregada del tráfico rodado de vehículos a motor, que discurre entre la vía colectora de la M-40 y el ferrocarril. Coincide con el trazado de la Senda Real, que actualmente cuenta con dos (2,00) metros de ancho. Dicha anchura se verá ampliada hasta los cinco (5,00) m, haciendo entonces posible la materialización de una vía ciclista bidireccional segregada de una senda de uso peatonal. El itinerario por esta margen discurre hacia el sur, hasta el encuentro con la M-603. En este punto, el itinerario previsto se divide en dos ramas. La primera que va hacia el Este, pegada al borde exterior de la M-603, carretera a la que se le incorpora una acera de tres (3,00) metros de ancho, en la que se permitirá el uso compartido entre peatones y ciclistas y que servirá para dotar a este tramo de la M-603 de un carácter más urbano. La segunda rama de este itinerario se dirige hacia el sur, hacia la futura calle Antonio Cabezón, mediante la incorporación de una acera de cinco (5,00) metros de ancho al ramal que va desde la M-603 hacia Madrid Nuevo Norte, previsto en la Remodelación del Nudo de Fuencarral, y que se plantea para uso común segregado de ciclistas y peatones.



Imagen 9. Vista general de la alternativa de conexión de carril ciclo-peatonal por la margen derecha.

## [1.5] Síntesis de la comparación de alternativas

En este apartado se procede a realizar una comparación final de las alternativas con la finalidad de seleccionar aquella que mejor respuesta ofrezca a los objetivos marcados en este anteproyecto para resolver la Remodelación del Nudo de Fuencarral.

Desde este punto la metodología propuesta consiste en caracterizar cada alternativa mediante un conjunto de cuatro indicadores (funcional, ambiental, territorial y económico) que, a la escala de

trabajo del presente anteproyecto, permitan evidenciar el grado de cumplimiento de los objetivos perseguidos por la actuación, conforme al proceso de caracterización que se explica e ilustra a continuación:



Imagen 10. Esquema del proceso de análisis multicriterio.

- Definición de los objetivos perseguidos con la nueva infraestructura y que las distintas alternativas satisfarán en mayor o menor grado. En este caso se han considerado cuatro objetivos: funcional, ambiental, territorial y económico.
- Para valorar el grado de cumplimiento de los mismos por parte de las distintas alternativas, de la forma más objetiva posible, para cada objetivo se establecen una serie de indicadores de evaluación.
- Estos indicadores deben valorar cada alternativa sobre una escala predefinida que debe ser lo más homogénea posible para todos los criterios de evaluación. Por ejemplo, se puede definir una escala de 0 a 10, y para el ejemplo del indicador del coste de inversión las alternativas con un coste de inversión bajo (beneficioso para el objetivo económico perseguido) tomen valores cercanos a 10 y aquellas con un coste de inversión alto (mal cumplimiento del objetivo económico) tomen evaluaciones cercanas a 0. Asimismo, hay diversos aspectos que se valorarán mediante indicadores cualitativos que permitan poner de manifiesto los diferentes grados de contribución de las alternativas respecto de los objetivos definidos cuando se valoran aspectos como la seguridad vial, el aprovechamiento de infraestructuras existentes... En estos casos se utiliza una escala cualitativa como la siguiente: muy baja, baja, baja-media, media, media-alta, alta y muy alta
- Con los indicadores anteriores obtenidos para cada una de las alternativas se obtendrá la matriz de valoración de alternativas en la que se expresa para cada alternativa la evaluación de cada objetivo, según la escala homogénea ya citada, y se aplican los métodos de análisis multicriterio. En este caso, se propone utilizar el método Pattern, en el que es posible realizar una ponderación de los distintos objetivos.

Los cuatro objetivos considerados en el estudio de alternativas son los objetivos funcional, ambiental, territorial y económico. Para valorar la contribución de cada alternativa al cumplimiento de cada uno de ellos se han definido una serie de indicadores ponderados que se enumeran a continuación, cuya valoración y descripción se detallan en el Anejo nº 22 de Comparación de soluciones:



- Objetivo funcional:
  - Calidad del trazado
  - Conectividad
  - Tráfico
  - Seguridad viaria
  - Facilidad constructiva
- Objetivo ambiental:
  - Geomorfológico
  - Vegetación
  - Espacios naturales protegidos (PORN)
  - Patrimonio cultural
  - Vías pecuarias
  - Calidad acústica
- Objetivo territorial:
  - Adaptación al PGOUM
  - Afección a suelo urbano y suelo urbanizable
  - Aprovechamiento y afección a infraestructuras existentes
  - Construcción tejido urbano
- Objetivo económico:
  - Coste de construcción

En la matriz siguiente se resume la valoración final obtenida para cada una de las alternativas propuestas en los cuatro objetivos considerados:

Alt.	Tipología	Funcional	Territorial	Ambiental	Económico
A1	Ramales directos	0,349	0,513	0,333	0,332
A2	Glorieta sobre los túneles	0,270	0,582	0,333	0,335
A3	Glorieta entre líneas ferroviarias	0,381	0,615	0,333	0,333

Alt.	Tipología	Funcional	Territorial	Ambiental	Económico
GM1	Glorieta centrada con intersección	0,267	0,243	0,328	0,122
GM2	Glorieta descentrada con intersección	0,318	0,215	0,328	0,106
GM3	Intersección semafórica	0,416	0,455	0,344	0,773

Alt.	Tipología	Funcional	Territorial	Ambiental	Económico
AA	Túnel en mina corto	0,457	0,500	0,500	0,537
BB	Túnel en mina largo	0,543	0,500	0,500	0,463

Tabla 2. Resumen de valoración de objetivos.

Considerando esta matriz de valoración de las alternativas, se trata ahora de seleccionar las alternativas que mejor contribuyan al objetivo global de la infraestructura apoyándonos en los métodos basados en técnicas de decisión multiobjetivo.

En el presente análisis se propone utilizar el Método de agregación parcial Pattern, que introduce el concepto de pertenencia, que se debe entender como la medida relativa de la contribución de una alternativa a la consecución del objetivo.

Se define el índice de pertenencia como la suma de la ponderación de cada criterio por el indicador correspondiente a cada alternativa y obliga a que la suma de todos los pesos sea unitaria, al igual que la de los indicadores de las diferentes alternativas para cada criterio, considerados de manera individual.

De esta forma, en la tabla siguiente se resume la valoración obtenida para cada uno de los objetivos definidos, y la valoración global de alternativas aplicando el Método Pattern considerando que los cuatro objetivos reciben una misma ponderación:

	Funcional	Territorial	Ambiental	Económico
Ponderación de objetivos	0,25	0,25	0,25	0,25

Tabla 3. Tabla Ponderación de objetivos

Alt.	Tipología	Funcional	Territorial	Ambiental	Económico	Global
A1	Ramales directos	0,349	0,513	0,333	0,332	0,382
A2	Glorieta sobre los túneles	0,270	0,582	0,333	0,335	0,380
A3	Glorieta entre líneas ferroviarias	0,381	0,615	0,333	0,333	0,415

Alt.	Tipología	Funcional	Territorial	Ambiental	Económico	Global
GM1	Glorieta centrada con intersección	0,267	0,243	0,328	0,122	0,240
GM2	Glorieta descentrada con intersección	0,318	0,215	0,328	0,106	0,242
GM3	Intersección semafórica	0,416	0,455	0,344	0,773	0,497

Tabla 4. Valoración global de alternativas de trazado en planta con equiponderación de objetivos.

Con la ponderación realizada, la Alternativa 3 y la GM3 son claramente las que mejor cumplen los objetivos propuestos. Atendiendo al criterio de longitud de túnel en mina planteado, el orden de elección de las alternativas sería el siguiente:

Alt.	Tipología	Funcional	Territorial	Ambiental	Económico	Global
AA	Túnel en mina corto	0,457	0,500	0,500	0,537	0,499
BB	Túnel en mina largo	0,543	0,500	0,500	0,463	0,501

Tabla 5. Valoración global de alternativas de longitud del túnel en mina con equiponderación de objetivos.

Como puede apreciarse, al ser las intensidades de ocupación de las vías del ámbito del presente anteproyecto bastante elevada, la afección que se genera al tráfico existente adquiere una importancia relativa prioritaria frente a otros factores como el incremento en el coste de ejecución del mismo y el riesgo de trabajo en entornos confinados.

Del análisis de los resultados del estudio multicriterio se concluye que la alternativa mejor valorada en su conjunto y que, por lo tanto, queda seleccionada como Remodelación del Nudo de Fuencarral, objeto del presente Anteproyecto, es la:

**ALTERNATIVA 3: SOLUCIÓN BÁSICA DE LA MODIFICACIÓN DEL PGOUM + GLORIETA DE ACCESO A TERRENOS FERROVIARIOS SOBRE LA M-603, REALIZADA CON TÚNEL EN MINA LARGO + INTERSECCIÓN SEMAFÓRICA EN CALLE MONASTERIO DE ARLANZA.**

## [1.6] Concepción global de la opción seleccionada

De acuerdo a lo expuesto en el apartado anterior la alternativa más adecuada para resolver la problemática del entorno de la conexión con la M-603 es la denominada como **Alternativa 3**, ya que permite que la conexión de M-607 con M-603 tenga un nodo de cambio de sentido (la nueva glorieta) de forma que todas las interconexiones de la M-607 con Madrid Nuevo Norte se puedan efectuar con un menor recorrido, y que el vial de acceso a las instalaciones de ADIF tenga mayores posibilidades de conexión con el resto de viales. La Alternativa 2 planteaba una solución con una nueva glorieta que aglutina un mayor número de movimientos, por lo que desde el punto de la vista de la capacidad es menos adecuada que la Alternativa 3. La nueva glorieta responde también de forma más apropiada al enfoque más urbano de la M-603 en el entorno de actuación, complementándose con la glorieta existente en el enlace con la M-40 situada al este del ámbito.

Respecto a la alternativa de rasante para la vía en túnel que aglutina los tráficos provenientes de la M-40 y de la M-607 en sentido Madrid Nuevo Norte se ha determinado como la más adecuada la denominada **Alternativa B**, que se corresponde con la alternativa de túnel en mina largo, ya que la importante afección a los flujos de circulación que se generan por la ejecución de la tipología de túnel a cielo abierto sobre la M-607 no rentabiliza el menor coste económico derivado de la excavación a cielo abierto frente a la excavación en mina. Además, la mayor longitud de excavación del túnel en mina largo genera mejores rentabilidades en la movilización de los equipos a los tajos de obra, según se ha visto a lo largo del presente anteproyecto.

Atendiendo a las alternativas propuestas para la intersección con la calle Monasterio de Arlanza se determina como la mejor valorada la **Alternativa GM3**, que se corresponde con la semaforización de la intersección, debido a que minimiza los problemas de afección al suelo urbano existente y que resulta una actuación de menor coste económico, que resuelve de igual forma todos los movimientos.

Por último, de las dos alternativas analizadas para el carril bici se ha determinado como la mejor valorada la **Alternativa CB2**, que prolonga y amplía la senda peatonal existente por margen derecha y discurre paralelo a las vías de ferrocarril. Esta alternativa se integra de una forma más natural con el tejido urbano propuesto en el proyecto de Madrid Nuevo Norte que incluye igualmente aceras peatonales y carril bici y con el tejido urbano planificado para la carretera M-603. Además, el desplazamiento de la pasarela peatonal que cruza la M-607 hacia el sur reduce el impacto visual que se ocasiona al BIC del Santuario de Valverde.

El desarrollo pormenorizado de los distintos elementos previstos en esta alternativa queda detallado en el Anejo nº 9: Estudio del Trazado Geométrico.

## [1.7] Resumen de los trabajos realizados

Se realiza a continuación una descripción general de la zona estudiada y de los principales condicionantes que influyen en la definición de la solución propuesta o que se ven afectados por la cartografía, geología y geotecnia, planeamiento, infraestructuras y sistemas existentes, tráfico, inundabilidad, medio ambiente, ..., explicando en cada caso los principales aspectos.

### [1.7.1] Antecedentes

El primer antecedente del presente anteproyecto de Remodelación del Nudo de Fuencarral se corresponde con el Plan General de Ordenación Urbana de Madrid (PGOUM), aprobado definitivamente en fecha 17 de abril de 1997, que incluía el Área de Planeamiento Remitido 08.03 (APR 08.03), limitándose a fijar una serie de objetivos generales para su posterior ordenación mediante posteriores planes especiales de reforma interior.

En fecha 21 de febrero de 2002, el Pleno de la Corporación Municipal aprobó inicialmente la Modificación Puntual del Plan General de Ordenación Urbana de Madrid, relativa al ámbito del APR 08.03 Prolongación de la Castellana, con los objetivos de la prolongación del Paseo de la Castellana como gran eje urbano estructurante, resolviendo la accesibilidad desde la M-30, la conexión con la M-40, M-607 y M-603, quedando aprobada mediante Orden del Consejero de Obras Públicas, Urbanismo y Transportes de la Comunidad de Madrid el 27 de septiembre de 2002 (BOCM de 7 de octubre).

La Dirección General de Evaluación Ambiental emitió informe ambiental en relación con el Plan Parcial de Reforma Interior para el desarrollo del APR 08.03 Prolongación de la Castellana, con fecha 24 de enero de 2011 y referencia 10/024133.9/11, estableciendo una serie de condiciones. El 25 de febrero de 2011, el Pleno Municipal aprobó definitivamente el Plan Parcial de Reforma Interior para el desarrollo del APR 08.03 Prolongación de la Castellana. (BOCM de 30 de julio de 2011). El 30 de marzo de 2011 el Pleno Municipal acordó la subsanación de los errores materiales del Plan.

Este PPRI fue anulado el 21 de junio de 2013 por Sentencia del Tribunal Superior de Justicia de Madrid y tras subsanación de errores y obtención del Informe Ambiental (SIA 14/104) por parte de la Dirección General de Evaluación Ambiental, la propia Dirección General de Planeamiento y Gestión Urbanística del Ayuntamiento de Madrid deniega la aprobación definitiva por la falta de aceptación del texto definitivo del Convenio Urbanístico y de Gestión necesario para los PPRI.

Con fecha 1 de agosto de 2018 y referenciado con el número 10/055264.6/18 la Dirección General de Medio Ambiente y Sostenibilidad emitió Documento de Alcance de la Modificación Puntual del Plan General de Ordenación Urbana del municipio de Madrid en los ámbitos APR 08.03 "Prolongación de la Castellana" y APE 05.07 "Colonia Campamento" para la definición de las determinaciones y parámetros de ordenación de la operación urbanística denominada "Madrid Nuevo Norte".

Los ámbitos que forman parte de la modificación en el momento de información del Avance son:

- 1 – Centro de Negocios Chamartín: APE 05.30
- 2 – Estación Chamartín: APR 05.08
- 3 – Fuencarral/Malmea: APE 08.16
- 4 – Fuencarral/Tres Olivos: APE 08.16
- 5 – Fuencarral/Las Tablas: APE 08.17

Tras la emisión el 31 de julio de 2018 del Documento de Alcance de la Modificación Puntual, y una vez elaborada por el promotor la versión inicial del plan teniendo en cuenta el Estudio Ambiental

Estratégico, el órgano sustantivo sometió la versión inicial del Plan y el Estudio Ambiental Estratégico a Información Pública. Simultáneamente a la Información Pública, se consultó a las Administraciones Públicas afectadas y a las personas interesadas que fueron consultadas previamente conforme al artículo 19 de la Ley 21/2013. Tomando en consideración las alegaciones formuladas, el promotor elaboró la propuesta final del Plan. Dicha documentación, junto con el resto de la documentación del expediente de Evaluación Ambiental Estratégica fue remitida a la Dirección General de Medio Ambiente y Sostenibilidad.

Finalmente, la **Declaración Ambiental Estratégica de la Modificación Puntual del Plan General de Ordenación Urbana del municipio de Madrid en los ámbitos APR 08.03 “Prolongación de la Castellana” y APE 05.27 “Colonia Campamento”** fue formulada por la Dirección General del Medio Ambiente y Sostenibilidad de la Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio con fecha 20 de mayo de 2019.

En la Modificación del Plan General de Ordenación Urbana del municipio de Madrid de 1997 en los ámbitos de planeamiento APR 08.03 “Prolongación de la castellana” y APE 05.27 “Colonia Campamento” para la definición de las determinaciones y parámetros de Ordenación de la operación urbanística “Madrid Nuevo Norte”, en su Apéndice 14-2 NUDO FUENCARRAL, se analiza la viabilidad y compatibilidad de las soluciones para la conexión de la ordenación de la MPG con el Nudo de Fuencarral.

En dicho documento se presentaban dos alternativas para el enlace de la M-603 con los ramales procedentes de la M-607, Montecarmelo y la futura trama urbana de Madrid Nuevo Norte, sin prejuzgar la idoneidad de cada una de ellas, ni la posibilidad de que se implementaran otras propuestas en el momento procedimental oportuno y mediante la tramitación de un instrumento particular de planeamiento, si fuera el caso, que correspondiera. Las soluciones analizadas garantizaban que la ordenación de la MPG era plenamente compatible y viable para dar solución al enlace con el Nudo en cumplimiento de lo citado.

En dicho documento se establecía también que la solución que finalmente se proponga para el Nudo de Fuencarral deberá incluir para su futura validación por parte de la Dirección General de Carreteras del Estado las siguientes condiciones:

- Cumplir con la normativa sectorial vigente en el momento de su aprobación.
- Actualizar el Estudio de Tráfico y Capacidad ajustado al diseño de las conexiones planteadas según lo indicado en el artículo 36.9 de la Ley 37/2015, de 29 de septiembre, de carreteras.
- Incluir necesariamente una actualización del Estudio de afecciones acústicas, a fin de que con los datos actualizados se asegure el estricto cumplimiento de la legislación y normativa aplicable al respecto en el momento de su ejecución.

En todo caso, se deberá garantizar el cumplimiento del articulado de la citada Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido y los Reales Decretos que la desarrollan y en especial su artículo 20.

Un mayor detalle de los antecedentes del presente anteproyecto puede consultarse en el Anejo nº1 Antecedentes.

### [1.7.2] Cartografía y Topografía

En este apartado se exponen los trabajos realizados para llevar a cabo la actualización de la cartografía y topografía utilizada para la redacción del Anteproyecto para la Remodelación del Nudo de Fuencarral. Estos trabajos se ciñen únicamente al área necesaria para el desarrollo de los trabajos correspondientes al ámbito de las actuaciones englobadas en el Nudo de Fuencarral.

Para la realización de los trabajos se ha utilizado como punto de partida la Topografía y Cartografía utilizada en el proyecto de Madrid Nuevo Norte en su Modelo 0, de forma que, al tener una base común de topografía fuera más fácil la coordinación de los dos proyectos. Partiendo de esta topografía del Modelo 0, se han llevado a cabo trabajos de levantamiento y comprobaciones complementarias en puntos de interés exclusivos para el Nudo de Fuencarral, así como trabajos complementarios de Georadar para localización de servicios enterrados dentro del área de actuación.

De esta forma, para la realización del Anteproyecto de Remodelación del Nudo de Fuencarral se ha dispuesto de una cartografía a escala 1/1.000, obtenida por procedimientos topográficos y fotogramétricos, con equidistancia entre curvas de 20 cm, con los elementos representados en coordenadas ETRS89 con proyección UTM30N y cotas referidas sobre el modelo de geoide EGM08\_RED NAP, con una precisión absoluta con un error aproximado de 2-3 cm.

Se realizaron también trabajos complementarios de Georadar, para la localización de servicios enterrados dentro del área de actuación. Esta información se basa en la realización de un estudio de radiodetección magnética pasiva en la zona, mediante el que se localizaron cuatro canalizaciones de abastecimiento, tanto en planta como en profundidad, pertenecientes al Canal de Isabel II (CYII). Se representaron gráficamente los resultados mediante soporte informático en formato cad, en un plano en coordenadas UTM ETRS89 Huso 30.

#### [1.7.2.1] Estudio Topográfico Nudo de Fuencarral

El objeto del trabajo es obtener cartografía actualizada de la geometría y elementos característicos contenidos en la zona, tomando todos los datos relevantes conforme a la petición realizada: bordes de aglomerado, bordillos, alumbrado, arquetas de registro, muros...

Como trabajos complementarios incluidos, se ha realizado una comprobación de la bondad de la cartografía de la que dispone el cliente (Modelo 0), así como la implantación de 8 bases-puntos de control repartidas por la zona de actuación.

Finalmente se presentan planos en formato cad y .pdf con los elementos representados en coordenadas oficiales **ETRS89 con proyección UTM30N** y cotas referidas sobre el modelo de geoide EGM08\_RED NAP, con una precisión absoluta con un error aproximado de 2-3 cm. Los datos han sido obtenidos por técnicas GNSS VRS y escáner láser.

En cuanto a la bondad de la cartografía aportada por el cliente podemos estimar:

- Los errores encontrados en planimetría oscilan entre 1 y 20 cm, estando la mayoría de los casos encontrados en torno a los 8-9 cm
- Los errores en altimetría oscilan entre 1 y 25 cm, estando la mayoría de los casos encontrados en torno a 8-9 cm

Cabe señalar que los puntos comparados siempre han sido escogidos en zonas despejadas, con suelo sin vegetación ni con posibles interferencias de otro tipo.

#### [1.7.2.2] Estudio de Radiodetección Magnética

Se realiza un estudio de radiodetección magnética pasiva en la obra: Localización de cuatro canalizaciones de abastecimiento, en la zona de Fuencarral, Madrid.

Este estudio se realiza para la correcta situación de dichas canalizaciones de abastecimiento, desde su entrada por el norte junto a la Carretera M-607, ya que se ven afectadas por el proyecto de Construcción Nudo Fuencarral, en Madrid.



Una de las partes más importantes de los trabajos que se realizan en el momento de la planificación de los proyectos de obra civil, es la evaluación del terreno para la localización de tuberías y objetos enterrados en el subsuelo. Esta valoración estará acompañada por métodos geofísicos no destructivos ni invasivos, como el Georradar y la Radiodetección, que a su vez son totalmente respetuosos con el medio ambiente. El uso de estos métodos nos dará una aproximación muy valiosa de la problemática presente en el terreno y nos permitirá definir los métodos mecánicos a emplear, para la correcta ejecución de las obras.

Hecho esto se aumenta de forma significativa la rentabilidad de la obra, ya que se tendrá un conocimiento previo de los principales inconvenientes que pueden aparecer.

El principal objetivo del estudio Radiodetección magnética, es la localización de cuatro canalizaciones de abastecimiento del CYII, que se ven afectadas por el proyecto de modificación del Nudo Norte, Fuencarral, en la ciudad de Madrid.

Las profundidades quedan referidas al plano de comparación y las longitudes de la primera marca del eje central del estudio. El plano de comparación queda definido por el terreno en toda su longitud.

La profundidad máxima de investigación vendrá condicionada por las características electromagnéticas del terreno; situándose en este caso en 6.00 metros en toda la zona de investigación.

La profundidad de los objetos está calculada en la parte superior de estos, asociándose a esta zona el máximo obtenido mediante el sistema de medición Pico y Pico+, el pico máximo del campo electromagnético creado en las canalizaciones de abastecimiento.

Partiendo de parámetros propios del terreno, la estimación de la profundidad vendrá corregida por un 15% de tolerancia. Respecto a la precisión de las coordenadas de los puntos, han sido las siguientes: X: 2 cm Y: 2 cm Z: 5 cm. Profundidad: 15% del valor obtenido.

Analizados e interpretados los resultados obtenidos con Radiodetección magnética hasta una profundidad de 6.00 metros, se localizan las cuatro canalizaciones de abastecimiento objeto de estudio, y quedan representadas en la cartografía facilitada por AYESA.

No se localizan cambios significativos en el terreno por debajo de los 4.00 metros de profundidad, por lo que se puede considerar el terreno sano en toda el área explorada.

[1.7.3] Geología y Geotecnia del Corredor. Procedencia de materiales

En la siguiente tabla se muestra un resumen con la posible reutilización de los materiales que serán excavados en los desmontes y túneles del trazado.

	Terraplén	Todo-Uno	Pedraplén	Hormigones	Vertedero
R	No	No	No	No	Si
Qfv	No	No	No	No	Si
AM	Núcleo	No	No	No	-
AT	Núcleo	No	No	No	-
TA	Núcleo	No	No	No	-

Tabla 6. Resumen con la posible reutilización de los materiales excavados en el trazado

De este modo, todos los materiales resultan excavables. Respecto a la reutilización de los materiales, los depósitos miocenos de arenas de miga (AM), arenas tosquizas (AT) y toscos arenosos podrán ser empleados como Suelos Tolerables en Núcleo de Terraplén, pudiendo incluso ser usados como coronación si se cumplen las condiciones volumétricas y de compactación.

Se considera que los depósitos de relleno deberán ser retirados a vertedero. No obstante, todos los posibles usos de los materiales excavados a lo largo del trazado deberán corroborarse en fases posteriores de proyecto mediante la realización de ensayos de laboratorio destinados a tal fin, ya que en muchos casos no se cuenta con el tipo de ensayo, ni el suficiente número de ensayos como para aseverar una posible utilización.

En la siguiente tabla se muestra un resumen de las canteras inventariadas con el material explotado, su posible uso y la distancia a la obra.

Código	Nombre	Empresa	Coordenadas (X;Y)	Municipio	Estado	Contacto	Productos	Usos	Distancia
C-1	CANTERA La Pola	SODIRA	(437200; 4501900)	Colmenar Viejo	Activa	690689390	Granito	Hormigones y Zahorras	22 km
C-2	CANTERA Santa María del Cuillo	CYCASA CANTERAS Y CONSTRUCCIONES S.A.	(376016; 4510216)	Santa María del Cubillo (Ávila)	Activa	920204089	Corneana	Hormigones, Mezclas bituminosas, áridos balasto, bases y subbases, escolleras, árido de capa de rodadura	77 km
C-3	CANTERA Morata de Tajuña	MAHORSA	(463791; 4455131)	Morata de Tajuña	Activa	915716511	Caliza	Zahorras clasificadas	46 km
C-4	CANTERA Orusco	Eiffage Infraestructura, S.A.	(481081; 4460879)	Orusco de Tajuña	Activa	966615242 aridos.orusco.eii.spain@eiffage.com	Caliza	Hormigón, Morteros, Mezclas, capas granulares y escolleras.	58 km
C-5	CANTERA La Curva	Cantera La Cuirva S.L.	(405312; 4477370)	Navalagamella	Activa	918651276	Leucogranito aplítico	Hormigones, zahorras, balasto y aglomerados	54 km
C-6	CANTERA Valdilecha	HANSON HISPANIA S.A.U. (Heifelberg Cement Group)	(4886466; 256088)	Valdilecha	Activa	918755050 javier.martinez@heidelbergmaterials.com	Material silíceo	Arena, grava, zahorra, escollera y piedra en rama.	52 km
G-1	GRAVERA Moraleja	Gravera Moraleja S.L.	(423457; 4456647)	Moraleja de Enmedio	Activa	916093257 graveramalpica@hotmail.com	Áridos	Arenas, gravas y zahorra artificial	44 km
G-2	Gravera Román	SODIRA	(454264; 4458595)	San Martín de la Vega	Activa	910884740	Material silíceo	Árido para la fabricación de hormigones, asfaltos y aglomerados	40 km
G-3	GRAVERA El Puente	SODIRA	(500000; 4433306)	Aranjuez	Activa	690689390; 910884740	Arena y Grava	Capas granulares, Hormigón, Mezclas bituminosas y Morteros.	55 km
G-4	Gravera Soto Pajares	CEMEX	(454673; 4459178)	San Martín de la Vega	Activa	918007800; 670549705 canal.cemex@cemex.com	Material silíceo	Árido para la fabricación de hormigones, prefabricados, revestimiento, capas de rodadura y subbases	40 km
G-5	GRAVERA Hnos Porres	HERMANOS PORRES SA	(449109; 4445836)	Ciempozuelos	Activa	918931165	Arena y gravas	Núcleo, cimient y coronación de terraplén, capa de forma y cuña de transición	50 km
G-6	GRAVERA del Jarama	Eiffage Infraestructura S.A.	(449109; 4445836)	Ciempozuelos	Activa	966615242; 918922958 aridos.jarama.eii.spain@eiffage.com	Zahorra Artificial	Núcleo, cimient y coronación de terraplén, capa de forma y cuña de transición	50 km
G-7	GRAVERA Maina	PRONAJI	(446337; 4461378)	San Martín de la Vega	Activa	652975100 info@aridospronaji.com	Arena y Grava	Actualmente stock de arena de rio 0/4	42 km
G-8	ÁRIDOS El Salitral	ÁRIDOS EL SALITRSAL S.L.	(459374; 4434799)	Colmenar de Oreja	Activa	918013304	Gravas y arenas del Jarama	Árido para la construcción	50 km

Tabla 7. Resumen de las canteras inventariadas con sus características, material explotado y utilización.

[1.7.4] Climatología e Hidrología

[1.7.4.1] Climatología

Los objetivos de analizar los aspectos climatológicos de la zona de actuación del proyecto son:

- Caracterizar el clima en la zona del Anteproyecto, que pueda tener relevancia en el diseño de las obras y en su ejecución posterior.
- Obtener los Índices climáticos de interés para el diseño posterior de las distintas partes del proyecto.

Para la redacción del Anejo se ha empleado los datos de estaciones climatológicas más cercanas a la zona de proyecto, facilitados por la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET), dependiente del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico.

[1.7.4.1.1] Estaciones climatológicas analizadas

En mayo de 2022 se realiza la petición de los datos de estaciones a los servicios centrales de la AEMET. Los datos se reciben en ese mismo mes.

A partir de los datos aportados, se han analizado para cada una de las estaciones consideradas una serie de parámetros para periodos de años diferentes según su disponibilidad en cada estación, pues no se mantiene una tónica general para la cantidad y temporalidad de los registros de las variables que se aportan, de modo que se han elaborado las tablas de los apéndices con los registros disponibles. Se ha tenido en cuenta el número de años registrados y si la serie de registros era completa (los 12 meses del año) o incompleta.

Las estaciones cuyos datos han sido solicitados a la AEMET contaban con un número importante de años registrados, o han sido solicitadas por su estratégica ubicación en el ámbito de estudio, aunque no contasen con un gran número de registros, para utilizarlas a la hora de contrastar o completar datos de estaciones próximas.

La siguiente tabla incluye un resumen de las características principales de cada una de las estaciones analizadas.

Código	Denominación	Tipo	Provincia	Cota	Long.	Lat.	UTM X_30	UTM Y_30	Datos						
									Fecha inicio	Fecha fin	Meses	Años completos	Años incompletos	Serie	Siguiente Serie
3129	MADRID/BARAJAS	TP	MADRID	609	33320	402800	452902	4479703	1945	2022	857	71	7	1951 2022	-
3195	MADRID, RETIRO	TP	MADRID	667	34041	402443	442470	4473702	1920	2022	1213	95	8	1939 2022	1928 1936
3191E	COLMENAR VIEJO/FAMET	TP	MADRID	1004	34554	404146	435367	4505305	1990	2022	389	32	1	1990 2022	-
3194U	MADRID, C. UNIVERSITARIA	TP	MADRID	664	34327	402706	438594	4478142	1972	2022	439	28	23	1972 1985	2009 2019

Tabla 8. Estaciones climáticas consideradas.

A continuación, se incluyen los valores medios y absolutos anuales de las diferentes variables estudiadas para cada estación, con la información recopilada de los Atlas climáticos de la Agencia estatal de meteorología y de la información aportada por cada una de las estaciones analizadas.

PRECIPITACIONES	Atlas INM	Nº 3129	Nº 3191E	Nº 3194U	Nº 3195
Precipitación media anual (mm)	453.0	405.2	523.0	429.9	434.2
Precipitación máxima en 24 h (mm)	86.8	73.4	70.7	53.0	87.0
Número medio anual de días de lluvia	85.0	61.1	90.7	52.0	87.5
Número medio anual de días de nieve	4.0	1.9	10.8	1.8	3.6
Número medio anual de días de granizo	2.0	1.1	3.1	13.3	2.2
Número medio anual de días de tormenta	10.0	14.0	13.6	10.8	11.5
Nº medio anual de días de niebla	30.0	19.9	43.3	16.0	25.8
Nº medio anual de días de rocío	-	1.6	21.6	16.8	27.6
Número medio anual de días de escarcha	-	12.3	32.9	33.8	13.9
Número medio anual de días de nieve en el suelo	-	0.7	4.9	0.1	1.2
Número medio anual de días de precip. >1 mm	85.6	57.7	64.5	61.8	59.7
Número medio anual de días de precip. >10 mm	15.1	12.6	17.9	12.2	12.8

PRECIPITACIONES	Atlas INM	Nº 3129	Nº 3191E	Nº 3194U	Nº 3195
Número medio anual de días de precip. >30 mm	1.5	0.9	1.8	0.8	0.8

TEMPERATURAS	Atlas INM	Nº 3129	Nº 3191E	Nº 3194U	Nº 3195
Temperatura media anual (° C)	453.0	405.2	523.0	429.9	434.2
Temperatura media mínima anual (° C)	86.8	73.4	70.7	53.0	87.0
Temperatura media máxima anual (° C)	85.0	61.1	90.7	52.0	87.5
Temperatura mínima absoluta anual (° C)	4.0	1.9	10.8	1.8	3.6
Temperatura máxima absoluta anual (° C)	2.0	1.1	3.1	13.3	2.2
Oscilación de las temperaturas extremas medias anuales (° C)	10.0	14.0	13.6	10.8	11.5
Oscilación verano-invierno de las temperaturas medias (° C)	15.1	12.6	17.9	12.2	12.8
Oscilación máxima de las temperaturas (° C)	1.5	0.9	1.8	0.8	0.8

Tabla 9. Comparativa de resultados de las variables de precipitación y temperaturas estudiadas



[1.7.4.1.2] *Caracterización climática general*

El ámbito de estudio está ubicado en una zona catalogada como Clima Mediterráneo Templado y muy próxima a una zona catalogada como Clima Mediterráneo Continental, según la metodología de Papadakis.

Por su cercanía, el clima en el ámbito de estudio está muy influenciado por las condiciones urbanas, existiendo importantes oscilaciones térmicas a lo largo del día. Se caracteriza por tener inviernos fríos, con temperaturas inferiores a los 8°C, heladas nocturnas frecuentes y nevadas ocasionales. Los veranos son calurosos con medias superiores a los 24°C en julio y agosto, con máximas que a veces pueden superar los 35°C.

Las precipitaciones, poco abundantes (de no más de 450 mm al año de media), se reparten entre los meses de septiembre a mayo, concentrándose algo más en las estaciones de otoño y primavera, cuando el clima es más agradable, en verano son casi inexistentes. Las precipitaciones en forma de nieve aparecen con una frecuencia aproximada de un día al mes durante los meses de diciembre a febrero. Las nieblas aparecen con cierta frecuencia, especialmente en los meses de noviembre a febrero.

**Índices climáticos**

Combinando caracteres básicos del clima: temperatura, precipitación, humedad, etc.... se obtienen los índices climáticos, utilizados como base para establecer tipos climáticos. Los valores de las variables utilizadas se han extraído de las estaciones climatológicas 3129 Madrid/Barajas, 3191E Colmenar Viejo/Famet y 3195 Madrid/Retiro, debido a que son las estaciones de las que se tienen más años de toma de datos tanto de pluviometría como de temperatura.

Con el conjunto de índices y clasificaciones climáticas que se han estudiado en el Anejo nº5 Climatología e Hidrología, se puede tener una idea del clima de la zona de proyecto.

La lista de índices y climas se muestra en la siguiente tabla:

Parámetro	Clasificación
Índice de pluviosidad de Lang	Clima árido
Índice de aridez de Martonne	Clima semiárido tipo mediterráneo
Índice termopluviométrico Dantín-Revenga	Clima árido
Índice de Emberger	Clima semiárido

Tabla 10. Resultados de las distintas clasificaciones de índices climáticos

[1.7.4.2] *Hidrología*

El objeto del presente apartado es poner de manifiesto las características hidrológicas de la zona de estudio.

[1.7.4.2.1] *Hidrología superficial*

El ámbito de estudio se engloba íntegramente dentro de las competencias de la Confederación Hidrológica del Tajo.

Los cursos de agua principales existentes en las proximidades del proyecto son afluentes del Río Manzanares y del Río Jarama. Ninguno de ellos afecta directamente al trazado actual ni a la futura remodelación del Nudo de Fuencarral. Las obras de drenaje existentes en el área analizada dan

permeabilidad al terreno, para permitir discurrir el agua de escorrentía que vierte hacia el trazado de forma natural o dirigida mediante drenaje longitudinal.

[1.7.4.2.2] *Consideraciones ambientales*

Existen diversas figuras de protección en el ámbito de estudio, las son:

- LIC Cuenca del Río Manzanares
- Zona protegida por Captaciones de Abastecimiento
- Espacio Natural Protegido: Parque Regional de la Cuenca Alta del Manzanares

[1.7.4.3] *Hidrogeología*

La información hidrogeológica a escala 1:200.000 dada por el Instituto Geológico y Minero de España (IGME), indica que el área de estudio está sobre "Formaciones detríticas o cuaternarias de permeabilidad media. Formaciones volcánicas de alta permeabilidad".

[1.7.4.3.1] *Pluviometría*

Con los datos extraídos de las estaciones climáticas analizadas, se procede a aplicar la siguiente metodología:

- Cálculo de las precipitaciones máximas en 24 horas para distintos períodos de retorno. Ajustes Gumbel y SQRT-ET max.
- Comparación de los resultados con los valores obtenidos con el programa "Maxpluwin: Máximas lluvias diarias en la España Peninsular" de la Dirección General de Carreteras de la Secretaría de Estado de Infraestructuras y Transportes del Ministerio de Fomento y los mapas de la publicación "Isolíneas de Precipitación Máxima Previsible en un día" (MOPT).
- Adopción de las precipitaciones máximas de diseño y cálculo de las intensidades horarias máximas.

El criterio para adoptar el valor de precipitación para cada periodo de retorno ha sido seleccionar el máximo valor entre los obtenidos con los métodos Gumbel, SQRT-ET y la publicación "Máximas Lluvias diarias de la España Peninsular".

MADRID / BARAJAS (3129)				
T (años)	GUMBEL	SQRT máx	MaxPluwin	ADOPTADO
2	30.86	32.88	36.04	36.04
5	42.99	40.71	47.31	47.31
10	51.02	48.56	55.50	55.50
25	61.16	59.35	66.96	66.96
50	68.68	68.00	75.27	75.27
100	76.15	77.12	84.79	84.79
200	83.59	86.75	94.93	94.93
500	93.41	100.24	108.62	108.62

Tabla 11. Comparativa y selección de máximas precipitaciones en 24h para la estación 3129

COLMENAR VIEJO / FAMET (3191E)				
T (años)	GUMBEL	SQRT máx	MaxPluwin	ADOPTADO
2	37.70	39.77	36.04	39.77
5	50.77	48.05	47.31	50.77
10	59.43	56.23	55.50	59.43
25	70.37	67.40	66.96	70.37
50	78.48	76.26	75.27	78.48
100	86.54	85.58	84.79	86.54
200	94.57	95.36	94.93	95.36
500	105.15	109.00	108.62	109.00

Tabla 12. Comparativa y selección de máximas precipitaciones en 24h para la estación 3191E

MADRID / RETIRO (3195)				
T (años)	GUMBEL	SQRT máx	MaxPluwin	ADOPTADO
2	30.84	32.70	36.04	36.04
5	41.72	39.88	47.31	47.31
10	48.92	47.02	55.50	55.50
25	58.02	56.80	66.96	66.96
50	64.77	64.60	75.27	75.27
100	71.47	72.81	84.79	84.79
200	78.15	81.41	94.93	94.93
500	86.96	93.48	108.62	108.62

Tabla 13. Comparativa y selección de máximas precipitaciones en 24h para la estación 3195

Se ha podido comprobar que las cuencas que vierten directamente al ámbito de actuación se ven íntegramente influenciadas por la estación 3195 Madrid/Retiro. Por ello, la Pd adoptada ha sido:

Pd								
Cuenca	2	5	10	25	50	100	200	500
C1	36.04	47.31	55.5	66.96	75.27	84.79	94.93	108.62
C2	36.04	47.31	55.5	66.96	75.27	84.79	94.93	108.62

Tabla 14. Precipitaciones en 24h adoptadas para cada cuenca

#### [1.7.4.3.2] Cálculo de caudales

La normativa 5.2.-I.C. Drenaje Superficial (Orden FOM/298/2016) define el caudal de Proyecto QP como aquél que se debe tener en cuenta para efectuar el dimensionamiento hidráulico de una obra, elemento o sistema de drenaje superficial de la carretera. Se considera igual al caudal máximo correspondiente a los periodos de retorno que se indican a continuación:

- Drenaje de plataforma y márgenes: T= 25 años, salvo en el caso excepcional de desagüe por bombeo en que se debe adoptar T=50 años.
- Drenaje transversal: se debe establecer por el proyecto de T≥100 años que resulte compatible con los criterios sobre el particular de la Administración Hidráulica competente.

Por lo tanto, el dimensionamiento del drenaje transversal se realizará para el periodo de 100 años considerando 25 años para el drenaje longitudinal y 50 años para el sistema de bombeo.

#### Definición de cuencas. Parámetros físicos.

Se incluye a continuación una tabla con los parámetros característicos de las cuencas hidrológicas interceptadas por la traza de la carretera considerados en el presente estudio.

Nº de cuenca	Datos físicos de las cuencas						Tc (h)
	Superficie	Longitud	Cota Sup.	Cota Inf.	Dif. Cota	Pend. J	
	(m²)	(m)	(m)	(m)	(m)	(%)	
C1	36.04	47.31	55.5	66.96	75.27	84.79	108.62
C2	36.04	47.31	55.5	66.96	75.27	84.79	108.62

Tabla 15. Parámetros característicos de las cuencas hidrológicas

#### Cálculo de caudales máximos en cuencas pequeñas. Método racional

A la vista de los parámetros físicos de las cuencas afectadas por la traza de los distintos ejes se concluye que, el método hidrometeorológico conocido como método racional modificado es adecuado para el cálculo del máximo caudal de avenida para distintos periodos de retorno de las subcuencas definidas.

Este método racional supone la generación de esorrentía en una determinada cuenca (A<50km2) a partir de una intensidad de precipitación uniforme en el tiempo, sobre toda su superficie. Siguiendo este método, el caudal máximo anual QT correspondiente a un periodo de retorno T, se calcula mediante la fórmula:

$$Q_T = \frac{I(T, t_c) \cdot C \cdot A \cdot K_t}{3,6}$$

Siendo:

QT (m³/s) = Caudal máximo anual correspondiente al período de retorno T, en el punto de desagüe de la cuenca

I (mm/h) = Intensidad de precipitación correspondiente al período de retorno considerado T, para una duración del aguacero igual al tiempo de concentración tc, de la cuenca.

A (km²) = Superficie de la cuenca

C = Coeficiente de esorrentía

Kt = Coeficiente de uniformidad en la distribución temporal de la precipitación

En el Anejo nº5 Climatología e Hidrología viene descrito de forma pormenorizada cómo se debe obtener cada uno de los factores analizados en el método racional y se acompaña el resultado de los mismos, para cada una de las cuencas interceptadas.

A continuación, se incluye la tabla con los caudales circulantes considerando los periodos de retorno 2, 5, 10, 25, 50, 100, 200 y 500 años.

Nº de cuenca	Superficie (Km²)	Tc (h)	Fint	Coef. Uniform. Kt	T = 2					T = 5					T = 10					T = 25				
					Pd	Id	I	C	Q	Pd	Id	I	C	Q	Pd	Id	I	C	Q	Pd	Id	I	C	Q
					(mm/día)	(mm/h)	(mm/h)		(m³/s)	(mm/día)	(mm/h)	(mm/h)		(m³/s)	(mm/día)	(mm/h)	(mm/h)		(m³/s)	(mm/día)	(mm/h)	(mm/h)		(m³/s)
C1	0.012	0.254	21.06	1.013	36.04	1.50	31.63	0.97	0.10	47.31	1.97	41.52	0.98	0.13	55.5	2.31	48.705	0.9729	0.16	66.96	2.79	58.762	0.9804	0.19
C2	0.011	0.305	19.18	1.016	36.04	1.50	28.80	0.97	0.09	47.31	1.97	37.80	0.98	0.12	55.5	2.31	44.348	0.9729	0.14	66.96	2.79	53.505	0.9804	0.17

Tabla 16. Caudales de proyecto para periodos de retorno 2, 5, 10 y 25 años

Nº de cuenca	Superficie (Km²)	Tc (h)	Fint	Coef. Uniform. Kt	T = 2					T = 5					T = 10					T = 25				
					Pd	Id	I	C	Q	Pd	Id	I	C	Q	Pd	Id	I	C	Q	Pd	Id	I	C	Q
					(mm/día)	(mm/h)	(mm/h)		(m³/s)	(mm/día)	(mm/h)	(mm/h)		(m³/s)	(mm/día)	(mm/h)	(mm/h)		(m³/s)	(mm/día)	(mm/h)	(mm/h)		(m³/s)
C1	0.012	0.254	21.06	1.013	36.04	1.50	31.63	0.97	0.10	47.31	1.97	41.52	0.98	0.13	55.5	2.31	48.705	0.9729	0.16	66.96	2.79	58.762	0.9804	0.19
C2	0.011	0.305	19.18	1.016	36.04	1.50	28.80	0.97	0.09	47.31	1.97	37.80	0.98	0.12	55.5	2.31	44.348	0.9729	0.14	66.96	2.79	53.505	0.9804	0.17

Tabla 17. Caudales de proyecto para periodos de retorno 50, 100, 200 y 500 años

[1.7.5] Planeamiento

Los nuevos viales del Nudo de Fuencarral tienen como un objetivo primordial resolver la conexión de la M-603, M-607 y M-40 a la nueva red viaria de la Modificación Puntual del PGOUM 1997 en los ámbitos de planeamiento APR 08.03 “Prolongación de la Castellana” y APE 05.27 “Colonia Campamento”. Así, habrá que tener en cuenta las previsiones contempladas en dicha Modificación Puntual del PGOM para el adecuado diseño de los nuevos viales, que deberán dar continuidad a la nueva red viaria prevista.

Las alternativas de trazado del anteproyecto se han desarrollado tomando como base las propuestas originales del documento antecedente, considerando ajustes que se han estimado oportunos y viables para mejorar las características geométricas y de funcionalidad en determinados elementos viarios que así lo permitían.

Se deberá tener en cuenta la ordenación de los distintos sectores del ámbito de estudio contemplada en los documentos de planeamiento vigente como condicionante del trazado. Así, el trazado de los futuros viales deberá diseñarse de forma que se limite la afección a suelos con usos más sensibles.

También se ha realizado un análisis de la compatibilidad de soluciones de conexión de la ordenación prevista en la Modificación Puntual del PGOUM con el Nudo de Fuencarral. De modo indicativo, dicho documento proponía dos alternativas para los elementos viarios del Nudo en el enlace de la M-603 con los ramales procedentes de la M-607, Montecarmelo y la futura trama urbana de Madrid Nuevo Norte, sin prejuzgar la idoneidad de cada una de ellas, ni la posibilidad de que se implementaran otras propuestas en el momento procedimental oportuno y mediante la tramitación de un instrumento particular de planeamiento, si fuera el caso, que correspondiera. Las soluciones analizadas garantizaban que la ordenación de la MPG era plenamente compatible y viable para dar solución al enlace con el Nudo en cumplimiento de lo citado.



Imagen 11. Ámbitos de actuación

Se pueden resumir las soluciones propuestas en las siguientes líneas directrices:

- Mejora de la conectividad entre la M-607 con la M-603 y con el entorno de la Ermita de Nuestra Señora de Valverde en el sur del ámbito (zona 1 del croquis), con la disposición de ramales con trazado geométrico con mejores parámetros de diseño que los actuales. Se consideraban nuevos elementos viarios para permitir la conectividad de la M-607 y M-603 con la nueva red viaria de la Modificación Puntual del PGOUM de 1997 en los ámbitos APR 08.03 y APE 05.27.



- Remodelación de la M-607 entre los enlaces con la M-603 y con la M-40. Se consideraba la remodelación de la M-607 actual entre ambos enlaces para habilitar un espacio libre al oeste de la misma, en el que se disponía de una nueva vía colectora con 900 m en trazado subterráneo (zona 2 del croquis). Esta vía colectora tiene como principal función la conexión directa entre la M-607 y el futuro vial principal previsto en Madrid Nuevo Norte (zona 3 del croquis), y recoge conexiones procedentes de ambos sentidos de la M-40.
- Adaptación y nuevos elementos viarios en el enlace entre la M-607 y la M-40 para permitir la adecuada conexión a la M-607 remodelada y a la nueva vía colectora descrita en el punto anterior (zona 4 del croquis).

#### [1.7.6] Estudio de Tráfico

El objetivo del estudio de tráfico es analizar el impacto de la remodelación del Nudo de Fuencarral sobre el tráfico, así como en las principales vías que lo componen: M-40, M-607 y M-603. Y validar las alternativas constructivas propuestas para unir la M-607 con la M-603. Para ello se ha considerado tanto la nueva oferta de viario; como las nuevas demandas debidas al desarrollo de Madrid Nuevo Norte, al sur del ámbito, y al crecimiento del volumen de vehículos en la situación futura.

Para la modelización de la situación actual se parte de la caracterización de la oferta del entorno urbano y de la demanda de transporte actual (tanto público como privado) mediante el uso de las publicaciones disponibles del Mapa de Carreteras, de la Comunidad de Madrid y del Ayuntamiento de Madrid; así como de datos de campo realizados en el ámbito. De estos datos se obtuvieron las dos horas punta:

- Hora Punta de la Mañana (HPM): de 8:00 a 9:00 de la mañana.
- Hora Punta de la Tarde (HPT): de 18:00 a 19:00 de la tarde.

Una vez obtenido el modelo ajustado de la situación actual, se procedió a modelizar la situación futura. Para ello se parte de la caracterización de los nuevos usos del desarrollo de Madrid Nuevo Norte (principalmente residencial y terciario), de la nueva oferta de transporte público y de los viarios propuestos. Por otra parte, para determinar la distribución espacial de los viajes generados y atraídos por el nuevo desarrollo, se han empleado los datos de movilidad de la EDM2018. En total se han considerado 3 años de situación futura: año de puesta en servicio (2029), año horizonte (2049) y año horizonte para nudos (2059).

Tras la generación del modelo macro se ha procedido a determinar el impacto sobre el tráfico del nuevo viario. Dada la complejidad del ámbito, considerando el elevado número de elementos que conforman el viario y de los 56 escenarios generados por la combinación de alternativas constructivas, se ha procedido en dos etapas:

- La primera busca validar la viabilidad del trazado futuro, analizando para ello todos los elementos del viario que caracterizan el ámbito y que son comunes a todas las alternativas constructivas planteadas. En concreto se han analizado un total de 28 elementos entre convergencias, confluencias, divergencias, bifurcaciones y trenzados; todos ellos con los criterios establecidos por el HCM. Los resultados obtenidos muestran que con la configuración propuesta se alcanzan niveles de servicio aceptables, validando así el trazado.

	HPM				HPT			
	SA	2029	2049	2059	SA	2029	2049	2059
P1-Confluencia	No	No	No	No	No	No	No	No
P2-Divergencia	C	C	C	C	C	C	D	D
P3-Divergencia	B	B	B	B	B	B	B	B
P4-Confluencia	No	No	No	No	No	No	No	No
P5-Divergencia	A	A	A	A	B	B	B	B
P6-Divergencia	C	C	C	C	C	B	C	C
P7-Divergencia	B	B	B	B	B	B	B	B
P8-Confluencia	Si	Si	Si	Si	Si	No	No	No
P9-Convergencia	B	A	A	A	B	A	A	A
P10-Divergencia	F	D	D	D	C	B	C	C
P11-Divergencia	C	C	C	C	B	B	B	B
P12-Convergencia	B	C	C	C	C	D	D	D
P13-Divergencia	F	E	E	E	F	F	F	F
P14-Bifurcación	C	C	C	C	C	C	D	D
No P15-Confluencia	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si
P16-Convergencia	C	C	D	D	C	C	D	D
P17-Bifurcación	C	C	C	C	B	B	B	B
P18-Divergencia	A	A	A	A	A	B	B	B
P19-Divergencia	B	B	C	C	B	D	D	D
P20-Trenzado	B	B	B	B	B	C	C	C
P21-Convergencia	C	C	C	C	C	C	C	C
P22-Convergencia	C	C	C	C	C	B	C	C
P23-Divergencia	F	F	F	F	F	F	F	F
P24-Divergencia	-	A	A	A	-	A	A	A
P25-Divergencia	-	B	B	B	-	B	C	C
P26-Confluencia	-	No	No	No	-	No	No	No
P27-Confluencia	-	No	No	No	-	No	No	No
P28-Convergencia	-	B	B	B	-	A	B	B

Tabla 18. Resultados de los elementos analizados

- La segunda etapa busca validar la viabilidad de las alternativas constructivas propuestas en el nudo de la M-603 con la M-607. En total se han analizado 3 alternativas en la conexión entre la M-607 y la M-603 y otras 3 alternativas en la calle Monasterio de Arlanza. La combinación de estas alternativas da un total de 9 escenarios que se estudiaron mediante un modelo micro con ayuda de la herramienta Aimsun Next, en su versión 2022. En concreto para esta etapa se valoraron las intersecciones y tramos mediante los criterios de demora, densidad y velocidad de flujo libre especificados por el HCM.

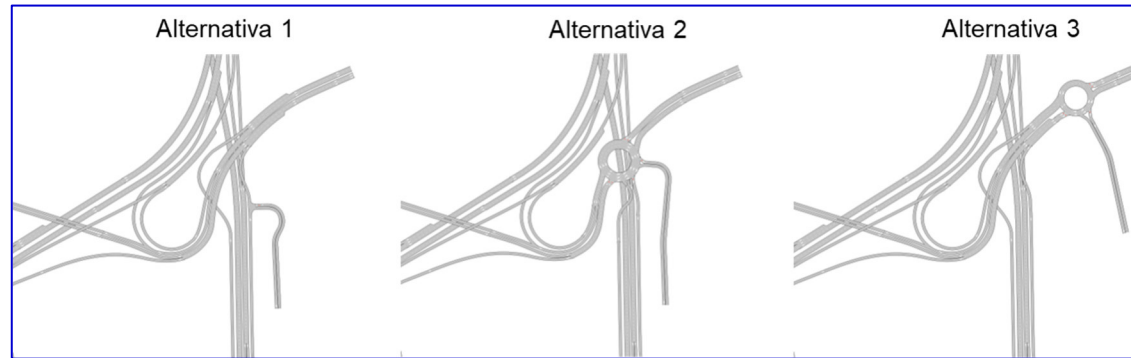


Imagen 12. Alternativas constructivas del nudo de la M-603 con la M-607

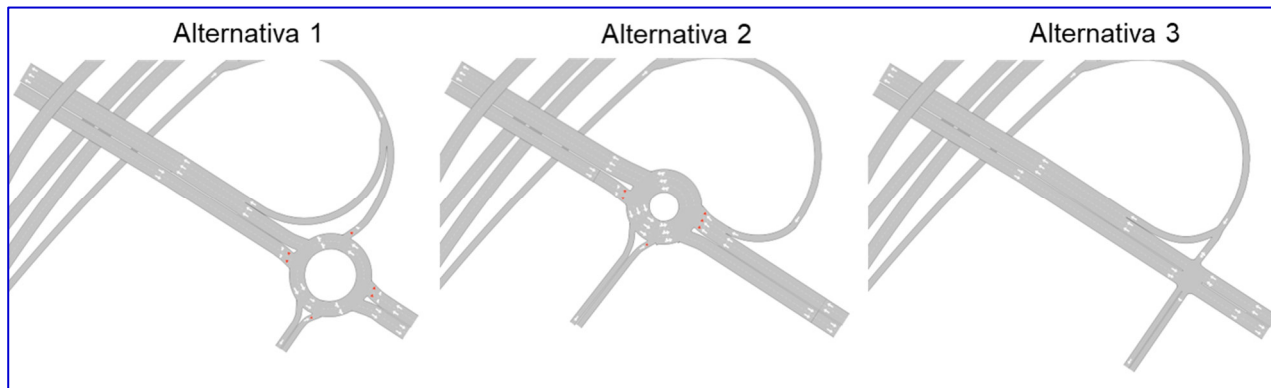


Imagen 13. Alternativas constructivas de la calle Monasterio de Arlanza

Los resultados de las microsimulaciones descartan el empleo de la alternativa 2 en la conexión entre la M-607 y la M-603 debido a las retenciones que se generan durante la HPM en la salida de Madrid Nuevo Norte, llegando a niveles F debido a las demoras. Tanto la alternativa 1 como la alternativa 3 muestran niveles de servicio aceptables, de lo que se deduce que ambas son viables desde la perspectiva del tráfico. Por su parte, las 3 alternativas de la calle Monasterio de Arlanza muestran resultados aceptables, recomendándose las alternativas 1 o 2 (niveles A y B) frente a la alternativa 3 (niveles C y D).

Con todo, se concluye que la alternativa constructiva 2 en la conexión de la M-607 con la M-603 no es viable. El resto de las alternativas, así como la combinación entre estas, generan niveles de servicio aceptables; de lo que se deduce que los trazados propuestos son viables y cuentan con capacidad suficiente para absorber los tráfico estimados.

#### [1.7.7] Estudio de Trazado Geométrico

El estudio geométrico del trazado de las actuaciones contempladas está incluido en el anejo nº 9 de este Anteproyecto.

Las actuaciones objeto del anteproyecto están enfocadas a la mejora de la funcionalidad de los enlaces de la M-607 con la M-40 y la M-603 y la adecuación de nuevas conexiones al viario previsto en el desarrollo Madrid Nuevo Norte.

El trazado proyectado para estas actuaciones toma como base el previsto en el documento de Modificación Puntual del PGOUM 1997, principal antecedente técnico del presente documento.

La categoría asignada a los viales principales (M-607, M-603 y conexiones con el futuro vial principal de Madrid Nuevo Norte al sur del enlace con la M-603) es de carretera multicarril del Grupo 3. Por su

parte, el vial de conexión desde la calzada oeste de la M-607 y que con el nuevo vial de Madrid Nuevo Norte tendrá la consideración de vías colectoras unidireccionales, mientras que el resto de viales se considerarán como ramales unidireccionales.

Se ha considerado una velocidad de proyecto de 80 km/h para la M-607. En el vial de conexión con el nuevo desarrollo de Madrid Nuevo Norte se ha considerado velocidad de proyecto de 60 km/h, apropiada teniendo en cuenta que dicha conexión finalizará en una futura glorieta prevista en el vial principal de prolongación de la c/Antonio de Cabezón (esta glorieta queda fuera del ámbito del presente anteproyecto). Por su parte, en la M-603 se ha considerado una velocidad de proyecto de 40 km/h, condicionada tanto por la cercanía al enlace con la M-607 como por la limitación de espacio impuesta en las inmediaciones de dicho enlace. No obstante, el diseño del trazado en este vial se realizará de forma que se mejoren los estándares geométricos de la conexión actual, uno de los puntos más problemáticos del enlace existente.

Para la vía colectora que aglutina las conexiones de M-40 y de calzada oeste de la M-607 con el nuevo vial principal de Madrid Nuevo Norte se ha considerado una velocidad de proyecto de 50 km/h. En este caso el principal condicionante para tal consideración son las limitaciones que previsiblemente habrá que adoptar en la rasante de dicho vial en el tramo subterráneo, ya que habrá de salvar el cruce bajo la línea ferroviaria que va hacia la estación de Pitis. En el ramal de salida desde la calzada sur de la M-40 en la aproximación desde el oeste al enlace con la M-607, se ha considerado una velocidad de proyecto de 60 km/h, adecuada teniendo en cuenta que es un ramal de salida directo desde la M-40. Por último, el ramal que sale de la M-607 en sentido Colmenar Viejo y posteriormente aglutina el ramal directo de salida de la M-603 y las conexiones procedentes del nuevo vial de Madrid Nuevo Norte se considera una velocidad de proyecto de 50 km/h, ya que al igual que el caso de la vía colectora paralela a la M-607, su rasante estará muy condicionada por los numerosos cruces que tiene que efectuar.

Para el resto de los ramales unidireccionales que completan la actuación se han considerado velocidades de proyecto variables entre 30 y 50 km/h, calibrada en función de la disponibilidad de espacio y de la velocidad de las vías principales a las que dan continuidad.

Se ha procedido a realizar un tanteo de tres alternativas (denominadas alternativas 1, 2 y 3), diferenciadas básicamente en la forma de resolver la conexión de los viales laterales procedentes de Madrid Nuevo Norte y del acceso a las instalaciones de ADIF en el entorno de la confluencia con la M-603. La solución para las conexiones de la M-607 con la M-603 y la conexión con el tronco central de Madrid Nuevo Norte son similares geométrica y funcionalmente en todas las alternativas, ya que las restricciones marcadas por los distintos condicionantes no permitían contemplar variantes muy distintas a las soluciones genéricas planteadas.

Por otra parte, se han estudiado dos alternativas de rasante para la vía colectora en sentido Madrid Nuevo Norte, diferenciadas en cuanto a la longitud prevista para la formación de túnel “en mina” en el tramo de menor cota. En una primera alternativa de rasante (denominada A) se ha minimizado la longitud de túnel, exclusivamente para el cruce bajo la línea ferroviaria de cercanías. En la denominada alternativa B se ha propuesto una rasante que posibilita el cruce con túnel en mina tanto bajo la línea ferroviaria antes reseñada como bajo la carretera M-607. Así, en esta segunda alternativa de rasante para la vía colectora se evita la afección a la circulación de la M-607 con las obras de paso bajo la misma, a costa de prever una mayor longitud de estructura subterránea.

La alternativa más adecuada para resolver la problemática del entorno de la conexión con la M-603 es la denominada como **alternativa 3**, ya que permite que la conexión de M-607 con M-603 tenga un nodo de cambio de sentido con una nueva glorieta de forma que todas las interconexiones de la M-607 con Madrid Nuevo Norte se puedan efectuar con un menor recorrido, y que el vial de acceso a las instalaciones de ADIF tenga mayores posibilidades de conexión con el resto de viales. La nueva glorieta responde también de forma más apropiada al enfoque más urbano de la M-603 en el entorno

de actuación, complementándose con la glorieta existente en el enlace con la M-40 situada al este del ámbito.

Respecto a la alternativa de rasante para la vía colectora sentido Madrid Nuevo Norte se ha determinado como la más adecuada la denominada **alternativa B**, ya que minimiza el impacto sobre el entorno y permite el mantenimiento del tráfico en la M-607.

En el siguiente listado se resumen los ejes contemplados en el trazado de la solución elegida en el Anteproyecto, que son desarrollados en el Anejo del Estudio de trazado geométrico.

Denominación	Longitud eje (m)	Pk inicio actuación	Pk final actuación	Vp (km/h)
Elementos comunes y particulares de Alternativas 1 y 3				
Remodelación de la M-607	1639,053	0	1639,053	80
Remodelación de la M-603	516,464	75	485,000	40
Vía colectora en sentido Colmenar Viejo	973,218	0,000	973,218	50
Vía colectora M-607 – Tronco principal Madrid Nuevo Norte	1144,59	0,000	1144,589	50
Ramales Conexión con la M-603				
Ramal de M-603 a M.N.N. Alternativas 1 y 3	466,027	0	466,027	40 (0-200) 50 (200-f)
Ramal de M.N.N. a M-603 Alternativas 1 y 3	400,135	0	400,135	40
Ramal de M-603 a vía colectora sentido Colmenar Viejo	168,187	0	168,187	40
Ramal de M-603 a M-607 sentido Colmenar Viejo	250,149	0	250,149	40
Ramal de M-607 a M-603 sentido Alcobendas	177,044	0	177,044	50
Conexiones M-607 con vial principal de Madrid Nuevo Norte				
Ramal de M.N.N a M-607 sentido Colmenar Viejo	342,21	0	342,210	40
Ramal de M.N.N. a vía colectora sentido Colmenar Viejo	415,552	0	415,552	40
Conexiones de M-607 con M-40				
Ramal de calzada norte M-40 a vía colectora sentido Madrid	556,179	0	556,179	40
Ramal de calzada norte M-40 a M-607 sentido Madrid	359,633	0	359,633	50 (0-220) 60 (220-f)
Ramal de calzada sur M-40 a M-607	1284,074	0	1284,074	60
Ramal de calzada sur M-40 a vía colectora sentido Madrid	339,041	0	339,041	50
Viales de adaptación de conexiones con la red viaria prevista M.N.N.				
Transición a eje mediana M.N.N.	355,833	0	355,833	60
Transición a carril exterior oeste M.N.N.	239,86	0	213,119	50
Transición a carril exterior este M.N.N.	244,959	31,537	244,959	50
Elementos particulares de Alternativa 3				
Nueva glorieta M-603 Alternativa 3	100,531	0	100,531	0
Acceso a instalaciones ferroviarias Alternativa 3	200,39	0	200,390	40

Tabla 19. Ejes contemplados en el trazado de la solución elegida

### [1.7.8] Drenaje

En el presente apartado se definen a nivel de Anteproyecto las medidas necesarias para asegurar un eficaz comportamiento a afectos de desagüe superficial en la remodelación del Nudo de Fuencarral.

Para el análisis de drenaje transversal y longitudinal se ha tenido en cuenta la Norma 5.2.-IC. Drenaje Superficial (Orden FOM/298/2016) modificada por la Orden FOM/185/2017 y ésta actualizada por la Resolución de 26 de marzo de 2018 por la Dirección General de Carreteras.

#### [1.7.8.1] Drenaje transversal

Las actuaciones previstas en la remodelación del Nudo de Fuencarral no suponen un obstáculo al drenaje de las cuencas existentes, ya que se realiza una ampliación de las calzadas de la actual autovía M-607 y de sus ramales y, por tanto, se prolongarán las obras de drenaje actuales.

La ampliación de las obras de drenaje transversal se realizará manteniendo las dimensiones y pendientes de las actuales obras para no afectar al tráfico de la autovía. M-607. No existe constancia de que existan problemas actualmente de inundaciones en los laterales de la autovía, cuando se producen las lluvias de mayor intensidad.

El drenaje transversal ha sido analizado para un periodo de retorno de 100 años.

En el siguiente cuadro se resumen las obras existentes y los caudales que llegan a las mismas.

ODT	TIPO	Cuenca	Q100 (m³/s)
ODT_1	Tubo 1600mm	C1	0.24
ODT_2	Tubo 1400mm	C2	0.22

Tabla 20. Obras existentes

Se incluye a continuación un cuadro resumen con las características básicas del comportamiento hidráulico de las dos obras de drenaje transversal analizadas.

Siendo:

Q 100: Caudal a desaguar por la obra para un período de retorno de 100 años.

He: Calado en el cauce a la entrada de la obra.

Ys: Calado a la salida.

Ycrítico: Calado crítico.

Vs: Velocidad a la salida

Nombre	Tipo de Obra	φ (m)	Long. (m)	Pendiente (%)	Q100 (m³/s)	n Manning	He (m)	Control	Ys (m)	Y crítico (m)	Vs (m/s)
ODT_1	Tubo	1.60	60.40	3.00	0.240	0.016	0.32	Entrada	0.16	0.24	2.36
ODT_2	Tubo	1.40	38.47	1.50	0.220	0.016	0.32	Entrada	0.19	0.24	1.82

Tabla 21. Tabla resumen características de ODT's



#### [1.7.8.2] Drenaje longitudinal

Dada la escala de trabajo asociada a la presente fase de Anteproyecto se ha tratado de simplificar el drenaje longitudinal identificando las subcuencas que cortan a la traza y que por drenaje longitudinal vierten a obras de drenaje transversal proyectadas en subcuencas principales, de manera que incrementan el caudal de proyecto en estas ODT y tenerlo en cuenta para su comprobación hidráulica.

En el Anejo nº 11. Drenaje, se ha incluido un predimensionamiento de las capacidades y velocidades de las cunetas y otros elementos de drenaje, suponiendo:

- Calado de 0.30m y una velocidad máxima de 6m/s.
- Calado de 0.50m y una velocidad máxima de 6m/s.

##### [1.7.8.2.1] Dimensionamiento de la red de drenaje pasos inferiores

Para poder conocer los caudales que circulan por las plataformas de los pasos inferiores y se quedan sin una posible evacuación en los puntos bajos, se ha modelizado la red previamente mediante la aplicación Storm and Sanitary Analysis, de Autodesk (SSA).

En el Apéndice 2 del Anejo nº 11. Drenaje, se incluyen las salidas de la modelización realizada.

#### [1.7.8.3] Drenaje de puntos bajos sin salida. Estaciones de bombeo

Por las características de la obra y la imposibilidad de desaguar por gravedad, resulta necesario diseñar una estación de bombeo en el punto bajo de trazado generado en el interior del nuevo túnel que comunicará la M-607 con Madrid Nuevo Norte, tras realizar la Remodelación del Nudo de Fuencarral.

La estación de bombeo tendrá capacidad suficiente para laminar e impulsar el caudal de avenida para un periodo de retorno de 50 años para aguas pluviales.

En el Anejo nº 11. Drenaje se indica cómo funcionarán las bombas y de qué elementos están compuestas.

##### [1.7.8.3.1] Ubicación y análisis del sistema de bombeo

Dada las numerosas limitaciones que existen para diseñar el nuevo trazado de la Remodelación del Nudo de Fuencarral, ha sido inevitable disponer los puntos bajos de trazado en el interior de los nuevos pasos inferiores y túneles que forman parte del Nudo de Fuencarral. Esta situación siempre se intenta evitar cuando se diseña un nuevo trazado, pero dadas las características del presente Anteproyecto ocurre en los ramales que se mencionan más adelante.

Tras analizar las posibilidades del diseño del drenaje longitudinal de la Remodelación del Nudo de Fuencarral, se ha podido comprobar que mediante colectores que circulan por gravedad se puede evacuar el agua que alcanza los puntos bajos sin salida de los distintos pasos inferiores. El diseño de esos colectores irá dirigido hacia el túnel, el cual también tiene un punto bajo sin salida y que por gravedad será imposible evacuar.

Al llevar toda el agua hacia este punto bajo en el interior del túnel, se consigue unificar en un único punto la necesidad de disposición una estación de bombeo.

En el Anejo nº 11. Drenaje, se describen los ramales que han quedado con un punto bajo en el interior del paso inferior. En este apartado pasan a enumerarse:

- Ramal de Colmenar Viejo M-607 a Madrid Nuevo Norte:
- Ramal Madrid Nuevo Norte a Colmenar Viejo M-607
- Ramal Madrid Nuevo Norte a M-40 Este y M-40 Oeste
- Ramal de Alcobendas M-603 a Madrid Nuevo Norte

El caudal máximo afluente a la cántara de la estación de bombeo es de 246.30 l/s. Este caudal es el obtenido para un periodo de retorno de 50 años.

A la vista del caudal punta afluente, y teniendo en cuenta que la cámara de rotura puede desaguar al sistema de saneamiento existente aproximadamente 120m aguas abajo de ésta, se ha previsto una cántara de 22.5 m<sup>2</sup> y un sistema de bombeo formado por 3 bombas en configuración 2+1 con capacidad de desaguar 82.1 l/s por bomba. Igualmente está previsto un doble sistema eléctrico, para evitar cualquier problema de suministro eléctrico al sistema.

En la siguiente tabla se muestran los datos empleados en la modelización hidrológica-hidráulica de esta estación de bombeo.

Q máx	246.3 l/s
2/3 Qmáx	164.2 l/s
Configuración 2+1	164.2 l/s
Q / bomba	82.1 l/s
Q / bomba	295.56 m <sup>3</sup> /h
P / bomba	42.34 kW
Hgeo	19.5 m
Pérdidas	0.20 adi
H perdidas	3.9 m
H manométricas	23.4 m
Superf. Cántara	22.50 m <sup>2</sup>

Tabla 22. Datos caracterización sistema bombeo

En la siguiente gráfica se muestra la curva de la bomba seleccionada.

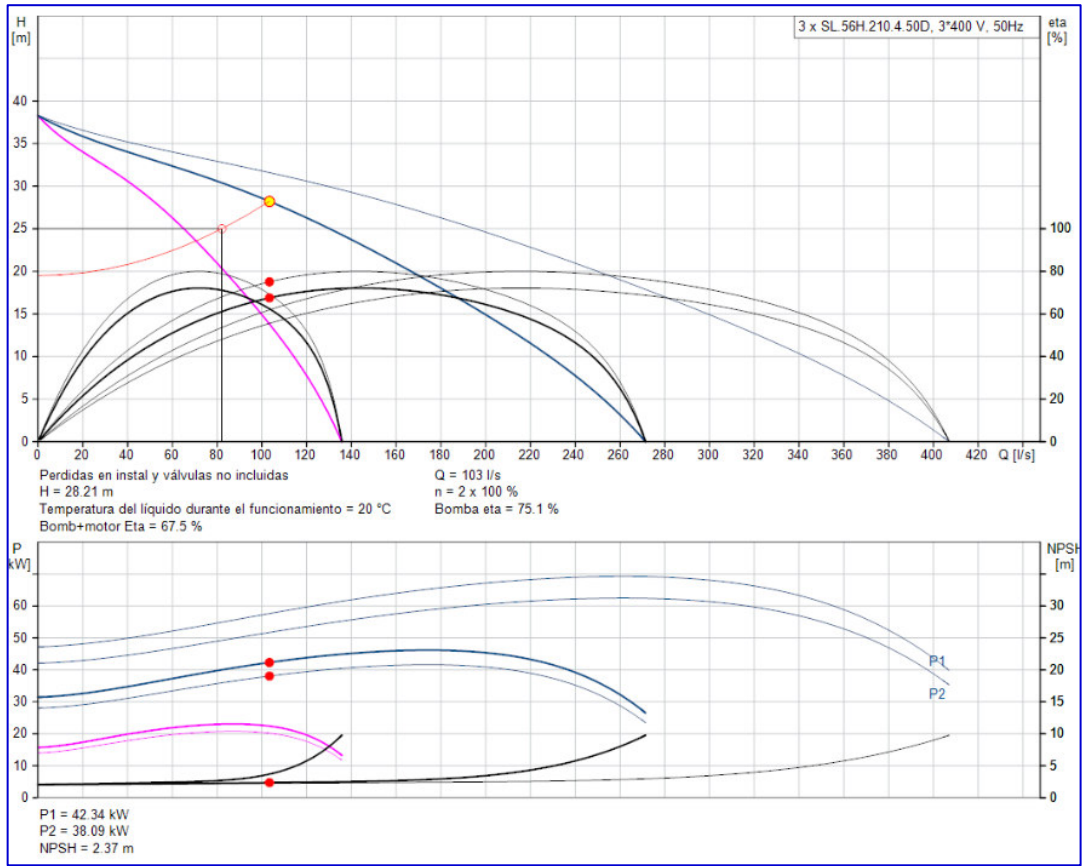


Imagen 14. Curva bomba

### [1.7.9] Secciones tipo y firmes

En el Anejo nº10: Estudio de Firmes y Pavimentos se señalan los criterios adoptados para el cálculo estructural de la sección tipo de firme considerada en el presente anteproyecto. A continuación, se resumen los aspectos más relevantes del trabajo realizado.

#### [1.7.9.1] Categorías de tráfico

Atendiendo a la Norma 6.1.-IC y al análisis realizado en el Anejo nº 7 de Estudio de Tráfico, en el que se fija la intensidad media diaria de vehículo pesados (IMDp) que se prevé para el carril de proyecto en el año de puesta en servicio (estimado en 2029), se lleva a cabo la prognosis de tráfico para la categorización de los tráficos del año de puesta en servicio para las vías y enlaces proyectados en la remodelación:

ID	Tramo	IMD	IMD <sub>P</sub>	Categoría Tráfico	Categoría Tráfico adoptada
3317	M-607 - Cont M607 o (Hosp Psiquiatrico/Universidad Autónoma de Madrid)	68.699	6.897	T00	T00
6294	De M-603 a M-607	9.963	1.000	T1	T1
65184	Carretera Colmenar Viejo	11.907	1.195	T1	T1
85822	De M-607 a Montecarmelo y c/Monasterio de Arlanza Este	9.291	933	T1	T1

ID	Tramo	IMD	IMD <sub>P</sub>	Categoría Tráfico	Categoría Tráfico adoptada
85823	De M-607 a Montecarmelo	829	83	T32	T1
173072	De MNN/ M-607 a M-40	29.978	3.010	T0	T0
173083	De MNN/ M-607 a M-40 Este	23.443	2.354	T0	T0
173097	De Colmenar Viejo a Madrid M-607	36.760	3.691	T0	T0
183720	De Colmenar Viejo a Madrid M-607 (Antes de M40)	74.915	7.521	T00	T00
417681	De MNN/ M-607 a M-40 Oeste	6.535	656	T2	T2
434385	Ramal de salida M-40 Oeste	8.594	863	T1	T1
434387	De M-40 Oeste a Madrid M-607	5.277	530	T2	T2
434388	De M-40 a M-607	6.662	669	T2	T2
434390	De M-40 Este a MNN	3.536	355	T2	T2
434392	De M-40 Este a Madrid M-607	1.385	139	T31	T1
434393	De M-40 Este a Madrid M-607	1.385	139	T31	T1
434394	Bifurcación de M-40 Oeste a MNN	3.318	333	T2	T1
434397	Acceso MNN	15.152	1.521	T1	T1
434401	De M-607 Sur a M-603	7.423	745	T2	T2
434403	De M-607 Norte a M-603	6.168	619	T2	T2
434404	De M-603 a M-607 Norte	143	14	T42	T2
434405	De M-603 a M-40	4.286	430	T2	T2
434411	De MNN a M-607	9.978	1.002	T1	T1
434413	De MNN a M-40	14.734	1.479	T1	T1
434414	M-603	13.591	1.365	T1	T1
434417	C/ Monasterio de Arlanza	16.156	1.622	T1	T1
434444	De MNN a M-603	4.528	455	T2	T2
434445	De M-603 a MNN	4.279	430	T2	T2
434449	Desde MNN a bifurcación norte	24.712	2.481	T0	T0
434454	Glorieta C/ Monasterio de Arlanza	17.163	1.723	T1	T1

Tabla 23. Categoría del tráfico obtenida en el estudio de tráfico y adoptada para el dimensionamiento de firmes

La categoría de tráfico adoptada final agrupa ramales con similares categorías de tráfico homogeneizando las tipologías de firme proyectadas y optimizando secciones dentro de un enlace sin incurrir en sobredimensionamientos excesivos.

Por otro lado, se ha considerado también el factor de la economía de escala en la construcción, así como la relativa incertidumbre que origina la utilización de datos de encuesta y aforos puntuales en la evolución futura del tráfico. Para aquellos casos en los que existe un número reducido de ramales que dispongan de categorías de tráfico inferiores a la del resto de los ramales que conforman el enlace, se ha adoptado una única solución estructural de firme en todo el enlace.

#### [1.7.9.1.1] Explanada

La elección de una configuración determinada de explanada debe basarse en criterios técnicos y económicos, tales como la tipología de suelo de la explanación o de la obra de tierra subyacente,

características y espesores de los materiales disponibles, calidad del sustrato y mínimo coste del conjunto firme – explanada.

En el caso concreto del presente Anteproyecto Remodelación del Nudo de Fuencarral se dispone de datos geotécnicos para categorizar el sustrato subyacente al discurrir el trazado bien afectando a los niveles de relleno, consecuencia de la fuerte antropización de la zona, o bien directamente sobre el sustrato típico de esta zona de Madrid. De este modo, si el fondo de excavación se realiza sobre rellenos antrópicos se encontrará la presencia de suelos inadecuados, mientras que, si la excavación se realiza sobre el sustrato, se localizan suelos tolerables. El espesor medio de relleno es de 0.2-8 m, a excepción de donde se ubiquen instalaciones o infraestructuras.

De las características prescritas para los materiales constitutivos de la explanada por el PG-3/75 para estos materiales se extraen las siguientes conclusiones:

- La peculiar geomorfología de la zona, caracterizada por el predominio de los terrenos llanos condicionan el trazado de la actuación, prevaleciendo a lo largo de la misma las secciones en terraplén y desmontes en las proximidades de las secciones en túnel. En este sentido, se hace preciso recurrir a materiales procedentes de préstamos si el material resultante de la excavación no fuera aprovechable.
- El sustrato presente en la traza se clasifica como suelo tolerable. Se considera que, de resultar la traza sobre rellenos antrópicos de poca entidad, se procedería a la excavación de estos, resultando así el cimiento de categoría tolerable.
- Para las secciones con categoría de tráfico pesado T0, se exige una tipología de explanada E3, según el Catálogo de Secciones de Firme de la Norma 6.1.-IC.
- Igualmente, a efectos de la definición de las secciones de firme se unificarán las explanadas por su categoría, de tal manera que no haya tramos diferenciados en el proyecto de menos de 500. Por esta razón, se proyecta para los ramales de enlace una explanada tipo E3, con módulo de compresibilidad en el segundo ciclo de carga (EV2)  $\geq 300$  MPa.

El epígrafe 5 de la ya referida Norma 6.1.-IC, establece la utilización preferente para la capa superior de las explanadas, por razones de durabilidad y uniformidad de la capacidad estructural, de suelos estabilizados in situ frente a una eventual aportación de suelos sin tratar de mejores características. De esta forma, se adopta de forma general una configuración formada por **30 cm de suelo estabilizado in situ S-EST3 sobre otros 50 cm de Suelo Adecuado**. Sobre la capa estabilizada deberá ejecutarse el correspondiente riego de curado.

Explanada	Tipo de cemento	Materiales de la explanada						
		0	1	2	3	S-EST1	S-EST2	S-EST3
E3	0		50					30

Tabla 24. Configuraciones de explanada

#### [1.7.9.1.2] Elección sección tipo más adecuada

De acuerdo a la figura 2.1 de la Norma 6.1-IC las secciones de firme analizadas para efectuar la comparación son las siguientes:

Categoría	Sección Tipo
T00	0031
	0032
T0	031
	032
T1	131
	132
T2	231
	232

Tabla 25. Secciones tipo analizadas en esta fase de Anteproyecto

Del análisis técnico realizado, dado que el empleo de suelo-cemento en la base del firme constituye una mayor afinidad con el material de la capa superior de la explanada, formada por el suelo estabilizado in situ con cemento, con rigideces similares y debido a la elevada categoría de tráfico pesado, así como las características climáticas de la zona y la propia morfología llana de la zona de actuación, se justifica la elección del suelo-cemento en la capa de subbase.

Categoría	Sección Tipo
T00	0032
T0	032
T1	132
T2	232

Tabla 26. Secciones tipo proyectadas en esta fase de Anteproyecto

#### [1.7.9.1.3] Sección tipo de firme

##### a) Viales con categoría de tráfico T00

Se ha elegido la sección estructural tipo 0032 del catálogo contenido en el apartado 6.1, compuesta por 25 cm de mezclas bituminosas y 30 cm de suelo-cemento (capa tratada con cemento que deberá prefisurarse con espaciamientos de 3 a 4 m, de acuerdo con el artículo 513 del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales, PG-3).

El espesor total de mezcla bituminosa se subdivide a su vez en las siguientes capas:

- 3.0 cm de mezcla bituminosa discontinua en caliente tipo BBTM11B, constituyendo la capa de rodadura.
- 7.0 cm de mezcla bituminosa semidensa tipo AC 22 bin S, en la capa intermedia.
- 15.0 cm de mezcla bituminosa gruesa tipo AC 32 base G, como base bituminosa.



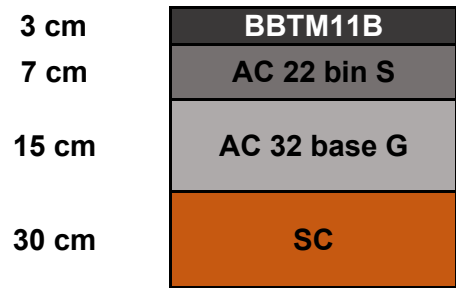


Imagen 15. Sección tipo de firme tipo 0032

b) Viales con categoría de tráfico T0

Se ha elegido la sección estructural tipo 032 del catálogo contenido en el apartado 6.1, compuesta por 20 cm de mezclas bituminosas y 25 cm de suelo-cemento.

El espesor total de mezcla bituminosa se subdivide a su vez en las siguientes capas:

- 3.0 cm de mezcla bituminosa discontinua en caliente tipo BBTM11B, constituyendo la capa de rodadura.
- 7.0 cm de mezcla bituminosa semidensa tipo AC 22 bin S, en la capa intermedia.
- 10.0 cm de mezcla bituminosa gruesa tipo AC 32 base G, como base bituminosa.

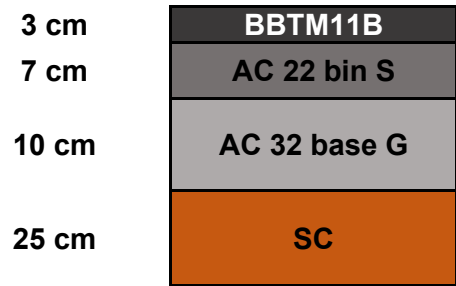


Imagen 16. Sección tipo de firme tipo 032

c) Viales con categoría de tráfico T1

Se ha elegido la sección estructural tipo 132 del catálogo contenido en el apartado 6.1, compuesta por 20 cm de mezclas bituminosas y 20 cm de suelo-cemento.

El espesor total de mezcla bituminosa se subdivide a su vez en las siguientes capas:

- 3.0 cm de mezcla bituminosa discontinua en caliente tipo BBTM11B, constituyendo la capa de rodadura.
- 7.0 cm de mezcla bituminosa semidensa tipo AC 22 bin S, en la capa intermedia.
- 10.0 cm de mezcla bituminosa gruesa tipo AC 32 base G, como base bituminosa.

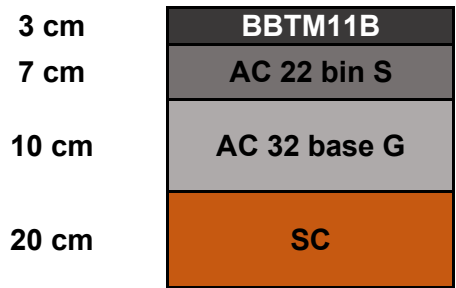


Imagen 17. Sección tipo de firme tipo 132

d) Viales con categoría de tráfico T2

Se ha elegido la sección estructural tipo 232 del catálogo contenido en el apartado 6.1, compuesta por 15 cm de mezclas bituminosas y 20 cm de suelo-cemento.

El espesor total de mezcla bituminosa se subdivide a su vez en las siguientes capas:

- 5.0 cm de mezcla bituminosa semidensa AC 16 surf S, constituyendo la capa de rodadura.
- 10.0 cm de mezcla bituminosa semidensa tipo AC 22 bin S, como base bituminosa.

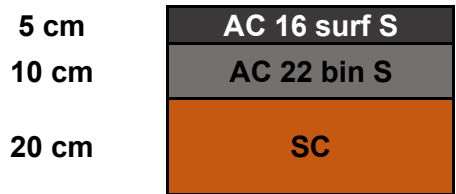


Imagen 18. Sección tipo de firme tipo 232

Tramo	Categoría Tráfico	Sección Tipo de Firme	AC 16 Surf S	BBTM 11B	AC 22 Bin S	AC 32 Base G	SC
M-607 - Cont M607 o (Hosp Psiquiatrico/Universidad Autónoma de Madrid)	T00	0032	0	3	7	15	30
De M-603 a M-607	T1	132	0	3	7	10	20
Carretera Colmenar Viejo	T1	132	0	3	7	10	20
De M-607 a Montecarmelo y c/Monasterio de Arlanza Este	T1	132	0	3	7	10	20
De M-607 a Montecarmelo	T1	132	0	3	7	10	20
De MNN/ M-607 a M-40	T0	032	0	3	7	10	25
De MNN/ M-607 a M-40 Este	T0	032	0	3	7	10	25
De Colmenar Viejo a Madrid M-607	T0	032	0	3	7	10	25
De Colmenar Viejo a Madrid M-607 (Antes de M40)	T00	0032	0	3	7	15	30
De MNN/ M-607 a M-40 Oeste	T2	232	5	0	7	0	20
Ramal de salida M-40 Oeste	T1	132	0	3	7	10	20
De M-40 Oeste a Madrid M-607	T2	232	5	0	7	0	20
De M-40 a M-607	T2	232	5	0	7	0	20
De M-40 Este a MNN	T2	232	5	0	7	0	20

Tramo	Categoría Tráfico	Sección Tipo de Firme	AC 16 Surf S	BBTM 11B	AC 22 Bin S	AC 32 Base G	SC
De M-40 Este a Madrid M-607	T1	132	0	3	7	10	20
De M-40 Este a Madrid M-607	T1	132	0	3	7	10	20
Bifurcación de M-40 Oeste a MNN	T1	132	0	3	7	10	20
Acceso MNN	T1	132	0	3	7	10	20
De M-607 Sur a M-603	T2	232	5	0	7	0	20
De M-607 Norte a M-603	T2	232	5	0	7	0	20
De M-603 a M-607 Norte	T2	232	5	0	7	0	20
De M-603 a M-40	T2	232	5	0	7	0	20
De MNN a M-607	T1	132	0	3	7	10	20
De MNN a M-40	T1	132	0	3	7	10	20
M-603	T1	132	0	3	7	10	20
C/ Monasterio de Arlanza	T1	132	0	3	7	10	20
De MNN a M-603	T2	232	5	0	7	0	20
De M-603 a MNN	T2	232	5	0	7	0	20
Desde MNN a bifurcación norte	T0	032	0	3	7	10	25
Glorieta C/ Monasterio de Arlanza	T1	132	0	3	7	10	20

Tabla 27. Secciones tipo de firme proyectadas por eje

[1.7.10] Estructuras

En cada una de las alternativas planteadas en el Anteproyecto objeto de presente estudio han sido consideradas una serie de estructuras que han sido clasificadas de la siguiente manera:

- Falsos túneles.
- Pasos inferiores de reposición.
- Pasos superiores.
- Pasos inferiores.
- Pasos inferiores enterrados.
- Pasarelas peatonales.
- Muros de contención.

Las siguientes tablas muestran el resumen de las estructuras propuestas atendiendo a la clasificación anterior con indicación de sus principales características, así como las alternativas donde se encuentran presentes.

[1.7.10.1] Falsos túneles

Nombre	Muros	Dinteles	Estampidores	Losa de fondo	Alter.
--------	-------	----------	--------------	---------------	--------

Norte L=277+39 m	Pantallas de hormigón (e=1.00 m)	Losa maciza e=080 m Losa aligerada e=1.00 m Losa aligerada e=1.20 m	Puntales Losa maciza e=0.40 m Losa maciza e=0.50 m Losa maciza e=0.60 m	Losa maciza e=0.50 Losa maciza e=0.80 m	1A 1B 2A 2B 3A 3B
Sur L=306 m	Pantallas de hormigón (e=1.00 m) Muros estribos	Losa maciza e=080 m Losa aligerada e=1.00 m Vigas prefabricadas doble T (losa) e=1.65 m Vigas prefabricadas doble T (pérgola) e=1.65 m	Arriostramientos metálicos Losa maciza e=0.40 m Losa maciza e=0.50 m	Losa maciza e=0.50 Losa maciza e=0.80 m Losa maciza e=1.00 m	1A 3A
Sur L=116 m	Pantallas de hormigón (e=1.00 m) Pantallas de hormigón ancladas (e=1.00 m)	Losa maciza e=080 m Losa aligerada e=1.00 m Losa aligerada e=1.40 m Losa maciza con lucernario e=1.40 m	Arriostramientos metálicos Losa maciza e=0.40 m Losa maciza e=0.50 m	Losa maciza e=0.50 Losa maciza e=0.80 m Losa maciza e=1.00 m	1B 3B
Sur L=338 m	Pantallas de hormigón (e=1.00 m) Muros estribos	Losa maciza e=080 m Losa aligerada e=1.00 m Vigas prefabricadas doble T (losa) e=1.65 m	Arriostramientos metálicos Losa maciza e=0.40 m Losa maciza e=0.50 m	Losa maciza e=0.50 Losa maciza e=0.80 m Losa maciza e=1.00 m	2A
Sur L=116 m	Pantallas de hormigón (e=1.00 m) Pantallas de hormigón ancladas (e=1.00 m)	Losa maciza e=080 m Losa aligerada e=1.00 m Losa aligerada e=1.40 m	Arriostramientos metálicos Losa maciza e=0.40 m Losa maciza e=0.50 m	Losa maciza e=0.50 Losa maciza e=0.80 m Losa maciza e=1.00 m	2B

Tabla 28. Relación de falsos túneles considerados en el Anteproyecto

[1.7.10.2] Pasos Inferiores de reposición

Nº	Obstáculo a salvar	Tipología propuesta	Luces (m)	Nº y Ancho tableros (m)	Estribos	Alternativas
E-1	Losa para Reposición del Canal de Isabel II sobre línea ferroviaria existente	Vigas prefabricadas doble T (2.00 +0.30 m) Isostático	31.50 m	1xvar (42.50 a 55.53 m)	Durmientes pilotados	1A 1B 2A 2B 3A 3B

Tabla 29. Relación de pasos inferiores de reposición considerados en el Anteproyecto

[1.7.10.3] Pasos Superiores

Nº	Obstáculo a salvar	Tipología propuesta	Luces (m)	Nº y Ancho tableros (m)	Estribos	Alternativas
E-2	Ramal de Madrid M-607 a M-40 Este y M-40 Oeste sobre Ramal de Colmenar Viejo M-607 a MNN	Cajón mixto de canto variable (1.30 a 2.30 m) Continuo	36.0+46.0+30.0	1x7.60 m	Cerrados	1A 1B 2A 2B 3A 3B
E-3	Ramal de Alcobendas M-603 a Colmenar Viejo M-607 sobre Ramal de Madrid M-607 a M-40 Este y Oeste	Losa postesada de canto constante (1.10 m) Continuo	12.5+23.65+17.0	1x7.60 m	Cerrados	1A 1B 2A 2B 3A 3B

Tabla 30. Relación de Pasos Superiores considerados en el Anteproyecto

[1.7.10.4] Pasos Inferiores

Nº	Obstáculo a salvar	Tipología propuesta	Luces (m)	Nº y Ancho tableros (m)	Estribos	Alternativas
E-5	Ampliación de paso inferior ferroviario existente en Ramal de Alcobendas M-603 a MNN	Vigas prefabricadas doble T (1.00 +0.25 m)	10.25+18.50+9.85	1x2.30 m	Durmientes	1A 1B 3A
		Isostático	10.78+18.93+7.59	1x5.63 m	Durmientes	3B
E-6	Vial conexión zona ferroviaria sobre línea ferroviaria existente	Vigas prefabricadas doble T (0.80+0.25 m) Isostático	13.00	1x9.60 m	Durmientes sobre muros de tierra armada	1A 2A 2B

Tabla 31. Relación de Pasos Inferiores considerados en el Anteproyecto

[1.7.10.5] Pasos Inferiores enterrados

Nº	Obstáculo a salvar	Tipología propuesta	Gálibos (m)	Longitud (m)	Alternativas
E-4	Ramal de Alcobendas M-603 a MNN bajo M-603	Marco in situ	10.00x6.05 m	49.70	1A 1B 3A
		Pórtico in situ	13.00x6.05 m	54.85	3B

Tabla 32. Relación de Pasos Inferiores enterrados considerados en el Anteproyecto

[1.7.10.6] Pasarelas peatonales

Nº	Obstáculo a salvar	Tipología propuesta	Luces (m)	Nº y Ancho tableros (m)	Estribos	Alternativas
P-1	Carril bici norte sobre M-607	Viga cajón prefabricada (1.30+0.20 m) Isostática	Rampa 1: 31.0+33.5 Rampa 2: 31.0+32.0+13.47 Rampa 3: 33.6+32.1+31.0 M-607: 16.53+40.61	1x5.00	Cerrados	1A 1B 2A 2B 3A
			Rampa 1: 31.0+33.5 Rampa 2: 31.0+32.0+26.64 Rampa 3: 33.36+32.1+31.0 M-607: 16.41+39.12	1x5.00	Cerrados	3B
P-2	Carril bici sur sobre M-607 y M-603	Celosía metálica Isostática/Continua	19.20+2x25.60+19.20+12.80 58.20 25.90+25.60+25.90 32.60 19.50+3x25.60+19.50	1x5.00	Cerrados	1A 1B 2A 2B 3A
P-3	Línea ferroviaria existente	Viga cajón-Losa prefabricada Isostática	Rampa: 10.70+12.00+2x12.25+12.00+10.70 FFCC: 31.30	1x2.50	Cerrados	1A 1B 3A
			Rampa: 10.70+12.00+12.25 FFCC: 31.30	1x2.50	Cerrados	2A 2B
		Viga cajón	Rampa: 25.50+25.50	1x5.00	Cerrados	3B

Tabla 33. Relación de Pasarelas Peatonales consideradas en el Anteproyecto

[1.7.10.7] Muros de contención

Nombre	Tipología propuesta	Luces (m)	Altura media (m)	Alternativas
M-1	Hormigón en ménsula	70.00	4.00	1A 1B 2A 2B 3A 3B
M-2A	Pantalla de micropilotes	10.00	2.00	1A 1B 2A 2B 3A 3B
M-2B	Pantalla de micropilotes	15.00	4.50	1A 1B 2A 2B 3A 3B
M-3	Hormigón en ménsula	56.00	3.50	1A 1B 2A 2B 3A 3B
M-4	Hormigón en ménsula	42.00	5.50	1A 1B 2A 2B 3A 3B
M-5	Hormigón en ménsula	52.00	5.50	1A 1B 2A 2B 3A 3B
M-6	Suelo reforzado	71.00	3.00	1A 1B 2A 2B 3A 3B
M-7	Suelo reforzado	73.00	3.00	1A 1B 2A 2B 3A 3B
M-8	Hormigón en ménsula	72.00	4.00	1A 1B 2A 2B 3A 3B
M-9	Hormigón en ménsula	14.00	5.00	1A 1B 2A 2B 3A 3B
M-10	Muro anclado por batache	51.00	4.00	1A 1B 2A 2B 3A 3B
		140.00	4.50	1A 3A
M-11	Suelo reforzado	110.00	4.50	2A 2B
		250.00	4.50	1A 3A
M-12	Suelo reforzado	313.00	4.50	2A 2B
		19.00	3.00	1A 1B 3A 3B
M-13	Hormigón en ménsula	35.00	3.00	2A 2B
		86.00	4.50	1A
M-14	Suelo reforzado	110.00	4.80	2A 2B
		97.00	4.50	1A
M-15	Suelo reforzado	46.00	4.00	2A 2B
		203.00	4.50	1B 3B



Nombre	Tipología propuesta	Luces (m)	Altura media (m)	Alternativas
M-17	Suelo reforzado	270.00	4.50	1B 3B
M-18	Suelo reforzado	150.00	3.00	1B 3B
M-19	Hormigón en ménsula	40.00	3.00	1B 2B 3B
M-20	Hormigón en ménsula	13.00	2.00	1B 3B

Tabla 34. Relación de muros considerados en el Anteproyecto

En el Anejo nº 12. Estructuras se describen las tipologías estructurales consideradas en cada caso justificándose la opción considerada más adecuada en cada uno de los casos. Además, se ha procedido a una valoración económica de cada estructura, la cual ha sido utilizada en la elaboración del presupuesto de las diferentes alternativas.

Las estructuras consideradas en cada caso se han predimensionado, elaborándose planos con la definición geométrica de cada estructura según la alternativa de trazado. Los planos vienen recogidos en el documento 3. Planos, en el apartado 3.9.

[1.7.11] Túneles

[1.7.11.1] Descripción de alternativas

El paso inferior estará formado por una sección construida como falso túnel y otra que se ejecutará como túnel en mina. Esto será así para cada una de las dos alternativas consideradas, aunque cada una presente una longitud diferente. Sobre el eje 70, el Túnel en mina se contempla entre los tramos de ejecución de un túnel entre pantallas:

- Alternativa 1: PP.KK. 0+540-0+780 (240 m de longitud)
- Alternativa 2: PP.KK. 0+540-0+970 (430 m de longitud)

Incluyendo los tramos de túnel entre pantallas que se sitúan en ambos extremos del túnel en mina, las dos alternativas presentan la siguiente longitud total de túnel:

- Alternativa 1: PP.KK. 0+264-0+994 (730 m de longitud)
- Alternativa 2: PP.KK. 0+264-1+144 (880 m de longitud)

[1.7.11.2] Incertidumbres existentes

El presente estudio presenta una serie de incertidumbres que van a marcar el desarrollo final de la solución:

Estructura del túnel ferroviario existente, del cual se desconocen los detalles. Se conoce el tipo de cimentación y su cota, el proceso constructivo, los detalles de la estructura o el material alrededor de la misma.

Campaña de investigación del terreno limitada realizada hasta la fecha, se han utilizado valores principalmente recomendados en la literatura.

De la misma manera, los detalles del sostenimiento y tratamientos necesarios para poder realizar de forma segura la excavación del túnel en mina, queda fuera del nivel de detalle a estas alturas del proyecto y se han estimado en base a proyectos similares ya completados.

[1.7.11.3] Contexto geológico y geotécnico

Los materiales afectados corresponden al substrato mioceno constituidos por las facies Madrid que corresponden principalmente a las arenas de miga (AM) y en menor medida a las arenas tosquiza (AT). De forma localizada se afectará a los materiales tosco arenosos (TA).

Los principales riesgos geológicos y geotécnicos asociados a los materiales presente en el ámbito de estudio son los siguientes:

- Intercalación de estratos de diferente competencia, con baja cohesión.
- Presencia y posición de agua freática, principalmente de nivel colgados.

Adicionalmente, el principal riesgo para el proyecto se encuentra en la afectación de las infraestructuras cercanas, principalmente a las líneas ferroviarias situadas inmediatamente por encima del futuro túnel y su operación durante los trabajos de excavación. El resto de estructuras, carreteras y servicios existente, se encuentran a una distancia mayor y su nivel de afectación será menor, aunque deberán tenerse en cuenta en las evaluaciones de riesgos realizadas en futuras fases del proyecto.

[1.7.11.4] Solución propuesta

El túnel en mina se ha definido como una plataforma que debe albergar dos carriles, manteniendo la sección disponible fuera de los túneles. El ramal que contiene al túnel se ha definido con una velocidad de proyecto de 50km/h y en su salida se adosa a una calzada que se ha considerado como carretera multicarril con una velocidad de proyecto de 60km/h. En estas circunstancias se ha considerado que el caso del túnel no se encuentra dentro de la Norma 3.1-IC de 2016 y que se trata de una excepción que marca la norma para calzadas separadas cuando tenemos dos carriles sin previsión de ampliación y, por tanto, se han adoptado arcones de 0.50 y 1.50m para dar continuidad a los anchos del propio ramal. Añadiendo los dos carriles de 3.50m, las plataformas quedan de 9m de anchura. Las aceras consideradas son de 600mm a ambos lados, con un gálibo vertical de 5m para toda la plataforma disponible a los vehículos.

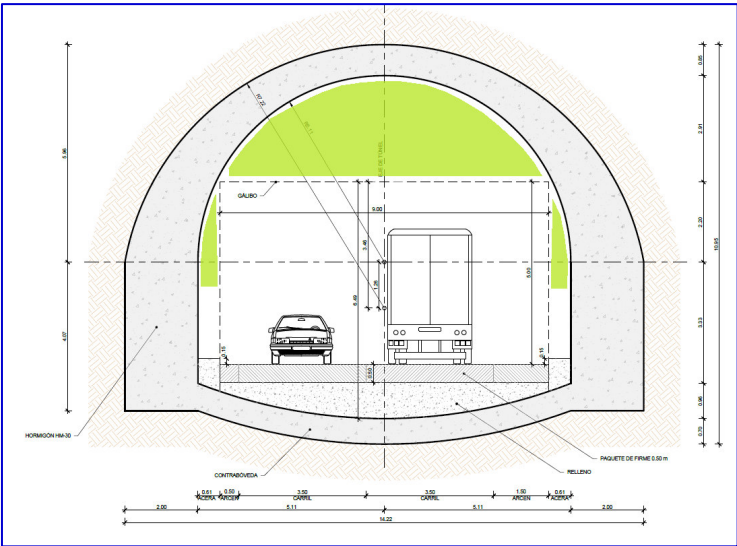


Imagen 19. Sección útil del túnel en mina, con zonas en verde disponibles para la instalación de equipos

Siguiendo experiencias previas en Calle-30, las salidas de emergencia del túnel se situarán a una distancia máxima de 200m entre ellas. Una de las salidas de emergencia se situará en el punto bajo del trazado, situado en el cruce con la línea de ferrocarril existente, deberá además incluir una tubería para poder evacuar las aguas recogidas. Ese es el punto que se ha fijado para situar el resto de las salidas de emergencia. Además del criterio de 200m entre salidas, se ha considerado el uso de la superficie, localizándolas en zonas despejadas. Las siguientes tablas muestran las posiciones propuestas para las salidas de emergencia para cada propuesta:

Alternativa con túnel en mina corto	
Túnel entre pantallas norte	PK 0+473
Túnel en mina	PK 0+673
Túnel entre pantallas sur	PK 0+873

Tabla 35. Localización de las salidas de emergencia propuestas para la alternativa con túnel en mina corto

Alternativa con túnel en mina largo	
Túnel entre pantallas norte	PK 0+473
Túnel en mina	PK 0+673
Túnel en mina	PK 0+850
Túnel entre pantallas sur	PK 1+050

Tabla 36. Localización de las salidas de emergencia propuestas para la alternativa con túnel en mina largo

En ambos casos para las salidas en los tramos del túnel en mina, se han considerado una distancia en galería suficiente hasta alcanzar una zona despejada en la que pueda realizarse una excavación entre pantallas para situar el pozo de emergencia. Las posibles posiciones de los pozos de emergencia se han identificado en base a la cercanía al túnel propuesto y la disponibilidad de espacio en la superficie, durante las siguientes fases del proyecto deberán confirmarse estas localizaciones y ajustándose a las realidades impuestas por otros condicionantes.

[1.7.11.5] Procedimiento constructivo

Los métodos de construcción de túneles que han sido empleados en la ciudad de Madrid con condiciones geotécnicas análogas o similares a las descritas en el apartado anterior para el tramo objeto del presente estudio son, en líneas generales, son los siguientes:

- Excavación a cielo abierto entre pantallas continuas, o sistema cut and cover.
- Máquinas integrales de excavación de túneles o tuneladoras (TBM), como el escudo de presión de tierras (EPB).
- Método Tradicional de Madrid (o Método Belga).
- Método Alemán.
- Nuevo Método Austriaco (NATM).
- Método del precorte mecánico.

Los diferentes métodos se presentan en más detalle el anejo de los túneles en mina, se considera que el método más adecuado para la correcta realización del proyecto es el método Alemán. Conceptualmente parecido al método Tradicional de Madrid, pero cambiando el orden de las fases de

ejecución y de la propia ejecución de la bóveda. Típicamente el procedimiento se inicia con la excavación de dos galerías de avance en los hastiales por tramos que pueden ser de 25 a 30m pero que si el túnel no es muy largo (menos de 200m) puede realizarse de una vez. Los hastiales se construyen en general en dos fases, mitad superior e inferior. Seguidamente se hormigonan los hastiales excavados antes de proceder con la excavación de la zona de la bóveda. Estas galerías pueden resultar muy útiles a finde facilitar el drenaje del frente. Además, se consigue que la bóveda no se apoye sobre el terreno, sino sobre los estribos ya hormigonados. La bóveda se ejecuta por costillas, construidas de forma alterna. Es decir, se construye la galería central superior y cada semicostilla se ataca desde la parte superior del hastial antes de verter hormigón. Se hormigona la bóveda una vez excavada a través de la galería superior. Este procedimiento permite la construcción de grandes secciones de túnel sin que el frente abierto supere los 3-5 m2. Una vez completado el hormigonado de la bóveda, se procede al vaciado de la sección (típicamente con un desfase de unos 5 o 6 anillos) y la construcción de la solera o contrabóveda. Existen variantes en los que se produce un avance frontal en bóveda, similar al método belga, en vez de por costillas, este sistema podría considerar como un Método Alemán Modificado y, en la fase actual, es el que se propone para la realización de este proyecto, deberá validarse durante las siguientes fases del mismo, para asegurarse que el avance frontal en bóveda puede realizarse de forma segura como en el Método Tradicional de Madrid, en vez de avanzar por semicostillas. Este sistema se ha utilizado para construir estaciones de Metro en Madrid, utilizando un avance frontal en bóveda y por costillas, en París, Caracas, etc y en túneles urbanos en Madrid como el de Cuatro Caminos, Guzmán el Bueno y parcialmente el de María de Molina.

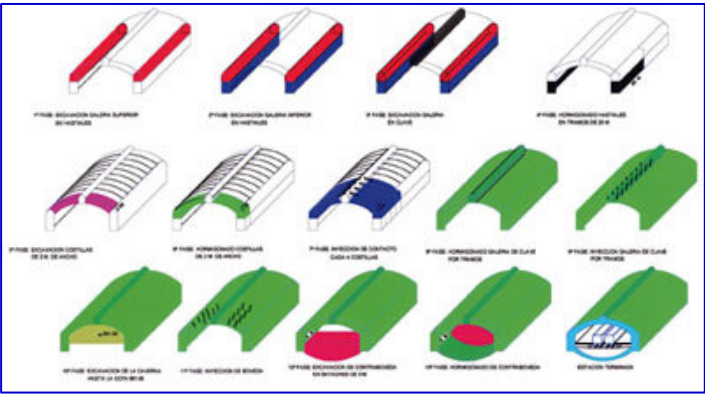


Imagen 20. Fases esquemáticas de ejecución de la caverna de la estación de Metro de Guzmán el Bueno (Madrid)

En ámbitos urbanos es habitual que se produzcan interacciones entre obras nuevas y obras subterráneas existentes. La obra nueva interacciona con la existente cambiando su estado de tensiones e induciendo deformaciones, lo que puede afectar a su funcionamiento, grado de seguridad, etc. En el caso que nos ocupa, en el que se proyecta construir un túnel nuevo bajo el túnel de ferrocarril existente ha de tenerse en cuenta:

- Los asientos que la nueva excavación puede originar en el existente.
- Asientos diferenciales entre los hastiales del túnel existente según vaya avanzando el túnel nuevo.
- Mejora del terreno existente entre el túnel existente y el proyectado para asegurar la estabilidad del frente de excavación o para asegurar el funcionamiento de la sección resistente existente.
- Correlación entre las dimensiones del túnel existente y el nuevo, distancia entre ellos y ángulo de cruce.
- Necesidad de reforzar el túnel existente.

[1.7.11.6] *Proyectos similares*

Para validar la solución propuesta se ha recopilado túneles realizados en similares condiciones a las descritas en este proyecto en Madrid. Se han limitado los ejemplos a nuevos túneles excavados en mina bajo túneles existentes, descartando los que se hayan realizado por medio de tuneladoras ya que el método de excavación y sostenimiento es fundamentalmente diferente. Éstos se describen en el anejo y se trata de la construcción de los túneles de Marqués de Viana en su cruce con la estación de metro de Tetuán de la Línea 1, construcción de Línea 10 bajo el “Túnel de la risa” y, por último, el cruce de M-30 bajo la Línea 10 de Metro.

Se ha realizado un análisis preliminar en Plaxis 2D para considerar la viabilidad de la propuesta en su sección crítica, que se considera que es el cruce con las líneas ferroviarias. Se han analizado una sección sin tratamientos del terreno y otra con propiedades mejoradas para comprobar el grado de mejora y el nivel de movimientos esperados, reproduciendo la secuencia constructiva esperada. Los resultados obtenidos son similares a los observados en casos similares, con una mejor significativa del comportamiento una vez las medidas de mitigación son tenidas en cuenta, por lo que se considera una secuencia constructiva viable, aunque falten por definir los detalles del tratamiento más efectivo.

[1.7.12] **Instalaciones**

En la siguiente tabla se recogen los equipamientos necesarios según el RD 635/2006 y la solución propuesta en base a las recomendaciones del cliente:

Requerimientos de Seguridad	Requerido RD 635/2006	Solución propuesta
Aceras	Sí	Sí
Salidas de emergencia	Sí	Sí
Conexiones transversales para emergencia	Sí	Sí
Cruce de mediana en el exterior de cada boca	Si	Si
Apartaderos	No	No
Drenaje de líquidos tóxicos	Sí	Sí
Centro de control	Sí	Sí
Ventilación	Sí	Sí
Sistema Informático de extracción de humos	Sí	Sí
Detectores de CO	Sí	Sí
Opacímetros	Sí	Sí
Iluminación normal	Sí	Sí
Iluminación de seguridad	Sí	Sí
Iluminación de emergencia	Sí	Sí
Doble suministro eléctrico	No	Sí
Generadores de emergencia	Sí	No
Sistema de alimentación Ininterrumpida (SAI)	Sí	Sí
Cable de detección de incendios	Sí	Sí
Círculo cerrado de televisión	Sí	Sí
Detección automática de incidencias	Sí	Sí
Puestos de emergencia y extintores	Sí	Sí
Señalización de salidas y equipamiento de emergencia	Sí	Sí
Señalización según Norma 8.1 y 8.2 I.C.	Sí	Sí

Paneles de señalización variable	Sí	Sí
Barreras exteriores	Sí	Sí
Semáforos exteriores	Sí	Sí
Semáforos interiores	No	No
Megafonía	Sí	Sí
Red de hidrantes	Sí	Sí
Aforadores	Sí	Sí
Sistemas de radiocomunicación	No	Sí
Mensajería de emergencia (señales radio)	Sí	Sí

Tabla 37. Instalaciones de seguridad requeridas y previstas

En cuanto a la alimentación eléctrica, se dispondrán en total 4 centros de transformación, dos en el norte y dos en boca sur: dos centros de transformación a dos compañías eléctricas diferentes que tengan una red eléctrica existente de media tensión a 15 kV o, en caso de no ser posible, cada centro de transformación se conectará a redes que dependan de subestaciones distintas, aunque pertenezcan a la misma compañía.

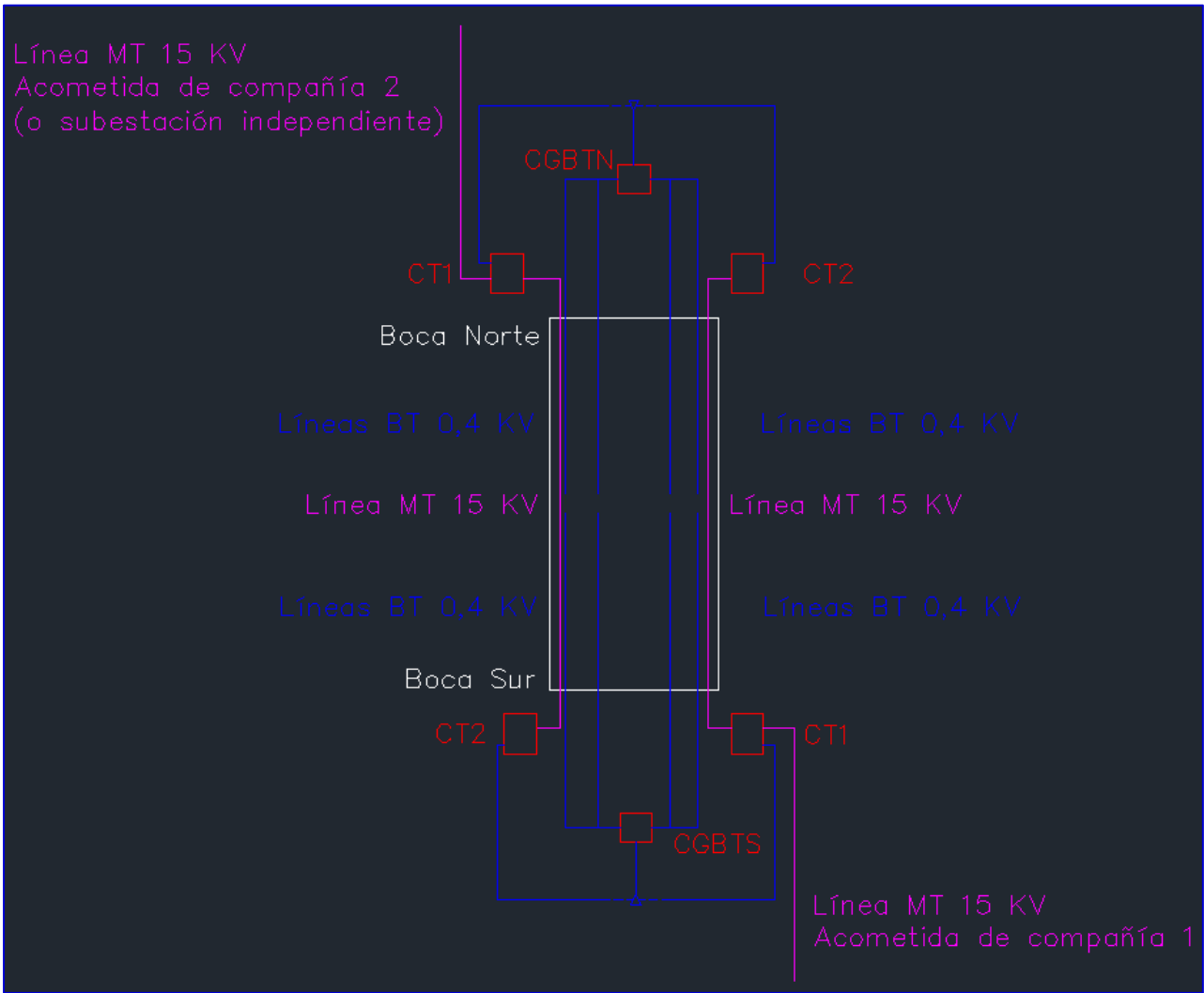


Imagen 21. Esquema de principio de funcionamiento de alimentación eléctrica para túnel



El desarrollo completo de las Instalaciones a nivel de Anteproyecto se encuentra en el Anejo nº 14. Instalaciones e ITS.

## ILUMINACIÓN

Se ha proyectado un sistema de alumbrado en base a los siguientes sistemas de iluminación:

- Iluminación normal
- Iluminación de seguridad
- Iluminación de emergencia
- Iluminación de guiado

La clasificación del túnel es de Clase 2. La iluminación de la zona interior es de 100 Cd/m<sup>2</sup> en el acceso principal y de 75 en el acceso secundario. La distancia de seguridad o parada en el interior del túnel está alrededor de los 55 m.

## PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

### Equipos de PCI

Los equipos y sistemas de protección contra incendios a implantar, según el apartado 2.21.1.1 del RD 635/2006 para túneles unidireccionales, de longitud entre 500 y 1000m y con IMD superior a 2000 veh/h por carril serán los siguientes:

- Extintores portátiles, disponiéndose en túnel junto a cada BIE así como en los cuartos técnicos.
- Sistemas de Hidrantes. Se prevén hidrantes exclusivamente en las salidas de emergencia. Los hidrantes bajo tierra deberán llevar el marcado CE, de conformidad con la norma UNE-EN 14339.
- Sistema de abastecimiento de Agua contra Incendios.
- Bocas de incendio equipadas. Las BIE's estarán ubicadas en ambos hastiales a tresbolillo, de manera que todos los puntos del túnel se encuentren cubiertos simultáneamente por la acción de 3 BIEs. Las BIEs dispondrán de manguera semirígida, contarán con marcado CE de conformidad con las normas UNE-EN 671-1. Además, deberán contar con sus placas características.

La red será atendida en caudal y presión, por un grupo de presión compuesto por dos bombas eléctricas principales + bomba jockey exclusivo para dicha instalación. Se deberá disponer de una reserva de agua de 18 m<sup>3</sup> considerando el suministro de tres BIEs durante 60 minutos con un caudal por BIE de 100 l/min.

- Red de columna seca.
- Armarios de dotación de Bomberos. Requerido generalmente por los Bomberos.
- Además, los Cuartos Técnicos dispondrán de una protección contra incendios, mediante un sistema de gas NOVEC.

### Detección lineal de incendios en el túnel

La instalación del cable sensor se hará en el túnel y en el ramal en la parte cenital del mismo en toda su longitud. Este cable irá cosido al techo por medio de soportes cada 10 metros para evitar que éste se pueda descolgar.

## VENTILACIÓN TÚNEL

Se proponen un sistema mixto con ventilación longitudinal con extracciones masivas.

La ventilación del túnel estará accionada por el sistema de control, el cual contará con sensores para medir los siguientes parámetros a lo largo del túnel:

- Velocidad y dirección del viento en el interior del túnel
- Velocidad y sentido del viento en el exterior del túnel
- Visibilidad en el interior del túnel
- Concentración de Gases tóxicos en el interior del túnel: CO y NO<sub>2</sub>

## PRESURIZACIÓN VÍAS DE EVACUACIÓN

Para asegurar una evacuación adecuada de las personas en caso de incendios y la no entrada de humo en las vías de evacuación, se prevé la presurización de los vestíbulos de independencia de conexión entre el túnel y las salidas de emergencia.

El diseño de la sobrepresión de las escaleras de emergencia se realiza conforme a lo indicado en Dossier Pilote des Tunnels: Ventilation. CETU. (Centre d'Etudes des Tunnels) específico para la presurización de las salidas de emergencia en túneles.

## SISTEMA DE RADIOCOMUNICACIONES

Se prevé un sistema de radiocomunicaciones compuesto por tres zonas o frecuencias de emisión.

- Una zona para sistema tetra y tetrapol para policía nacional y guardia civil, policía municipal, bomberos y emergencias,
- Un sistema UHF para mantenimiento,
- Un sistema FM para emisión de mensajes de emergencia por medio de las emisoras de FM.

## CCTV

Las cámaras proyectadas serán cámaras domos móviles en los accesos al túnel y en los accesos a las galerías de evacuación desde el túnel, cámaras fijas y cámaras domos fijas asociadas a las galerías de comunicación.

### Detección automática de incidentes (DAI)

Además del sistema de cámaras de televisión, se implantará un sistema de detección de incidentes, asociado a las cámaras fijas distribuidas por el túnel con el fin de identificar irregularidades en el tráfico.

### Grabación de video

La grabación de las señales IP se hará en dispositivos de almacenamiento iSCSI

## SISTEMA DE POSTE SOS

Se instalarán intercomunicadores cada 100 metros más o menos a lo largo del túnel, ubicándose uno en cada salida de emergencia, lo que puede ocasionar que estas distancias se acorten. Los intercomunicadores se conectarán vía Ethernet desde el switch existente en su interior a un armario de control distribuido, que enlazará con un cuarto técnico que a su vez enlaza con el centro de control.

### Gestor de postes SOS

Como terminal de recepción de llamadas se puede emplear un teléfono analógico estándar, un teléfono SIP o un PC con un software de conexión compatible SIP (Softphone o Ms NetMeeting por ejemplo).

## MEGAFONÍA

El sistema de Megafonía se basará en un sistema de Evacuación por voz en cumplimiento de la normativa EN-54 especificada en el Real Decreto 513/2017, de 22 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento de instalaciones de protección contra incendios (RIPCI).

Se instalará un sistema de megafonía en el interior del túnel. Además, se situarán altavoces en las salidas de emergencia, con el fin de comunicarse con las personas que evacuen por las salidas.

## SCADA

Todos los equipamientos se integrarán en el centro de control, previéndose una partida para su integración en el sistema de control correspondiente.

El Sistema de supervisión, control y adquisición de datos deberá ser la herramienta que integre todos los sistemas ITS del túnel dentro del alcance del presente proyecto, con el Centro de Control y Operaciones.

Todo el control de este túnel proyectado será realizado desde el sistema de control existente. Además, todo el sistema de control e integración de señales será integrable y compatible con el sistema de supervisión existente, siendo totalmente compatible con el SCADA existente, no estando permitido la existencia de pasarelas para las integraciones. En el Centro de Control asignado a este túnel existe un sistema SCADA

## FIBRA ÓPTICA

La fibra óptica distribuirá las señales de los distintos equipamientos en un anillo dentro del túnel comunicando con los nodos de comunicaciones más cercanos.

## SALIDAS DE EMERGENCIAS

Se han previsto 4 salidas de emergencia que conducen al exterior y que estarán dotadas con los siguientes equipamientos:

- Presurización
- Poste SOS interior y extintor
- CCTV interior y en el acceso.
- Iluminación normal.

- Iluminación de evacuación.
- Megafonía.
- Control de accesos.
- Señalización de evacuación.

## SISTEMA DE TRANSPORTE INTELIGENTE (ITS)

### Sistema de control de tráfico

Los equipos a ubicar en Túnel y ramales son:

- Matrices gráficas
- Paneles de mensajería variable interior
- Paneles de mensajería variable
- Semáforos.

## SISTEMA DE CONTROL Y COMUNICACIONES

Los requisitos básicos de diseño de la red de datos deben ser la fiabilidad y disponibilidad, ya que sobre ella se implementarán los diferentes servicios, que deben mantenerse operativos 24 horas al día, 365 días al año.

La Red de Comunicaciones IP conectará el túnel con el Centro de Control por medio de los cuartos técnicos ubicados desde donde es necesario contar con la posibilidad de conexión directa a la Red IP y los nodos de comunicaciones.

La solución proyectada para la implementación de la Red de Comunicaciones IP implementa una topología de anillos, existiendo dos anillos, uno en cada lado de la calzada, que se conectarán con el centro de control de manera independiente para su gestión luego de forma única en el centro de control.

Todas las conexiones entre los switch o nodos que forman la Red de Comunicaciones IP emplearán tecnología Gigabit Ethernet sobre Fibra Óptica Monomodo.

Todos los equipamientos se integrarán en el centro de control, previéndose una partida para su integración en el sistema de control correspondiente.

## ELEMENTOS DE GESTIÓN DEL TRÁFICO

Se prevén los siguientes sistemas de control de tráfico:

- Control de aforos
- Barreras para el corte del tráfico

### [1.7.13] Expropiaciones

La finalidad del Anejo de Expropiaciones es doble, en primer lugar ha de servir para poder ajustarse a los requisitos necesarios que ineludiblemente debe reunir todo proyecto para cumplimentar el trámite

de su aprobación, de conformidad con la legislación vigente y, en segundo lugar, igualmente debe servir de base de partida para la incoación y subsiguiente tramitación del expediente de expropiación por el Servicio de Expropiaciones correspondiente, de los bienes y derechos afectados por la ejecución de las obras contenidas en el proyecto de referencia.

La legislación vigente de referencia con su consiguiente normativa aplicable es la siguiente:

- Real Decreto Legislativo 7/2015, de 30 de octubre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Suelo y Rehabilitación Urbana.
- Real Decreto Legislativo 1492/2011, de 24 de octubre, por el que se aprueba el Reglamento de valoraciones de la Ley de Suelo.
- Ley de Expropiación Forzosa de 16 de diciembre de 1954 y su Reglamento, Real Decreto 26 de abril de 1957.
- Ley 3/1991, de 7 de marzo, de Carreteras de la Comunidad de Madrid.
- Ley 9/2001, de 17 de Julio, del suelo, de la Comunidad de Madrid.
- Decreto 29/93, de 11 de marzo, por el que se aprueba el Reglamento de la Ley de Carreteras de la Comunidad de Madrid.
- Orden Circular 22/07 sobre instrucciones complementarias para tramitación de proyectos.
- Ley de carreteras 37/2015 de 29 de septiembre.
- Nota de Servicio 4/2010 sobre el estudio de las expropiaciones en los proyectos de trazado de la dirección general de carreteras.

De acuerdo con la OC 22/07 sobre Instrucciones complementarias para tramitación de proyectos, para adelantar el inicio del expediente expropiatorio, una vez redactado el Proyecto de Trazado, y aprobado provisionalmente, se someterá al trámite de información pública previsto en el artículo 19.1 de la Ley de Expropiación Forzosa, incluyendo la relación individualizada de bienes y derechos afectados.

Por consiguiente, dicho anejo tiene la finalidad de definir, con toda la precisión posible, los terrenos que son estrictamente necesarios para la correcta ejecución de las obras contempladas en el mismo, así como los bienes y derechos afectados

Se expropia el pleno dominio de las superficies que requiera la actuación conforme a la vigente Ley de Carreteras, sus elementos funcionales y las instalaciones permanentes que tengan por objeto una correcta explotación, así como todos los elementos y obras anexas o complementarias definidas en el proyecto que coincidan con la rasante del terreno o sobresalgan de él, y en todo caso las superficies que sean imprescindibles para cumplimentar la normativa legal vigente para este tipo de Obras.

La fijación de la línea perimetral de la expropiación con relación a la arista exterior de la explanación queda estrictamente definida en los planos parcelarios que forman parte del Anejo nº 18. Expropiaciones. Dicha línea perimetral se establece en función de los siguientes parámetros:

- Ley de Carreteras
- La calificación fiscal de los terrenos afectados
- Las características topográficas de los mismos

La superficie de ocupación total del proyecto, que corresponde a la suma del suelo rural más el suelo urbano más el suelo de Dominio Público es de 163.041 m<sup>2</sup>.

TÉRMINO MUNICIPAL	SUELO RURAL (m <sup>2</sup> )	SUELO URBANO (m <sup>2</sup> )	DOMINIO PÚBLICO (m <sup>2</sup> )
MADRID	53.653	36.817	72.571

Tabla 38. Superficies de ocupación por clase de suelo

La expropiación estimada de los terrenos resultantes de la aplicación de los criterios citados afecta a una superficie total de **90.470 m<sup>2</sup>**, correspondientes a la superficie de ocupación total menos la superficie correspondiente al suelo de Dominio Público (que no es necesario expropiar).

Debe significarse que existen 3 edificaciones afectadas pudiendo estar una de ella destinada a vivienda. A continuación, se describen las edificaciones afectadas.

NUMFINCA	REFERENCIA CATASTRAL	CONSTRUCCIONES	PARAJE	AÑO CONST.	SUP. (m <sup>2</sup> )	Nº PLANO
28.900-014	080603800001000001ZT	VIVIENDA 115 m2 VIVIENDA 60 m2 VIVIENDA 52 m2	CL NTRA SEÑORA DE VALVERDE 441, 28034 MADRID (MADRID)	1950	227	4
28.900-019	1946404VK4814F	ALMACEN	CL NTRA SEÑORA DE VALVERDE 387, MADRID (MADRID)	1970	30	4
28.900-021	1946406VK4814F	ALMACEN	CL NTRA SEÑORA DE VALVERDE 388, 28034 MADRID (MADRID)	1962	64	5

Tabla 39. Edificaciones afectadas

La superficie destinada a servidumbres, que corresponde a la suma del suelo rural más el suelo urbano más el suelo de Dominio Público es de 14.849 m<sup>2</sup>, perteneciendo todas estas clases de suelo al municipio de Madrid:

TÉRMINO MUNICIPAL	SUELO RURAL (m <sup>2</sup> )	SUELO URBANO (m <sup>2</sup> )	DOMINIO PÚBLICO (m <sup>2</sup> )
MADRID	3.346	9.459	2.044

Tabla 40. Servidumbres

La imposición de servidumbres estimada, aplicando los criterios anteriores, afecta a una superficie total de **12.805 m<sup>2</sup>**, correspondientes a la superficie total destinada a este uso menos la superficie correspondiente al suelo de Dominio Público (en la que no sería necesario imponer los citados gravámenes).

La superficie destinada a Ocupaciones Temporales, que corresponde a la suma del suelo rural más el suelo urbano más el suelo de Dominio Público es de 22.324 m<sup>2</sup>, perteneciendo todas estas clases de suelo al municipio de Madrid:

TÉRMINO MUNICIPAL	SUELO RURAL (m <sup>2</sup> )	SUELO URBANO (m <sup>2</sup> )	DOMINIO PÚBLICO (m <sup>2</sup> )
MADRID	6.269	13.077	2.978

Tabla 41. Ocupaciones Temporales



La superficie de Ocupación Temporal necesaria, adicional a los terrenos de Dominio Público ya destinados a este fin, aplicando los criterios anteriores, afecta a una superficie total de **19.346 m<sup>2</sup>**, correspondientes a la superficie total destinada a este uso menos la superficie correspondiente al suelo de Dominio Público.

De la aplicación de los precios unitarios adoptados a las superficies afectadas para los diferentes tipos de aprovechamiento y demás circunstancias, se han obtenido los valores parciales y totales de dichas afecciones, obteniendo un coste de las expropiaciones e indemnizaciones de DOCE MILLONES SETENTA Y CINCO MIL CIENTO DIEZ EUROS CON NOVENTA Y OCHO CÉNTIMOS (12.075.110,98 €).

Habrà de tenerse en cuenta que el presupuesto anterior podrà aumentar hasta un 30% debido a cuestiones no consideradas y que no es posible incluir en fase de proyecto, como son las indemnizaciones por perjuicios, deméritos por expropiaciones parciales, limitaciones de dominio, etc. En consecuencia, con dicho incremento, el coste total estimado de las expropiaciones e indemnizaciones de QUINCE MILLONES SEISCIENTOS NOVENTA Y SIETE MIL SEISCIENTOS CUARENTA Y CUATRO EUROS CON TREINTA CÉNTIMOS (15.697.644,30 €).

POR ÚLTIMO, Y MUY ESPECIALMENTE, HA DE SIGNIFICARSE DE MODO EXPRESO, QUE LA CANTIDAD DETERMINADA ANTERIORMENTE ES EXCLUSIVAMENTE PARA USO Y CONOCIMIENTO DE LA ADMINISTRACIÓN, Y QUE NECESARIA E INELUDIBLEMENTE HABRÀ DE AJUSTARSE Y CONCRETARSE, DE CONFORMIDAD CON EL MANDATO Y JURISPRUDENCIA CONSTITUCIONAL, EN CADA CASO Y PARA CADA FINCA AFECTADA, EN EL PRECEPTIVO EXPEDIENTE EXPROPIATORIO QUE FORZOSA Y NECESARIAMENTE HABRÀ DE INCOARSE.

#### [1.7.14] Servicios afectados y coordinación con otros organismos

##### [1.7.14.1] Coordinación con otros organismos

La implantación de una infraestructura como la que se está estudiando, puede producir afecciones sobre los servicios existentes en el territorio que se ocupa.

Por tanto, previamente al desarrollo definitivo de las alternativas a estudiar, es necesario recopilar toda la información disponible sobre los servicios implantados en la zona de estudio o aquellos que se encuentran en ejecución o en planificación a corto plazo, para evitar en lo posible su afección y contemplar en cada una de las soluciones propuestas la adecuada reposición de los mismos.

Para ello, se ha solicitado a los diferentes ayuntamientos y algunos organismos oficiales y entidades previsiblemente afectados la información de relevancia que pudieran ofrecer sobre desarrollo urbanístico, recursos ambientales, información sobre infraestructuras viarias, etc.

A lo largo del proceso de redacción del estudio se han ido recibiendo contestaciones de los distintos organismos y entidades, manteniéndose diversos tipos de contactos: llamadas telefónicas, correos electrónicos, cartas postales.

##### [1.7.14.1.1] Organismos a los que se les solicitó información

A lo largo de los trabajos de redacción del presente Anteproyecto se ha contactado con los distintos organismos y compañías con competencia sobre los servicios que pudieren verse afectados por la nueva infraestructura. La relación de compañías y organismos contactados es la siguiente:

#### Organismos oficiales

- Dirección General de Carreteras. Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana
- Dirección General de Carreteras. Comunidad de Madrid
- RENFE Operadora E.P.E
- ADIF Administrador de Infraestructuras Ferroviarias
- Dirección General de Tráfico
- Correos y Telégrafos. Jefatura de Tecnología y Organización – Madrid

#### Compañías de servicios

- Compañía Madrileña Red de Gas
- I-DE. Grupo Iberdrola
- Jazztel
- Telefónica
- Canal de Isabel II
- Orange
- Unión Fenosa Distribución. Grupo Naturgy
- Nedgia Gas Natural. Grupo Naturgy

Adicionalmente, se ha realizado una consulta al repositorio web de INKOLAN donde se ha podido descargar la información relativa al área de estudio. Se ha obtenido información digital de infraestructuras presentes en la zona de actuación relacionadas con agua, gas, electricidad, comunicaciones y redes municipales.

Finalmente, se han realizado varias visitas de campo en las que se ha podido recorrer el área de actuación, pudiendo identificar algunos servicios como redes eléctricas aéreas o conducciones de gas y contrastar la presencia de otros servicios identificados mediante la consulta de datos.

Todos los organismos/ que han proporcionado información son los siguientes:

Organismo / Compañía servicios	Información
ADMINISTRACIÓN AUTONÓMICA	
Consejería de Transportes e Infraestructuras	Dirección General de Carreteras
---	
Comunidad de Madrid	Envían información cartográfica sobre las redes que gestionan en el ámbito de estudio. Indican que la ubicación es aproximada, por lo que sería recomendable hacer un replanteo en detalle. Proporcionan un contacto para la solicitud de más información
	Canal de Isabel II, S.A. Sector Público Autonómico

ADMINISTRACIÓN ESTATAL			
Gobierno de España	Ministerio del Interior	Dirección General de Tráfico (DGT)	Adjuntan planos de la localización de canalización de DGT y equipamiento de ITS en el ámbito de actuación. Detallan la relación de canalizaciones que se ven afectadas por el nuevo trazado
	Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana	Dirección General de Carreteras	---
		ADIF Administrador de Infraestructuras Ferroviarias	---
		Red Nacional de Ferrocarriles Españoles RENFE	---
	Ministerio de Hacienda y Función Pública	Correos y Telégrafos	---
	Ministerio para la Transición Ecológica y el reto Demográfico	Confederación Hidrográfica del Tajo	Se adjuntan planos para la localización de las actuaciones, además de indicar las observaciones y condicionantes generales que se deben de tener en cuenta.
Organismo / Compañía servicios		Información	
COMPAÑÍA DE SERVICIOS			
Madrileña Red de Gas		Adjuntan por correo electrónico información sobre servidumbres de paso, situación en planta de instalaciones y condicionantes. Solicitan ser informados al comienzo de las obras para realizar seguimiento	
I-DE Redes Eléctricas Inteligentes, S.A.U. (Iberdrola)		Adjuntan por correo electrónico planos en formato editable de las líneas presentes en la zona de actuación	
Jazztel		---	
Telefónica	Grupo Variaciones Centro	Remiten a la plataforma de pago INKOLAN para descargar la cartografía solicitada. Solicitan que se remita el proyecto de reposición de su infraestructura	
Orange España Telecomunicaciones Fijas S.L.U.		Envían por correo electrónico planos de la zona de actuación de las canalizaciones de Telefónica y Orange. Señalan que se les debe informar en caso de realizar alguna modificación	
UFD Grupo Naturgy		---	
Nedgia Gas Natural		---	

Tabla 42. Información aportada por los Organismos / Compañías de Servicios

[1.7.14.2] Identificación de servicios existentes

Pese a ser una actuación que no comprende una superficie extensa, existen numerosos servicios e infraestructuras que se verán afectados por la ejecución de las obras de Remodelación del Nudo de Fuencarral. Los servicios e infraestructuras que se verán afectados son:

- Canales de abastecimiento de agua potable a la Comunidad de Madrid, cuya titularidad corresponde al Canal de Isabel II.

RED DE SANEAMIENTO Y ABASTECIMIENTO	
ID	Tipo
SA-CYII.01	Tubo Aducción
SA-CYII.02	Tubo Aducción
SA-CYII.03	Tubo Aducción
SA-CYII.04	Tramo Canal
SA-CYII.05	Tubería Abastecimiento
SA-CYII.06	Tubo Aducción
SA-CYII.07	Tubería Abastecimiento
SA-CYII.08	Tubería Abastecimiento
SA-CYII.09	Tubo Aducción
SA-CYII.10	Tubería Abastecimiento
SA-CYII.11	Tubería Abastecimiento
SA-CYII.12	Tubo Aducción Reutilizado
SA-CYII.13	Tubería Abastecimiento
SA-CYII.14	Tubería Abastecimiento
SA-CYII.15	Tubería Abastecimiento
SA-CYII.16	Tubería Abastecimiento
SA-CYII.17	Tubería Abastecimiento
SA-CYII.18	Tubería Abastecimiento Reutilizada
SA-CYII.19	Tubo Aducción
SA-CYII.20	Tubería Abastecimiento
SA-CYII.21	Tubo Aducción Reutilizado

Tabla 43. Servicios identificados relativos a saneamiento y abastecimiento

- Red Eléctrica gestionada por I-DE Grupo Iberdrola.

RED ELÉCTRICA	
ID	Características
SA-IBE-AT.01	Línea de alta tensión aérea
SA-IBE-AT.02	Línea de alta tensión aérea
SA-IBE-AT.03	Línea de alta tensión aérea
SA-IBE-AT.04	Línea de alta tensión aérea
SA-IBE-AT.05	Línea de alta tensión aérea
SA-IBE-AT.06	Línea de alta tensión aérea
SA-IBE-AT.07	Línea de alta tensión aérea
SA-IBE-AT.08	Línea de alta tensión aérea
SA-IBE-MT.01	Línea de media tensión aérea
SA-IBE-MT.02	Línea de media tensión subterránea
SA-IBE-MT.03	Línea de media tensión aérea

RED ELÉCTRICA		
ID	Características	
SA-IBE-MT.04	Línea de media tensión subterránea	
SA-IBE-MT.05	Línea de media tensión aérea	
SA-IBE-MT.06	Línea de media tensión aérea	
SA-IBE-BT.01	Línea de baja tensión aérea	
SA-IBE-BT.02	Línea de baja tensión subterránea	
SA-IBE-BT.03	Línea de baja tensión aérea	
SA-IBE-BT.04	Línea de baja tensión aérea	
SA-IBE-BT.05	Línea de baja tensión aérea	
SA-IBE-BT.06	Línea de baja tensión aérea	
SA-IBE-BT.07	Línea de baja tensión subterránea	
SA-IBE-BT.08	Línea de baja tensión subterránea	
SA-IBE-BT.09	Línea de baja tensión subterránea	
SA-IBE-BT.10	Línea de baja tensión subterránea	
SA-IBE-BT.11	Línea de baja tensión subterránea	
SA-IBE-BT.12	Línea de baja tensión subterránea	

Tabla 44. Servicios identificados relativos a Red Eléctrica

- Red de Gas Natural gestionada por la Compañía Madrileña de Gas y NEDGIA Grupo Naturgy

GAS		
ID	Tipo	Características
SA-MRG.01	MRG Tubería de gas	AO 16"
SA-MRG.02	MRG Tubería de gas	PE 90

Tabla 45. Red de gas gestionada por Compañía Madrileña de Gas

GAS		
ID	Tipo	Características
SA-NDG.01	NEDGIA Gas natural redes de alta presión	AO 16"
SA-NDG.02	NEDGIA Gas natural redes de alta presión	AO 12"
SA-NDG.03	NEDGIA Gas natural redes de alta presión	AO 16"
SA-NDG.04	NEDGIA Gas natural redes media presión-baja	AO 8"
SA-NDG.05	NEDGIA Gas natural redes media presión-baja	PE 110
SA-NDG.06	NEDGIA Gas natural redes media presión-baja	PE 90
SA-NDG.07	NEDGIA Gas natural redes media presión-baja	AO 10"
SA-NDG.08	NEDGIA Gas natural redes media presión-baja	PE 250
SA-NDG.09	NEDGIA Gas natural redes de alta presión	AO 6"

Tabla 46. Red de gas gestionada por NEDGIA

- Redes de telecomunicaciones.

RED DE TELECOMUNICACIONES. JAZZTEL		
ID	Tipo	Características
SA-JZZ.01	Canalización de telecomunicaciones	6c. PVC 125
SA-JZZ.02	Canalización de telecomunicaciones	6c. PVC 110
SA-JZZ.03	Canalización de telecomunicaciones	12c. CC 100 3 PEAD 40
SA-JZZ.04	Canalización de telecomunicaciones	4c. PVC 110
SA-JZZ.05	Canalización de telecomunicaciones	8c. PVC 110
SA-JZZ.06	Canalización de telecomunicaciones	6c. PVC 110 y 3 PEAD 40
SA-JZZ.07	Canalización de telecomunicaciones	12c. PVC 110
SA-JZZ.08	Canalización de telecomunicaciones	24c. PVC 110 y 6 PEAD 40

Tabla 47. Red de telecomunicaciones. Jazztel.

RED DE TELECOMUNICACIONES. ORANGE	
ID	Tipo
SA-ORG.01	Canalización de telecomunicaciones
SA-ORG.02	Canalización de telecomunicaciones

Tabla 48. Red de telecomunicaciones. Orange.

RED DE TELECOMUNICACIONES. FIBRA ÓPTICA		
ID	Tipo	Características
SA-IBEF.01	Canalización de telecomunicaciones	8c. PVC 110
SA-IBEF.02	Canalización de telecomunicaciones	6c. PVC 110 y 3 PEAD 40
SA-IBEF.03	Canalización de telecomunicaciones	12c. PVC 110

Tabla 49. Red de telecomunicaciones. Fibra óptica.

RED DE TELECOMUNICACIONES. TELEFÓNICA		
ID	Tipo	Características
SA-TF.01	Canalización de telecomunicaciones	12c. PVC 110 y 3 PEAD 40
SA-TF.02	Canalización de telecomunicaciones	2c. PVC 110 y 6c. PVC 110
SA-TF.03	Canalización de telecomunicaciones	2c. PVC 110
SA-TF.04	Canalización de telecomunicaciones	4c. PVC 110
SA-TF.05	Canalización de telecomunicaciones	6c. PVC 110
SA-TF.06	Canalización de telecomunicaciones	6c. PVC 125
SA-TF.07	Canalización de telecomunicaciones	12c. PVC 110
SA-TF.08	Canalización de telecomunicaciones	4c. PVC 110
SA-TF.09	Canalización de telecomunicaciones	2c. PVC 110
SA-TF.10	Canalización de telecomunicaciones	8c. PVC 110
SA-TF.11	Canalización de telecomunicaciones	6c. PVC 110 y 3 PEAD 40
SA-TF.12	Canalización de telecomunicaciones	12c. PVC 110
SA-TF.13	Canalización de telecomunicaciones	24c. PVC 110 y 6 PEAD 40



RED DE TELECOMUNICACIONES. TELEFÓNICA		
ID	Tipo	Características
SA-TF.14	Canalización de telecomunicaciones	2c. PVC 110
SA-TF.15	Canalización de telecomunicaciones	4c. PVC 125
SA-TF.16	Canalización de telecomunicaciones	4c. PVC 110
SA-TF.17	Canalización de telecomunicaciones	6c. CORR-P 125
SA-TF.18	Canalización de telecomunicaciones	6c. CORR-P 125

Tabla 50. Red de telecomunicaciones. Telefónica.

- Dirección General de Tráfico (D.G.T.)

DIRECCIÓN GENERAL DE TRÁFICO		
ID	Tipo	Características
SA-DGT.01	Canalización de D.G.T.	Cable de 12 F.O y 16 F.O
SA-DGT.02	Canalización de D.G.T.	Cable de 2 F.O y 48 F.O
SA-DGT.03	Canalización de D.G.T.	Cable de 2 F.O y 48 F.O
SA-DGT.04	Canalización de D.G.T.	Cable de 2 F.O
SA-DGT.05	Canalización de D.G.T.	Cable de 48 F.O
SA-DGT.06	Canalización de D.G.T.	Cable de 48 F.O
SA-DGT.07	Canalización de D.G.T.	Cable de 2 F.O y 48 F.O
SA-DGT.08	Canalización de D.G.T.	Cable de 12 F.O y 48 F.O
SA-DGT.09	Canalización de D.G.T.	Cable de 2 F.O y 48 F.O
SA-DGT.10	Canalización de D.G.T.	Cable de 48 F.O
SA-DGT.11	Canalización de D.G.T.	Cable de 12 F.O y 48 F.O

Tabla 51. Dirección General de Tráfico (DGT)

- Correos y Telégrafos

CORREOS Y TELÉGRAFOS	
ID	Tipo
SA-CR.01	Canalización
SA-CR.02	Canalización
SA-CR.03	Canalización

Tabla 52. Correos y Telégrafos

#### [1.7.14.2.1] Características del ámbito de actuación

Las principales características que podrían llegar a ser limitantes a la hora de diseñar las reposiciones de los servicios afectados por la Remodelación del Nudo de Fuencarral son:

- Las unidades lito-estratigráficas más representativas del ámbito de estudio son la Arenas de Miga y las Arenas tosquizas.
- El relieve por el que discurre la traza se caracteriza por tener una morfología muy suave y localmente alomada.

- La zona de estudio queda localizada regionalmente dentro del acuífero detrítico de Madrid y en concreto dentro de la Unidad Madrid.
- En el ámbito del proyecto existe profundidades del nivel freático registradas muy dispares, variando desde los 0.4m a los 64m de profundidad.
- Se sitúa dentro de una zona en la que la relación entre la aceleración básica y la de la gravedad es inferior a 0,04, por lo que no es necesario considerar la acción sísmica en los cálculos de estructuras
- La actuación se desarrolla en su mayor parte por terrenos actualmente transformados y antropizados sin presencia de formaciones de vegetación natural, predominando en los alrededores los cultivos herbáceos de secano.
- Los terrenos forestales del ámbito del proyecto, y atendiendo a la clasificación del Mapa de Terrenos forestal de la Comunidad de Madrid, en función de la Fracción de Cobertura (FCC), la mayoría de ellos es del tipo "Montes desarbolados" (Fcc<10%) predominando el pastizal-erial.
- La actuación se localiza en el ámbito del Enlace de Mirasierra y Vía Verde Fuencarral, donde existe compatibilidad de la propuesta de Corredores Verdes con el Anillo Ciclista planteado por el Plan Regional de Vías Ciclistas y Peatonales de Madrid para enlazar los principales circuitos ciclistas de la Comunidad de Madrid.
- La actuación se localiza en el ámbito del Bien de Interés Cultural del Santuario de Nuestra Señora de Valverde, de Fuencarral (Madrid).
- Parte de la actuación discurre dentro de los límites del Parque Regional de la Cuenca Alta del Manzanares, que constituye el corredor verde que une los límites del conjunto urbano de Madrid con la Sierra de Guadarrama.

#### [1.7.14.3] Propuesta de reposición de servicios

##### [1.7.14.3.1] Reposiciones de canales de abastecimiento del Canal de Isabel II

Los canales que se ven directamente afectados por el nuevo trazado del Nudo de Fuencarral son:

- Canal Alto, entre el trasvase de "El Sotillo" y el desagüe de fondo "Ventorro", comprendido dentro del conocido como Sifón de Valverde.
- Canal del Atazar, entre el trasvase de "El Sotillo" y el desagüe de fondo "Ventorro".
- Canal de Santillana, desde antes de cruzar el paso sobre el FFCC hasta aproximadamente 200m después de cruzar bajo la M-603.

El objetivo ha sido analizar y valorar a nivel de Anteproyecto la nueva ubicación, trayectoria y elementos de los canales citados. Sustituyéndolos por tuberías de materiales, diámetros y componentes según necesidades, con el fin de suministrar el mismo caudal y presión que actualmente abastece a una parte importante de la población de Madrid, siguiendo para ello las Normas de Abastecimiento de Canal de Isabel II.

#### ESTADO ACTUAL. TOMA DE DATOS

Para localizar las canalizaciones existentes de abastecimiento del CYII, el 16 de marzo del 2023, la empresa Geoperfo Consulting S.L, realizó un estudio de radiodetección magnética pasiva de la obra.

El Informe completo del Estudio de Radiodetección magnética, se incluye en el Apéndice I del Anejo Nº 16. Reposición de servicios.

## CRITERIOS GENERALES DE DISEÑO

En el Anejo nº 16. Reposición de servicios se han descrito y enumerado tres tipos de criterios indispensables para realizar la modificación del trazado de los canales:

- Características generales de diseño
- Análisis en planta de la propuesta de reposición.
- Análisis en alzado de la propuesta de reposición.

## ANÁLISIS DE LAS PROPUESTAS DE REPOSICIÓN DE LOS CANALES DE CYII

### Canal Alto y Canal Atazar

El Canal Alto y el Canal del Atazar discurren sensiblemente paralelos entre sí, discuriendo a una cota inferior Alto respecto al Atazar en la zona del enlace entre la M-40 y M-607. Los trazados de ambos canales son en gran medida paralelos a la M-607 y circulan a poca distancia de ésta. Discurren en el espacio comprendido entre la M-607 y el Santuario de Nuestra Señora de Valverde, a continuación, pasan por encima de la línea de FFCC y se mantiene paralelos a la autovía hasta prácticamente el nudo de conexión entre la M-607 y la M-603. A esa altura pasan bajo la M-607 y continúa dirección sur.

El Canal Alto a la altura del Nudo de Fuencarral está formado por una tubería de hormigón de 1.95m de diámetro. Es un canal que circula en lámina libre, y a la altura de la zona de actuación circula en sifón, conocido como Sifón de Valverde.

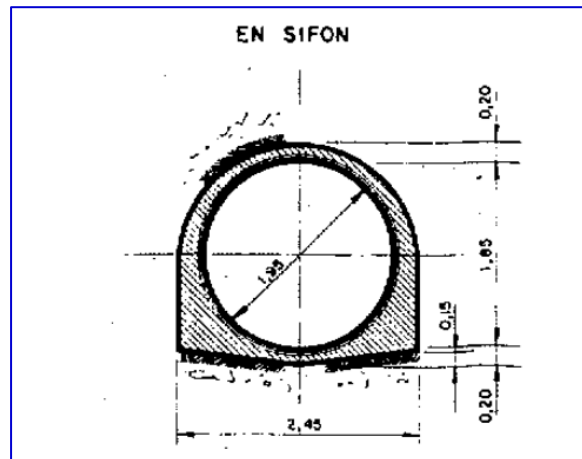


Imagen 22. Sección del canal a la altura de la zona del Anteproyecto. Información documentada en 1973.

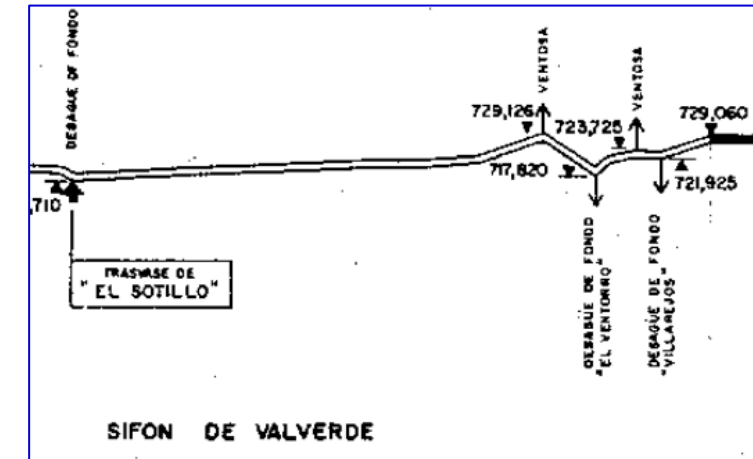


Imagen 23. Perfil longitudinal del Sifón de Valverde. Información documentada en 1973.

El Canal del Atazar a la altura del Nudo de Fuencarral está formado por dos tuberías de diámetros 2m cada una. En el tramo analizado, las tuberías del canal son de hormigón con camisa de chapa, circulando a presión.

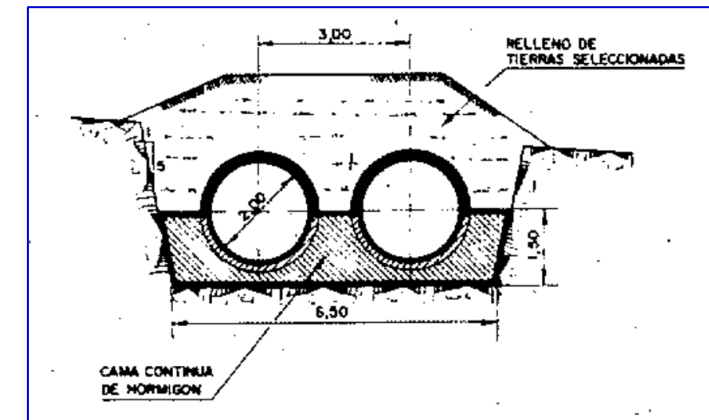


Imagen 24. Sección del canal a la altura de la zona del Anteproyecto

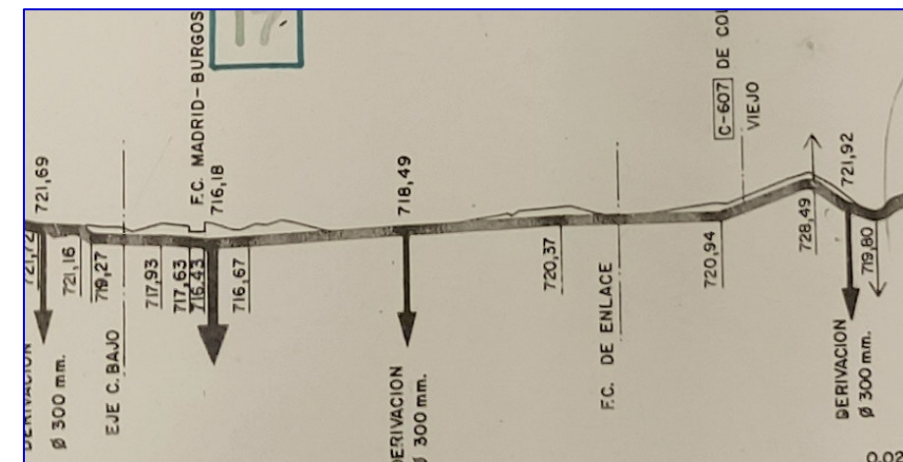


Imagen 25. Perfil longitudinal del Canal del Atazar

### Propuesta de reposición del Canal Alto y el Canal del Atazar

Se describe de forma simultánea el trazado previsto para reponer tanto el Canal Alto como el Canal del Atazar, debido a que se ha planteado para ambos canales un diseño paralelo en planta y muy parecido en alzado. El trazado contemplado en este Anteproyecto para la reposición de estos canales



consiste en el desarrollo con mayor grado de detalle de la solución propuesta para ello en la Modificación Puntual del Plan General de Ordenación Urbana.

La distancia entre las caras exteriores de ambos canales se ha establecido en 1m libre constante. La distancia entre las propias tuberías del Canal del Atazar se ha establecido en 0.5m.

La reposición del Canal Alto se realizará mediante un tubo de acero de 2.2m de diámetro dentro un dado de hormigón armado.

La reposición del Canal del Atazar se realizará mediante dos tubos de acero de 2.5m de diámetro dentro un dado de hormigón armado.

Tras analizar diferentes alternativas de reposición, finalmente se considera que la opción que mejor reúne los criterios mencionados en los criterios generales de diseño es la descrita a continuación:

El inicio de la reposición del Canal Alto y el Canal del Atazar se ha planteado aprovechando la existencia en las proximidades del proyecto de una cámara donde existen válvulas de corte y de retención. Dicha cámara está situada en el interior de enlace de la M-607 y M-40, en las proximidades de la margen derecha de la M-40, a la altura del P.K. 58+200.

Desde este punto, el trazado de los canales se desvía 22.5° desde su eje actual, dirección Oeste, dirigiéndose casi de forma perpendicular hacia la línea de FFCC.

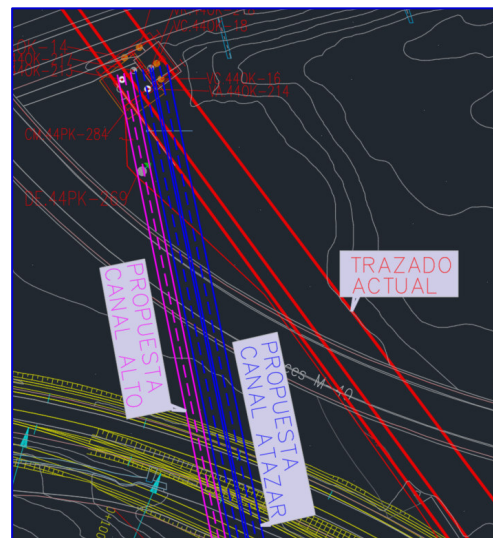


Imagen 26. Trazado actual, Propuesta Canal Atazar y Propuesta Canal Alto.

A lo largo de aproximadamente 300m, el trazado de ambos canales cruza una finca (Polígono 16, Parcela 339, RC:28900A016003390000KJ) situada dentro del Parque Regional “Cuenca alta del Manzanares” y se adentra en la parcela catalogada como Bien de Interés Cultural (BIC).



Imagen 27. Cruce de los canales con una finca.

Previo al parking del Santuario se ubicará el primer desagüe de fondo de ambos canales.

Sin llegar a cruzar la línea de FFCC “Hortaleza-Pitis”, el trazado de los canales se desvía dirección Este hacia la M-607, atravesando temporalmente al parquin del Santuario de Nuestra Señora de Valverde, que más tarde tendrá que reponerse.

Aproximadamente por la mitad del parking, los canales que discurren a una profundidad de unos 6m, comienzan a subir de cota para lograr alcanzar la cota suficiente como para poder imitar el trazado actual de los canales existentes, y cruzar el FFCC por encima del mismo.

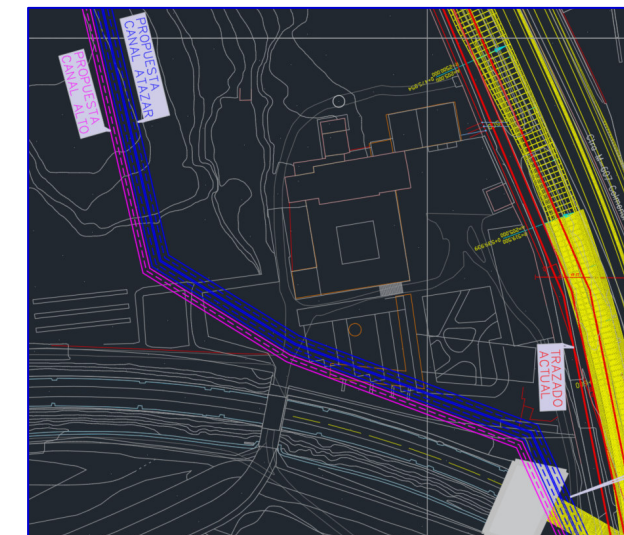


Imagen 28. Cruce sobre FFCC

Para pasar por encima del FFCC, es necesario diseñar una nueva estructura que pase sobre el paso superior actual, debido a que se desconoce la capacidad resistente de la estructura existente.



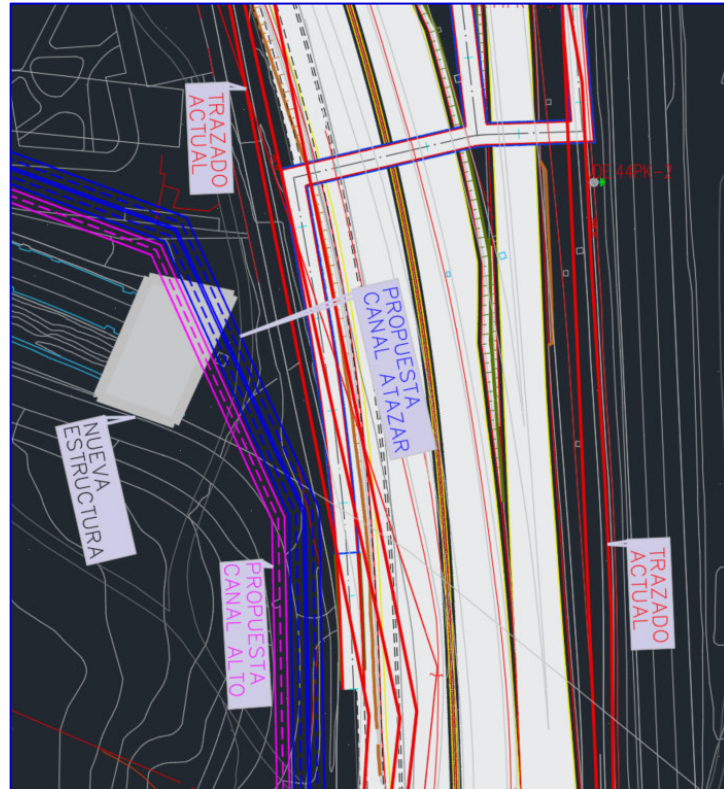


Imagen 29. Planta en la que se muestra la nueva estructura para pasar el FFCC.

Aproximadamente 70m después de superar el paso del FFCC, será necesario diseñar un segundo desagüe de fondo.

Ambos canales discurrirán paralelos a la M-607 y a su vez paralelos a los canales actuales, pero retranqueados desde sus ejes una distancia mínima de 15m, medido desde la generatriz superior de los canales.

Tras lo indicado, el nuevo trazado de los canales se dirigirá hacia el Sur y pasará bajo la remodelación del enlace entra la M-607 y M-603. Para poder pasar bajo ambas vías será necesario realizar una hinca de aproximadamente 100m de longitud hasta alcanzar el interior del lazo. Desde ese punto el trazado puede continuar ejecutándose en trinchera, aprovechando las obras de remodelación del enlace entre la M-607 y M-603.

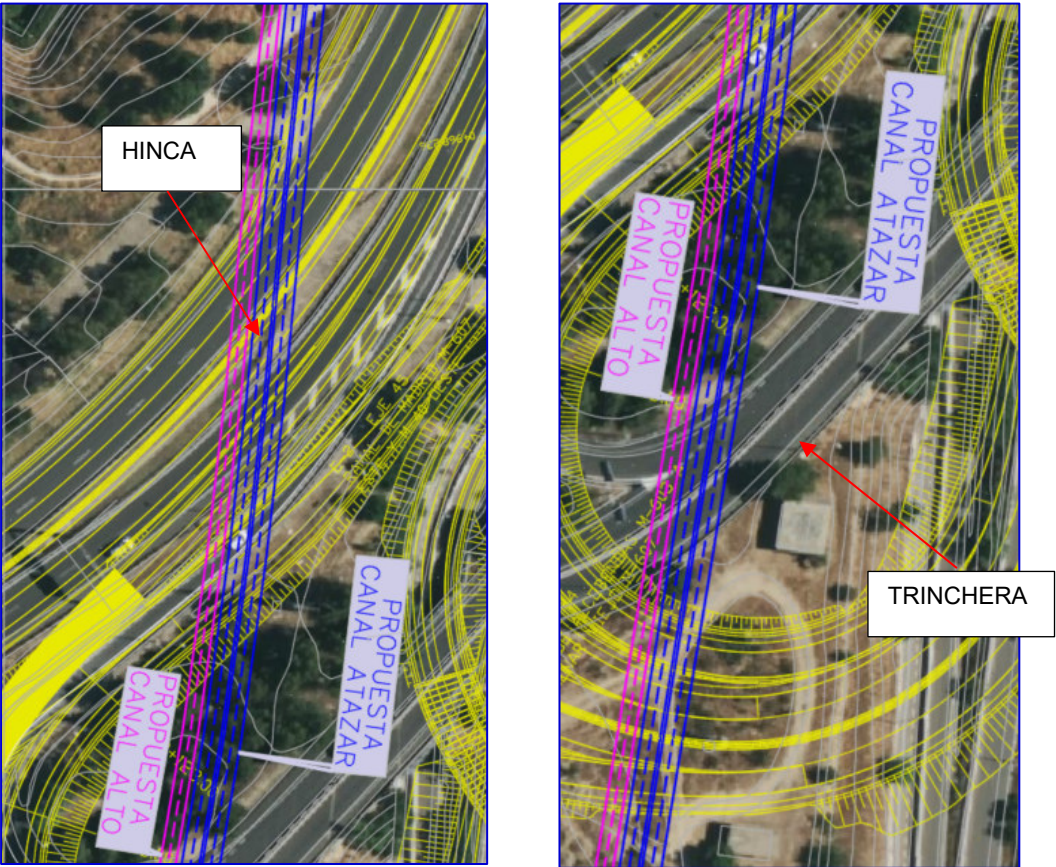


Imagen 30. Hinca realizada hasta alcanzar el interior del lazo y continuación en trinchera.

El nuevo diseño de los canales lleva implícito la necesidad de desplazar las cámaras con las ventosas existentes del Canal del Atazar y el venteo del Canal Alto, debido a que ambas se ven afectadas por la remodelación del enlace de la M-607 y M-603.

Finalmente, el Canal Alto y el Canal del Atazar siguen paralelos a los canales actuales, hasta que 30m antes del desagüe existente denominado “El Ventorro”, donde giran 22.5° dirección Este para conectarse con el mismo.

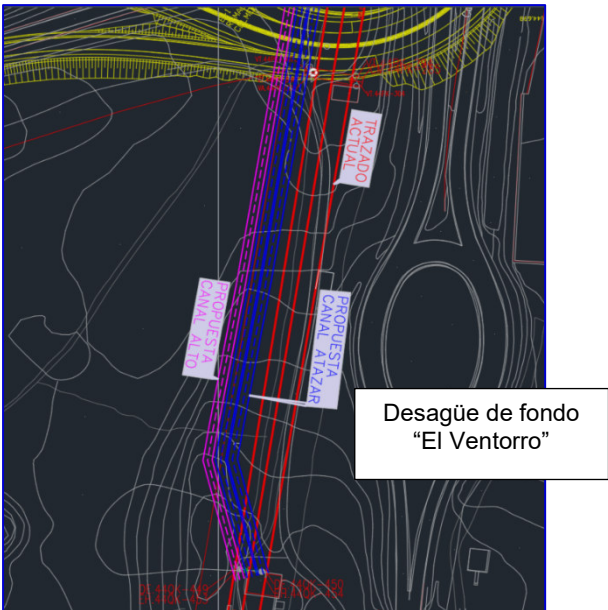


Imagen 31. Ubicación desagüe de fondo "El Ventorro"

La longitud actual del tramo afectado del Canal Alto es aproximadamente 1.225m y tras las modificaciones de su trazado, descritas en los párrafos anteriores, pasa a tener una longitud de 1.252m.

La longitud actual del tramo afectado del Canal del Atazar es aproximadamente 1220m y tras las modificaciones de su trazado, descritas en los párrafos anteriores, pasa a tener una longitud de 1260m.

Canal de Santillana

A la altura del Nudo de Fuencarral el Canal de Santillana está formado por una tubería de diámetro 1600mm. Es un canal de tuberías de hormigón con camisa de chapa que circula a presión.

Los datos tomados por el Georadar indican que la generatriz superior del Canal de Santillana está situado a una profundidad aproximada de 1m.

Propuesta de reposición del Canal de Santillana

La reposición del Canal de Santillana se realizará disponiendo un tubo de acero de 1.8m de diámetro dentro un dado de hormigón armado.

La propuesta de reposición del Canal de Santillana viene condicionada por los diseños de reposición de servicios que se están realizando en el proyecto de CreaMNN.

La reposición comenzará a la altura de la cámara existente situada bajo la actual pasarela peatonal ubicada a la altura de la salida 14 de la M-607. En el Anejo nº 16. Reposición de servicios, vienen indicadas las ventajas de comenzar la reposición en este punto.

La tubería del Canal de Santillana continuará dirección Sur, paralela a las vías del FFCC y paralela a la carretera M-607, situada en el espacio comprendido entre ambas obras lineales.

Será necesario hincar la tubería bajo la M-603, a lo largo de unos 60m de longitud, disponiendo un desagüe de fondo aproximadamente 20m después de terminar la hinca.

Debido a que el desagüe de fondo está muy superficial, se prevé continuar la reposición del canal prácticamente por encima del terreno, por lo que será necesario disponer una protección al mismo, mediante montera de tierras.

La reposición del canal continúa recta dirección Sur, terminando a los 380m desde su origen. El final se ha dispuesto en un punto alto del terreno, lo que facilitará la continuidad del diseño de la reposición por parte de CREAMNN.

[1.7.14.3.2] Reposición de servicios restantes

A continuación, se muestra una tabla resumen con las características de las reposiciones de los servicios afectados, pudiéndose comprobar con mayor detalle en el Anejo nº 16.

Tramo a reponer			Reposición		
ID	Longitud (m)	Características	ID	Longitud (m)	Características
LÍNEAS DE ALTA TENSIÓN					
SA-IBE-AT.01	354.27	Línea de alta tensión aérea	R-IBE-AT.01	373.62	Línea de alta tensión aérea

Tramo a reponer			Reposición		
ID	Longitud (m)	Características	ID	Longitud (m)	Características
LÍNEAS DE MEDIA TENSIÓN					
SA-IBE-BT.01	1048.97	Línea de media tensión aérea	SA-IBE-BT.01	1093.49	Línea de media tensión aérea
SA-IBE-BT.02	281.99	Línea de media tensión aérea	SA-IBE-BT.02	259.86	Línea de media tensión aérea
LÍNEAS DE BAJA TENSIÓN					
SA-IBE-MT.01	284.02	Línea de baja tensión aérea	SA-IBE-MT.01	177.17	Línea de baja tensión aérea
SA-IBE-MT.02	180.17	Línea de baja tensión aérea	SA-IBE-MT.02	216.74	Línea de baja tensión aérea
TELEFÓNICA					
R-TF.01	74.03	PVC 110	R-TF.01	68.58	PVC 110
R-TF.02 / R-JZZ.04	182.75	PVC 100 PEAD 40	R-TF.02	518.36	PVC 100 y PVC 110 PEAD 40
	869.84	PVC 110 PEAD 40	R-TF.03	448.11	PVC 110 PEAD 40
R-TF.03	457.62	PVC 125	R-TF.04	497.93	PVC 125
ORANGE					
R-ORG.01 / R-ORG.03	182.75	PVC 100 PEAD 40	R-ORG.01	513.77	PVC 100 y PVC 110 PEAD 40
	869.84	PVC 110 PEAD 40	R-ORG.02	247.21	PVC 125
R-ORG.02	239.80	PVC 125	R-ORG.03	491.82	PVC 110 PEAD 40
JAZZTEL					
R-JZZ.01 / R-JZZ.03	540.00	PVC 100 PEAD 40	R-JZZ.01	242.10	PVC 100 PEAD 40
	264.39	PVC 110 PEAD 40	R-JZZ.02	245.97	PVC 125
R-JZZ.02	239.80	PVC 125	R-JZZ.03	500.02	PVC 110 PEAD 40
FIBRA ÓPTICA					
R-IBEF.01	411.88	PVC 110 PEAD 40	R-IBEF.01	494.03	PVC 110 PEAD 40
COMPAÑÍA MADRILEÑA DE GAS					
R-MRG.01	136.63	AO 16"	R-MRG.01	128.84	AO 16"
R-MRG.02	430.11	PE 90	R-MRG.02	395.22	PE 90
NEDGIA					
R-NDG.01	292.41	AO 16"	R-NDG.01	295.15	AO 16"
R-NDG.02	179.73	AO 16"	R-NDG.02	177.38	AO 16"
R-NDG.03	140.17	AO 16"	R-NDG.03	151.80	AO 16"
R-NDG.04	42.65	AO 16"	R-NDG.04	57.57	AO 16"
R-NDG.05	427.66	AO 12"	R-NDG.05	294.88	AO 12"
DGT					
R-DGT.01	374.39	Cable de 12 F.O. y 16 F.O	R-DGT.01	367.95	Cable de 12 F.O. y 16 F.O
R-DGT.02	348.61	Cable de 2 F.O y 48 F.O	R-DGT.02	337.41	Cable de 2 F.O y 48 F.O
R-DGT.03	281.07	Cable de 12 F.O. y 48 F.O	R-DGT.03	316.59	Cable de 12 F.O. y 48 F.O
R-DGT.04	660.94	Cable de 12 F.O. y 48 F.O	R-DGT.04	653.38	Cable de 12 F.O. y 48 F.O



ID	Tramo a reponer		ID	Reposición	
	Longitud (m)	Características		Longitud (m)	Características
R-DGT.05	214.61	Cable de 12 F.O. y 48 F.O	R-DGT.05	216.57	Cable de 12 F.O. y 48 F.O
R-DGT.06	99.93	Cable de 48 F.O	R-DGT.06	104.90	Cable de 48 F.O
R-DGT.07	692.85	Cable de 48 F.O	R-DGT.07	752.92	Cable de 48 F.O
<b>CORREOS</b>					
R-CR.01	774.92		R-CR.01	746.92	
R-CR.02	556.95		R-CR.02	761.46	

Tabla 53. Características reposiciones de servicios

#### [1.7.15] Documento Ambiental

La Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de Evaluación Ambiental, establece en su artículo 7.2 que serán objeto de una evaluación de impacto ambiental simplificada:

a) Los proyectos comprendidos en el anexo II.

b) Los proyectos no incluidos ni en el anexo I ni el anexo II que puedan afectar de forma apreciable, directa o indirectamente, a Espacios Protegidos Red Natura 2000.

c) Cualquier modificación de las características de un proyecto del anexo I o del anexo II, distinta de las modificaciones descritas en el artículo 7.1.c) ya autorizados, ejecutados o en proceso de ejecución, que pueda tener efectos adversos significativos sobre el medio ambiente. Se entenderá que esta modificación puede tener efectos adversos significativos sobre el medio ambiente cuando suponga:

- 1º Un incremento significativo de las emisiones a la atmósfera.
- 2º Un incremento significativo de los vertidos a cauces públicos o al litoral.
- 3º Incremento significativo de la generación de residuos.
- 4º Un incremento significativo en la utilización de recursos naturales.
- 5º Una afección a Espacios Protegidos Red Natura 2000.
- 6º Una afección significativa al patrimonio cultural.

d) Los proyectos que, presentándose fraccionados, alcancen los umbrales del anexo II mediante la acumulación de las magnitudes o dimensiones de cada uno de los proyectos considerados.

e) Los proyectos del anexo I que sirvan exclusiva o principalmente para desarrollar o ensayar nuevos métodos o productos, siempre que la duración del proyecto no sea superior a dos años.

El proyecto se considera una modificación de un proyecto del Anexo I ya ejecutado que puede tener efectos significativos sobre el medio ambiente.

Por tanto, le resulta de aplicación dicho procedimiento ambiental, debiéndose iniciar la tramitación con la presentación ante el órgano sustantivo de una solicitud de inicio de la Evaluación de Impacto

Ambiental Simplificada, acompañada del **Documento Ambiental**, con el siguiente contenido, según el art. 45:

a) La motivación de la aplicación del procedimiento de evaluación de impacto ambiental simplificada.

b) La definición, características y ubicación del proyecto, en particular:

- 1º. Una descripción de las características físicas del proyecto en sus tres fases: construcción, funcionamiento y cese;
- 2º. Una descripción de la ubicación del proyecto, en particular por lo que respecta al carácter sensible medioambientalmente de las áreas geográficas que puedan verse afectadas.

c) Una exposición de las principales alternativas estudiadas, incluida la alternativa cero, y una justificación de las principales razones de la solución adoptada, teniendo en cuenta los efectos ambientales.

d) Una descripción de los aspectos medioambientales que puedan verse afectados de manera significativa por el proyecto.

e) Una descripción y evaluación de todos los posibles efectos significativos del proyecto en el medio ambiente, que sean consecuencia de:

- 1º. Las emisiones y los desechos previstos y la generación de residuos;
- 2º. El uso de los recursos naturales, en particular el suelo, la tierra, el agua y la biodiversidad.

Se describirán y analizarán, en particular, los posibles efectos directos o indirectos, acumulativos y sinérgicos del proyecto sobre la población, la salud humana, la flora, la fauna, la biodiversidad, el suelo, el aire, el agua, el medio marino, el clima, el cambio climático, el paisaje, los bienes materiales, incluido el patrimonio cultural, y la interacción entre todos los factores mencionados, durante las fases de ejecución, explotación y, en su caso, durante la demolición o abandono del proyecto.

Cuando el proyecto pueda afectar directa o indirectamente a los espacios Red Natura 2000, se incluirá un apartado específico para la evaluación de sus repercusiones en el lugar, teniendo en cuenta los objetivos de conservación del espacio.

En los supuestos previstos en el artículo 7.2.b), se describirán y analizarán, exclusivamente, las repercusiones en el lugar, teniendo en cuenta los objetivos de conservación del espacio Red Natura 2000.

Cuando el proyecto pueda causar a largo plazo una modificación hidromorfológica en una masa de agua superficial o una alteración del nivel en una masa de agua subterránea que puedan impedir que alcance el buen estado o potencial, o que puedan suponer un deterioro de su estado o potencial, se incluirá un apartado específico para la evaluación de sus repercusiones a largo plazo sobre los elementos de calidad que definen el estado o potencial de las masas de agua afectadas.

f) Se incluirá un apartado específico que incluya la identificación, descripción, análisis y si procede, cuantificación de los efectos esperados sobre los factores enumerados en la letra e), derivados de la vulnerabilidad del proyecto ante riesgos de accidentes graves o de catástrofes, sobre el riesgo de que se produzcan dichos accidentes o catástrofes, y sobre los probables efectos adversos significativos sobre el medio ambiente, en caso de ocurrencia de los mismos, o bien informe justificativo sobre la no aplicación de este apartado al proyecto.



*El promotor podrá utilizar la información relevante obtenida a través de las evaluaciones de riesgo realizadas de conformidad con otras normas, como la normativa relativa al control de los riesgos inherentes a los accidentes graves en los que intervengan sustancias peligrosas, así como la normativa que regula la seguridad nuclear de las instalaciones nucleares.*

*g) Las medidas que permitan prevenir, reducir y compensar y, en la medida de lo posible, corregir, cualquier efecto negativo relevante en el medio ambiente de la ejecución del proyecto.*

*h) La forma de realizar el seguimiento que garantice el cumplimiento de las indicaciones y medidas protectoras y correctoras contenidas en el documento ambiental.*

En cumplimiento de dicho artículo, se redacta el Anejo nº 17.

#### [1.7.15.1] Antecedentes Ambientales

El Plan General de Ordenación Urbana de Madrid (PGOUM), aprobado definitivamente en fecha 17 de abril de 1997, incluía el Área de Planeamiento Remitido 08.03 (APR 08.03), limitándose a fijar una serie de objetivos generales, remitiéndose en cuanto a la concreta ordenación de este ámbito de actuación a la redacción posterior de uno o de varios planes especiales de reforma interior.

En fecha 21 de febrero de 2002, el Pleno de la Corporación Municipal aprobó inicialmente la Modificación Puntual del Plan General de Ordenación Urbana de Madrid, relativa al ámbito del APR 08.03 Prolongación de la Castellana. La antigua Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental (cuyas competencias en evaluación ambiental de planes corresponden actualmente a la Dirección General del Medio Ambiente y Sostenibilidad) emitió informe el 8 de julio de 2002 sobre la citada Modificación Puntual.

Los objetivos de la modificación se centraban en la prolongación del Paseo de la Castellana como gran eje urbano estructurante, resolviendo la accesibilidad desde la M-30, la conexión con la M-40, M-607 y M-603. Se pretendía la construcción de una nueva estación de ferrocarril, crear un sistema de parques y equipamientos y fijar los criterios definitivos sobre las áreas industriales de Fuencarral, con la mezcla de usos, actividades y funciones en busca de una centralidad urbana equilibrada. En la ficha del ámbito se planteaban márgenes de edificabilidad de usos lucrativos en distintos porcentajes que comprendían el residencial, el terciario, el dotacional privado y otros posibles usos cualificados.

La Modificación Puntual del PGOUM fue aprobada mediante Orden del Consejero de Obras Públicas, Urbanismo y Transportes de la Comunidad de Madrid el 27 de septiembre de 2002 (BOCM de 7 de octubre).

En fecha 25 de junio de 2003 el entonces Director General de Calidad y Evaluación Ambiental emitió informe sobre los siguientes documentos previos a la aprobación inicial del Plan Parcial:

- Estudio de contaminación atmosférica (Modelo de difusión).
- Estudio acústico en cumplimiento del citado Decreto 78/1999, de 27 de mayo, por el que se regula el régimen de protección contra la contaminación acústica de la Comunidad de Madrid.

El informe señala por un lado, consideraciones generales a los estudios de contaminación atmosférica y acústica y por otro, condiciones concretas para los proyectos de construcción a los efectos de protección contra el ruido.

La Dirección General de Evaluación Ambiental emitió informe ambiental en relación con el Plan Parcial de Reforma Interior para el desarrollo del APR 08.03 Prolongación de la Castellana, con fecha 24 de enero de 2011 y referencia 10/024133.9/11, estableciendo una serie de condiciones. El 25 de febrero

de 2011, el Pleno Municipal aprobó definitivamente el Plan Parcial de Reforma Interior para el desarrollo del APR 08.03 Prolongación de la Castellana. (BOCM de 30 de julio de 2011). El 30 de marzo de 2011 el Pleno Municipal acordó la subsanación de los errores materiales del Plan.

El 21 de junio de 2013 el Plan Parcial de Reforma Interior fue anulado parcialmente por Sentencia del Tribunal Superior de Justicia de Madrid. De acuerdo con la documentación aportada, los aspectos anulados son:

- 1) La previsión de que los costes relativos a la nueva línea de metro y la conexión Tres Olivos-Las Tablas debían ser asumidos por los propietarios.
- 2) El conjunto de determinaciones del Plan Parcial de 2011 que permitían una altura de las edificaciones superiores a tres alturas más ático.

Con fecha 21 de julio de 2014, el Ayuntamiento de Madrid remitió documentación del Plan Parcial de Reforma Interior del APR 08.03 "Prolongación de la Castellana" del Plan General de Ordenación Urbana, para su tramitación en la fase de consultas previas en cumplimiento del artículo 9 de la Ley 9/2006, de 28 de abril, sobre evaluación de los efectos de determinados planes y programas en el medio ambiente, y del artículo 17 de la Ley 2/2002, de 19 de junio, de Evaluación Ambiental de la Comunidad de Madrid. (SIA 14/104).

El 18 de mayo de 2015, la Dirección General de Evaluación Ambiental, tras el proceso de Evaluación Ambiental Estratégica, emitió Informe Ambiental sobre el Plan Parcial de Reforma Interior del APR 08.03 "Prolongación de la Castellana". (SIA 15/029).

En cuanto a la posterior tramitación del PPRI, debido al incumplimiento de la condición vinculante 13 de la ficha de la Modificación del Plan General aprobada en el año 2002, que establece el deber de que el PPRI incluya un Convenio Urbanístico y de Gestión, y derivado de la imposibilidad material de continuar la tramitación del Convenio consecuencia de la falta de aceptación del texto definitivo, la Dirección General de Planeamiento y Gestión Urbanística del Ayuntamiento de Madrid procede a la denegación de la Aprobación Definitiva del Plan Parcial de Reforma Interior.

En relación con el abastecimiento de agua al futuro ámbito:

- El Director General de Calidad y Evaluación Ambiental emitió Declaración de Impacto Ambiental el 28 de agosto de 2000, con determinadas condiciones, en relación al proyecto de "nuevo depósito regulador de Valdelatas", consistente en la construcción, por parte del Canal de Isabel II, de un depósito regulador de agua potable con 55.290 m³ de capacidad con objeto de sustituir el depósito de El Olivar, de 44.230 m³ por su interferencia en el desarrollo urbanístico de la prolongación de la Castellana.

Entre las condiciones de la Declaración de Impacto Ambiental, cabe citar que la eventual modificación del proyecto evaluado en cualquier aspecto que se aparte de lo contemplado en el Estudio de Impacto Ambiental y el contenido de la misma Declaración, deberá someterse a la previa aprobación de la Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio.

Igualmente, conviene indicar que, conforme al artículo 36 de la Ley 2/2002, de 19 de junio, de Evaluación Ambiental de la Comunidad de Madrid, si en el plazo de dos años desde la emisión de la Declaración de Impacto Ambiental, no hubieren comenzado las obras o el montaje de las instalaciones necesarias para la ejecución del proyecto, dicha Declaración de Impacto Ambiental deberá someterse en todo caso, solicitud del promotor, a informe del órgano ambiental de la Comunidad de Madrid que revise la vigencia de lo que en ella se estableció en su momento.

Con fecha 1 de agosto de 2018 y referenciado con el número 10/055264.6/18 la Dirección General de Medio Ambiente y Sostenibilidad emitió Documento de Alcance de la modificación puntual del Plan General de Ordenación Urbana del municipio de Madrid en los ámbitos APR 08.03 “Prolongación de la Castellana” y APE 05.07 “Colonia Campamento” para la definición de las determinaciones y parámetros de ordenación de la operación urbanística denominada “Madrid Nuevo Norte”.

El documento de avance localizó la Modificación Puntual en varios ámbitos del PGOU de Madrid situados al norte del casco urbano, entre zonas ya urbanizadas y rodeando una amplia extensión de infraestructuras ferroviarias, con una extensión de 321,5 hectáreas destinadas a los usos terciario y residencial. Con una edificabilidad de más de un millón de metros cuadrados de uso residencial para la construcción de 10.510 viviendas (1.050.742 m²) y más de millón y medio de metros cuadrados para usos lucrativos no residenciales (1.611.835 m²). Se plantea el desarrollo de dos grandes entornos diferenciados por sus objetivos: al sur de Calle 30 el gran centro de negocios en el entorno de la Estación de Chamartín y, al norte, la implantación de usos acordes con el tejido urbano circundante, mayoritariamente residenciales, extendiendo una cierta centralidad ligada a los nodos de transporte público.

Los ámbitos que forman parte de la modificación en el momento de información del Avance son:

1. Centro de Negocios Chamartín: APE 05.30
2. Estación Chamartín: APR 05.08
3. Fuencarral/Malmea: APE 08.16
4. Fuencarral/Tres Olivos: APE 08.16
5. Fuencarral/Las Tablas: APE 08.17

Tras la emisión el 31 de julio de 2018 del Documento de Alcance de la Modificación Puntual, y una vez elaborada por el promotor la versión inicial del plan teniendo en cuenta el Estudio Ambiental Estratégico, el órgano sustantivo sometió la versión inicial del plan y el Estudio Ambiental Estratégico a Información Pública. Simultáneamente a la Información Pública se consultó a las Administraciones Públicas afectadas y a las personas interesadas que fueron consultadas previamente conforme al artículo 19 de la Ley 21/2013.

Tomando en consideración las alegaciones formuladas, el promotor elaboró la propuesta final del plan. Dicha documentación, junto con el resto de la documentación del expediente de evaluación ambiental estratégica fue remitida a la Dirección General de Medio Ambiente y Sostenibilidad.

Con fecha 20 de marzo de 2019 y referenciado con el número 10/083588.9/19, tuvo entrada en el Registro General de la Consejería de Medioambiente y Ordenación del Territorio, el Estudio Ambiental Estratégico y la propuesta final de la Modificación Puntual del Plan General de Ordenación Urbana del municipio de Madrid en los ámbitos APR 08.03 “Prolongación de la Castellana” y APE 05.27 “Colonia Campamento”, procedente del Ayuntamiento de Madrid, el resultado de la Información Pública y de las consultas y documento resumen.

Finalmente, la Declaración Ambiental Estratégica de la Modificación Puntual del Plan General de Ordenación Urbana del municipio de Madrid en los ámbitos APR 08.03 “Prolongación de la Castellana” y APE 05.27 “Colonia Campamento” fue formulada por la Dirección General del Medio Ambiente y Sostenibilidad de la Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio con fecha 20 de mayo de 2019. Dicha Declaración se aporta como Apéndice nº 1 del Anejo nº 17. Documento Ambiental.

El Nudo de Fuencarral consta como una de las infraestructuras que requiere el Plan y, por tanto, se encuentra bajo la aplicación de dicha Declaración Ambiental Estratégica. Tal y como se recoge en la propia resolución, las intervenciones previstas en el Nudo tienen por objetivo la mejora de los flujos de tráfico por lo que, desde el punto de vista de la contaminación atmosférica y acústica, se espera una evolución positiva en comparación con el momento actual.

#### [1.7.15.2] Principales impactos significativos

El proyecto puede producir diversos impactos sobre el medio, calificados como compatibles, entre los cuales destacan los siguientes:

- Sobre la **calidad del aire**, para evaluar la incidencia sobre el clima en fase de funcionamiento se valora el grado de contribución del proyecto a la emisión de gases de efecto invernadero mediante la aplicación CO2TA del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. Se ha estimado que, en total, **para el periodo 2029-2049 de funcionamiento del proyecto se habrán emitido 119.050,10 toneladas CO<sub>2</sub>**.
- En cuanto a las **alteraciones de tierra y suelo**, conviene destacar que el conjunto de modificaciones de relieve que conlleva la obra, genera un **movimiento de tierras**, cuyo resumen es el siguiente:

Alternativa	Volumen Firme (m³)	Desmorte (m³)	Terraplén (m³)	Excavación Túnel (m³)	Desmorte entre pantallas (m³)
1-A	58.533,20	321.366,20	37.339,80	30.723,70	123.810,60
2-A	57.720,50	300.574,70	44.509,60	30.723,70	123.810,60
3-A	58.242,00	321.159,40	44.310,20	30.723,70	123.810,60
1-B	58.558,50	321.198,00	35.819,00	55.046,70	102.849,10
2-B	57.728,90	299.113,60	44.301,40	55.046,70	102.849,10
3-B	52.402,60	321.194,60	44.299,80	55.046,70	102.849,10
GM-1	1.717,20	2.517,50	500,00	0,00	0,00
GM-2	1.819,50	3.900,80	31,80	0,00	0,00
GM-3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
CB-1	270,70	249,70	1.786,70	0,00	0,00
CB-2	39,10	41,60	921,00	0,00	0,00

Tabla 54. Movimiento de tierras

De dicho balance de tierras se obtiene, para cada alternativa de trazado (1-2-3) y túnel (A-B), además de las alternativas del resto de actuaciones, un **volumen de tierras destinado a vertedero**, que se recoge en la siguiente tabla:

Alternativa	Volumen a vertedero (m³)
1-A	284.026,40
2-A	256.065,10
3-A	276.849,20
1-B	285.379,00
2-B	254.812,20
3-B	276.894,80
GM-1	2.017,50

Alternativa	Volumen a vertedero (m³)
GM-2	3.869,00
GM-3	0,00
CB-1	-1.537,00
CB-2	-879,40

Tabla 55. Volumen de tierras destinado a vertedero

- También hay que destacar en este aspecto el uso del suelo para la nueva ocupación de la infraestructura. La **ocupación permanente de suelo** por parte de las actuaciones afecta a las siguientes superficies:

Terrenos de nueva ocupación	Superficie de ocupación (m²)
Alternativa 1	37.828,05
Alternativa 2	37.153,16
Alternativa 3	37.682,83

Tabla 56. Ocupación del suelo

A ello habría que sumar los suelos afectados por los tramos de canales a reponer que discurrirán en su totalidad directamente enterrados mediante los correspondientes tubos. En concreto:

- La reposición del Canal Alto se realizará mediante un tubo de acero de 2.2 m de diámetro dentro un dado de hormigón armado.
- La reposición del Canal del Atazar se realizará mediante dos tubos de acero de 2.5 m de diámetro dentro un dado de hormigón armado.
- La reposición del Canal de Santillana se realizará mediante un tubo de acero de 1.8 m de diámetro dentro un dado de hormigón armado.

Por tanto, la reposición de los canales implica la siguiente ocupación soterrada con carácter permanente:

Terrenos de nueva ocupación	Superficie de ocupación (m²)
Canal Alto	3.380,4
Canal Atazar	8.190,0
Canal de Santillana	874,0
<b>TOTAL:</b>	<b>12.444,40</b>

Tabla 57. Superficie ocupada por la reposición de los canales

Ello implica una superficie de ocupación total por parte de los canales de 12.444,4 m².

- Respecto a la afección a la **vegetación**, se ha realizado un estudio específico de las comunidades vegetales y hábitats de interés comunitario del ámbito del proyecto, donde se ha caracterizado pormenorizadamente las formaciones vegetales existentes, de tal forma que se pueda llegar a definir el grado de afección, tanto cualitativa como cuantitativa, a cada una de ellas.

De dicho estudio cabe destacarse la **afección a las siguientes comunidades y hábitats**:

Comunidades vegetales	Área afectada (m²) Alternativa 1	Área afectada (m²) Alternativa 2	Área afectada (m²) Alternativa 3
Pastizal-Erial	22.209,12	22.209,12	22.209,12
Pastizal-Erial arbolado	8.678,03	8.678,03	8.678,03
Plantación ornamental de enlaces	6.878,65	6.878,65	6.878,65

Tabla 58. Afección a comunidades y hábitats vegetales

Igualmente se produce una afección de carácter temporal por parte de las diversas zonas de instalaciones auxiliares a las siguientes comunidades y hábitats:

Comunidades vegetales	Área afectada (m²) Zona 1	Área afectada (m²) Zona 2	Área Afectada (m²) Zona 3	Área afectada (m²) Zona 4
Pastizal-Erial	-	-	-	717,03
Pastizal-Erial arbolado	-	963,59	512,30	-
Plantación ornamental de enlaces	5.011,46	-	-	-

Tabla 59. Afección a comunidades y hábitats vegetales por instalaciones auxiliares

Por otra parte, la reposición de los canales de abastecimiento provoca la pérdida de vegetación natural en las siguientes superficies:

Comunidades vegetales	Área afectada (m²) Canal Alto	Área afectada (m²) Canal del Atazar	Área afectada (m²) Canal de Santillana
Pastizal-Erial	883,40	2.164,54	401,59
Pastizal-Erial arbolado	1.255,83	2.844,01	-
Plantación ornamental de enlaces	192,35	492,64	-

Tabla 60. Pérdida vegetación por la reposición de los canales de abastecimiento

No obstante, se trata de una afección temporal puesto que al término de las obras se procederá a la restitución de los terrenos afectados.

- Por otra parte, según información de la cartografía de Vías pecuarias de la Comunidad de Madrid, por la zona de estudio discurre la vía pecuaria denominada “**Cordel de la Carretera de Miraflores**”, cuyo trazado coincide con la Calle de Nuestra Señora de Valverde y la autovía M-607, de tal forma que en la actualidad el tránsito por la misma se reduce a un carril bici adyacente al vial de la Calle de Nuestra Señora de Valverde, a partir de la glorieta de acceso a la M-603, y tras atravesar esta autovía, se convierte en un camino paralelo a la M-607.

El Anteproyecto afecta a dicha vía pecuaria, por cuanto se producen cruces transversales a la misma y nuevas ocupaciones longitudinales en diversos tramos de su trazado actual.

La actuación se localiza en el ámbito del **Enlace de Mirasierra y Vía Verde Fuencarral**, donde existe compatibilidad de la propuesta de Corredores Verdes con el Anillo Ciclista planteado por el Plan Regional de Vías Ciclistas y Peatonales de Madrid (Plan CIMA) para enlazar con los principales circuitos ciclistas de la Comunidad de Madrid.

En la actualidad, en dicho corredor discurre la **Vía Verde de Colmenar**, que en la zona de actuación coincide en un tramo con el trazado de la vía pecuaria descrita anteriormente y en otro tramo con



el Anillo Verde antes mencionado, atravesando la autovía M-607 mediante una pasarela elevada sobre dicha vía.

- Respecto al **patrimonio cultural**, el Anteproyecto de Remodelación del Nudo de Fuencarral discurre próximo al Bien de Interés Cultural Santuario de Nuestra Señora de Valverde.

Si bien las actuaciones de remodelación de la vía no afectan a dicho BIC, las actuaciones de reposición del Canal Alto y Canal de Atazar discurren por el interior de su entorno de protección delimitado por el Decreto 153/2021, de 7 de julio, del Consejo de Gobierno, por el que se declara Bien de Interés Cultural, en la Categoría de Monumento, el Santuario de Nuestra Señora de Valverde, de Fuencarral (Madrid).

Por tanto, tanto el Canal Alto como el Canal de Atazar atraviesan enterrados dicho entorno de protección en una longitud de 237 m y 250 m, respectivamente, quedando el BIC a una distancia de 10 y 17 m, respectivamente, con el consiguiente riesgo de afección a los valores propios del Bien, a su contemplación, apreciación o estudio, durante las obras de dichas actuaciones. No obstante, al discurrir ambos canales adyacentes se reduce considerablemente dicho riesgo de afección.

En cualquier caso, una vez terminadas las obras y, dado su carácter subterráneo, se volverá a restituir las condiciones para su disfrute y contemplación sin que dicho Bien se vea afectado.

Como impacto positivo en fase de funcionamiento se debe recoger la eliminación del riesgo sobre el BIC como consecuencia del alejamiento del Canal de Atazar y Canal Alto, que actualmente discurren adyacentes al mismo con el consiguiente riesgo de afecciones por desperfectos, accidentes, obras de mantenimiento, etc.

- En cuanto a las afecciones sobre espacios protegidos, parte de la actuación discurre dentro de los límites del **Parque Regional de la Cuenca Alta del Manzanares**, que constituye el corredor verde que une los límites del conjunto urbano de Madrid con la Sierra del Guadarrama.

Dicho espacio fue creado mediante la Ley 1/1985, de 23 de enero, del Parque Regional de la Cuenca Alta del Manzanares.

Según la zonificación del PRUG del Parque Regional Cuenca Alta del Manzanares, las actuaciones que se localizan en el interior de dicho espacio afectarían a la Zona de Transición, cuyas condiciones de uso son las siguientes:

*Usos permitidos: Serán los siguientes:*

*En esta área se podrán albergar actividades e instalaciones deportivas, recreativas y culturales compatibles con la función de protección que constituye la finalidad primordial del área.*

En cuanto a normas de protección, no se ha encontrado nada específico acerca de la construcción de infraestructuras, tan solo estas normas relativas a la protección de los recursos culturales:

*Las restauraciones y obras que se lleven a cabo en los monumentos, edificios, lugares e instalaciones de interés artístico, histórico arqueológico o etnológico existentes en el Parque y su entorno, deberán obtener, no sólo el informe favorable del Patronato, sino también, cuando proceda, la autorización de la Consejería de Educación y Cultura, junto con el informe de la Consejería de Medio Ambiente y Desarrollo Regional y Patrimonio Arquitectónico y siempre que las transformaciones que se propongan vayan encaminadas a la mejora de su valor cultural.*

Las actuaciones que se localizan en el espacio protegido, en todas las alternativas, son las siguientes:

- Tronco M-607 PPKK 0+000 – 1+075 aprox.
- Ramal de M-40 Este a Madrid Nuevo Norte
- Ramal de M-40 Este a Madrid M-607
- Ramal de M-40 Oeste a Madrid M-607
- Ramal de M-40 Oeste a Madrid Nuevo Norte
- Reposición de la pasarela de cruce de la Vía Verde sobre la M-607, en su margen izquierda.
- Reposición del Canal Alto, en sus primeros 570 m aprox.
- Reposición del Canal de Atazar, en sus primeros 580 m aprox.

Dada la compatibilidad de dichas actuaciones con las condiciones de uso establecidas para la Zona de Transición definidas en el PRUG de dicho espacio, se considera que dichas afecciones presentan carácter compatible.

- Para el análisis de las afecciones a la población por emisiones de ruidos debidos al tráfico se ha realizado un **estudio acústico**, cuyas conclusiones son las siguientes:
  - Los límites aplicables al estudio son los contemplados en la normativa estatal, concretamente los objetivos de calidad acústica (OCA) para ruido aplicables a áreas urbanizadas existentes recogidos en la tabla A del Anexo II del Real Decreto 1367/2007.
  - El análisis de los cumplimientos de estos límites se ha realizado en un ámbito de 500 m a cada lado de los ejes del proyecto, incluyendo además los otros ejes viarios dentro de este ámbito.
  - Se ha modelizado la situación actual, considerando los principales ejes viarios existentes. Del análisis de la situación actual se detectan 32 edificaciones con incumplimientos, siendo el periodo noche el más restrictivos.
  - En el escenario futuro considerando la actuación se han detectado 36 incumplimientos, encontrándose la mayor parte de estos incumplimientos fuera de los límites estrictos del proyecto.
  - Con el fin de valorar la aportación de la presente actuación a los niveles futuros se ha modelizado la situación futura (2059) sin actuación, obteniéndose unos niveles similares en ambos escenarios ( $\pm 1,5$  dB).
  - Por tanto, y en línea con las conclusiones del estudio acústico del Estudio Ambiental Estratégico de la Modificación Puntual del Plan General de Ordenación Urbana del municipio de Madrid en los ámbitos APR 08.03 "Prolongación de la Castellana" y APE 05.27 "Colonia Campamento, no se considera necesario la propuesta de medidas correctoras en el marco del presente Anteproyecto.

- Por último, el Anteproyecto de Remodelación del Nudo de Fuencarral se cruza al mismo nivel con los siguientes canales, ya descritos anteriormente:

- Canal Alto
- Canal del Atazar
- Canal de Santillana

Al ser una zona muy urbanizada, y estar la vía actual tan justa en el espacio entre ambos márgenes, no ha existido posibilidad de evitar la afección a los canales con el diseño del nuevo trazado.

Se trata de canales de gran importancia para el abastecimiento actual de la Comunidad de Madrid, todos ellos controlados y gestionados por el Canal de Isabel II.

#### [1.7.15.3] Principales medidas preventivas y correctoras

El Documento Ambiental incluye y define todas y cada una de las medidas preventivas, protectoras o correctoras que se aplican en el proceso de definición y ejecución de la infraestructura, entre las que destacan las siguientes:

- Protección de suelos y vegetación:
  - Se utilizarán, siempre que sea posible, los caminos y accesos que existen en la actualidad. Los nuevos accesos se realizarán con la mínima anchura posible, procurando respetar la vegetación autóctona y los hábitats de interés comunitario por donde discurran, en su caso
  - Los desbroces de vegetación se realizarán de forma manual, quedando prohibido el uso de productos químicos, tales como herbicidas, para tal fin, tanto en fase de obras como de funcionamiento.
  - Se establecerá un jalonamiento de las zonas de actuación para no afectar a la vegetación de las parcelas colindantes y se preservará toda la vegetación natural existente en aquellas zonas que no estén directamente afectadas por la construcción de las instalaciones. En especial, se procederá al jalonamiento de los terrenos catalogados como hábitat de interés comunitario.
  - Respecto a las zonas previstas para acopio de materiales y maquinaria, se deberá evitar ubicarlas en áreas cubiertas por vegetación natural, quedando definidas como zonas de exclusión de cualquier ocupación temporal las zonas catalogadas como hábitat de interés comunitario y terrenos forestales.
  - Una vez finalizados los trabajos, se procederá a la restauración de la zona de actuación, lo que implicará la descompactación de los suelos afectados, el extendido de la tierra vegetal acopiada y la ejecución de actuaciones de restitución morfológica del terreno. La restauración de la cobertura edáfica y la vegetación se realizarán tan pronto como sea posible para cada superficie, y se realizará de manera progresiva con el objeto de poderla integrar paisajísticamente.
  - En el caso de que se haya alterado comunidades vegetales naturales por la ocupación temporal de las instalaciones del proyecto, deberán ser restaurados o recuperados, en las mismas superficies en las que se produjo la degradación, mediante la preparación o acondicionamiento

del suelo e implantación de vegetación con similar composición específica, proporción de especies, y densidad, que permita la progresión hacia la comunidad vegetal preexistente.

- Respecto al arbolado urbano existente en el entorno de determinadas actuaciones del proyecto, durante la fase de obra se intentará dañar lo menos posible a estos ejemplares, respetando todos aquellos ejemplares que no estén afectados por la obra o por los accesos a la misma.
- Para ello se delimitarán las zonas de actuación, pero sin dificultar la posibilidad de maniobra de maquinaria y vehículos, para lo cual se empleará el jalonamiento descrito anteriormente.
- Cuando la obra pueda afectar a algún ejemplar arbóreo público o privado, se garantizará que, durante el transcurso de las mismas, se dotará a los troncos del arbolado y hasta una altura mínima de ciento ochenta (180) centímetros, de un adecuado recubrimiento rígido que impida su lesión o deterioro, tal y como establece las Normas de Protección del Arbolado recogidas en el Compendio de las Normas Urbanísticas del Ayuntamiento de Madrid. En su caso se estará a lo dispuesto en la Ordenanza de Protección del Medio Ambiente.

- Restauración paisajística:

- La revegetación de las superficies descubiertas generadas en la construcción del proyecto y demás instalaciones auxiliares, es uno de los objetivos más importantes en la elaboración del proyecto de medidas preventivas y/o correctoras, cumpliendo otros indirectos en el conjunto de éste (integración paisajística de la obra, protección del suelo frente a la erosión, etc.).
- La revegetación de superficies se realizará utilizando especies autóctonas propias de la naturaleza del sustrato y el piso bioclimático en el que se encuentran.
- Se propone aporte de la tierra vegetal previamente retirada de los terrenos ocupados y tratamiento de hidrosiembra en todos los taludes de altura superior a 1,5 m y pendientes inferiores a 1,5 H:1V, a fin de establecer en el menor tiempo posible una cubierta protectora contra la erosión sobre la superficie del talud.
- Para los taludes de altura máxima inferior a 1,5 m y para la superficie restituida de los canales a reponer, teniendo en cuenta la menor entidad de los procesos erosivos en ellos y la mayor facilidad de colonización por la vegetación espontánea, no se propone hidrosiembra, sino únicamente el aporte de la tierra vegetal previamente retirada.
- En todos los taludes de altura superior a 1,5 m, además de la hidrosiembra, se realizará un tratamiento de plantación arbustiva.

#### ○ Hidrosiembras

Este tipo de medida correctora constituye el tratamiento básico para el conjunto del trazado. Dadas las condiciones de los diferentes tipos de actuación asociados con las obras, tales como tipo de material, pendiente resultante, etc., la hidrosiembra se destina a las superficies préstamos y depósitos de tierras sobrantes, en las zonas de instalaciones auxiliares, caminos de acceso y en las superficies de terraplén y desmonte, las cuales pueden variar tras los ajustes de diseño efectuados a nivel de proyecto constructivo.



A continuación, se presenta a título orientativo, una relación de especies herbáceas de posible aplicación en el ámbito de trazado:

Nombre científico	Familia
Poa annua	Poaceae
Lolium perenne	Poaceae
Cynodon dactylon	Poaceae
Trifolium campestre	Fabaceae
Medicago sativa	Fabaceae

Tabla 61. Especies herbáceas de posible aplicación

Plantaciones

Las plantaciones constituyen un tratamiento adicional al de hidrosiembra, y se proponen únicamente para ciertos lugares del trazado que reúnan las condiciones adecuadas para el desarrollo satisfactorio de las mismas. En concreto las siguientes:

Plantaciones en taludes

Se propone un único tipo de plantación de tratamiento destinado a los desmontes y terraplenes de altura superior a 1,5 m, en el que se proponen las siguientes especies:

Nombre científico	Nombre común
Phyllirea angustifolia	Agracejo
Daphne gnidium	Torvisco
Ruscus aculeatus	Rusco
Lavandula pedunculata	Cantueso
Retama spaherocarpa	Retama

Tabla 62. Especies para desmonte y terraplén

La plantación ocupará toda la superficie de talud, utilizando las anteriores especies en una densidad en torno a los 1.500 pies por hectárea, distribuyéndolas irregularmente a lo largo de todo el terreno.

Plantación en espacios libres y tramos de carretera fuera de uso

Este tipo de plantaciones se realizará en las zonas neoformadas de los enlaces previstos y espacios libres entre la futura vía y los caminos y carreteras existentes, además de los tramos de carretera fuera de uso. Para ello se han diseñado grupos de especies que conforman una especie de bosque.

Cada bosque puede ser diseñado alternando especies arbóreas de porte elevado y especies arbustivas de diferentes tamaños, a base especies similares a las existentes en los espacios libres de las vías actuales y con una densidad de 1 Ud/12 m².

Nombre científico	Nombre común
Cupressus sempervirens	Ciprés común
Pinus halepensis	Pino carrasco

Phyllirea angustifolia	Agracejo
Retama spaherocarpa	Retama

Tabla 63. Especies en espacios libres y tramos de carretera fuera de uso

Todas estas superficies de plantación arriba indicadas habrán sido previamente tratadas mediante modelado del terreno, hidrosiembra y aporte de tierra vegetal.



Imagen 32. Localización del tramo de vía de la zona de actuación que quedaría fuera de uso y sería preciso restaurar, marcado en amarillo.

Plantación en glorietas

Para el diseño de las plantaciones en las glorietas de los enlaces se han tenido en cuenta los aspectos funcionales de la visibilidad, pero en cualquier caso se deberá comprobar “in situ” de manera previa a la plantación y teniendo en cuenta el tamaño real presentado por las plantas, que la disposición de las unidades no impide la visibilidad de los vehículos que acceden al enlace por cualquiera de sus ramales. Como mínimo se dejarán los 4 primeros metros sin plantar para asegurar la visibilidad que se cubrirán de gravilla sobre malla antihierba.

En la parte central de las glorietas se van a implantar 3 bosquetes de especies arbóreas y arbustivas. Los bosquetes tendrán 25 m² compuesto por 5 ejemplares de las siguientes 5 especies:

Nombre científico	Nombre común
Cupressus arizonica	Ciprés de Arizona
Cupressus sempervirens	Ciprés común
Pinus halepensis	Pino carrasco
Phyllirea angustifolia	Agracejo
Nerium oleander	Adelfa

Tabla 64. Especies empleadas en glorietas



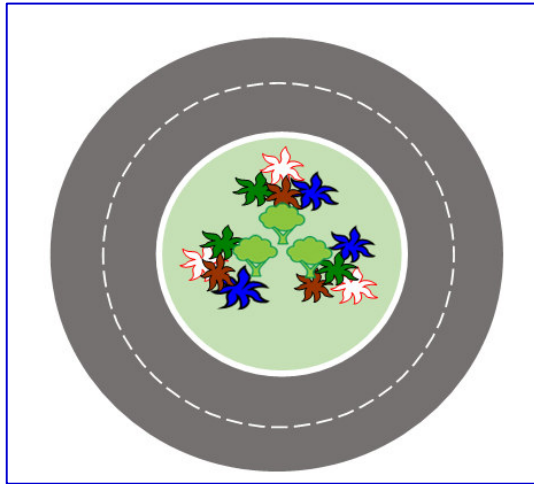


Imagen 33. Diseño propuesto para plantación en glorietas.

- Tratamientos de restauración, revegetación e integración paisajística de las zonas auxiliares (instalaciones, accesos, etc.)

En todas las superficies de las diferentes zonas de actuación en las que se haya producido una compactación del suelo como consecuencia del desarrollo de las obras (zonas de acopios, caminos provisionales de obra, etc.) se prescribe como medida correctora la realización de las labores necesarias para descompactar dichos suelos. El objetivo es favorecer la implantación de semillas y consecuentemente la regeneración natural.

Posteriormente, el extendido de la tierra vegetal debe de realizarse sobre el terreno ya remodelado de forma que se ocasione la mínima compactación. Para proporcionar un buen contacto entre el material superficial existente y la tierra vegetal a añadir se debe escarificar la superficie antes de cubrirla.

El extendido de la tierra vegetal sobre las superficies creadas por la obra no tendrá un espesor inferior a 30 cm.

Finalmente, se aplicará el tratamiento de revegetación propuesto, consistente en la siembra, con una composición de especies similar a la descrita para la hidrosiembra.

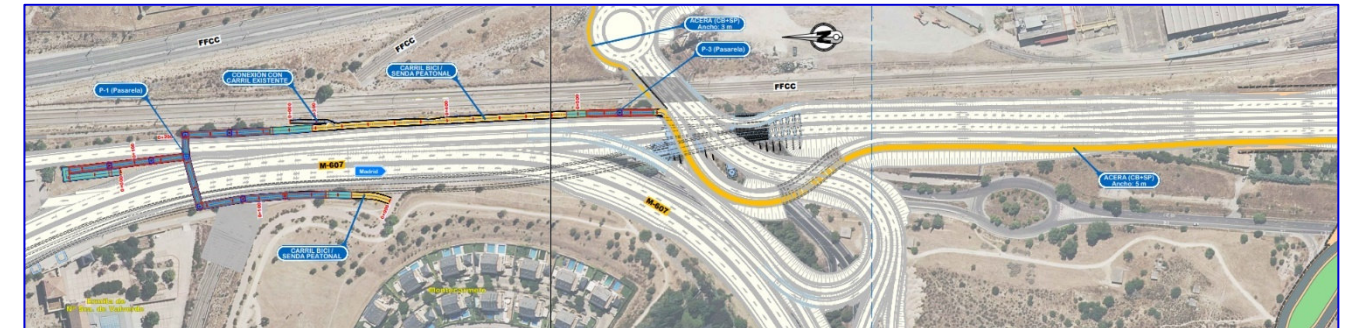
- Protección de vías pecuarias y vías verdes:

La actuación afecta a un tramo de la Vía Verde de Colmenar que coincide con el trazado de la vía pecuaria Cordel de la Carretera de Miraflores. Se comprobará que durante las obras en dicho tramo sólo se interrumpe el tránsito durante el mínimo tiempo posible, y se tratará de garantizar, en la medida de lo posible, una banda de ancho suficiente con prioridad para el posible tránsito de ciclistas y senderistas en dicho tramo.

Para la reposición de su trazado será necesario ejecutar la reposición de la pasarela sobre la M-607, ya que el mantenimiento de la continuidad de dicha vía verde obliga a cambiar de margen. La actuación también afecta a un tramo del Anillo Verde.

Esta pasarela servirá, a su vez, como reposición del trazado de Anillo Verde que conecta con la Vía Verde de Colmenar, ya que la pasarela actual por la que discurre se eliminará para ser sustituida por la mencionada pasarela, localizada 150 metros más al norte de la actual.

En la siguiente imagen se resumen las actuaciones para reposición de vías pecuarias y/o sendas peatonales o ciclistas existentes en la zona de estudio:



La distancia entre las caras exteriores de ambos canales se ha establecido en 1m libre constante. La distancia entre las propias tuberías del Canal del Atazar se ha establecido en 0.5 m, similar a la distancia que mantienen actualmente, según las secciones transversales mostradas en los planos aportados por el CYII, del Itinerario gráfico del Canal del Atazar (Goloso-Plaza de Castilla).

La reposición del Canal Alto se realizará mediante un tubo de acero de 2.2 m de diámetro dentro un dado de hormigón armado.

La reposición del Canal del Atazar se realizará mediante dos tubos de acero de 2.5 m de diámetro dentro un dado de hormigón armado.

Los trazados surgen ante la imposibilidad de mantener el trazado de ambos canales, ligeramente retranqueados hacia el Oeste desde su eje actual, debido que no existe espacio suficiente para plantear ese diseño sin llegar a afectar a la Ermita y al Santuario de Nuestra Señora de Valverde, catalogado como Bien de Interés Cultural (BIC).

La longitud actual del tramo afectado del Canal Alto es aproximadamente 1.225 m y tras las modificaciones de su trazado, pasa a tener una longitud de 1.252 m.

La longitud actual del tramo afectado del Canal del Atazar es aproximadamente 1.220 m y tras las modificaciones de su trazado, pasa a tener una longitud de 1.260 m.

La descripción detallada de los nuevos trazados de ambos canales se desarrolla en el Anejo nº 16. Reposición de servicios.

#### - Propuesta de reposición del Canal de Santillana

La reposición del Canal de Santillana se realizará mediante un tubo de acero de 1.8 m de diámetro dentro un dado de hormigón armado.

La propuesta de reposición del Canal de Santillana viene condicionada por los diseños de reposición de servicios que se están realizando en el proyecto de CreaMNN.

La longitud actual de la reposición del trazado es de 380 m.

Cabe destacar que se ha incluido en el diseño una fase transitoria entre la futura construcción de la Remodelación del Nudo de Fuencarral y la construcción del proyecto de Madrid Nuevo Norte con el que conectará el presente trazado. Esa fase transitoria consiste en dar continuidad al Canal de Santillana a lo largo de otros 377m, para que no existan cortes prolongados de abastecimiento. La conexión se realizará desde la última cámara de abastecimiento planteada en el P.K. 0+380 de la reposición hasta una cámara de abastecimiento existente en la zona de actuación de Madrid Nuevo Norte.

La descripción detallada del nuevo trazado se desarrolla en el Anejo nº 16. Reposición de servicios.

#### • Protección del patrimonio cultural

Las medidas de protección del patrimonio cultural vendrán determinadas por el organismo competente, dada la localización de parte de las actuaciones de las reposiciones de los canales, en el Entorno de protección del BIC Santuario Nuestra Señora de Valverde de Fuencarral.

Para ello, siguiendo lo establecido en el Decreto 153/2021, de 7 de julio, del Consejo de Gobierno, por el que se declara Bien de Interés Cultural, en la Categoría de Monumento, el Santuario de Nuestra Señora de Valverde, de Fuencarral (Madrid), las actuaciones localizadas dentro de su delimitación deberán cumplir los siguientes criterios de intervención:

Las actuaciones que se realicen en el bien objeto de declaración deberán regirse por los criterios de intervención establecidos en el artículo 20 de la Ley 3/2013, de 18 de junio, de Patrimonio Histórico de la Comunidad de Madrid. La realización de cualquier intervención u obra deberá contar con la autorización de la entidad competente, así como garantizar la conservación, consolidación, rehabilitación y mejora de los valores que motivan su declaración.

En cualquier caso, se deberá llevar un seguimiento constante del movimiento de tierras, con un arqueólogo a pie de obra durante la fase de construcción, con el fin de identificar cualquier elemento que pudiese aparecer durante estas operaciones. De esta forma se controlarán estos movimientos de tierra en toda la zona de obras.

En el caso de encontrarse algún resto arqueológico durante los movimientos de tierra se deberá notificar este hecho a la Consejería de Cultura, Turismo y Deportes de la Comunidad de Madrid, deteniendo las obras hasta la adopción de las medidas oportunas.

Por último, el Documento Ambiental comprende un **Plan de Vigilancia Ambiental** que permitirá realizar un seguimiento eficaz y sistemático, tanto del cumplimiento de las medidas contenidas en el proyecto, como de aquellas otras alteraciones de difícil previsión que pudieran aparecer durante la fase de ejecución.

[1.7.16] Presupuesto

A continuación, se muestra una tabla resumen con los presupuestos generales de cada alternativa (Presupuestos de Ejecución Material, PEM).

Alternativa	Presupuesto (€)
Alternativa A1+AA	111.075.595,98
Alternativa A1+AB	128.331.531,77
Alternativa A2+AA	110.672.878,63
Alternativa A2+AB	128.435.424,36
Alternativa A3+AA	110.604.892,67
Alternativa A3+AB	128.350.793,18
Actuación Monasterio Arlanza. Alternativa GM1	325.856,15
Actuación Monasterio Arlanza. Alternativa GM2	306.196,11
Actuación Monasterio Arlanza. Alternativa GM3	51.382,89
Carril bici elevado mediante pasarela CB1	5.584.651,24
Carril bici paralelo a línea ferroviaria por margen derecha de M-607 CB2	3.251.781,17

Tabla 65. Presupuestos generales de las diferentes alternativas.

Del análisis de los resultados del estudio multicriterio, realizado en el Anejo nº 22. Comparación de soluciones, se concluye que la alternativa mejor valorada en su conjunto y que, por lo tanto, queda seleccionada como Remodelación del Nudo de Fuencarral, objeto del presente Anteproyecto, es la:

**ALTERNATIVA 3: SOLUCIÓN BÁSICA DE LA MODIFICACIÓN DEL PGOUM + GLORIETA DE ACCESO A TERRENOS FERROVIARIOS SOBRE LA M-603, REALIZADA CON TÚNEL EN MINA LARGO + INTERSECCIÓN SEMAFÓRICA EN CALLE MONASTERIO DE ARLANZA.**

Las unidades de obra empleadas en la valoración de la alternativa seleccionada del presente Anteproyecto se han agrupado en varios capítulos, cuyo resumen total es el siguiente:

PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL (PEM)		
1	TRABAJOS PRELIMINARES Y EXPLANACIÓN	7.924.843,15 €
2	DRENAJE	1.386.466,77 €
3	FIRMES	4.306.775,57 €
4	ESTRUCTURAS	65.925.736,11 €
5	SEÑALIZACIÓN, BALIZAMIENTO Y DEFENSA	1.427.968,89 €
6	SOLUCIONES PROPUESTAS AL TRÁFICO	969.449,72 €
7	INTEGRACIÓN AMBIENTAL	283.654,18 €
8	OBRAS COMPLEMENTARIAS	11.364.080,33 €
9	REPOSICIÓN DE SERVICIOS AFECTADOS	13.431.097,02 €
10	GESTIÓN RESIDUOS (1%)	1.070.200,72 €
11	IMPREVISTOS (20%)	21.618.054,60 €
12	ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD (1,50%)	1.945.624,91 €

Tabla 66. Presupuesto de Ejecución Material de la alternativa elegida.

Al anterior Presupuesto de Ejecución Material se le aplican los porcentajes de Gastos Generales (13%) y Beneficio Industrial (6%) y el IVA (21%), obteniéndose el Presupuesto Base de Licitación más IVA de:

PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN	
TOTAL PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL	131.653.951,97 €
13% Gastos generales	17.115.013,76 €
6% Beneficio industrial	7.899.237,12 €
PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN SIN IVA	156.668.202,85 €
21% IVA	32.900.322,60 €
<b>PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN CON IVA</b>	<b>189.568.525,45 €</b>

Tabla 67. Presupuesto Base de Licitación con IVA de la alternativa elegida.

La valoración total de los terrenos y bienes afectados por el presente Anteproyecto es de:

PRESUPUESTO ESTIMATIVO PARA EXPROPIACIONES	
VALOR EXPROPIACIONES	11.767.863,77 €
VALOR SERVIDUMBRE	148.169,43 €
VALOR OCUPACIÓN TEMPORAL ANUAL	13.694,57 €
VALOR OTROS BIENES	145.383,20 €
<b>PRESUPUESTO GLOBAL DE EXPROPIACIONES</b>	<b>12.075.110,98 €</b>

Tabla 68. Presupuesto estimativo para Expropiaciones de la alternativa elegida.

El Presupuesto para Conservación o Enriquecimiento del Patrimonio Histórico Español es de:

PRESUPUESTO PARA CONSERVACIÓN DEL PATRIMONIO HISTÓRICO ESPAÑOL	
PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL	131.653.951,97 €
2,0 % Conservación del Patrimonio	2,633,079.04 €
<b>PRESUPUESTO PARA CONSERVACIÓN DEL PATRIMONIO HISTÓRICO ESPAÑOL</b>	<b>134,287,031.01€</b>

Tabla 69. Presupuesto para conservación o enriquecimiento del Patrimonio Histórico Español de la alternativa elegida.

Así, el Presupuesto de inversión se estima en:

PRESUPUESTO DE INVERSIÓN	
PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN CON IVA	189.568.525,45 €
PRESUPUESTO ESTIMATIVO PARA EXPROPIACIONES	12.075.110,98 €
PRESUPUESTO PARA CONSERVACIÓN DEL PATRIMONIO HISTÓRICO ESPAÑOL	2,633,079.04 €
<b>TOTAL PRESUPUESTO DE INVERSIÓN</b>	<b>204,276,715.47 €</b>

Tabla 70. Presupuesto de inversión de la alternativa elegida.

Asciende el presente Presupuesto de Inversión a la expresada cantidad de **DOSCIENTOS CUATRO MILLONES DOSCIENTOS SETENTA Y SEIS MIL SETECIENTOS QUINCE EUROS CON CUARENTA Y SIETE CÉNTIMOS (204,276,715.47 €).**



(\*) Las cantidades indicadas son valoraciones a nivel de anteproyecto, quedando pendientes de confirmación cuando la solución sea desarrollada en fases posteriores.

### [1.8] Análisis descomposición en proyectos parciales

Dada la magnitud del proyecto de remodelación del Nudo de Fuencarral, se podría plantear su ejecución descomponiéndolo en proyectos parciales de menor envergadura. De esta forma, se plantea la siguiente división en proyectos parciales, la cual se plantea en un orden lógico de ejecución de los mismos:

1. Proyecto de Semaforización de la intersección de la calle Monasterio de Arlanza con la calle del Reino de Candaya.
2. Proyecto de Reposición de los servicios afectados por la futura Remodelación del Nudo de Fuencarral, incluida la reposición de los canales de abastecimiento principal del Canal de Isabel II.
3. Proyecto para la ejecución de la glorieta sobre la M-603 que facilite el acceso a los terrenos ferroviarios.
4. Proyecto para la ejecución de la vía colectora que recoge los tráficos procedentes de la M-40 y de la M-607 Norte-Sur hacía Madrid Nuevo Norte (vía con el trazado en túnel).
5. Adecuación de las vías en superficie integrantes de la Remodelación del Nudo de Fuencarral (M-40, M-607 y M-607).
6. Proyecto para la reposición de la pasarela ciclo-peatonal sobre la M-607.
7. Proyecto para la ejecución y adecuación de las vías ciclo-peatonales previstas en el ámbito de actuación del proyecto de Remodelación de la M-40.

### [1.9] Documentos que integran el Anteproyecto

#### Documento nº 1: Memoria

#### Documento nº 2: Anejos a la memoria

- Anejo nº 1: Antecedentes
- Anejo nº 2: Cartografía y topografía
- Anejo nº 3: Geología. Disponibilidad de materiales
- Anejo nº 4: Efectos sísmicos
- Anejo nº 5: Climatología e hidrología
- Anejo nº 6: Estudio de planeamiento

- Anejo nº 7: Estudio de tráfico
- Anejo nº 8: Geotecnia del corredor
- Anejo nº 9: Estudio del trazado geométrico
- Anejo nº 10: Estudio de firmes y pavimentos
- Anejo nº 11: Drenaje
- Anejo nº 12: Estructuras
- Anejo nº 13: Túneles
- Anejo nº 14: Instalaciones
- Anejo nº 15: Servicios afectados y coordinación con otros organismos
- Anejo nº 16: Reposiciones
- Anejo nº 17: Documento Ambiental
- Anejo nº 18: Expropiaciones e indemnizaciones
- Anejo nº 19: Plan de etapas y plazos
- Anejo nº 20: Estimación de precios
- Anejo nº 21: Presupuesto de inversión
- Anejo nº 22: Comparación de soluciones

#### Documento nº 3: Planos

#### Documento nº 4: Presupuesto

### [1.10] Resumen y conclusiones

En el análisis multicriterio realizado se han definido los indicadores que se considera que mejor representan la contribución de cada alternativa al cumplimiento de los objetivos funcionales, ambientales, territoriales y económicos que persigue la infraestructura objeto del anteproyecto.

Del análisis de los resultados del estudio multicriterio se concluye que la alternativa mejor valorada en su conjunto y que, por lo tanto, queda seleccionada como Remodelación del Nudo de Fuencarral, objeto del presente Anteproyecto, es la:

**ALTERNATIVA 3: SOLUCIÓN BÁSICA DE LA MODIFICACIÓN DEL PGOUM + GLORIETA DE ACCESO A TERRENOS FERROVIARIOS SOBRE LA M-603, REALIZADA CON TÚNEL EN MINA LARGO + INTERSECCIÓN SEMAFÓRICA EN CALLE MONASTERIO DE ARLANZA Y CARRIL BICI POR MARGEN DERECHA.**

Esta combinación es la que mejor solución proporciona frente a los criterios técnicos-funcionales, económicos, ambientales y territoriales estudiados, ya que el trazado permite una mayor cantidad de

movimientos sin constreñirlos en una única intersección, lo que se comprobó que empeoraba los niveles de servicio incrementando los tiempos de demora.

Por otra parte, esta solución es la que mejor se integra con la planificación urbanística que el Ayuntamiento de Madrid tiene previsto para esta zona, ya que la glorieta prevista para el acceso a los terrenos ferroviarios sobre la propia M-603 ayuda a calmar el tráfico en este entorno, potenciando así el carácter urbano de la futura calle sobre la actual M-603. Esta solución ayuda también a articular mejor la red de vías ciclistas y peatonales existentes en la zona. Además, la rotonda facilita el acceso y la salida a las instalaciones de ADIF y contribuye a disminuir el tránsito de vehículos pesados, que son los que mayormente se dirigen o salen de las instalaciones ferroviarias, por la M-603, la que, como hemos comentado en líneas anteriores, está previsto tenga un comportamiento más de calle y esté más integrada en la futura trama urbana de la zona.

Finalmente, destacar también que la solución propuesta del carril ciclo-peatonal por la margen derecha, paralelo a la M-607 y a las vías del ferrocarril existentes en la zona, es la solución que menos afección causa con respecto a la ocupación de terrenos y al impacto visual de la actuación, quedando integrada de manera natural en el entorno del proyecto, no generando barreras adicionales, que dificulten la permeabilidad transversal de la zona.

El Presupuesto Base de Licitación para la alternativa seleccionada asciende a la cantidad de CIENTO OCHENTA Y NUEVE MILLONES QUINIENTOS SESENTA Y OCHO MIL QUINIENTOS VEINTICINCO EUROS CON CUARENTA Y CINCO CÉNTIMOS (189.568.525,45 €).

Madrid, mayo de 2024

Los Ingenieros Directores del Proyecto

Fdo.: D. Adriano Garcia Loygorri Verastegui

Fdo.: D. Pedro José Rodríguez Sánchez

Los Ingenieros Autores del Proyecto

Fdo.: D. Víctor Moisés Lupiáñez Sánchez

Fdo.: Dña. Beatriz Ortega Noblejas