



DOCUMENTO Nº1: MEMORIA Y ANEJOS

MEMORIA

ÍNDICE:

1. ANTECEDENTES.....	1	4.1.3.11. Drenaje	36
1.1. OBJETO Y ALCANCE	1	4.1.3.12. Geotecnia de cimentación de estructuras.....	38
1.2. ANTECEDENTES TÉCNICOS Y ADMINISTRATIVOS.....	1	4.1.3.13. Estructuras y muros	43
1.3. TRAMITACIÓN AMBIENTAL.....	1	4.1.3.14. Reposición de caminos.....	51
2. OBJETO.....	3	4.1.3.15. Soluciones propuestas al tráfico durante las obras	52
3. CUMPLIMIENTO DE LAS PRESCRIPCIONES ESTABLECIDAS EN EL INFORME DE IMPACTO AMBIENTAL	4	4.1.3.16. Señalización, balizamiento y defensas	52
4. DESCRIPCIÓN.....	6	4.1.3.17. Integración Ambiental	52
4.1. ENLACE AP-46 CON MA-20.....	6	4.1.3.18. Obras complementarias.....	56
4.1.1. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO	6	4.1.3.19. Sistemas ITS	57
4.1.2. JUSTIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA.....	8	4.1.3.20. Replanteo	57
4.1.3. CONTENIDO DEL PROYECTO	10	4.1.3.21. Coordinación con otros organismos	58
4.1.3.1. Planeamientos municipales	10	4.1.3.22. Expropiaciones e indemnizaciones.....	58
4.1.3.2. Cartografía	10	4.1.3.23. Reposición de servicios afectados.....	59
4.1.3.3. Geología y procedencia de materiales.....	11	4.1.3.24. Justificación de precios.....	61
4.1.3.4. Efectos sísmicos	16	4.2. ENLACE AP-46 CON MA-3404	61
4.1.3.5. Climatología e hidrología.....	16	4.2.1. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO	61
4.1.3.6. Estudio de tráfico	19	4.2.2. JUSTIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA	62
4.1.3.7. Geotecnia del corredor.....	20	4.2.3. CONTENIDO DEL PROYECTO.....	64
4.1.3.8. Trazado geométrico	29	4.2.3.1. Planeamientos municipales	64
4.1.3.9. Movimiento de tierras	34	4.2.3.2. Cartografía	65
4.1.3.10. Firmes y pavimentos	35	4.2.3.3. Geología y procedencia de materiales.....	65
		4.2.3.4. Efectos sísmicos	69
		4.2.3.5. Climatología e hidrología	69
		4.2.3.6. Estudio de tráfico	71
		4.2.3.7. Geotecnia del corredor	72
		4.2.3.8. Trazado geométrico	77
		4.2.3.9. Movimiento de tierras.....	80
		4.2.3.10. Firmes y pavimentos.....	81
		4.2.3.11. Drenaje	83
		4.2.3.12. Soluciones propuestas al tráfico durante las obras	84
		4.2.3.13. Reposición de caminos.....	84



4.2.3.14. Señalización, balizamiento y defensas	86
4.2.3.15. Integración ambiental	86
4.2.3.16. Obras complementarias	90
4.2.3.17. Sistemas ITS	91
4.2.3.18. Replanteo	92
4.2.3.19. Coordinación con otros organismos	92
4.2.3.20. Expropiaciones e indemnizaciones	93
4.2.3.21. Justificación de precios	94
5. PLAZO DE EJECUCIÓN	94
6. PRESUPUESTO	94
6.1. PRESUPUESTO DE LAS OBRAS	94
6.2. PRESUPUESTO DE INVERSIÓN	95
7. LEGISLACIÓN Y NORMATIVA TENIDA EN CUENTA EN LA REDACCIÓN DEL PROYECTO	95
8. DOCUMENTOS QUE INTEGRAN EL PROYECTO	103
9. PERSONAL QUE HA INTERVENIDO EN LA REDACCIÓN DEL PROYECTO	104
10. DECLARACIÓN DE OBRA COMPLETA	104
11. CONCLUSIÓN	104

1. ANTECEDENTES

1.1. OBJETO Y ALCANCE

El presente documento es el Proyecto de Trazado: "Actuaciones de Mejora en los Enlaces AP-46 con MA-20 y AP-46 con MA-3404", de clave T5-MA-4950, redactado por la sociedad concesionaria de la Autopista del Guadalmedina (GUADALCESA).

El Proyecto contempla las siguientes dos actuaciones:

- Mejora del enlace de la AP-46 con la autovía MA-20.
- Enlace de la AP-46 con la carretera provincial MA-3404.

De acuerdo con lo establecido en la Ley 37/2015 de 29 de septiembre, de Carreteras, el Proyecto contiene el diseño completo de la solución óptima, con el desarrollo del detalle geométrico y topográfico necesario para hacer factible la construcción de los nuevos ramales y otros elementos funcionales.

El presente documento consta de Memoria y Anejos, Planos, Mediciones y Presupuesto.

1.2. ANTECEDENTES TÉCNICOS Y ADMINISTRATIVOS

Se relacionan a continuación los antecedentes técnicos y administrativos del presente Proyecto:

- Las obras descritas en el presente Proyecto para la conexión de la carretera MA-3404 con la autopista AP-46 así como para la conexión de la autovía MA-20 con la autovía A-7, fueron objeto de sendos Estudios de Viabilidad elaborados por la sociedad concesionaria de la Autopista, Guadalcesa:

- Propuesta de Conexión de la autovía MA-20 con la Autovía A-7 (Málaga), elaborado en diciembre de 2012.
- Propuesta de Enlace de Casabermeja en la autopista AP-46 con la carretera MA-3404 (Málaga), elaborado igualmente en diciembre de 2012.

- Orden FOM/173/2019, de 22 de febrero, por la que se modifican determinados términos de la concesión administrativa para la construcción y explotación de la autopista de Málaga AP-46, tramo: Alto de Las Pedrizas – Málaga.
- Resolución de 1 de abril de 2019 de la Subdirección General de Proyectos de la Dirección General de Carreteras por la que se asigna clave a los proyectos de trazado y construcción: "Actuaciones de mejora en los enlaces AP-46 con MA-20 Y AP-46 con MA-3404". La clave asignada es: T5/15-MA-4950.

En el Anejo nº1 del Proyecto se analizan en detalle los antecedentes técnicos y administrativos.

1.3. TRAMITACIÓN AMBIENTAL

Con fecha julio de 2019 la Subdirección General de Proyectos del Ministerio de Fomento remite a la Dirección General de Biodiversidad y Calidad Ambiental del Ministerio para la Transición Ecológica el documento ambiental del proyecto "Actuaciones de mejora en los enlaces AP-46 con MA-20 y AP-46 con la MA-3404", para iniciar la tramitación del procedimiento de evaluación de impacto ambiental, según dispone el artículo 45 de la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental, y su modificación por la Ley 9/2018, en virtud de la cual se da una nueva redacción al artículo 45.1 sobre el contenido mínimo.

En septiembre de 2019 se recibe en el Ministerio de Fomento un Requerimiento de subsanación de documentación; una vez subsanada, con fecha 15 de octubre de 2019 el Ministerio para la Transición Ecológica inicia el periodo de consultas.

En febrero de 2020 el actual Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico remite informe de diciembre de 2019 de la Dirección General de Medio Natural, Biodiversidad y Espacios Protegidos de la Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Desarrollo Sostenible de la Junta de Andalucía, y en base al mismo solicita completar la documentación ambiental y el análisis de *“las posibles afecciones, tanto directas como indirectas, que pudieran originarse sobre los espacios pertenecientes a la Red Natura 2000”*, así como *“proponer las medidas preventivas y correctoras que minimicen los efectos del proyecto sobre los Hábitats de Interés Comunitario (HIC) identificados en el ámbito de proyecto”*. En marzo de 2020 el actual Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana remite la ampliación de documentación solicitada, el “Documento complementario Red Natura 2000”, en el que se evalúan las posibles repercusiones del proyecto sobre la Red Natura 2000 existentes en las proximidades de las actuaciones de mejora en los enlaces de la AP-46 con MA-20 y de la AP-46 con MA-3404, y se verifica la ausencia de afección directa o indirecta a estos espacios.

En abril de 2020, la Subdirección General de Evaluación Ambiental solicita completar la documentación ambiental dando respuesta a las consideraciones aportadas en marzo de 2020 por la Delegación Territorial en Málaga de la Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Desarrollo Sostenible. Esta documentación ambiental adicional se remite en mayo de 2020, la “Documentación Complementaria II”, donde se aporta la información solicitada e incorporan las modificaciones planteadas.

Mediante Resolución de 28 de julio de 2020 (B.O.E. nº 213, viernes 7 de agosto de 2020) de la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental, se

formula Informe de Impacto Ambiental del Proyecto: “Actuaciones de mejora en los enlaces AP-46 con MA-20 y AP-46 con MA-3404 (Málaga)”.

El Informe de Impacto Ambiental resuelve que no es necesario el sometimiento al procedimiento de evaluación ambiental ordinaria del proyecto, ya que no se prevén efectos adversos significativos sobre el medio ambiente, siempre y cuando se cumplan las medidas y prescripciones establecidas en el documento ambiental del proyecto así como en la citada resolución.

Se incluye copia la mencionada Resolución en el Apéndice 1 del Anejo de Antecedentes del Proyecto..

En el Proyecto se tiene en cuenta el dictamen emitido al efecto por el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico.

2. OBJETO

Atendiendo a las dos actuaciones contempladas en el presente Proyecto, se describen a continuación el objeto de cada una de dichas actuaciones.

El objeto de la actuación de mejora del enlace de la Autopista AP-46 con la autovía MA-20 consiste en el diseño y descripción de las obras para la construcción de dos nuevos ramales de enlace entre la Autovía MA-20 (P.K. 12 aproximadamente) y la Autovía A-7 (P.K. 240) que permitan completar y mejorar los siguientes movimientos entre ambas autovías:

- Tránsito desde la calzada del sentido Barcelona de la autovía MA-20 hacia el sentido Algeciras de la autovía A-7.
- Tránsito desde la calzada del sentido Barcelona de la autovía A-7 hacia el sentido Algeciras de la autovía MA-20.

Este nuevo enlace se ubica íntegramente en el término municipal de Málaga, provincia de Málaga.

Estos dos nuevos ramales permitirían conectar a los usuarios de la Autopista del Guadalmedina (AP-46) con la autovía MA-20, autovía que funciona como vía de circunvalación exterior del tráfico de la ciudad de Málaga, de forma más rápida y directa, sin necesidad de acceder a la autovía MA-20 a través de la autovía A-357, vía que en la actualidad se encuentra con altos niveles de tráfico y en la que son frecuentes los problemas circulatorios. Asimismo, supone una significativa reducción de recorrido para el acceso a la zona Centro de Málaga.

El proyecto incluye la definición de las obras necesarias para la construcción de los nuevos ramales y carriles de cambio de velocidad, para lo que será necesaria la construcción de un paso superior sobre la autovía MA-20, así como de una estructura para uno de los ramales paralela al viaducto existente en el tronco de la autovía A-7. Igualmente, el Proyecto contempla la reposición de los accesos a fincas particulares y la reposición de los servicios afectados por las obras.

El objeto de la actuación “Enlace AP-46 con MA-3404” consiste en el diseño y descripción de las obras para la construcción de una nueva conexión entre la autopista AP-46 y la carretera MA-3404 que permitan completar y mejorar los siguientes movimientos:

- Acortar los tiempos de recorrido hacia Málaga y su área metropolitana, la Costa del Sol y el Valle del Guadalhorce desde las poblaciones de Casabermeja y Villanueva de la Concepción, ambas en la provincia de Málaga, posibilitando el acceso a la Autopista de Las Pedrizas.
- Una reordenación de los viales de acceso al área de explotación de la Autopista, de uso interno por parte de la Concesionaria, cara a mejorar las condiciones de servicio y facilitar las labores de explotación y mantenimiento.

Esta nueva conexión entre la autopista AP-46 y la carretera MA-3404 se ubica íntegramente en el término municipal de Casabermeja, provincia de Málaga.

El proyecto incluye la definición de las obras necesarias para la construcción de un vial bidireccional desde la carretera MA-3404 hacia el vial de servicio existente, una glorieta para conectar el nuevo vial bidireccional con la carretera MA-3404 y la reordenación de los viales de acceso al área de explotación de la Autopista.

3. CUMPLIMIENTO DE LAS PRESCRIPCIONES ESTABLECIDAS EN EL INFORME DE IMPACTO AMBIENTAL

Mediante Resolución de 28 de julio de 2020, la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental, formula Informe de impacto ambiental del proyecto: "Actuaciones de mejora en los enlaces AP-46 con MA-20 y AP-46 con MA-3404 (Málaga)" y resuelve que no es necesario el sometimiento al procedimiento de evaluación ambiental ordinaria del proyecto, ya que no se prevén efectos adversos significativos sobre el medio ambiente, siempre y cuando se cumplan las medidas y prescripciones establecidas en el documento ambiental y en el propio Informe de impacto ambiental.

A continuación se resume el contenido del Informe de impacto ambiental, recopilándose las prescripciones establecidas por el órgano ambiental y el modo en que se les da cumplimiento en el proyecto. En el Anejo 18 Integración ambiental, se incluye un análisis detallado del Informe de impacto ambiental, las prescripciones establecidas y su cumplimiento.

Se incluye copia de la mencionada Resolución en el Anejo 1 Antecedentes del Proyecto.

Tras la exposición de los antecedentes y de la tramitación y consultas a organismos realizadas, se describen en el Informe de impacto ambiental las características principales del proyecto así como la ubicación de las actuaciones del mismo.

A continuación se analizan las Características del potencial impacto, indicándose que todas las prescripciones establecidas en el documento ambiental del proyecto junto con la documentación adicional remitida al órgano ambiental incluyen un análisis de los impactos potenciales del proyecto sobre el medio

ambiente y proponen medidas preventivas y correctoras para minimizar dichos impactos. Éstas se relacionan en el Informe de impacto ambiental junto con las consideraciones realizadas por los organismos consultados, lo que, según se indica en el Informe de impacto ambiental, se recoge de forma detallada en el proyecto.

Las prescripciones reflejadas en el apartado C del Informe de impacto ambiental emitido son referidas a los siguientes aspectos, que se relacionan a continuación, y cuyo contenido se analiza detalladamente en el Anejo 18 Integración ambiental del Proyecto:

- Impacto sobre la atmósfera
- Impacto acústico
- Impacto sobre la hidrología superficial
- Impacto sobre la geología, la geomorfología y la geotecnia
- Impacto sobre la edafología
- Impactos en la vegetación.
- Afección a espacios naturales protegidos y Red Natura 2000
- Afección a los Hábitats de interés comunitario (HIC)
- Impacto sobre la fauna
- Impacto sobre el patrimonio histórico y cultural
- Vulnerabilidad del proyecto frente al riesgo de accidentes graves y catástrofes
- Programa de vigilancia ambiental

Finalmente, en el apartado D del Informe de impacto ambiental, el órgano ambiental establece las siguientes prescripciones que, según se indica, “*serán de cumplimiento obligado, del mismo modo que todas las incluidas en la documentación que ha sido presentada por el promotor a lo largo del procedimiento de evaluación ambiental*”.

A continuación se indican las prescripciones establecidas en el apartado D y el modo en que se les dará cumplimiento:

- *De acuerdo con lo indicado por la Dirección General de Planificación y Recursos Hídricos, las obras de cruce se deben dimensionar para evacuar, sin producir daños, las avenidas de 500 años de periodo de retorno. Estas obras no deben empeorar las condiciones preexistentes de desagüe y no deben afectar al cauce ni a la zona de flujo preferente. Por ello, durante el desarrollo de la vigilancia ambiental de las obras, así como en el funcionamiento posterior de los enlaces, se obligará a eliminar cualquier elemento que pueda impedir el correcto funcionamiento hidrológico e hidráulico de las cuencas y cauces afectados, en el ámbito temporal de retorno anteriormente mencionado.*

Esta prescripción se recoge claramente en los correspondientes apartados de hidrología del Anejo 5 Climatología e hidrología del proyecto, en concreto en su apartado 6.2 “Periodos de retorno”, donde se indica que el dimensionamiento del drenaje transversal se realiza para los caudales correspondientes al periodo de retorno de 500 años. Asimismo, en el Anejo 11 Drenaje, apartado 1.2 “Criterios generales de diseño”, se señala que el periodo de retorno empleado para la comprobación hidráulica del drenaje transversal es de 500 años.

Respecto a la obligatoriedad de eliminar cualquier elemento que pudiera impedir el correcto funcionamiento hidrológico e hidráulico de las cuencas y los cauces afectados, en el programa de vigilancia ambiental se recoge el seguimiento y

control de la citada medida y que en el presupuesto de drenaje se ha incluido una partida para “Limpieza de obras de drenaje” (425.0010N), para realizar dichas actuaciones.

Además, en las medidas correctoras referentes a la hidrología se recoge el contenido del artículo 126 ter punto 6, referente a la obligatoriedad del mantenimiento de los cauces por parte del promotor de la infraestructura. Esta indicación también se recogerá en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares del Proyecto de Construcción, como condición de la actuación.

- *De conformidad con lo solicitado por la Dirección General de Patrimonio Cultural, como medida preventiva, dada la proximidad del área afectada por las obras a los yacimientos Cerro de Casa Arias y Puente del río Cauche, la zona anexa a los mismos ha de quedar supeditada a un control de movimientos de tierras, conforme establece el Decreto 168/2003, de 17 de junio, por el que se aprueba el Reglamento de Actividades Arqueológicas, en paralelo a la realización de la obra. Los resultados de esta actividad determinarán las medidas correctoras a aplicar a indicación de la citada Delegación Territorial de Cultura, Turismo y Deportes. En caso de que se produjese algún tipo de hallazgo casual de presumible carácter arqueológico o histórico con motivo de las obras o a consecuencia de los movimientos de tierras vinculados a la misma, se podrán en conocimiento de la Delegación Territorial.*

En los correspondientes apartados de protección del patrimonio cultural (3.7.8 y 4.7.9.) del Anejo 18 Integración ambiental, se establece cómo habrá de ser el seguimiento arqueológico de las obras, realizado por personal con competencia profesional y que cuente con los pertinentes permisos de la Consejería de Cultura y Patrimonio Histórico.



Tras la relación de los fundamentos de derecho, el Informe de impacto ambiental resuelve que *“no es necesario el sometimiento al procedimiento de evaluación ambiental ordinaria del proyecto «Actuaciones de mejora en los enlaces AP-46 con MA-20 y AP-46 con MA-3404 (Málaga)», ya que no se prevén efectos adversos significativos sobre el medio ambiente, siempre y cuando se cumplan las medidas y prescripciones establecidas en el documento ambiental y en la presente resolución”*.

4. DESCRIPCIÓN

Como ya se ha explicado, el Proyecto contempla dos actuaciones sobre enlaces de la Autopista AP-46. Para una mayor facilidad, el contenido de este epígrafe 3 “Descripción” se ha dividido en dos grandes bloques, uno por cada actuación.

4.1. ENLACE AP-46 CON MA-20

4.1.1. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO

Tras la finalización de las obras y posterior puesta en servicio de la Nueva Ronda Oeste de Circunvalación de Málaga, que pasó a formar parte del itinerario de la Autovía A-7, y de la Autopista del Guadalmedina (AP-46), se ha constatado la necesidad de mejorar la conexión entre las autovías MA-20 y la A-7, a la altura del punto kilométrico 240 de la autovía A-7, con dos ramales directos entre ambas, que agilicen los movimientos descritos en el punto 2.

Como ya se ha dicho, estos nuevos ramales permitirán realizar nuevos movimientos entre las autovías conectadas que, confluyendo en sentido Barcelona en el P.K. 242 de la autovía A-7, no cuentan en la actualidad con conexión directa para el movimiento desde la autovía MA-20 sentido Barcelona hacia la autovía A-7 sentido Algeciras, lo que posibilitará un mejor acceso para un importante sector de la población de Málaga y de su tejido industrial y comercial hacia la Autopista del Guadalmedina (AP-46). Igualmente, la construcción de un ramal desde la autovía A-7 sentido Barcelona hacia la autovía MA-20 sentido Algeciras posibilitará los desplazamientos desde la Autopista AP-46 hacia los polígonos comerciales e industriales y zonas residenciales.

La construcción de estos nuevos ramales reducirá considerablemente la distancia recorrida por los usuarios que deseen utilizar la Autopista AP-46 (que actualmente recorren la autovía A-357 para incorporarse desde la autovía A-7 a la

autopista) y permitirá disminuir las intensidades de tráfico en la autovía A-45, que actualmente sigue soportando un importante volumen de tráfico que podrá captar la Autopista del Guadalmedina cuando estén construidos los nuevos ramales. De esta forma, se logra también mejorar las condiciones de seguridad y confort de los usuarios que continúen empleando la autovía A-45.

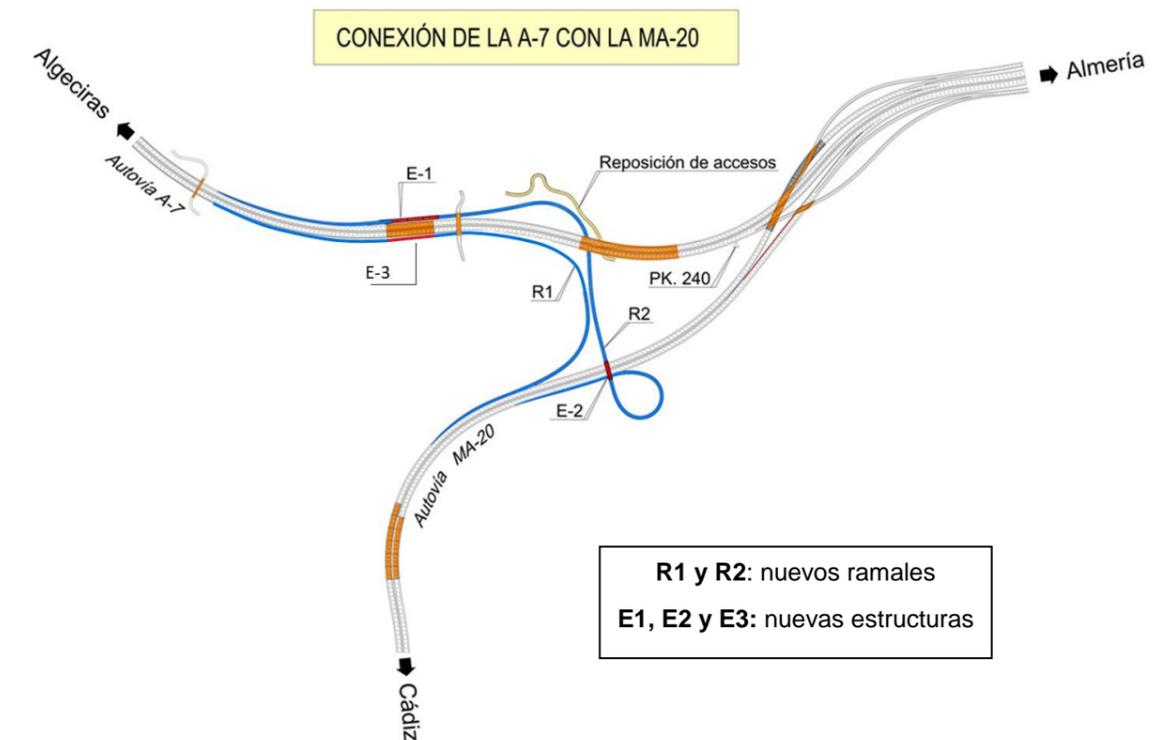
En la figura siguiente se puede contemplar el emplazamiento de la actuación en relación a las autovías MA-20 y A-7, así como con la autopista AP-46.



Los carriles de cambio de velocidad se han diseñado para la velocidad de circulación en la autovía A-7, de 100 km/h, razón por la que el carril de aceleración para la incorporación a la Autovía A-7 sentido Algeciras se desarrolla sobre una nueva estructura de cruce del Arroyo El Cuarto.

Los nuevos ramales se proyectan respetando la máxima inclinación de rasante prevista en las "Norma 3.1-IC "Trazado" del Ministerio de Fomento.

Se incluye a continuación un croquis de la actuación:



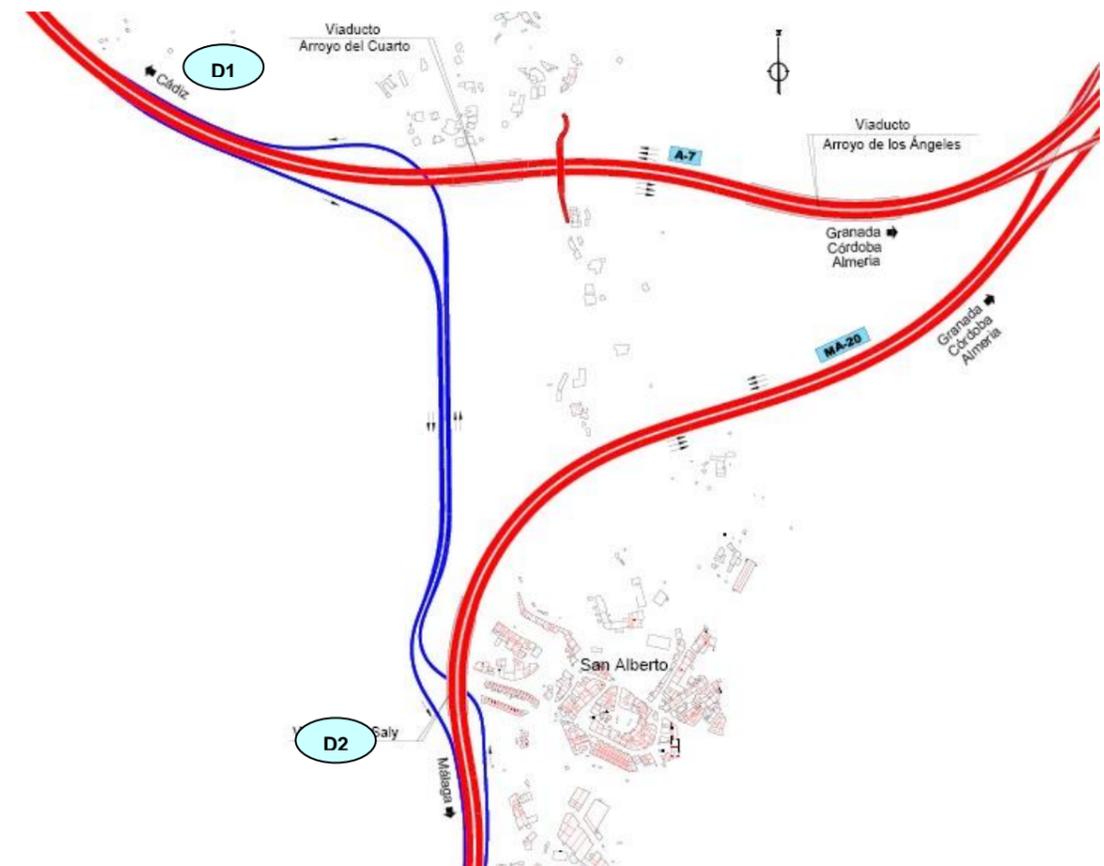
4.1.2. JUSTIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA

Las obras descritas para la conexión de la autovía MA-20 con la autovía A-7 fueron objeto de un Estudio de Viabilidad elaborado por la sociedad concesionaria de la Autopista de las Pedrizas (GUADALCESA). Se considera por tanto tal Estudio de Viabilidad como el único antecedente directo al Proyecto de Trazado elaborado.

El Estudio analiza cuatro posibles alternativas de trazado para los nuevos ramales y elabora un análisis multicriterio en base a sus parámetros geométricos, la seguridad vial, las afecciones al tráfico, la facilidad constructiva, las reposiciones de servicios y las expropiaciones. De este análisis se concluye que la Alternativa 4 es la más viable para desarrollar en el Proyecto de Construcción, justificando la elección en el “*hecho de que las características geométricas del trazado en la Alternativa 4 sean mejores al resto de alternativas, unido a una menor ocupación de suelos y a unas menores dificultades constructivas*”.

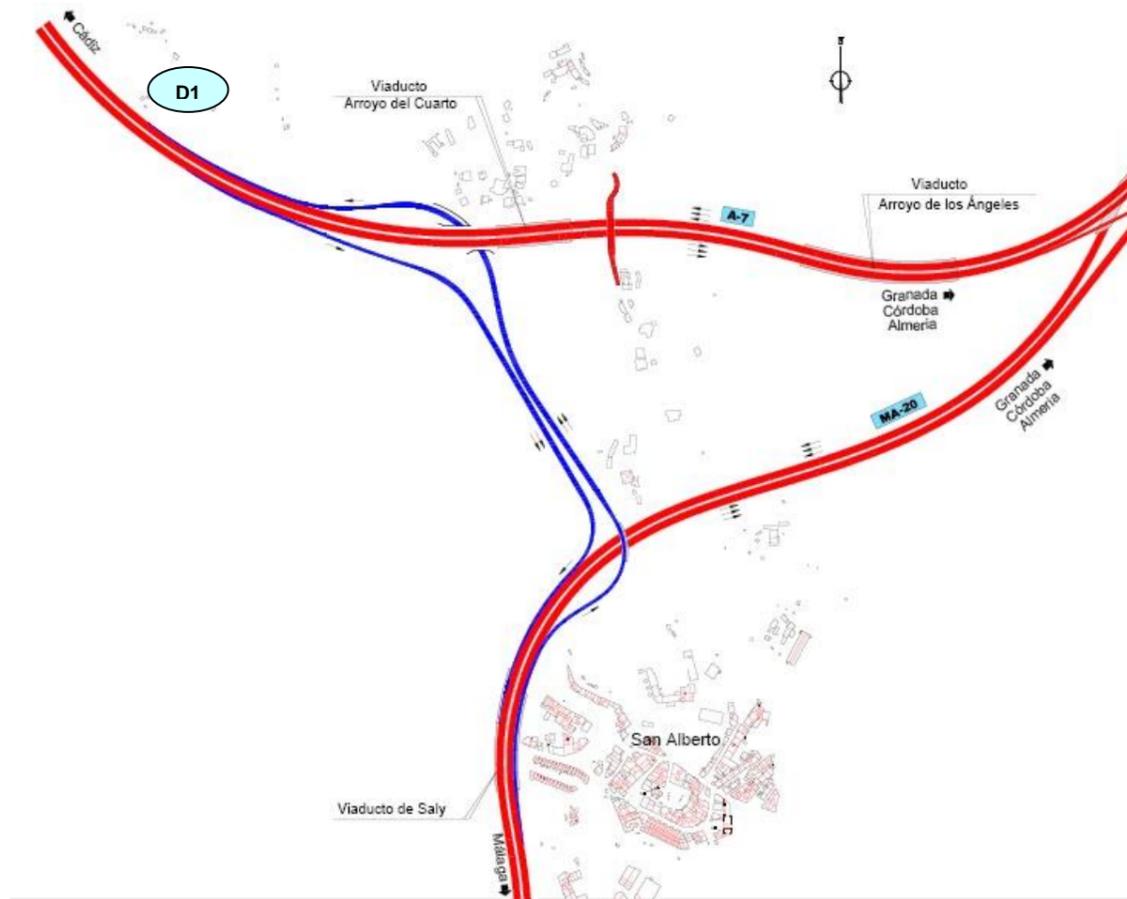
A continuación, y para cada una de las alternativas estudiadas, se incluye un cuadro resumen con las principales características del trazado, una breve descripción de los principales condicionantes técnicos y un esquema gráfico de la disposición de los ramales en planta.

ALTERNATIVA 1



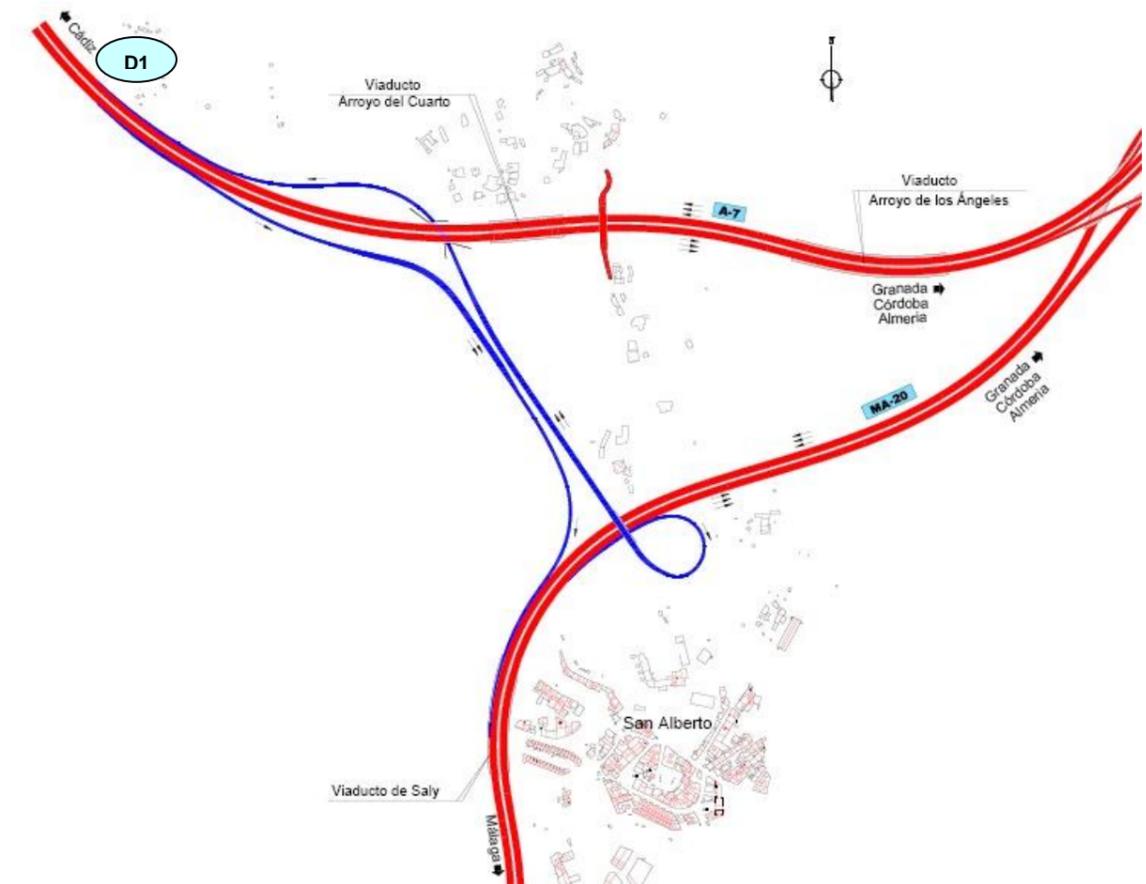
Esta alternativa requeriría la construcción de un nuevo paso inferior bajo las dos calzadas de la autovía A-7. Afectaría a dos desmontes ya existentes en diferente medida: en el primer caso, el desmonte D1 en la autovía A-7, presenta una altura considerable, por lo que su ampliación es compleja. En el segundo caso, el desmonte D2 en la autovía MA-20, presenta unas condiciones geotécnicas desfavorables, dificultando su estabilización. Además, requeriría la construcción de muros junto a las viviendas colindantes al principio del ramal de subida desde la autovía MA-20 a la A-7. En esta misma zona, afectaría también a una fábrica existente de elementos prefabricados de construcción y a accesos diversos, lo que hace prever una ejecución compleja.

ALTERNATIVA 2



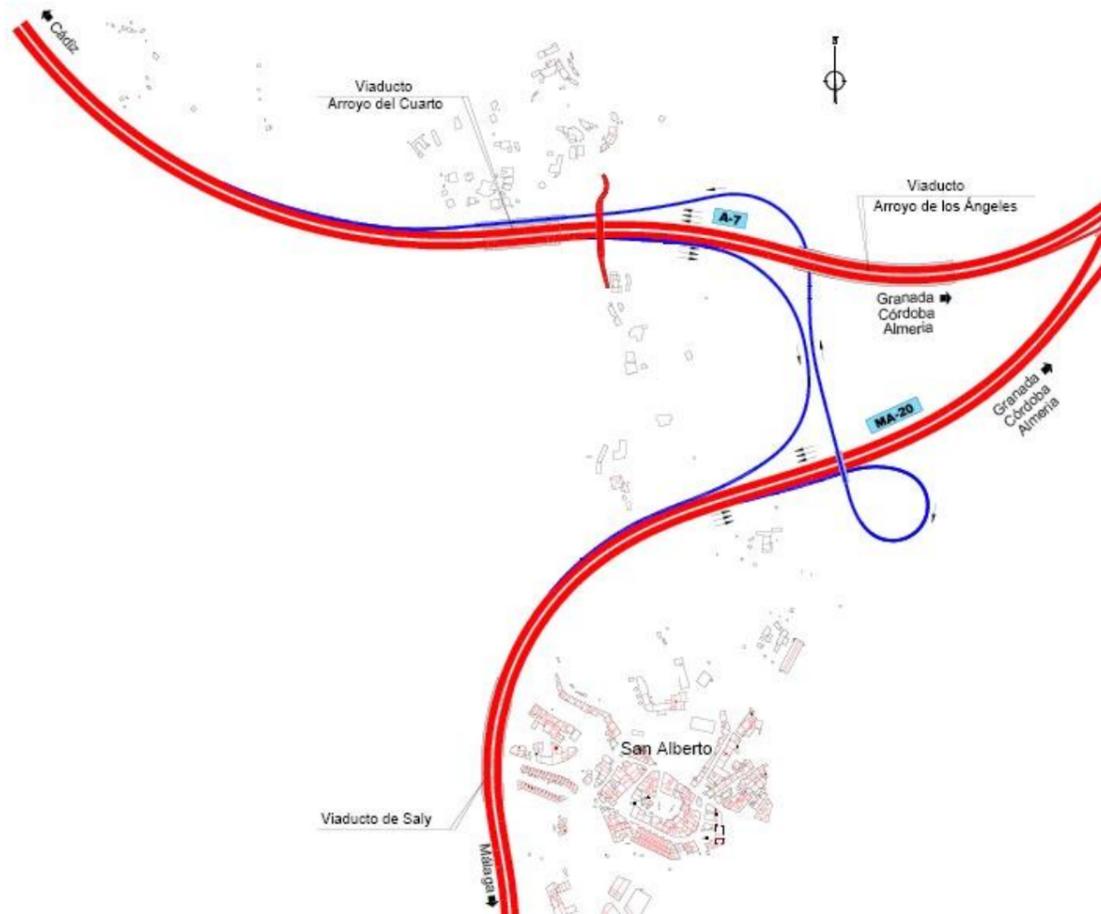
Esta Alternativa 2 es similar a la Alternativa 1 en lo que concierne a la conexión con la autovía A-7. La diferencia radica en el entronque con la autovía MA-20, donde se requeriría la construcción de un paso superior de planta curva sobre dicha autovía. Igualmente se haría necesaria la ampliación de tablero del viaducto ubicado al este de la barriada de San Alberto, en la autovía MA-20.

ALTERNATIVA 3



Esta alternativa es semejante a las Alternativas 1 y 2 en lo referente al entronque con la autovía A-7. Al igual que la Alternativa 2, requeriría la ampliación del viaducto existente en la autovía MA-20, así como la construcción de un paso superior sobre dicha autovía, pero la diferencia radica en que este paso superior sería de planta recta, posibilitándose esta planta mediante la disposición de un ramal en lazo.

ALTERNATIVA 4



La ubicación de esta cuarta alternativa difiere de las tres anteriores, acercándose más a la confluencia de las dos autovías, donde son menores los problemas de rasante, ya que se produce un acercamiento en planta y rasante de las dos autovías. Esta alternativa requeriría la construcción de un paso superior sobre la autovía MA-20 y una estructura sobre el Arroyo de El Cuarto en el ramal de subida desde la autovía MA-20 a la A-7. Además, sería necesaria la adecuación del estribo del paso superior sobre la autovía A-7. Afectaría levemente a dos desmontes de baja altura situados en la autovía A-7.

4.1.3. CONTENIDO DEL PROYECTO

4.1.3.1. Planeamientos municipales

La totalidad de la traza objeto del presente Proyecto se encuentra situada en el término municipal de Málaga. La figura de planeamiento vigente en el municipio es un Plan General de Ordenación Urbanística aprobado definitivamente en julio de 2011.

En la zona de actuación y su entorno existe mayoritariamente suelo clasificado como Suelo No Urbanizable, junto con los *Sistemas generales adscritos a la red viaria*.

4.1.3.2. Cartografía

Tanto la cartografía como las bases que se han utilizado para el desarrollo del presente proyecto han sido facilitadas por SACYR CONSTRUCCIÓN, incluyéndose la descripción de los trabajos en el Anejo nº2 del presente Proyecto.

Se realizó un vuelo fotogramétrico el 22 de octubre de 2015, siendo el procesamiento de la aerotriangulación elaborado el 26 de octubre de ese mismo año.

El proceso de restitución a escala 1:1.000 se elaboró mediante el software PHOTOPOL, apoyado en el módulo ATLAS DTM.

Las precisiones así obtenidas son de entre 5 y 10 cm en planimetría y entre 10 y 12 cm en altimetría.

4.1.3.3. Geología y procedencia de materiales

GEOLOGÍA

— Encuadre geológico general

La actuación se enmarca en el contexto geotectónico de la Cordillera Bética en su ámbito más suroccidental, y dentro de ésta, en las Zonas Internas del Bético de Málaga, más conocido como Complejo Maláguide.

El Complejo Maláguide representa la parte más alta de la sucesión geológica que constituye las Zonas Internas de las Béticas. Se trata de un Complejo de origen principalmente sedimentario que se caracteriza por un bajo o nulo grado de metamorfismo y un alto grado de tectonización, producto de, al menos, dos fases orogénicas distintas, la Hercínica y la Alpina. Se trata de un dispositivo cabalgante con numerosas láminas y escamas que a lo largo del tiempo ha sufrido fenómenos de colapso gravitacional y de erosión prolongada.

— Estratigrafía

En el ámbito de la actuación afloran formaciones maláguides, sobre las que se disponen discordantemente una serie de depósitos cuaternarios de génesis diversa.

Complejo Maláguide

Unidad Inferior

- **Tramo basal (PC). Pizarras, filitas y esquistos pardo-amarillentos, con intercalaciones de grauwas y diques de diabasas. Niveles de conglomerados. Precámbrico-Silúrico Superior:** son los materiales más metamorfizados del Complejo Maláguide, aunque no pasan del grado bajo, representado por litologías de tipo filita que, en ocasiones, pueden alcanzar la categoría de esquistos. Suelen presentar intrusiones de diques subverticales de diabasa, cuyo espesor en general no excede los 2 a 3 m.

- **Tramo intermedio (SD). Calizas alabeadas, filitas y pizarras oscuras con intercalaciones de grauwas gris-verdosas. Silúrico-Devónico:** constituyen un conjunto finamente tableado formado por la alternancia de pizarras, filitas y grauwas. El rasgo más distintivo de esta unidad geológica es la existencia de bancos de calizas intercalados que se pueden presentar como bancos aislados, de aspecto masivo, o como conjuntos interestratificados de calizas alabeadas, con filitas, calcofilitas y grauwas.
- **Tramo superior (DH). Alternancia rítmica de pizarras y filitas con intercalaciones de grauwas de color verdoso a violáceo en superficie. Niveles de conglomerados y liditas. Devónico-Carbonífero:** se trata de una serie de aspecto tableado, formada por un conjunto interestratificado de pizarras, filitas y grauwas. Esta sucesión se ve interrumpida por la existencia de intercalaciones de espesor variable de conglomerados poligénicos, que constituyen estratos de morfología lenticular y variable continuidad lateral.

Unidad Superior

- **Permo-trías (PT). Lutitas hojosas rojizas con intercalaciones de bancos de areniscas y conglomerados:** la mayor parte de la serie está caracterizada por una alternancia de areniscas silíceas de grano fino con capas de argilitas y lutitas laminadas, todas ellas de un tono rojizo característico. Hacia el techo de esta unidad, se va pasando a un predominio de lutitas y arcillas abigarradas rojizas y verdosas que pueden presentar niveles interestratificados de yeso sacaroideo.
- **Lías (TJ). Dolomías masivas y muy recristalizadas de color crema:** estos materiales suelen aparecer coronando los relieves en los que aflora la serie permotriásica, constituyendo "castilletes". Sin embargo, grandes fragmentos o bloques de estos materiales pueden encontrarse en otras situaciones, llegando a apoyarse directamente sobre el substrato metamórfico.

Surco Turbidítico de los Flysch o Unidad de Colmenar

Oligoceno-Mioceno Inferior

- **Margas y argilitas con bloques de areniscas (T1):** ocupan la depresión en cubeta que se desarrolla desde el Puerto de las Pedrizas hasta Casabermeja, invadiendo los valles intermedios que aparecen en las estribaciones meridionales de las sierras calizas. Este conjunto litológico es el más característico y persistente de la Unidad de Colmenar. Se encuentra representado por arcillas margosas marrones-amarillentas en superficie que pasan en profundidad a argilitas grises y verdosas con ciertas tonalidades rojizas, más o menos compactas, donde se intercalan de manera anárquica y caótica los niveles de areniscas silíceas ferruginosas más o menos fracturadas.

Depósitos cuaternarios

- **Depósitos coluviales (QC). Arcillas y limos marrones con cantos angulosos:** se trata, por lo general, de depósitos heterogéneos, sueltos, compuestos por bloques, cantos heterométricos y angulosos, gravas, arenas, limos y arcillas.
- **Depósitos aluviales recientes (QA). Arcillas oscuras con intercalaciones de arenas y esporádicamente gravas:** los aluviales, están formados por arcillas marrón oscuro a pardo, con contenido variable de arena y con alguna grava subangulosa dispersa, que albergan lentejones de poca continuidad lateral de arenas y gravas.

Depósitos antrópicos

- **Rellenos antrópicos tratados y afirmados (RXT):** destacan los rellenos de la autovía A-7 y MA-20, que afectan de manera directa a varios sectores del trazado y que corresponden a terraplenes y explanaciones en los que su correcta compactación se encuentra suficientemente contrastada.

- **Rellenos antrópicos sin tratar (RXV):** la zona de estudio se encuentra intensamente antropizada, con amplios sectores en los que se han vertidos tierras, antiguos abanalamientos agrícolas y explanaciones.

— **Tectónica**

El trazado se localiza dentro del Complejo Maláguide, una unidad tectónica que constituye un gran manto de corrimiento dentro del Dominio Bético inscrito a su vez dentro de las Zonas Internas de la Cordillera Bética.

El Complejo Maláguide se caracteriza por la intensa tectonización de las series comprendidas entre el Precámbrico y el Permo-triásico, que conlleva una importante laminación y “escamación” como consecuencia de los fenómenos de cabalgamiento entre las distintas series.

Dicha tectonización es mayor en los materiales del denominado conjunto estratigráfico inferior (Precámbrico – Carbonífero), donde lleva asociados fenómenos de metamorfismo de grado bajo. En estos materiales, son frecuentes las fallas que originan una serie de escamas, tanto en el seno de una misma unidad litológica, como marcando el límite entre distintas unidades. Tanto es así, que, en general, se asume que dichos límites se realizan siempre mediante contactos mecánicos.

Las series de la cobertera permo-mesozoica están también intensamente tectonizadas. El contacto entre los materiales del Permo-triás germánico (lutitas rojas y areniscas) y el Paleozoico inferior (grauvacas y pizarras devono-carboníferas) es de tipo mecánico, aprovechando los niveles de debilidad que constituyen los estratos arcillosos. Lo mismo ocurre con el límite entre Permo-Triás y las monteras calcáreas del Triásico – Jurásico.

— **Geomorfología**

El ámbito de la actuación, se caracteriza por presentar un relieve muy accidentado, con laderas de pendientes muy acusadas en las que se encaja una red

de barrancos y ramblas densa, de morfología general en enrejado o de tipo contorsionado. Los interfluvios, por su parte, son largas y continuas cresterías, generalmente romas, sostenidas en buena parte a favor de las intercalaciones de calizas y conglomerados, más resistentes a la erosión. Las laderas presentan pendientes relativamente constantes, apareciendo algo atenuadas en sus zonas más bajas, cuando aparecen acumulaciones de coluviones, no obstante, los valles presentan un muy marcado perfil en V.

Caso aparte son los relieves excavados sobre los materiales permo-mesozoicos ya que, frecuentemente, presentan una planta redondeada y una morfología en mesa, generalmente de tipo monoclinar. Las laderas se excavan sobre los materiales lutíticos blandos y muy meteorizables, mientras que el relieve está culminado por los estratos de dolomías formando "castilletes" de bordes escarpados. En las laderas, son frecuentes las inestabilidades por el desarrollo de deslizamientos planares y rotacionales, así como el desarrollo de cárcavas.

— Hidrogeología

Desde el punto de vista hidrogeológico, el área estudiada se enclava en el sector meridional de la *Cuenca Mediterránea Andaluza*, pudiendo diferenciarse una serie de conjuntos de materiales desde el punto de vista de su comportamiento hidrogeológico:

- Materiales paleozoicos (pizarras, filitas y grauvacas, calizas y conglomerados): su comportamiento hidrogeológico general es de tipo impermeable. Presentan cierta permeabilidad por fracturación, a favor de la red de discontinuidades presentes en el macizo (esquistosidad, estratificación y diaclasas) y por alteración. Con estas características, la infiltración y acumulación de agua se limita a zonas de falla y a la capa más superficial del terreno, donde la roca se encuentra muy meteorizada. En general, no se desarrollan acuíferos de importancia aunque puede haber pequeñas surgencias o humedades en las zonas citadas (fallas y niveles muy alterados).

- Materiales mesozoicos (lutitas, filitas, areniscas y conglomerados): la alternancia de capas duras y blandas (arenisca/arcilla) a lo largo de la serie permo-triásica presenta un contraste de permeabilidades que puede dar lugar a la formación de acuíferos colgados. Asimismo, en ocasiones, la presencia de un nivel basal arcilloso impermeable puede favorecer la surgencia de agua en determinados puntos de las laderas.
- Suelos cuaternarios: la mayoría de los arroyos atravesados por la traza presentan depósitos aluviales de poco espesor, en los que el nivel freático se localiza a escasa profundidad. Suelen ser niveles estacionales que se secan en época de estiaje, únicamente en los arroyos principales son permanentes.

— Riesgos geológicos

A continuación, se describen los riesgos geológicos que pueden concurrir en el ámbito de la actuación:

- **Riesgo sísmico:** atendiendo al Mapa de Peligrosidad Sísmica y según las prescripciones establecidas por la "Norma de Construcción Sismorresistente: Parte General y Edificación (NCSR-02)", así como por la "Norma de Construcción Sismorresistente: Puentes (NCSP-07)", es obligatorio la aplicación de las mismas, al presentar la zona de proyecto una aceleración sísmica básica $a_b > 0,04$ g, siendo g la aceleración de la gravedad. El proyecto se sitúa, por tanto, en una zona con riesgo sísmico, presentando el término municipal de Málaga una aceleración sísmica básica $a_b = 0,11$ g.
- **Inestabilidad gravitacional:** los tipos de movimientos que pueden producirse en el entorno de la actuación son los siguientes:
 - Deslizamientos: están asociados, por lo general, tanto a formaciones rocosas meteorizadas (pizarras-esquistos) con juntas y discontinuidades, como a suelos (arcillas, coluviales, etc.) si bien, dentro del dominio malaguense, se relacionan con las interfases debilitadas y meteorizadas suelo-roca, más proclives a la penetración y acumulación del agua.

- **Desprendimiento de bloques:** afectan a macizos rocosos relativamente sanos en cuanto a su meteorización, pero con un elevado grado de fracturación. En algunos casos, se produce por el carácter heterogéneo y alternante de las series litológicas por diferencia de competencia y erosión diferencial, y donde coexisten juntas muy penetrativas que cuartejan la matriz rocosa. Estos fenómenos gravitacionales son frecuentes en la Serie Roja del Permo-trías maláguide, de lutitas, argilitas, areniscas y conglomerados. También en los niveles de pizarras, esquistos, filitas y grauvacas de las series del Precámbrico a Carbonífero.

- **Reptaciones:** pueden producirse en cualquiera de los materiales maláguides de la zona, cuando aparecen suelos coluviales y eluviales como recubrimiento con importantes espesores sobre rocas muy alteradas. En general, se trata de movimientos de espesor limitado (0,5 – 2 metros) y que pueden afectar a zonas de extensión considerable. En los terrenos permo-triásicos de naturaleza arcillosa, este tipo de inestabilidades puede estar muy desarrollada, hasta el punto de formar cárcavas e incluso flujos (*debris flow*), con bloques flotantes de roca embebidos en la masa arcillosa.

- **Zonas de rocas movidas, aperturas de grietas y fisuras en macizos rocosos tectonizados:** afectan a macizos rocosos meteorizados y descomprimidos con fisuras verticales e incluso brechificados, de naturaleza pizarrosa y grauváquica. Se trata de movimientos diferenciales muy puntuales que basculan bloques a favor de la máxima pendiente de la ladera, por simple descompresión erosiva. Estos movimientos diferenciales pueden producirse en los materiales maláguides altamente fracturados, como los niveles de pizarras, esquistos, filitas y grauvacas de las series del Precámbrico a Carbonífero, y también en la Serie Roja argilítico-areniscosa del Permotriás.

- **Riesgos hidrológicos:** los arroyos del sector presentan una dinámica discontinua de tipo rambla mediterránea, escasamente regulados en las cabeceras, que históricamente han causado graves consecuencias en el medio humano, posteriormente a épocas tormentosas de gran intensidad de los aguaceros, con violentas crecidas y grandes avenidas. Las pobres

características edáficas y mineralógicas del subsuelo maláguide pizarroso transmiten una fijación escasa de la materia orgánica y, por tanto, del desarrollo de la cubierta vegetal y los horizontes edáficos. Otros factores como la pendiente del sector y la naturaleza impermeable del subsuelo empobrecido en especies vegetales potencian, además, el fenómeno torrencial mediterráneo, al no retener la escorrentía dada su baja tasa de infiltración y por el hecho de desencadenarse las tormentas sobre áreas montañosas fuertemente encajadas en el relieve que evacuan energicamente los caudales hacia la costa.

- **Erosionabilidad:** las facies lutíticas del Permo-trías están constituidas por materiales muy susceptibles a la acción de los agentes erosivos, así como los depósitos cuaternarios con predominio de materiales arcillosos. Son materiales fácilmente disgregables por las precipitaciones en su capa más superficial y poseen una vegetación escasa que facilita los procesos erosivos, con la consiguiente formación de regueros, cárcavas y barrancos.

PROCEDENCIA DE MATERIALES

El balance de tierras del Proyecto resulta deficitario, lo que obligará a traer materiales de préstamo para la ejecución de núcleo de rellenos y explanada. Se utilizarán los préstamos P-4, P-5 y P-6, que se encuentran localizados en el enlace de la autovía A-7 con la autopista AP-46, dentro de las parcelas limitadas por los propios ramales del enlace, en el entorno de El Cortijuelo-Junta de los Caminos (Puerto de La Torre)..

En el Anejo nº3 Geología y Procedencia de Materiales se analizan cada uno de estos posibles préstamos, evaluando la excavabilidad, estabilidad de las excavaciones y la aptitud de los materiales para su utilización en obra, en base a las unidades geotécnicas donde se emplazan. Se describen también los sistemas de explotación previstos, así como los accesos y actividades necesarias para el mantenimiento del tráfico durante las obras. Se incluyen también las actas de ensayos sobre estos materiales para la comprobación de sus potenciales usos,

previéndose su empleo para la formación del cimientado y núcleo de terraplenes. Con mayor número de ensayos y cierta clasificación, es posible su uso también en la coronación de terraplenes.

Por otra parte, en la zona de Málaga existen numerosas instalaciones que pueden ofrecer materiales de buena calidad y suficiente cantidad para las necesidades de áridos, hormigones, aglomerados, etc. Se han seleccionado, por tanto, los puntos de suministro más próximos a la traza.

Las canteras que suministran áridos de naturaleza caliza-marmórea y dolomítica que, a priori, ofrecen las mejores perspectivas respecto a las necesidades de la obra, considerando factores tales como distancia a la traza, calidad contrastada del material y volumen de actividad productiva, son las denominadas CD-2 "San Miguel", CD-3 "El Pinar", CD-6 "Áridos el Pinar (Aripisa)" y CD-7 "Tronconal".

Los ensayos disponibles verificados cumplen, en general, con las especificaciones de áridos gruesos y finos, áridos para hormigón y zahorras artificiales. Su bajo contenido en finos, inferior al 25% que pasa por el tamiz 200, y el índice C.B.R, permiten su uso como suelo seleccionado. Se admite que estas canteras de árido calizo-marmóreo pueden suministrar áridos de excelente calidad, para su utilización como:

- Zahorras artificiales para las capas del firme.
- Zahorras naturales por ripado del frente.
- Suelos seleccionados para explanadas.
- Áridos para fabricación de hormigones.

Para satisfacer las necesidades de escollera para la obra, se recomienda la cantera C-1 "Sillero".

Los áridos para mezclas bituminosas se obtendrán de la cantera de ofitas CO-2 "El Páramo" que cuenta con excelentes instalaciones y buenas condiciones de comunicación a través de la autovía A-92. Esta cantera proporciona áridos de

excelentes cualidades para las capas de rodadura y otras capas del firme (tamaños comprendidos entre 0-6 mm, 6-12 mm y 18-25 mm).

En la tabla siguiente se sintetizan las necesidades de material de la obra y su procedencia recomendada:

NECESIDADES DE MATERIAL		PROCEDENCIA RECOMENDADA
Núcleo y cimientado de rellenos	Terraplén	Excavación de los desmontes de la traza. Préstamos P-4, P-5 y P-6.
	Todo-uno	
	Pedraplén	
Explanada	Suelo seleccionado	Excavación de los desmontes de la traza. Préstamos P-4, P-5 y P-6.
	Suelo estabilizado SEST-3	Excavación de los desmontes de la traza. Préstamos P-4, P-5 y P-6.
	Cemento para estabilización de suelo	Fábrica de cemento FC-1 (CEMENTOS GOLIAT).
	Hormigón HM-20 en fondo de desmonte en roca	Plantas de hormigones PH-1 (HORMICEM), PH-2 (HORMIGONES MATA Y MEJÍA) y PH-3 (CONACON).
Firmes	Suelocemento	Plantas de hormigones PH-1 (HORMICEM), PH-2 (HORMIGONES MATA Y MEJÍA) y PH-3 (CONACON).
	Zahorras artificiales	Canteras CD-2 (SAN MIGUEL), CD-3 (EL PINAR), CD-6 (ÁRIDOS EL PINAR) y CD-7 (TRONCONAL).
	Áridos para mezclas bituminosas	Cantera CO-2 (EL PÁRAMO).
	Áridos para hormigones	Canteras CD-3 "El Pinar", CD-6 "Aripisa", CD-7 "Tronconal" y CD-2 "San Miguel".
	Mezclas bituminosas	Plantas de aglomerado asfáltico PA-1 (PAMASA) y PA-3 (CONACON).
Estructuras	Hormigones	Plantas PH-1, PH-2 y PH-3.

4.1.3.4. Efectos sísmicos

Para el cálculo de las acciones sísmicas y su repercusión en los taludes y estructuras proyectadas se ha tenido en cuenta la siguiente normativa de aplicación:

- “Norma de Construcción Sismorresistente: Parte General y Edificación (NCSE-02)”, aprobada por el REAL DECRETO 997/2002, de 27 de septiembre.
- “Norma de Construcción Sismorresistente: Puentes (NCSP-07)”, aprobada por el REAL DECRETO 637/2007, de 18 de mayo.

Dentro del marco establecido por la “Norma de Construcción Sismorresistente: Parte General y Edificación (NCSE-02)”, la “Norma de Construcción Sismorresistente: Puentes (NCSP-07)” contiene los criterios específicos que han de tenerse en cuenta dentro del territorio español para la consideración de la acción sísmica en el proyecto de los puentes de carretera y de ferrocarril.

Por otro lado, con la aprobación de la citada Norma NCSP-07, quedan derogados los apartados 3.2.4.2 “Acciones sísmicas” y 4.1.2.b) “Situaciones accidentales de sismo” de la “Instrucción sobre las acciones a considerar en el proyecto de puentes de carretera (IAP-98)”.

Se concluye por tanto que, en el presente Proyecto, será de aplicación lo establecido en la Parte 1 “Generalidades” de la Norma NCSE-02, mientras que para la determinación de la aceleración sísmica de cálculo será de aplicación lo establecido en la Norma NCSP-07.

Atendiendo al Mapa de Peligrosidad Sísmica y según las prescripciones establecidas por la “Norma de Construcción Sismorresistente: Parte General y Edificación (NCSE-02)”, así como por la “Norma de Construcción Sismorresistente: Puentes (NCSP-07)”, es obligatorio la aplicación de las mismas, al presentar la zona de proyecto una aceleración sísmica básica $a_b > 0,04g$, siendo g la aceleración de la gravedad. Asimismo, en el Anejo 1 de las citadas normas se detallan por municipios

los valores de la aceleración sísmica básica iguales o superiores a $0,04g$, junto al coeficiente de contribución K .

Para el municipio afectado por el Proyecto, Málaga, las citadas normas asignan los siguientes valores de aceleración sísmica básica y coeficiente de contribución:

Municipio	Aceleración sísmica básica	Coefficiente de contribución
Málaga	$a_b = 0.11 g$	$K = 1.0$

Se ha hecho un estudio individual y pormenorizado del efecto sísmico en cada una de las estructuras y muros que se incluyen en forma de Apéndice en el Anejo 4 “Efectos Sísmicos”.

4.1.3.5. Climatología e hidrología

Para la caracterización climática de la zona objeto de la actuación del Enlace de la autopista AP-46 con la autovía MA-20, se han consultado básicamente los datos incluidos en el “Proyecto de Construcción de la Nueva Ronda de Circunvalación Oeste de Málaga. Conexión carretera C-3310-Autovía del Mediterráneo A-7” (Redactado por PROSER-NARVAL para el Ministerio de Fomento; Clave 43-MA-4280).

Para comprobar y verificar la información obtenida de dicho proyecto, se ha consultado también la siguiente bibliografía:

- “Guía resumida del Clima en España (1971-2000)”. Instituto Nacional de Meteorología. Madrid 2001.
- “Guía para la elaboración de estudios del medio físico”. (Ministerio de Medio Ambiente).
- “Tiempo y clima en España”. Meteorología de las Autonomías. (Lorenzo García de Pedraza, Ángel Reija Garrido).

También se ha consultado la información disponible en la página web de la Agencia Estatal de Meteorología y en el GeoPortal del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.

Para la clasificación agroclimática, se han consultado también los datos del GeoPortal del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.

En la elaboración de índices climáticos, se han seguido básicamente los procedimientos de la publicación: "Guía para la elaboración de estudios del medio físico". MOPTMA, 1995.

En este enlace se han utilizado los datos de las siguientes estaciones termométricas y pluviométricas, por ser las más cercanas a la zona de estudio con series largas de datos de temperaturas y precipitaciones.

ESTACIONES TERMOMÉTRICAS SELECCIONADAS					
Clave INM	Nombre	Provincia	Coordenadas	Tipo	Periodo de datos termométricos
6155A	Málaga "Aeropuerto"	Málaga	Latitud: 36°39'58"N Longitud: 04°28'56"O Altitud: 5 m	TP	1942 - 2019
6188	Málaga "El Boticario"	Málaga	Latitud: 36°46'38"N Longitud: 04°23'07"O Altitud: 500 m	TP	1950 - 2019
6171	Málaga "Ciudad"	Málaga	Latitud: 36°43'24"N Longitud: 04°25'40"O Altitud: 53 m	TP	1956 - 2019

ESTACIONES TERMOMÉTRICAS SELECCIONADAS					
Clave INM	Nombre	Provincia	Coordenadas	Tipo	Periodo de datos pluviométricos
6154	Almogía "Los Llanes"	Málaga	Latitud: 36°49'06"N Longitud: 04°30'01"O Altitud: 5 m	P	1961-2012
6155A	Málaga "Aeropuerto"	Málaga	Latitud: 36°39'58"N Longitud: 04°28'56"O Altitud: 5 m	TP	1942 - 2019
6188	Málaga "El Boticario"	Málaga	Latitud: 36°46'38"N Longitud: 04°23'07"O Altitud: 500 m	TP	1950 - 2019

Según los resultados obtenidos en el anejo, se observa que la temperatura media mensual es de 17,6°C, siendo la media de las mínimas 13,3°C y la media de las máximas 22°C, siendo la oscilación de las temperaturas medias externas de 8,7°C. En lo que respecta a las precipitaciones cabe indicar que la precipitación anual presenta una media de 535,40 mm/año, siendo 43,4 el número total de días de lluvia par el conjunto de las estaciones seleccionadas.

El clima de la zona en estudio es del tipo MEDITERRÁNEO, en el que se observa un periodo seco, durante los meses de julio y agosto, no llegándose a alcanzar los 2 mm, donde las temperaturas son muy suaves, siendo prácticamente inexistentes las heladas.

Según la clasificación climática de Köppen, nos encontramos ante un tipo climático de la variedad "Tipo C TEMPLADO LLUVIOSO" y dentro de este en el subtipo "Cs mesotermal templado húmedo con verano seco", lluvioso en invierno.

Según los datos del GeoPortal del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, la zona de proyecto se enmarca dentro del tipo climático "MEDITERRÁNEO SUBTROPICAL".

En cuanto a los índices climáticos se refiere cabe indicar que el valor del índice de aridez de Martonne es 19,39 por lo que la zona de proyecto se encuentra dentro de la región climática SEMIÁRIDO TIPO MEDITERRÁNEO.

Según el índice termopluviométrico de Cereceda y Carbonel la zona de proyecto se encuentra dentro de la región climática denominada ZONA ÁRIDA.

Se han determinado los días aprovechables en obra utilizando para ello la publicación editada por el antiguo MOP: "Datos climáticos para carreteras" (Dirección General de Carreteras. División de materiales.1964).

En lo que respecta a **HIDROLOGÍA**, para el estudio pluviométrico de este enlace se han utilizado los siguientes datos:

- Los correspondientes a los datos pluviométricos proporcionados por la AEMET para las estaciones meteorológicas seleccionadas, ya enumeradas

anteriormente. Después de realizar el plano de los polígonos de Thiessen con estas estaciones, se puede observar que la única estación que tiene influencia sobre todas las cuencas estudiadas es la 6168 Málaga “El Boticario”. Para dicha estación se han realizado los ajustes estadísticos de Gumbel y SQRT-ETmáx.

- Los contenidos en el “Proyecto de Construcción de la Nueva Ronda de Circunvalación Oeste de Málaga. Conexión carretera C-3310 - Autovía del Mediterráneo A-7” (Redactado por PROSER-NARVAL para el Ministerio de Fomento; Clave 43-MA-4280). Para ello se utilizaron los datos de las precipitaciones máximas en 24 horas aportados por las estaciones seleccionadas, realizándose los ajustes estadísticos de Gumbel, SQRT-ETmax y Log Pearson tipo III para cada una de ellas, y elaborándose posteriormente los planos de isolinéas correspondientes (mediante la técnica de interpolación del krigeado).
- Los que se obtengan del ajustes de los datos a partir la publicación “Máximas lluvias diarias en la España peninsular”, de la Dirección General de Carreteras del Ministerio de Fomento, para la zona en estudio.

Las precipitaciones de cálculo han sido las más desfavorables de entre estos tres métodos de obtención de las mismas:

PRECIPITACIONES RESULTANTES								
	Origen de los datos	Precipitación Pd [mm/24 h] para cada período de retorno						
		5 años	10 años	25 años	50 años	100 años	500 años	1000 años
AP-46 – MA-20	Gumbel	96,72	120,67	150,93	173,38	195,67	247,16	269,30
	SQRT-ETmáx	80,73	97,84	121,55	140,65	160,85	212,29	236,42
	Proyecto	88,5	109,0	137,0	161,0	185,2	252,5	277,5
	Máx. lluvias	88,0	108,0	137,0	161,0	185,0	249,0	278,0

A continuación se incluyen las características físicas de las cuencas de aportación de ambos enlaces.

Cuenca	Características de la Cuenca					Relación I1/Id [adim.]	Tiempo de Concentración Tc [horas]
	Área A [km²]	Longitud L [km]	Cotas		Pendiente J [%]		
			Cabecera [m]	Traza [m]			
C-1	0.04	0.37	246.00	160.00	23.56	9.00	0.26
C-2	0.01	0.12	198.00	151.00	38.21	9.00	0.15
C-3	0.08	0.52	198.00	114.00	16.22	9.00	0.32
C-4	0.77	2.53	380.00	100.00	11.07	9.00	0.92
C-5	0.04	0.23	166.37	118.00	21.03	9.00	0.22

Nota: la cuenca C-3 engloba a la cuenca C-2.

Para el cálculo de los caudales vertientes se ha aplicado la Orden FOM/298/2016, de 15 de febrero, por la que se aprueba la Norma 5.2-IC Drenaje Superficial de la Instrucción de Carreteras, publicada en el B.O.E. del 10 de marzo de 2016. Teniendo en cuenta que las cuencas obtenidas en el presente proyecto son inferiores a 50 km² se ha aplicado el método racional propuesto en dicha Instrucción.

La Norma 5.2.-I.C Drenaje Superficial establece para el drenaje transversal un valor superior o igual a 100 años que resulte compatible con los criterios de la Administración Hidráulica competente, en este caso la Secretaría General de Medio Ambiente y Agua, y para el drenaje de plataforma y márgenes 25 años, salvo en el caso excepcional de desagüe por bombeo donde se debe adoptar 50 años.

La Secretaría General de Medio Ambiente y Agua propone que el drenaje transversal se dimensione para los caudales correspondientes al periodo de retorno de 500 años.

Por consiguiente los periodos de retorno a emplear en el dimensionamiento del drenaje son 500 años para el drenaje transversal y 25 años para el drenaje longitudinal.

Los caudales para el periodo de retorno de 500 años obtenidos mediante el método racional se contrastarán con los caudales obtenidos mediante los criterios

de la Secretaría General de Medio Ambiente, Agua y Cambio Climático, perteneciente a la Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio, eligiendo de entre ambos los más desfavorables.

En la siguiente tabla se incluyen los caudales finales de cálculo para la actuación “Enlace AP-46 con MA-20”.

Nombre de la Cuenca	Características de la cuenca		Periodo de	Periodo de	Periodo de	Periodo de	Periodo de	Periodo de
	Área	Longitud	retorno	retorno	retorno	retorno	retomo	retomo
	A [km²]	L [km]	5 años Q [m³/s]	10 años Q [m³/s]	25 años Q [m³/s]	50 años Q [m³/s]	100 años Q [m³/s]	500 años Q [m³/s]
C-1	0.04	0.37	0.29	0.44	0.67	0.82	0.99	1.46
C-2	0.01	0.12	0.12	0.18	0.27	0.34	0.41	0.61
C-3	0.08	0.52	0.56	0.83	1.23	1.54	1.87	2.77
C-4	0.77	2.53	3.02	4.58	6.79	8.55	10.37	15.40
C-5	0.04	0.23	0.27	0.41	0.61	0.77	0.93	1.38

Para el cálculo de los caudales del drenaje longitudinal se ha utilizado la fórmula de la Norma 5.2-IC “Drenaje superficial”. El periodo de retorno empleado para el cálculo de caudales y el posterior dimensionamiento de los elementos del drenaje longitudinal ha sido el correspondiente a 25 años. En el Anejo, se incluye la tabla con los caudales de aportación así calculados.

4.1.3.6. Estudio de tráfico

Se ha realizado un modelo de reparto de tráfico por la red viaria mediante un modelo de redes en EMME3. Se ha partido tanto de los datos de tráfico registrados en el corredor como de los resultados de la campaña de trabajo de campo.

De la modelización realizada se obtiene una IMD para el enlace para el año 2012, de 3.171 v/d. Para el año de puesta en servicio, 2022, se obtiene, aplicando las tasas de crecimiento indicadas en la Orden FOM/3317/2010 (Orden de Eficiencia), una IMD de 4.202 v/d y un porcentaje de pesados del 7%.

En base a este porcentaje, La IMD_{PA} para el año de puesta en servicio es de 294 v/d. Según la Norma 6.1 IC “Secciones de firme”, para el carril de proyecto se debe tomar el 50% de la IMD_{PA} prevista. Resulta una IMD_{PA} para el carril de proyecto de 147 v/d.

La Norma 6.1 IC “Secciones de firme” establece que, para la IMD de vehículos pesados obtenida, la categoría de tráfico es la T31. No obstante, para el caso de tramos en rampa con inclinaciones medias superiores al 5%, o superiores al 3% cuya longitud sea superior a 500 m., recomienda se eleve la categoría de tráfico un nivel. En este caso, sería pasar de una categoría T31 a una categoría T2.

Se adopta, por tanto, para las vías de este proyecto una **categoría de tráfico T2** con objeto de dimensionar el firme.

Respecto al estudio de los niveles de servicio, estos se han evaluado a partir de la metodología del Manual de Capacidad correspondiente a carreteras con un carril para cada sentido de circulación., desde el año de puesta en servicio hasta el año 2041. De este estudio, se concluye que: a) el nivel de servicio D no es superado en los 20 años que se consideran para la prognosis en el cuerpo del ramal, b) las intensidades horarias no superan la capacidad de los ramales.

Se han estudiado también los niveles de servicio obtenidos en las distintas convergencias y divergencias existentes, obteniéndose los siguientes resultados:

RAMAL DE SALIDA DESDE AP-7

RAMAL DE SALIDA DESDE MA-20

AÑO	RAMAL SALIDA	CALZADA	CARRILES 1+2	DENSIDAD	NS	AÑO	RAMAL SALIDA	CALZADA	CARRILES 1+2	DENSIDAD	NS
2022	272	2.322	1.685	10	A	2022	272	5.198	3.314	24	C
2023	276	2.355	1.707	10	A	2023	276	5.273	3.352	24	C
2024	280	2.389	1.730	10	A	2024	280	5.349	3.389	25	C
2025	284	2.424	1.753	10	B	2025	284	5.426	3.427	25	C
2026	288	2.459	1.775	10	B	2026	288	5.504	3.465	25	C
2027	292	2.494	1.799	11	B	2027	292	5.583	3.504	26	C
2028	296	2.530	1.822	11	B	2028	296	5.664	3.542	26	C
2029	301	2.566	1.846	11	B	2029	301	5.745	3.581	26	C
2030	305	2.603	1.870	11	B	2030	305	5.828	3.620	27	C
2031	309	2.641	1.894	11	B	2031	309	5.912	3.660	27	C
2032	314	2.679	1.919	12	B	2032	314	5.997	3.699	27	C
2033	318	2.717	1.944	12	B	2033	318	6.084	3.739	28	C
2034	323	2.756	1.969	12	B	2034	323	6.171	3.778	28	D
2035	328	2.796	1.994	12	B	2035	328	6.260	3.818	28	D
2036	332	2.836	2.020	12	B	2036	332	6.350	3.859	29	D
2037	337	2.877	2.046	13	B	2037	337	6.442	3.899	29	D
2038	342	2.919	2.072	13	B	2038	342	6.534	3.939	29	D
2039	347	2.961	2.098	13	B	2039	347	6.628	3.980	30	D
2040	352	3.003	2.125	13	B	2040	352	6.724	4.024	30	D
2041	357	3.047	2.152	14	B	2041	357	6.821	4.121	31	D

En ningún año se supera la capacidad de la calzada de autovía ni la intensidad en la zona de conexión (I12) supera los 4.400 v/h. No obstante, el nivel

de servicio es peor en el ramal de salida de la MA-20 que en el ramal de salida desde la AP-7. Aún así, se consideran aceptables.

RAMAL DE ENTRADA EN AP-7

AÑO	RAMAL ENTRADA	CALZADA	CARRILES 1+2	RAMAL+ CARRILES 1+2	DENSIDAD	NS
2022	272	2.322	1.411	1.683	12	B
2023	276	2.355	1.432	1.708	12	B
2024	280	2.389	1.452	1.732	12	B
2025	284	2.424	1.473	1.757	12	B
2026	288	2.459	1.494	1.782	12	B
2027	292	2.494	1.516	1.808	13	B
2028	296	2.530	1.538	1.834	13	B
2029	301	2.566	1.560	1.861	13	B
2030	305	2.603	1.582	1.887	13	B
2031	309	2.641	1.605	1.915	13	B
2032	314	2.679	1.628	1.942	14	B
2033	318	2.717	1.652	1.970	14	B
2034	323	2.756	1.675	1.998	14	B
2035	328	2.796	1.700	2.027	14	B
2036	332	2.836	1.724	2.056	15	B
2037	337	2.877	1.749	2.086	15	B
2038	342	2.919	1.774	2.116	15	B
2039	347	2.961	1.800	2.147	15	B
2040	352	3.003	1.826	2.177	15	B
2041	357	3.047	1.852	2.209	16	B

RAMAL DE ENTRADA EN MA-20

AÑO	RAMAL ENTRADA	CALZADA	CARRILES 1+2	RAMAL+ CARRILES 1+2	DENSIDAD	NS
2022	272	5.198	3.132	3.404	26	C
2023	276	5.273	3.177	3.453	27	C
2024	280	5.349	3.223	3.503	27	C
2025	284	5.426	3.270	3.554	27	C
2026	288	5.504	3.317	3.605	28	C
2027	292	5.583	3.364	3.657	28	D
2028	296	5.664	3.413	3.709	29	D
2029	301	5.745	3.462	3.763	29	D
2030	305	5.828	3.512	3.817	29	D
2031	309	5.912	3.563	3.872	30	D
2032	314	5.997	3.614	3.928	30	D
2033	318	6.084	3.666	3.984	31	D
2034	323	6.171	3.719	4.042	31	D
2035	328	6.260	3.772	4.100	32	D
2036	332	6.350	3.827	4.159	32	D
2037	337	6.442	3.882	4.219	33	D
2038	342	6.534	3.937	4.280	33	D
2039	347	6.628	3.994	4.341	34	D
2040	352	6.724	4.024	4.376	34	D
2041	357	6.821	4.121	4.478	34,6	D

De nuevo se comprueba cómo ni se supera la capacidad de la autovía, ni la intensidad máxima de la zona de influencia (Iramal + I12) supera las 4.600 v/h para el caso de ramales de entrada. Respecto a los niveles de servicio, son bastante buenos en el caso del ramal de entrada en la AP-7 mientras que en el caso del ramal de entrada en la MA-20 son algo peores, aunque por debajo del nivel de servicio E, que es lo exigido en la normativa vigente.

Por otra parte, tal y como indica la Norma de Trazado, si la intensidad horaria de vehículos pesados no supera los 20 v/h no será necesario el disponer en rampa carril adicional para vehículos pesados. En el caso que nos ocupa, en el año horizonte la IMD es de 5.514 v/día. Se ha considerado un reparto por sentido del 65%-35% por lo que la IMD en la rampa será de 3.584 v/día. La I100 toma el valor de 287 v/h (3.584*8,01%). El porcentaje de pesados que le corresponde a esta intensidad horaria es del 5%. Así, la intensidad horaria de vehículos pesados es de 14vp/h (287*5%), inferior al valor mínimo necesario para justificar el proyectar un carril adicional para vehículos lentos.

4.1.3.7. Geotecnia del corredor

El objetivo principal del presente estudio es la caracterización de los terrenos afectados por el corredor cde la actuación AP-46 con MA-20, así como la definición de todos los aspectos del proyecto relacionados con sus propiedades geotécnicas.

— Información de partida y trabajos realizados

Para la redacción del Anejo, se ha utilizado, principalmente, la información geotécnica procedente del “Proyecto de Construcción Nueva Ronda de Circunvalación Oeste de Málaga. Tramo: Conexión Carretera C-3310-Autovía del Mediterráneo A-7”. PROSER-NARVAL. Julio de 2006, así como la amplia experiencia adquirida en estudios anteriores de ARCS ESTUDIOS Y SERVICIOS TÉCNICOS, S.L. (URBACONSULT) en el entorno de la actuación, sobre las mismas formaciones y materiales análogos.

Se han considerado también los informes realizados por ISR-CGA como Asistencia Geotécnica a las “Obras de la Nueva Ronda de Circunvalación Oeste de Málaga. Tramo: Conexión Carretera C-3310 – Autovía del Mediterráneo A-7”.

Para completar esta información, se han elaborado sendas campañas geotécnicas. La primera de ellas, en el mes de agosto de 2015, consistió en los siguientes reconocimientos:

- 1 sondeo mecánico a rotación con recuperación de testigo.
- 2 ensayos de penetración dinámica continua tipo DPSH.
- 3 calicatas mecánicas.
- 3 estaciones geomecánicas.

La segunda, realizada entre los meses de septiembre y octubre de 2019 por la empresa CEMOSA, S.A, consta de los siguientes reconocimientos:

- 12 sondeos mecánicos a rotación con recuperación de testigo.

- 5 ensayos de penetración dinámica tipo DPSH (Dynamic Probing Super Heavy).

— **Descripción geotécnica del trazado**

Ramal 1 A-7 a MA-20

- P.K. 0+000 – 0+930: este tramo se desarrolla por el substrato devónico-carbonífero maláguide, representado por la unidad DH, constituida principalmente por una alternancia rítmica de pizarras y filitas con intercalaciones de bancos de grauwacas. Destaca, en este ramal, el viaducto que cruza el arroyo del Cuarto, designado como estructura E-3, que se cimentará sobre el zócalo paleozoico.
- P.K. 0+930 – 1+041: en este sector, el trazado transcurre íntegramente en desmonte, afectando al recubrimiento permotriásico, constituido por lutitas hojosas rojizas con bancos de areniscas y conglomerados.

Ramal 2 MA-20 a A-7

- P.K. 0+000 - 0+495: el trazado transcurre en terraplén por los materiales permotriásicos, hasta llegar al paso superior sobre la autovía MA-20, designado como estructura E-2. Se trata del relleno más importante del Proyecto que llega a alcanzar una altura máxima de 27 m.
- P.K. 0+495 – 0+690: el tramo se desarrolla principalmente en desmonte por los materiales del Devónico-Carbonífero, representados por la unidad DH.
- P.K. 0+690 – 0+780: la traza discurre en terraplén por el recubrimiento mesozoico, representados por las areniscas y lutitas rojizas del Permotriás.
- P.K. 0+780 – 1+473: este sector afecta íntegramente a las pizarras, filitas y grauwacas de la unidad DH. Destaca, en este ramal, el viaducto que cruza el arroyo del Cuarto, designado como estructura E-1, que se cimentará sobre el zócalo paleozoico.

— **Características geotécnicas de los materiales**

A continuación, se indican las características geotécnicas de las distintas unidades afectadas por la actuación:

Tramo basal (PC). Pizarras, filitas y esquistos pardo-amarillentos, con intercalaciones de grauwacas y diques de diabasas. Niveles de conglomerados. Precámbrico-Silúrico Superior.

El nivel de alteración con grado de meteorización GM IV está formado por unas gravas o arenas algo arcillosas, con baja plasticidad. La roca con grado de meteorización III, presenta una resistencia media, con valores de la resistencia a compresión simple comprendidos entre 50 y 250 kg/cm². Los ensayos realizados en esta unidad, tanto de la roca con grado de meteorización IV, como de la roca con grado de meteorización III, muestran resultados muy similares a los de la unidad SD. Así, por ejemplo, los ensayos realizados en calicatas indican que el material obtenido de las dos unidades es una grava areno-arcillosa con unas densidades máximas de compactación en torno a 21 kPa y unos índices CBR comprendidos entre 10 y 20. Del mismo modo, la resistencia a compresión simple de la unidad puede ser caracterizada con un valor de 15 MPa, igual al de la unidad SD.

También el índice RMR del macizo se encuentra comprendido entre 40 y 60 para la roca con grado de meteorización III, pudiéndose definir un valor representativo de 50. Para la roca con grado de meteorización IV, el valor del índice RMR mínimo toma el valor de 30.

- **Propiedades mecánicas de las rocas:** en el siguiente cuadro se recogen los parámetros geotécnicos adoptados.

NIVEL	Densidad (KN/m3)	Cohesión (KPa)	Ángulo de rozamiento (°)	Módulo de deformación (MPa)
Grado de meteorización IV: Gravas arcillosas	22	24	52	900
Grado de meteorización III: Roca media	26	78	57	3.000

- **Excavabilidad:** dado el bajo grado de alteración superficial, las excavaciones realizadas en estos materiales precisarán el uso de ripper profundos y pesados desde los primeros metros del perfil. Dependiendo de la zona, se consideran ripables los primeros 2 m del perfil. A partir de esta profundidad será preciso el uso de ripper pesado o cemento expansivo.
- **Reutilización de los materiales:** los suelos del perfil de alteración (rocas con grados de meteorización IV), se clasifican mayoritariamente (80%) como adecuados, si bien existe un cierto volumen (20%) de suelos tolerables y podrán utilizarse para la ejecución del núcleo y cimiento de los rellenos. Respecto al material tipo roca de esta unidad se obtendrá un 10% de roca sana apta para pedraplenes y un 90% de roca utilizable para la formación de todo-uno.

Tramo intermedio (SD). Calizas alabeadas, filitas y pizarras oscuras con intercalaciones de grauwacas gris-verdosas. Silúrico-Devónico:

En los ensayos en roca con grado de meteorización III o inferior, existe una gran dispersión de los valores. Las muestras con valores más bajos de la resistencia, inferior a 50 kg/cm², corresponden a muestras con un cierto grado de alteración de la matriz y muestras en donde la rotura se ha producido a través de discontinuidades. Por otro lado, se aprecia la existencia de valores con resistencias muy elevadas, por encima de 250 kg/cm², y llegando incluso a los 500 kg/cm², en las muestras de calizas que constituyen los horizontes más duros y resistentes. Entre los 100 y 300 kg/cm², se encuentran las pizarras y esquistos calcáreos, que constituyen la parte más representativa del material que constituye la unidad. El valor representativo de la resistencia uniaxial de esta unidad (200 kg/cm²) es un valor medio seleccionado entre las resistencias más altas de estas pizarras y esquistos calcáreos no alterados.

El RMR obtenido en el macizo rocoso con grado de meteorización III o inferior oscila entre 40 y 60.

- **Propiedades mecánicas de las rocas:** en el siguiente cuadro se recogen los parámetros geotécnicos adoptados.

NIVEL	Densidad (KN/m3)	Cohesión (KPa)	Ángulo de rozamiento (º)	Módulo de deformación (MPa)
Grado de meteorización IV: Gravas arcillosas	22	24	52	900
Grado de meteorización III: Roca media	26	78	57	3.000

- **Excavabilidad:** las excavaciones realizadas en estos materiales precisarán el uso de ripper profundos y pesados desde los primeros metros del perfil. Dependiendo de la zona, se consideran ripables los primeros 2 m del perfil. A partir de esta profundidad será preciso el uso de ripper pesado o cemento expansivo.
- **Reutilización de los materiales:** los suelos del perfil de alteración (rocas con grados de meteorización IV), se clasifican mayoritariamente (80%) como adecuados, si bien existe un cierto volumen (20%) de suelos tolerables y podrán utilizarse para la ejecución del núcleo y cimiento de los rellenos. Respecto al material tipo roca de esta unidad se obtendrá un 10% de roca sana apta para pedraplenes y un 90% de roca utilizable para la formación de todo-uno.

Tramo superior (DH). Alternancia rítmica de pizarras y filitas con intercalaciones de grauwacas de color verdoso a violáceo en superficie. Niveles de conglomerados y liditas. Devónico-Carbonífero

El nivel de alteración con grado de meteorización GM IV está formado por unas gravas y arenas con matriz arcillosa. Se trata de gravas con porcentajes de finos inferiores al 30%. El porcentaje de material que pasó por el tamiz 4 es inferior al 50%.

Del substrato rocoso, las resistencias más bajas de la roca, con valores inferiores a 30 kg/cm², son muestras tomadas de la zona de alteración o muestras que rompen a través de fracturas. La resistencia a compresión simple de la roca sin

alterar o poco alterada se encuentra entre 140 y 300 kg/cm². Se toma 200 kg/cm² como valor representativo de la resistencia a compresión simple de la roca sin alterar, que corresponde a un valor situado en la zona media-alta de los resultados obtenidos en los ensayos.

El RMR obtenido en el macizo rocoso con grado de meteorización III o inferior oscila entre 40 y 60.

- **Propiedades mecánicas de las rocas:** en el siguiente cuadro se recogen los parámetros geotécnicos adoptados.

NIVEL	Densidad (KN/m ³)	Cohesión (KPa)	Ángulo de rozamiento (°)	Módulo de deformación (MPa)
Grado de meteorización IV: Gravas arcillosas	22	10	35	400
Grado de meteorización III: Roca media	26	32	40	1.500

- **Excavabilidad:** la parte más superficial va a poder excavarse con medios mecánicos convencionales. A medida que se profundice será necesaria la utilización de ripper pesados. La velocidad de propagación de la onda sísmica en los 5-10 primeros metros es inferior a 2000 m/s. A partir de esta profundidad será precisa la utilización de ripper pesado o cemento expansivo.
- **Reutilización de los materiales:** los suelos del perfil de alteración (rocas con grado de meteorización IV) se clasifican como tolerables y podrán utilizarse en núcleo y cimientado del relleno. Del macizo rocoso con grado de meteorización III e inferior, podrá obtenerse todo-uno para la formación de cimientado y núcleo de rellenos.

Permo-trías (PT). Lutitas hojosas rojizas con intercalaciones de bancos de areniscas y conglomerados.

Los materiales lutíticos constituyen desde un suelo muy consolidado hasta materiales de transición suelo-roca o una roca muy blanda y presentan una muy elevada alterabilidad. Sin embargo, los estratos y capas de areniscas y

conglomerados constituyen rocas poco meteorizables. En los materiales lutíticos, pueden llegar a desarrollarse mantos de alteración superiores a los 5 m, donde el terreno se encuentra hidratado y descomprimido.

Las características de la roca con grado de alteración V y IV son en general arcillas de baja plasticidad de tonos rojizos.

El macizo con grado de meteorización III o inferior debe considerarse en su conjunto como una alternancia de materiales resistentes (areniscas y conglomerados) encapsulados por los materiales lutíticos, de características geotécnicas muy inferiores.

De los resultados de los ensayos disponibles en esta unidad geotécnica, se observa lo siguiente:

- La resistencia a compresión simple de los ensayos de lutitas realizados no alcanzan el valor del 10 kg/cm², sin embargo, estos valores son más propios de suelos que de un sustrato rocoso, por lo que no se consideran completamente representativas del sustrato rocoso, pudiendo estar afectadas por un cierto grado de alteración.
- Los ensayos de resistencia puntual indican una consistencia superior. A partir de estos ensayos se puede adoptar una resistencia a compresión uniaxial característica de la lutita no alterada igual a 30 kg/cm².
- Los ensayos triaxiales confirman este resultado. Este valor concuerda con los valores propuestos en la bibliografía especializada para este tipo de rocas.

Como valor representativo del índice RMR del sustrato rocoso con grado de meteorización III, correspondiente a los estratos de lutitas se adopta el valor de 50.

- **Propiedades mecánicas de las rocas:** en el siguiente cuadro se recogen los parámetros geotécnicos adoptados.

NIVEL	Densidad (KN/m3)	Cohesión (KPa)	Ángulo de rozamiento (°)	Módulo de deformación (MPa)
Grado de meteorización IV: Lutitas algo alteradas	20	8	30	400
Grado de meteorización III: Roca media	24	27	36	1.200

- **Excavabilidad:** dentro de esta formación, la roca con grado de meteorización IV y V, así como los bancos de lutitas van a poder excavarse mediante medios mecánicos convencionales. Los horizontes de conglomerados y areniscas precisarán de la utilización de ripper pesado o cemento expansivo.
- **Reutilización de los materiales:** los suelos del perfil de alteración (con grados de meteorización IV y V) y las lutitas van a formar un material arcilloso de baja plasticidad, clasificable como suelo tolerable. Estos materiales pueden utilizarse en el núcleo y cimiento del relleno. Del macizo rocoso con grado de meteorización III e inferior, mezcla de conglomerados y areniscas puede obtenerse todo-uno para la formación de cimiento y núcleo de rellenos.

Depósitos eluviales (QE). Arcillas y limos arenosos con fragmentos de roca

Dentro de esta unidad, se han incluido exclusivamente aquellos productos de alteración en los que la roca original se encuentra totalmente transformada en suelo. Este suelo, en superficie, se encuentra totalmente hidratado y descomprimido, por lo que presenta un bajo grado de consolidación. Sin embargo, según aumenta la profundidad, el grado de consolidación aumenta muy considerablemente.

Se desarrolla especialmente en los materiales más alterables; pizarras, esquistos y lutitas. La alteración de estos materiales desarrolla su transformación en unas arcillas que engloban un contenido variable de fragmentos angulosos de la roca madre.

La alteración de grauvacas y metaconglomerados genera suelos limosos y granulares, desde limos arenosos a arenas con gravas y fragmentos de conglomerado. En este caso, el espesor de suelos de alteración es significativamente menor.

Depósitos coluviales (QC). Arcillas y limos marrones con cantos angulosos

Son depósitos procedentes de la degradación de las laderas en sus partes más bajas, estando en su mayor parte conectados con la red de drenaje actual. Se trata de materiales, por lo tanto, poco consolidados, formados por la acumulación de arcillas y limos de alteración que engloban fragmentos angulosos de rocas en general metamórficas, mal graduados y poco seleccionados, no llegando a existir una gradación de tamaños bien marcada ni desarrollada, dada la escasa amplitud y espesor de estos materiales.

Depósitos aluviales recientes (QA). Arcillas oscuras con intercalaciones de arenas y esporádicamente gravas

Los aluviales están constituidos por arcillas marrón oscuro a pardo, con contenido variable en fracción arena y con gravas subangulosas y que alberga lentejones de poca continuidad lateral de arenas y gravas. Su presencia en la traza es muy limitada y es fácilmente identificable ya que se encuentra asociada a los arroyos y la red de drenaje natural.

Rellenos antrópicos tratados y afirmados (RXT)

Los rellenos compactados están construidos con materiales homogéneos, que han sido correctamente compactados, por lo que funcionan como material constituyente de terraplenes o explanaciones, con lo que su capacidad portante queda puesta de manifiesto. Estos rellenos están constituidos por material detrítico, sin restos orgánicos ni escombros, pudiendo clasificarse, según PG-3, como suelo tolerable. Podrá utilizarse, por tanto, en la construcción de núcleo de rellenos tipo terraplén.

Rellenos antrópicos sin tratar (RXV)

Son rellenos que se encuentran sin compactar, depositados caóticamente, con una granulometría heterogénea y errática, constituidos por residuos de inertes, residuos sólidos urbanos, etc. Los rellenos antrópicos vertidos consisten en acopios de materiales sin compactar, muy heterogéneos, que localmente pueden incluir enclaves de escombros. Desde el punto de vista geotécnico, se trata de suelos compresibles con muy baja capacidad portante, que deberán ser saneados íntegramente cuando queden situados en el área de cimiento de los rellenos.

— Desmontes

En el diseño de los desmontes proyectados, se han tenido muy presente las experiencias de los desmontes ejecutados en la Autovía A-7 y en la MA-20.

Cabe destacar que en el *“Proyecto de Construcción Nueva Ronda de Circunvalación Oeste de Málaga. Tramo: Conexión Carretera C-3310-Autovía del Mediterráneo A-7”*. PROSER-NARVAL. Julio de 2006, se contemplaban, de forma generalizada, unos taludes de desmonte con una inclinación 3H/2V, sin embargo, debido a problemas de estabilidad, dichos taludes tuvieron tenderse hasta un 2H/1V tras las obras de la autovía.

En la definición de los taludes estables se ha adoptado el criterio general de definir aquella pendiente que no precise tratamientos generalizados y que no suponga un punto de atención en las labores de mantenimiento posteriores que se realicen durante la explotación.

El trazado en proyecto discurre por una orografía abrupta, habiéndose descrito un total de 11 desmontes. La mayor parte de ellos, se excavarán en materiales rocosos devónicos-carboníferos, correspondientes a la formación DH, constituidos por una alternancia rítmica de pizarras y filitas, con intercalaciones de grauvacas. Los desmontes D-8 y D-11 afectan a materiales de edades comprendidas entre el Silúrico y Devónico (unidad SD) de características geotécnicas similares a la DH. Los desmontes D-3 y D-4 se excavarán en los materiales lutíticos del Permotriás (unidad PT).

Los desmontes se han proyectado, mayoritariamente, con un talud 2H/1V, exceptuando el D-8, D-10 y D-11 a los que se les ha asignado una inclinación 3H/2V. Con estos taludes, los desmontes del proyecto se consideran autoestables, no siendo necesarias medidas de sostenimiento.

La excavación se realizará mediante medios mecánicos convencionales o ripper pesado. Ante la imposibilidad de realizar voladuras en la obra, en caso de encontrarse niveles no excavables mediante medios mecánicos convencionales o ripper pesado, en todo caso localizados, habría que recurrir a la utilización de cemento expansivo como medio alternativo.

En el cuadro de la siguiente página, se presentan las conclusiones relativas a los desmontes más significativos del trazado proyectado.

Si bien los desmontes proyectados son autoestables y no precisan medidas de sostenimiento, se contemplan dos situaciones donde se precisan de estas medidas sobre taludes preexistentes:

- En el Paso Superior existente en la autovía A-7, será necesario la ejecución de 2 muros anclados (Muros 5 y 6) para la contención de tierras de los estribos, posibilitándose el emplazamiento del Ramal 1 A-7 a MA-20 y el Ramal 2 MA-20 a A-7 bajo los vanos laterales de dicha estructura. Se contempla también la formación de las aletas de estos muros.
- En desmontes actuales sobre los que se hace necesario actuar para ampliar la plataforma, y donde es imposible tender los taludes por la presencia de suelos urbanos con usos actuales. Se trata de los Muros 1 (Ramal 2 entre PK 1+331 y 1+406.5) y Muro 7 (Carril de aceleración MA-20 entre PK 0+173 y 0+252).

Junto con estos tratamientos mediante muros, se contemplan otras medidas para el sostenimiento de taludes:

- Malla de triple torsión, en desmontes de más de 10 metros de altura.
- Cuneta de guarda en coronación del talud (D-3, D-4 y D-8)



DESMONTES											
RAMAL	DESMONTE	P.K. INICIO	P.K. FIN	ALTURA MÁXIMA	TALUD	PROSP.	UNIDAD GEOTÉC.	CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO	EXCAVABILIDAD	APROVECHAMIENTO	MEDIDAS GEOTÉCNICAS
Ramal 1 A-7 a MA-20	D-1	0+350	0+430	10 m (MD)	2H/1V	SD-4.80 CD-4.81	DH	Alternancia rítmica de pizarras y filitas, con intercalaciones de grauvacas. GM III.	90% Ripable 10% No ripable	60% Todo-uno 40% Suelo tolerable	
	D-2	0+600	0+810	11 m (MD)	2H/1V	-	DH	Alternancia rítmica de pizarras y filitas, con intercalaciones de grauvacas. GM III.	90% Ripable 10% No ripable	60% Todo-uno 40% Suelo tolerable	Malla de triple torsión
	D-3	0+930	1+041	12 m (MD)	2H/1V	-	PT	Lutitas con intercalaciones de bancos de areniscas y conglomerados.	80% Excavable 20% No ripable	10% Inadecuado 70% Tolerable 20% Todo-uno	Cuneta de guarda en coronación. Revegetación del talud. Malla de triple torsión.
MA-20 Carril de Deceleración	D-4	0+340	0+450	12 m (MD)	2H/1V	-	PT	Lutitas con intercalaciones de bancos de areniscas y conglomerados.	80% Excavable 20% No ripable	80% Suelo tolerable 20% Todo-uno	Cuneta de guarda en coronación. Revegetación del talud. Malla de triple torsión.
Ramal 2 MA-20 a A-7	D-5	0+600	0+700	16 m (MD)	2H/1V	-	DH	Alternancia rítmica de pizarras y filitas, con intercalaciones de grauvacas.	90% Ripable 10% No ripable	60% Todo-uno 40% Suelo tolerable	Malla de triple torsión.
	D-6	0+930	1+030	9,5 m (MD)	2H/1V	CD-4.93 C-3	DH	Alternancia rítmica de pizarras y filitas, con intercalaciones de grauvacas. GM III.	90% Ripable 10% No ripable	60% Todo-uno 40% Suelo tolerable	
	D-7	1+050	1+180	15,5 m (MD)	2H/1V	SE-4.82C P-3	DH	Alternancia rítmica de pizarras y filitas, con intercalaciones de grauvacas. GM III. La foliación buza 35° y una orientación sesgada respecto a la traza de unos 45°.	90% Ripable 10% No ripable	60% Todo-uno 40% Suelo tolerable	Malla de triple torsión.
A-7 Carril de Aceleración	D-8	0+060	0+240	44 m (MI)	3H/2V	SD-4.24 CD-4.11 TM-4.26L PS-4.36T CD-19.8	PC / SD	PC: pizarras, filitas y esquistos amarillentos. SD: filitas, pizarras, esquistos, y grauvacas. El desmonte afecta a un afloramiento rocoso de grado de meteorización III. El perfil de alteración está formado por un nivel de unos 2 m de roca GM IV, seguido con roca de GMIII.	90% Ripable 10% No ripable	90% Todo-uno 10% Pedraplén	Cuneta de guarda en coronación. Berma intermedia. Malla de triple torsión.
Reposición de camino 1	D-9	0+280	0+348	5,5 m (MD)	2H/1V	C-3	DH	Alternancia rítmica de pizarras y filitas, con intercalaciones de grauvacas.	90% Ripable 10% No ripable	60% Todo-uno 40% Suelo tolerable	
Reposición de camino 2	D-10	0+020	0+140	15 m (MD)	3H/2V	-	DH	Alternancia rítmica de pizarras y filitas, con intercalaciones de grauvacas.	90% Ripable 10% No ripable	60% Todo-uno 40% Suelo tolerable	Malla de triple torsión.
Reposición de camino 4	D-11	0+000	0+140	9,5 (MI)	3H/2V	SD-4.24 CD-4.11 TM-4.26L PS-4.36T CD-19.8	SD	La unidad SD presenta alternancia de pizarras, esquistos y grauvacas. El desmonte afecta a un afloramiento rocoso de grado de meteorización III. El perfil de alteración está formado por un horizonte de unos 2 m de roca GM IV, seguido con roca de GMIII.	90% Ripable 10% No ripable	90% Todo-uno 10% Pedraplén	

— Rellenos

En el apartado de desmontes, se ha analizado la aptitud de los terrenos de la traza para su uso como material de relleno. A la vista de dichos datos y de los volúmenes disponibles se propone un diseño general de los rellenos del tramo basado en los puntos siguientes:

- Dentro de los rellenos se ha distinguido el núcleo y la coronación. No se han diferenciado, en principio, los espaldones ni el cimiento de forma independiente del núcleo en cuanto a materiales a emplear, aunque en ciertas zonas se dan ciertas recomendaciones adicionales para la cimentación.
- Se ha previsto construir el núcleo de los rellenos con material de buena calidad procedente, principalmente, de préstamo. Los resultados de los ensayos realizados sobre las muestras obtenidas en el préstamo recomendado se incluyen en el Apéndice nº8. Así mismo, se utilizarán los materiales procedentes de la excavación de los desmontes de la traza, correspondientes a las unidades geotécnicas SD (Filitas, pizarras, esquistos, grauwacas y calizas del Silúrico-Devónico), DH (Filitas, pizarras, grauwacas, conglomerados y liditas del Silúrico-Devónico) y PT. La granulometría será variable de unas zonas a otras dependiendo del grado de fracturación y meteorización del macizo aunque, en principio, puede admitirse que el material obtenido serán fundamentalmente de tipo todo uno y, en menor proporción, suelo tolerable. Puntualmente, podría obtenerse pedraplén.
- Se contempla un talud 3H/2V para todos los rellenos de la traza, excepto para los rellenos R-1 y R-6, que se proyectan con un talud 2H/1V debido a que se trata de la ampliación de uno existente ejecutado con ese talud.

La ejecución de estos rellenos no planteará mayores problemas y su comportamiento será satisfactorio, sin embargo, la preparación del terreno de apoyo requerirá, en algunos casos, de tratamientos geotécnicos específicos debido a su comportamiento geotécnico. Para garantizar la estabilidad del conjunto relleno-cimiento se han previsto una serie de tratamientos, dependiendo de las condiciones

del apoyo, según se explica en el apartado 6.1.4 del Anejo 7. En la tabla que figura en la página siguiente, se presentan las conclusiones relativas a todos los rellenos proyectados,

Por otra parte, mención especial requiere el R-5. La característica particular de este terraplén, es que al discurrir bajo el viaducto existente de la autovía A-7, el derrame del mismo invadirá la posición de las dos pilas gemelas del primer vano de la estructura, cargando lateralmente sobre al menos 12 m de altura de las mismas de forma asimétrica y con la sobrecarga de la altura de tierras del terraplén en este punto. Se ha elaborado un estudio específico de las acciones y deformaciones producidas por la ejecución del terraplén, estableciéndose las siguientes conclusiones y recomendaciones:

- La estructura sigue teniendo un comportamiento adecuado conforme a normativa, de forma que no sería necesario realizar ninguna acción de refuerzo. No obstante, se deberá realizar una medición previa de la distorsión de los apoyos del Estribo 1 de la estructura existente, con objeto de poder confirmar las hipótesis consideradas para su comprobación.
- Las tongadas del terraplén se deberán disponer y compactar de la forma más uniforme posible en todas las caras del fuste de la Pila 1 del viaducto existente. Nunca deberá existir un desnivel de tierras de más de un metro entre caras del fuste de la pila.
- Se deberá ejecutar un plan de monitorización del comportamiento de la pila 1, especialmente en lo relativo a los desplazamientos horizontales en cabeza, así como los asientos de la cimentación. Se destaca en las conclusiones del informe que, si los desplazamientos medidos exceden en más de un 30% los valores teóricos, se deberá detener la ejecución del terraplén, para estudiar y valorar las repercusiones de esas divergencias.
- Se deberá considerar en el Proyecto la rehabilitación de la rasante de la autovía A-7 a su paso por la pila 1 del viaducto existente, contemplando el fresado y extendido de una nueva capa de rodadura de forma que se recupere la geometría original.



RELLENOS										
RAMAL	RELLENO	P.K. INICIO	P.K. FIN	H MÁX	TALUD	PROSP.	UNIDAD GEOT.	CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO	TIPO DE RELLENO	MEDIDAS GEOTÉCNICAS
Ramal 1 A-7 a MA-20	R-1	0+000	0+210	29 m (MD)	2H/1V	PT-4.53 TM-4.52T	DH	Alternancia rítmica de pizarras y filitas, con intercalaciones de grauvacas (Devónico-Carbonífero).	Terraplén	Saneo y escalonado del relleno existente en sus 2 metros más próximos a la superficie del talud.
	R-2	0+810	0+930	18m (MI)	3H/2V	-	DH / QC / QA	Alternancia rítmica de pizarras y filitas, con intercalaciones de grauvacas (Devónico-Carbonífero). También, coluviales y aluviales de escaso desarrollo.	Terraplén / Todo uno	Excavación de bermas horizontales en la ladera, a medida que avance la construcción del relleno. Saneo de suelos eluviales, coluviales y aluviales (1m), P.K. 0+810 - 0+930.
Ramal 2 MA-20 a A-7	R-3	0+000	0+440	27 m (MI)	3H/2V	C-4 P-4	DH /PT / QC / AL	Lutitas con intercalaciones de bancos de areniscas y conglomerados (Permotrias). Alternancia rítmica de pizarras y filitas, con intercalaciones de grauvacas (Devónico-Carbonífero). También, coluviales y aluviales.	Terraplén / Todo uno	Excavación de bermas horizontales en la ladera. Saneo 2,5 m de suelos de alteración y sustitución por todo-uno, P.K. 0+160 - 0+440. Escollera de protección y cimiento drenante (P.K. 0+280 – 0+350).
	R-4	0+480	0+600	17,5 m (MI)	3H/2V	-	DH / PT	Alternancia rítmica de pizarras y filitas, con intercalaciones de grauvacas (Devónico-Carbonífero). Lutitas con intercalaciones de areniscas y conglomerados (Permotrias).	Terraplén / Todo uno	Excavación de bermas horizontales en la ladera, en substrato rocoso, a medida que avance la construcción del relleno.
	R-5	0+700	0+930	19 m (MD)	3H/2V	C-2 SD-5.08 CE-20.7	DH /PT / QC	Alternancia rítmica de pizarras y filitas, con intercalaciones de grauvacas (Devónico-Carbonífero). Lutitas con intercalaciones de bancos de areniscas y conglomerados (Permotrias). Depósitos coluviales puntuales.	Terraplén / Todo uno	Excavación de bermas horizontales en la ladera, en substrato rocoso, a medida que avance la construcción del relleno. Saneo y escalonado del relleno existente en sus 2 metros más próximos a la superficie del talud. Saneo de suelos aluviales, coluviales y eluviales (2 m), P.K. 0+700 – 0+830.
	R-6	1+030	1+050	7m (MD)	3H/2V	CT-4.88 PT-4.89	DH / QC / QA	Alternancia rítmica de pizarras y filitas, con intercalaciones de grauvacas (Devónico-Carbonífero). También, coluviales y aluviales de escaso desarrollo.	Terraplén	Saneo de suelos coluviales y aluviales (1m), P.K. 1+030 – 1+050.
Reposición de Camino 1	R-7	0+050	0+270	18 m (MI)	3H/2V	-	DH	Alternancia rítmica de pizarras y filitas, con intercalaciones de grauvacas (Devónico-Carbonífero).	Pedraplén / Todo uno	Excavación de bermas horizontales en la ladera, en substrato rocoso.
Reposición de Camino 3	R-8	0+040	0+180	12,5 m (MD)	3H/2V	PT-4.89	RXT / DH / QC / QA	Terraplén existente de la Autovía A-7, ejecutado principalmente sobre una alternancia rítmica de pizarras y filitas, con intercalaciones de grauvacas (Devónico-Carbonífero). También, coluviales y aluviales.	Terraplén	Saneo y escalonado del relleno existente en sus 2 metros más próximos a la superficie del talud. Saneo de suelos aluviales (1m), P.K. 0+060 – 0+110 y P.K. 0+160 – 0+180.

— Explanada

Para las vías del presente proyecto, se adopta una categoría de tráfico T2, con objeto de dimensionar el firme, optándose por una explanada E3 para todos los ejes.

En esta actuación pueden distinguirse los siguientes tramos o zonas de distinto comportamiento en cuanto al terreno subyacente a la explanada.

- **Rellenos:** para los tramos en terraplén, se considera que el material de relleno estará constituido por suelo tolerable (0), a efectos de diseño de la explanada, si bien se prevé que la calidad del material para la construcción de rellenos sea superior, al menos, suelo adecuado.
- **Fondo de desmonte en suelos:** los tramos en los que el fondo de la excavación se localice sobre suelos de alteración de las formaciones rocosas DH y PT, depósitos coluviales o rellenos, tendrán el mismo tratamiento que el propuesto para los rellenos, es decir, suelo tolerable (0).
- **Fondo de desmonte en roca muy fracturada o meteorizada:** las zonas de desmonte que transcurren en roca de grado de meteorización GM IV, o las zonas del macizo muy fracturadas, tendrán el mismo tratamiento, a efectos de diseño de la explanada, de suelo seleccionado (3).
- **Fondo de desmonte en roca:** los tramos en desmonte que se desarrollan sobre rocas con grado de meteorización GM III o inferior, en las unidades geotécnicas DH y PT, tendrán el tratamiento de roca (R).

Así, la sección elegida para formar la explanada E3 es la siguiente:

- **Rellenos y fondo de desmonte en suelos:** 30 cm de SEST-3 sobre 1 capa de 30 cm de suelo seleccionado.
- **Fondo de desmonte en roca muy fracturada o meteorizada:** 25 cm de SEST-3.
- **Fondo de desmonte en roca:** 10 cm de hormigón de regularización HM-20.

4.1.3.8. Trazado geométrico

DESCRIPCIÓN DE LA ACTUACIÓN

En el Anejo nº 8 Trazado geométrico se incluye la definición y justificación del trazado adoptado en planta, alzado y secciones tipo, una vez realizados los ajustes necesarios, adjuntando los correspondientes listados de definición en planta y rasante.

El concepto básico del presente Proyecto consiste en la terminación de la conexión entre las autovías A-7 y MA-20, a la altura del P.K. 239+500 de la primera de ellas, completando los movimientos que faltan en la confluencia/bifurcación existente entre ambas vías un poco más adelante, a saber: el ramal 1 de conexión desde la autovía A-7 sentido Almería hacia la autovía MA-20 sentido Algeciras, y el ramal 2 para el movimiento desde la autovía MA-20 sentido Almería hacia la autovía A-7 sentido Algeciras.

Estos dos ramales permitirían conectar a los usuarios de la autopista AP-46 de las Pedrizas con la autovía MA-20, que funciona como vía de circunvalación exterior del tráfico de la ciudad de Málaga, de forma más rápida y directa, sin necesidad de acceder a la MA-20 a través de la autovía A-357, vía que en la actualidad se encuentra con altos niveles de tráfico y en la que son frecuentes los problemas circulatorios. Asimismo, supone una significativa reducción de recorrido para el acceso a la zona Centro de Málaga del tráfico proveniente de la autopista.

El emplazamiento de la actuación se refleja en la figura siguiente:



Situación de la actuación proyectada.

No se contempla ninguna otra actuación en las mencionadas autovías A-7 y MA-20, salvo la mencionada disposición de las carriles de cambio de velocidad, y una estructura sobre la autovía MA-20 para el cruce del ramal sobre la misma.

Finalmente se proyectan cinco caminos de servicio como reposición de otros tantos existentes, afectados por el derrame de tierras de los nuevos ramales: tres en el entorno de la autovía A-7 y dos en el de la autovía MA-20.

Se ha llevado a cabo un estudio de alternativas en el que se han contemplado diversas opciones de trazado para los dos ramales de conexión entre

las autovías MA-20 y A-7. Se han estudiado cuatro alternativas diferentes, todas ellas viables desde el punto de vista técnico y económico, mediante un procedimiento evolutivo, dando lugar a versiones cada vez más precisas y ajustadas. En el Anejo se incluye la descripción y comparación de las alternativas, así como la justificación de la selección de la alternativa desarrollada en el Proyecto.

El diseño del trazado se ha efectuado según las indicaciones de la vigente Instrucción de Carreteras, Norma 3.1-IC Trazado (Orden FOM/273/2016, de 19 de febrero, BOE núm. 55 de 4 de marzo de 2016). Se han tenido en cuenta asimismo las “Recomendaciones para el proyecto de intersecciones”, las “Recomendaciones para el proyecto de enlaces” y las “Recomendaciones sobre glorietas”, los tres documentos del Ministerio de Fomento, así como la Orden Circular 32/2012 del Ministerio de Fomento, “Guía de Nudos Viarios”.

PARÁMETROS Y CRITERIOS DE DISEÑO

Quizás el tramo objeto del proyecto no pueda definirse estrictamente como urbano según el criterio considerado en la Norma 3.1-IC, cuya definición de tramos urbanos y periurbanos es más propia de carreteras de doble sentido y travesías, no de autovías como es el caso. En cualquier caso, el entorno de la actuación sí es, al menos, periurbano, si no urbano, y previsiblemente será urbano según se desarrolle esta zona de Málaga.

Debe, además, tenerse en cuenta que se están proyectando unos ramales de enlace de conexión entre dos autovías ya existentes con un importante desnivel entre ellas, una con una rasante ascendente hacia el este y otra hacia el oeste, con unos parámetros en planta y alzado fijos y una serie de elementos ya existentes (estructuras, viaductos, pasos inferiores y superiores, muros, existencia de otros enlaces, afecciones a cauces y/o edificaciones, etc.) que condicionan el espacio disponible para la implantar los ramales de la actuación.

A la hora de encajar la actuación se ha considerado necesario tener en cuenta lo indicado en la Norma 3.1-IC Trazado indica en su apartado 2.6:

«...los condicionantes del entorno urbano o periurbano de las carreteras (edificaciones, accesos, instalaciones existentes, etc.) pueden restringir la aplicación de las condiciones de diseño fijadas en esta Norma. La coexistencia de itinerarios con alta movilidad dedicados al tráfico de largo recorrido e itinerarios cuya función primaria es la accesibilidad, unido a velocidades características menores de los vehículos y a porcentajes significativos de usuarios que circula habitualmente por ellos, justificarán los siguientes aspectos que podrían modificarse:

- *Sección transversal de la carretera (ancho de los carriles y arcenes, aceras en travesías, etc.).*
- *Velocidad de proyecto (Vp).*
- *Tipología de accesos y distancias entre ellos.»*

Es por ello que en la definición de todos los parámetros geométricos se ha tratado de cumplir las determinaciones de la Norma 3.1-IC, si bien en algunos casos, de un modo razonado y en base a esta justificación, se han tenido que aquilatar éstos para adaptarse a las necesidades concretas de las autovías y terreno existentes. De otro modo la actuación se haría inviable al no poder adaptarse a las infraestructuras existentes (proyectadas y ejecutadas con versiones anteriores de la Norma de Trazado y sobre las que se ha actuado con posterioridad a su construcción) en el terreno existente y con los condicionantes existentes.

Se ha buscado siempre que se tenga una homogeneidad de características geométricas tal que induzca al conductor a circular sin excesivas fluctuaciones ni falsas expectativas de velocidad, en condiciones de comodidad y seguridad.

En cualquier caso, todos los parámetros adoptados, las transiciones realizadas y las velocidades previstas se consideran válidos desde el punto de vista de la seguridad viaria y para la comodidad de los usuarios, aspectos que no se han perdido de vista en la definición del trazado. Se ha tenido en cuenta también que se

puedan instalar los elementos de señalización, balizamiento y sistemas de contención de vehículos necesarios para la correcta percepción del trazado y los destinos por los usuarios.

En base a esto en la solución adoptada por el equipo redactor se han rebajado algunos parámetros, como son la determinación de la velocidad de proyecto en 40 km/h para el Ramal 2, con radios de curvatura correspondientes a esta velocidad, y 60 km/h para el Ramal 1; el valor del parámetro de algunas clotoides; disposición de rectas de longitud limitada entre alineaciones curvas del mismo signo; inclinación transversal (peralte) de los carriles de cambio de velocidad en el entronque con la MA-20 que se diferencia de la del tronco; radio mínimo en planta en la reposición de algunos caminos de servicio,...

Así, en base a las razones aportadas, ha sido necesario proyectar rectas en ambos ramales, que no cumplen las longitudes mínimas especificadas en la Norma 3.1-I.C; en concreto:

Ramal 1:

	Longitud proyectada	Longitud mínima Norma 3.1-IC
Curva en "s"	68,848 m	83 m
Curva en "o"	13,044 m	167 m

Ramal 2:

	Longitud proyectada	Longitud mínima Norma 3.1-IC
Curva en "o"	101,317 m	167 m

La velocidad en la autovía A-7 en el presente tramo se encuentra limitada a 100 km/h. La velocidad en la autovía MA-20 es, igualmente, de 100 km/h. Éstas son, igualmente, las velocidades a las que está señalizada la circulación en la actualidad en ambas autovías.

De acuerdo con ello, las longitudes de los ramales y de los carriles de cambio de velocidad se dimensionan para dicha velocidad de proyecto de 100 km/h.

En concreto, el **entronque con la autovía A-7** se ha implantado entre un paso superior existente y el viaducto sobre el Arroyo de El Cuarto, disponiendo los parámetros mínimos establecidos por la Norma de Trazado 3.1-IC.

En el caso del carril de aceleración para incorporación a la autovía A-7 en sentido Algeciras (final del Ramal 2), se ha estudiado la posibilidad de reducir su longitud, en orden a limitar la afección al desmonte existente. Para ello, se ha analizado la velocidad con la que el vehículo patrón (tren de carreteras) alcanzaría la Sección Característica, pues, si llegase a alcanzar los 80 km/h, podrían reducirse las longitudes mínimas de carril a disponer. Además de no cumplirse este precepto, el propio carril entronca con la autovía A-7 en un tramo con pendiente ascendente mayor al 5%, por lo que no parece recomendable reducir su longitud.

En el **entronque con la autovía MA-20**, la geometría se encuentra condicionada por la presencia de desmontes y muros existentes, elementos singulares (viaducto existente, presencia del arroyo de los Ángeles) y los ramales del enlace con la Avenida de Valle Inclán, así como por el gálibo horizontal libre a disponer para la estructura de paso del propio Ramal 2 sobre la autovía MA-20, donde se evitan disponer apoyos en mediana o posibles terciadas, y bajo la autovía A-7, para no afectar a pilas y estribos del viaducto existente.

En el caso del carril de salida hacia el ramal 2 (de la autovía MA-20 a la autovía A-7), el punto de tangencia se sitúa en un tramo del tronco correspondiente a una clotoide con radio puntual superior a 2.500 metros, por lo que no es necesario disponer clotoide para enlazar con la recta de salida. Esta recta enlaza con la curva a derecha de radio 130 metros, que da inicio al lazo, mediante una clotoide de parámetro $A=95$, máximo permitido por la Norma 3.1-IC para este caso. En este tramo se debe encajar la transición de peralte, desde el peralte del tronco en el punto de tangencia (2,87% a izquierda) hasta el peralte del 7% a derecha en el interior del lazo, por lo que dado el escaso desarrollo, se ha aceptado realizar parte de la transición en el carril de cambio de velocidad. No obstante, cabe recalcar que, de acuerdo a las instrucciones de la Subdirección General de Proyectos, se ha limitado la diferencia de peraltes en la Sección Característica, entre el tronco y el inicio del

Ramal 2, al 4%, valor que se considera adecuado pues equivale a la diferencia generada por el bombeo de 2% en una carretera de una calzada y doble sentido de circulación.

En el caso del carril de incorporación desde el Ramal 1, viniendo desde la Autovía A-7, hacia la autovía MA-20, los criterios aplicados son los mismos que en el caso anterior. Únicamente resaltar que el entronque se produce también en un punto con radio superior a 2.500 metros, por lo que la curva de radio 130 metros inmediatamente anterior al inicio del carril de aceleración se enlaza directamente con una clotoide.

Así pues, la disposición de radios 2.500 m en los entronques, que no necesitan curvas de acuerdo, se motiva por la existencia de puntos críticos concretos, tales como un muro de tierra armada existente en el caso del ramal 1 (cualquier afectación a este muro provocará considerables perjuicios a la seguridad y fluidez del tráfico en la autovía MA-20, debido a la complejidad constructiva requerida para su demolición y reconstrucción posterior en una ubicación más exterior) y la longitud de la estructura proyectada en el caso del ramal 2 (se alcanzarían tamaños de vigas prefabricadas no asumibles actualmente por las casas comerciales que las fabrican).

Por otra parte, en el Ramal 2 a su paso bajo el viaducto de la autovía A-7, siguiendo indicaciones de la Subdirección General de Proyectos, se ha aumentado el radio hasta los 130 metros, para posibilitar velocidades de hasta 60 km/h, atendiendo a la excepcionalidad de la pendiente en este punto, que alcanza el 6,88%. Este encaje aproxima el trazado a los apoyos del viaducto existente, tanto por el exterior como por el interior de la curva, por lo que serán necesarias otras medidas para garantizar la funcionalidad y la seguridad viaria: barrera rígida de nivel de contención H2 por el exterior y estudio específico de la visibilidad por el interior de la curva, que se incluye más adelante. De las conclusiones de éste se derivará mantener la limitación de velocidad de 40 km/h desde el lazo, o elevarla a 60 km/h.

Atendiendo a la Norma 3.1-IC de Trazado, el vehículo patrón para un enlace entre autovías o autopistas es el tren de carretera.

Una vez encajado el trazado en planta y perfil longitudinal y calculados los sobreeanchos establecidos por la Norma en función del radio, se ha procedido a un análisis de trayectorias del vehículo patrón en su recorrido por los ramales. De este análisis, se ha podido establecer la necesidad de un mayor sobreeancho en la curva de radio interior 51 metros del lazo del Ramal 2. A esta curva, que ya contaba con un sobreeancho de 21 cm. por consideraciones geométricas, se le ha dotado finalmente de un sobreeancho de 30 cm, pues el análisis de trayectorias con el software ISTRAM requería entre 2 y 4 cm adicionales.

En las tablas siguientes se resumen los principales parámetros geométricos de trazado de los principales ejes del proyecto:

Eje	Movimiento	Radio mínimo [m]	Inclinación máxima de rasante [%]	Parámetros mínimos de acuerdos verticales			
				Cóncavo		Convexo	
				Kv [m]	L [m]	Kv [m]	L [m]
Ramal 1	Ramal de la autovía A-7 a la autovía MA-20	130,000	6,85	1.650	118,487	3.640,821	60,000
Ramal 2	Ramal de la autovía MA-20 a la autovía A-7	55,000	6,88	1.650	88,783	1.800	66,795

Eje	Longitud [m]	
	Cuña	Carril
Carril de deceleración autovía A-7	125	185
Carril de aceleración autovía MA-20	125	135
Carril de deceleración autovía MA-20	125	170
Carril de aceleración autovía A-7	125	205

En el Anejo se incorpora la descripción detallada de los ejes del proyecto, así como los listados de definición geométrica de los mismos.

SECCIONES TIPO

A continuación se detalla la geometría de las secciones tipo proyectadas para los diferentes ejes del Proyecto. Todas las dimensiones se ajustan a los valores que se indican en la Norma 3.1-IC Trazado

Los ramales de enlace, de sentido único de circulación, tendrán un sólo carril de 4,00 m, más el sobreeancho, según se define en la Norma 3.1-IC, en los tramos en curva de radio reducido, que resulta ser el lazo del ramal 2. Como ya se ha explicado, este sobreeancho es la suma del resultante por consideraciones geométricas (radio) y el calculado a partir del análisis de trayectorias del vehículo patrón.

El arcén derecho de los ramales se mantiene con anchura igual al de los arcenes de las autovías A-7 y MA-20, esto es, 2,50 m. El arcén izquierdo se define de 1,00 m de ancho en todos los casos.

Se define una berma de 1,00 m en cada lado, que se estima suficiente para la implantación de los elementos de señalización, balizamiento y defensa de la carretera.

Los peraltes en los ramales se han fijado atendiendo al criterio establecido en la Norma de Trazado 3.1-IC, con un máximo del 7 %.

En las dos estructuras del ramal 2 se prevé un tablero de 8,70 m, para dar cabida a la plataforma (1,00+4,00+2,50 m) y sendas bandas laterales de 0,60 m para la ubicación de los pretilos.

La anchura dispuesta para las reposiciones de caminos que se afectan bajo el viaducto de la autovía A-7 y en su entorno, y junto a la autovía MA-20 es de 5,00 m, semejante a sus anchuras actuales, así como semejante a la anchura de los tramos anterior y posterior con los que conectan.

Se ha comprobado la no necesidad de carriles adicionales en rampa en el ramal 2.

4.1.3.9. Movimiento de tierras

Como punto de partida se han tomado las conclusiones de los anejos nº 3 y nº 7, con el fin de evaluar el aprovechamiento y características de los materiales atravesados por el trazado y, en caso necesario, las características de los posibles préstamos y canteras.

De forma resumida, indicar que todo el material excavado clasificado como mínimo como tolerable será aprovechable en los terraplenes y rellenos de los saneos, mientras que el material clasificado como inadecuado será destinado a la restauración de las zonas de préstamos que se seleccionen para la actuación.

Los materiales excavados se han agrupado en tres grupos: suelos excavables mecánicamente, material de tránsito (ripable) y material rocoso. Dado que no se permite el empleo de excavación con explosivos, se va a contemplar un porcentaje del material rocoso excavable mediante empleo de cementos expansivos.

Así, a efectos de cubicación, el material excavado mecánicamente, una vez descontado el material inadecuado, se clasifica como adecuado/tolerable y el material en tránsito o excavado en roca se clasifica como todo uno (suelos seleccionados).

Todos los suelos excavados en la traza tienen un coeficiente de paso de 1 de cara a su empleo en la traza y de 1,10 en caso de destinarse a vertedero.

El material de tránsito (ripable) se clasifica como todo uno y su coeficiente de paso es de 1,15 y el material rocoso excavado tiene un coeficiente de paso de 1,25.

Se considera un espesor medio de tierra vegetal para todos los ejes del proyecto de 40 cm.

Por otra parte, se ha considerado justificado el empleo de una explanada E3 para ambos ramales, puesto que conectan dos autovías con importante volumen de tráfico. Se prevé su formación distinguiendo:

- Desmante en suelos:
 - 30 cm de S-EST3
 - 30 cm de suelo seleccionado 2
 - Terreno de apoyo: Suelos tolerables como mínimo
- Desmante en material de tránsito:
 - 25 cm de S-EST3
 - Terreno de apoyo: Suelo seleccionado 3 (CBR > 20)
- Desmante en roca:
 - 10 cm de hormigón de regularización
 - Terreno de apoyo: Material rocoso irregular
- Terraplén:
 - 30 cm de S-EST3
 - 30 cm de suelo seleccionado 2
 - Terreno de apoyo: Suelos tolerables

Como conclusión del estudio de movimiento de tierras, en las siguientes tablas se incluyen los resultados más significativos obtenidos:

CONCEPTO	VOLUMEN
Fresado de pavimento bituminoso	76.514,7 m ² xcm
Demolición de firme existente	4.330,0 m ²
Despeje y desbroce del terreno	95.462,5 m ²
Excavación de tierra vegetal	38.024,1 m ³
Excavación en desmonte:	227.136,3 m ³
- Excavable en tierras, clasificado como inadecuado	46.770,8 m ³
- Excavable en tierras clasificado como adecuado/tolerable	74.188,3 m ³
- En material de tránsito	98.787,4 m ³
- En roca	7.389,8 m ³
Excavación en saneos:	18.486,8 m ³
- En material excavable, clasificado como adecuado/tolerable	14.613,2 m ³
- En material de tránsito, clasificado como seleccionado/todo uno	3.873,6 m ³
Suelos inadecuados a restitución de préstamos *	51.447,9 m ³
Suelos adecuados/tolerables disponibles para rellenos*	88.801,5 m ³
Material todo uno (seleccionado) disponibles para rellenos*	127.684,8 m ³
Terraplén con suelos procedentes de la traza	216.486,3 m ³
Terraplén con suelos procedentes de préstamos	139.530,9 m ³
Capa de asiento con suelo adecuado procedente de préstamo	5.923,9 m ³
Capa de asiento con suelo seleccionado-2 proc. de préstamo	6.168,7 m ³
Capa de asiento con suelo S-EST3 proc. de préstamo	3.580,1 m ³
Hormigón HM-20	58,7 m ³
Relleno con material granular en cuñas de transición	8.389,4 m ³
Relleno con material tratado con cemento en cuñas de transición	8.809,0 m ³
Material para relleno trasdós muros de suelo reforzado	18.442,9 m ³
Tierra vegetal para restauración de zonas de préstamo	25.664,0 m ³
TOTAL MATERIAL DE PRÉSTAMOS (vol. en destino)	190.844,9 m³

*Volúmenes afectados del coeficiente de paso.

De la tabla anterior, se deduce que la obra es deficitaria en tierras, por lo que será necesario acudir a préstamos o canteras para el suministro de materiales.

4.1.3.10. Firmes y pavimentos

Las secciones de firme se han dimensionado a partir de la Norma 6.1-IC "Secciones de Firme" de la Dirección General de Carreteras, una vez obtenida una categoría de tráfico T2, justificada en el Anejo nº6 del presente Proyecto de Trazado.

Las secciones de firme proyectadas han sido las siguientes:

- Carriles de aceleración/deceleración (misma sección de firme que la MA-20 y A-7)→ Eje 7, Eje 8, Eje 9 y Eje 10

Calzada

Rodadura M.B.Cdrenante PA-11 PMB 45/80-60	(0,04 m)
Riego de Adherencia termoadherente	C60BP3 TER
Capa intermedia M.B.C tipo AC-22 BIN 35/50 S	(0,05 m)
Riego de Adherencia	C60B3 ADH
Capa intermedia M.B.C tipo AC-22 BIN 35/50 S	(0,06 m)
Riego de Adherencia	C60B3 ADH
Capa base M.B.C tipo AC-32 BASE 35/50 G	(0,15 m)
Riego de imprimación	C50BF4 IMP
Subbase de zahorra artificial	(0,25 m)

Arcén exterior (Arcén: 2,50 m)

Rodadura M.B.Cdrenante PA-11 PMB 45/80-60	(0,04 m)
Riego de Adherencia termoadherente	C60BP3 TER
Capa intermedia M.B.C tipo AC-22 BIN 35/50 S	(0,05 m)
Riego de Adherencia	C60B3 ADH
Capa intermedia M.B.C tipo AC-22 BIN 35/50 S	(0,06 m)
Riego de imprimación	C50BF4 IMP
Zahorra artificial drenante	(0,15 m)

Subbase de zahorra artificial	(0,25 m)
• <u>Ramales de conexión de único sentido → Eje 37 y Eje 38</u>	
Calzada y arcén interior	
Rodadura M.B.C tipo AC16 SURF 50/70 S	(0,05 m)
Riego de Adherencia	C60B3 ADH
Capa intermedia M.B.C tipo AC-22 BIN 50/70 S	(0,05 m)
Riego de Adherencia	C60B3 ADH
Capa base M.B.C tipo AC-32 BASE 50/70 G	(0,10 m)
Riego de imprimación	C50BF4 IMP
Subbase de zahorra artificial	(0,25 m)
Arcén exterior (Arcén: 2,50 m)	
Rodadura M.B.C tipo AC16 SURF 50/70 S	(0,05 m)
Riego de imprimación	C50BF4 IMP
Zahorra artificial drenante	(0,15 m)
Subbase de zahorra artificial	(0,25 m)
• <u>Estructuras</u>	
Rodadura M.B.C tipo AC16 SURF 50/70 S	(0,05 m)
Riego de Adherencia	C60B3 ADH
Tratamiento impermeabilizante, consistente en una mezcla en caliente de mastic-betún-caucho.	
• <u>Reposición de caminos → Eje 23, Eje 24, Eje 25 y Eje 27</u>	
Hormigón HM-20	(0,15 m)
Suelo adecuado	(0,30 m)

4.1.3.11. Drenaje

El criterio de más relevancia a la hora de diseñar las obras de drenaje es el periodo de retorno a emplear en su dimensionamiento hidráulico.

Como se ha indicado en el anejo “Climatología e Hidrología”, el período de retorno empleado para la comprobación hidráulica del drenaje transversal es de 500 años (Tal y como recomienda la Dirección General de Planificación del Dominio Público Hidráulico dentro de la actual Secretaría General de Medio Ambiente y Cambio Climático, de la Delegación Territorial de Málaga perteneciente a la Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio).

Los valores del número de Manning a emplear en los cálculos han sido los que recomienda habitualmente dicha Secretaría General de Medio Ambiente y Cambio Climático, que son de 0,035 para obras de drenaje transversal. Para el acero corrugado se ha utilizado un valor de 0,04.

Para el dimensionamiento de las obras de drenaje transversal se ha utilizado básicamente la metodología indicada en la norma 5.2-IC “Drenaje superficial” de 2016, imponiendo además una serie de condiciones y limitaciones.

Además de los condicionantes descritos anteriormente, los criterios generales que se han seguido a la hora de dimensionar el drenaje han sido los siguientes:

- Control de entrada: la sección de control del flujo está en la entrada de conducto de desagüe, lo cual viene condicionado, entre otros factores por el hecho de que la altura de energía específica (H_e) del agua en dicho punto no exceda en más del 20% de la altura del conducto y que la pendiente longitudinal del mismo sea superior a la correspondiente al régimen crítico para el caudal de proyecto.
- Se ha dado ancho suficiente a cada obra de fábrica de forma:
 - Que se adapte en lo posible a la anchura del cauce natural del arroyo.
 - Que se reduzca la altura de lámina en el interior del conducto.



- Al tratarse de prolongaciones de obras de drenaje existentes, se han proyectado de las mismas dimensiones que las existentes.
- Se ha adoptado como criterio general que el caudal desaguado por las obras de drenaje no vierta directamente sobre el terreno o fincas colindantes, sino que se ha procurado en la medida de lo posible reconducir esos caudales hacia el curso de agua más cercano. De esta manera se mantiene toda la red de escorrentía superficial actual, minimizando al máximo las afecciones a terceros.

A continuación se incluye una tabla con las obras de drenaje existentes y las propuestas de drenaje.

OBRAS DE DRENAJE EXISTENTES				Observaciones
Eje	P.K.	Tipología	Dimensiones [m]	
Ramal 2 MA-20 a A-7	1+425	Marco	3,00x2,50	Se afecta a la entrada y a la salida, por lo que se prolonga con la misma tipología y dimensiones, mediante la ODT-R2-1.38, para desaguar la cuenca C-1.
Ramal 2 MA-20 a A-7	1+200	Estructura sobre el arroyo del Cuarto	---	Se amplía la estructura tanto aguas arriba como aguas abajo de la existente, para salvar dicho cauce sin afectarlo.
Ramal 2 MA-20 a A-7	1+040	Marco	3,00x2,50	Se afecta a la entrada y a la salida, por lo que se prolonga con la misma tipología y dimensiones, mediante la ODT-R2-1.00, para desaguar la cuenca C-2.
Ramal 2 MA-20 a A-7	0+030	Tubo de acero corrugado	Ø 2,50	Se afecta a la entrada y a la salida. Se demuelen las embocaduras de entrada y salida y se da continuidad a la obra existente. Para ello se proyecta la ODT-R1-0.84 para desaguar la cuenca C-3, que consiste en un tubo de hormigón de Ø 2,50 m aguas arriba de la obra existente y aguas abajo de la misma un tubo de hormigón de Ø 2,50 m que dasagua a terreno natural.
Arroyo Los Ángeles (A-7)	---	Tubo de acero corrugado	Ø 5,00	No se afecta
Carril aceleración MA-20	0+297	Tubo de acero corrugado	Ø 1,80	Se afecta a la entrada, por lo que se prolonga con un tubo de las mismas dimensiones y características, mediante la ODT-AV-MA20-CA-0.30, para desaguar la cuenca C-5.

Se ha incluido el inventario de las obras de drenaje existentes así como las comprobaciones hidráulicas de las mismas.

Las obras de drenaje proyectadas funcionan con control de entrada, la velocidad es inferior a 6 m/s y no se producen sobreelevaciones significativas, por lo que se cumplen todos los condicionantes fijados por la nueva Instrucción 5.2-IC "Drenaje superficial".

A continuación se incluye una tabla con los valores de la velocidad y de las sobreelevaciones producidas.

SOBREELEVACIONES O.D.T. ENLACE DE LA AP-46 CON LA MA-20

Situación	CUE NCA	Q 500 (m³/s)	Tipología	Dimensiones (m)	Pendiente ODT (%)	Velocidad ODT (m/s)	Calado interior (m)	Pendiente cauce (%)	Cota solera entrada O.D.T. (m)	Altura lámina entrada O.D.T. (m)	Cota agua entrada O.D.T. (m)	Cota de agua en el cauce (m)	Sobreelevación (m)
ODT R2-1.38	C-1	1.46	Marco pref.	3.00x2.50	13.95	2.98	0.16	11.76	160.04	0.46	160.50	161.21	---
ODT R2-1.00	C-2	0.61	Marco pref.	3.00x2.50	13.92	2.13	0.10	26.00	150.28	0.26	150.54	151.22	---
ODT R2-1.00	C-2	0.61	Marco pref.	3.00x2.50	8.00	1.80	0.11	26.00	137.96	0.26	138.22	---	---
ODT R1-0.84	C-3	2.77	T.H.A.	2.50	7.00	3.56	0.54	8.51	113.30	1.00	114.30	119.37	---
ODT R1-0.84	C-3	2.77	T.H.A.	2.50	1.00	1.78	0.89	8.51	104.73	1.00	105.73	---	---
ODT AV MA20 CA-0.30	C-5	1.38	T.A.C.	1.80	1.83	1.70	0.64	Entrada en pozo	116.96	0.75	117.71	117.65	0.06

En el enlace de la AP-46 con la MA-20 se han incluido en el anejo las llanuras de inundación del arroyo "El Cuarto" y del arroyo "Los Ángeles", para comprobar que no se ven afectadas por la infraestructura proyectada.

En el caso del arroyo "Los Ángeles", para la reposición del camino 1 se ha proyectado un badén para dar continuidad al cauce de aguas bajas. En el Proyecto de Trazado dicho badén se diseñó en primera instancia como una losa de hormigón con la anchura del vial, ubicada sobre dos tubos de 1,00 m de diámetro que permiten la evacuación del caudal correspondiente a un periodo de retorno de 10 años, tal y como se establece en la Norma 5.2.-IC "Drenaje superficial". La dimensión de estos tubos se estableció de acuerdo con lo especificado en el epígrafe 4.4.3. de la Norma anterior.

Sin embargo según las indicaciones realizadas por el Servicio del Dominio Público Hidráulico y Calidad de las Aguas de la Delegación Territorial en Málaga de la Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Desarrollo Sostenible, e incluidas en el "DOCUMENTO COMPLEMENTARIO PARA EVALUACIÓN AMBIENTAL SIMPLIFICADA", dichos tubos deben sustituirse por un badén rebasable mediante losa de hormigón embebida en el lecho del cauce, de la misma anchura que el camino, es decir 5 metros. Así pues se decide cumplir con la recomendación del Servicio del DPH como Autoridad competente en la materia, aunque ello suponga no cumplir las indicaciones que la Norma 5.2-IC "Drenaje superficial" establece para el diseño de un badén.

Dicha losa de hormigón irá apoyada sobre una base de zahorra natural de 40 cm de espesor. Aguas arriba y aguas abajo del badén se colocará un manto de

escollera con el objetivo de proteger el camino frente al paso a su través de la avenida de 500 años.

Para el cálculo hidráulico de los elementos de drenaje se ha empleado la fórmula de Manning, tal y como recomienda la norma de drenaje

Los elementos proyectados han sido:

- Cunetas.
- Tubos de desagüe.
- Pozos y boquillas de desagüe.
- Bordillos y bajantes prefabricados.

En los terraplenes de altura superior a 2 m, en la margen que reciba la escorrentía superficial de la calzada se protege el talud del terraplén mediante la colocación de un bordillo que provoque la formación de un caz de coronación. El bordillo se desaguará por medio de bajantes prefabricadas de hormigón cuya separación se ha calculado en función de las pendientes y de los caudales de aportación.

Los tipos de cunetas proyectados son los siguientes:

- Cuneta revestida tipo 1, de pie de terraplén y pie de desmonte: Es de sección triangular, de 50 cm de calado y taludes en ambos lados 1V:1H.
- Cuneta revestida tipo 4, de coronación de desmonte: Es de sección trapezoidal de 0,30 m de base, 0,30 de calado y taludes 1H:2V.

Los tubos dispuestos bajo la calzada con sus arquetas y boquillas, tienen la función de reconducir el agua para desaguar los caudales de aportación. Se han diseñado de hormigón armado de diámetros 0,40 m y 0,60 m.

4.1.3.12. Geotecnia de cimentación de estructuras

— Información de partida y trabajos realizados

Para la redacción del Anejo, se ha utilizado, principalmente, la información geotécnica procedente del “*Proyecto de Construcción Nueva Ronda de Circunvalación Oeste de Málaga. Tramo: Conexión Carretera C-3310-Autovía del Mediterráneo A-7*”. PROSER-NARVAL. Julio de 2006, así como la amplia experiencia adquirida en estudios anteriores de ARCS ESTUDIOS Y SERVICIOS TÉCNICOS, S.L. (URBACONSULT) en el entorno de la actuación, sobre las mismas formaciones y materiales análogos.

Se han considerado también los informes realizados por ISR-CGA como Asistencia Geotécnica a las “*Obras de la Nueva Ronda de Circunvalación Oeste de Málaga. Tramo: Conexión Carretera C-3310 – Autovía del Mediterráneo A-7*”.

Para completar esta información, se han elaborado 3 campañas geotécnicas. La primera de ellas, en el mes de agosto de 2015, consistió en los siguientes reconocimientos:

- 1 sondeo mecánico a rotación con recuperación de testigo.
- 2 ensayos de penetración dinámica continua tipo DPSH.
- 3 calicatas mecánicas.
- 3 estaciones geomecánicas.

La segunda, realizada entre los meses de septiembre y octubre de 2019 por la empresa CEMOSA, S.A, consta de los siguientes reconocimientos:

- 12 sondeos mecánicos a rotación con recuperación de testigo.
- 5 ensayos de penetración dinámica tipo DPSH (Dynamic Probing Super Heavy).

La tercera campaña, elaborada por GEOLEN entre abril y mayo de 2020, consistió en:

- 8 sondeos mecánicos a rotación con recuperación de testigo

— **Recomendaciones de cimentación**

El Proyecto contempla 3 estructuras:

Ramal 2 MA-20 a A-7 (Eje 2)

- Viaducto (E-1). P.K. 1+182,5 – 1+309,2. Longitud 126,7 m.
- Estructura sobre la MA-20 (E-2). P.K 0+441 – 0+481,4. Longitud 40,4 m.

Ramal 1 A-7 a MA-20 (Eje 34)

- Viaducto (E-3). P.K.0+213,2 – 0+339,9. Longitud 126,7 m.

Así mismo, en el Paso Superior existente en la Autovía A-7, se contemplan dos muros anclados (Muro 5 y 6) para la implantación del Ramal 2 MA-20 a A-7 y el Ramal 2 MA-20 a A-7, respectivamente, bajo los vanos laterales de dicha estructura.

— **Viaducto (E-1)**

La estructura E-1 se encuentra situada entre los PP.KK. 1+182,5 – 1+309,2 del Ramal 2 MA-20 a A-7 y se proyecta paralela al viaducto existente en el tronco de la autovía A-7 para salvar la vaguada.

La tipología adoptada es de puente de vigas prefabricadas de tres vanos isostáticos con distribución de luces 37,3 + 45,0 + 44,4 metros. El tablero se prevé formado por cuatro vigas doble T de 2,45 m de canto más losa superior de 25 cm.

El estribo 1 (lado Almería) se cimentará directamente al terreno. Debido a la disposición de luces, la entrega de este vano del tablero sobre la ladera donde se cimienta, condicionada por la presencia del viaducto paralelo existente, es amplia, por lo que no se prevén condicionantes para la cimentación más allá de las cargas admisibles por el terreno.

El estribo 2, también condicionado por la presencia del viaducto existente, se apoya en un cargadero soportado por una línea de pilotes. Esta solución permite reducir las excavaciones necesarias para implantar el estribo, reduciendo

considerablemente los riesgos de descalce de la estructura existente. Lo orografía del terreno no ha permitido una solución similar al Estribo 1.

Los apoyos de las pilas 1 y 2 se resuelven mediante cimentación directa con zapatas.

• **Características del terreno**

El viaducto se emplaza en un substrato rocoso grauváquico-pizarroso, parcialmente recubierto por suelos cuaternarios. No se prevé la existencia de nivel freático a cota de cimentación.

El substrato rocoso, de edad Devónico – Carbonífero, está constituido por materiales pertenecientes a la unidad geotécnica D-H, caracterizada por una alternancia en bancos decimétricos a métricos de pizarras y grauvacas, con predominio de estas últimas, con ocasionales intercalaciones de cuarcitas en niveles centimétricos. En general, en afloramiento presenta un grado de meteorización GM. III, aunque ocasionalmente, de acuerdo con la investigación disponible, se encuentra alterada en los 1,5 a 2,5 metros superiores.

El recubrimiento de suelos en las zonas de apoyo es reducido o inexistente. Está constituido por materiales de naturaleza fundamentalmente granular y consistencia medianamente densa. En el fondo de la vaguada y en zonas puntuales de la ladera, los suelos pueden alcanzar espesores de 1,5 a 2,0 metros.

En los ensayos disponibles de esta unidad, procedentes del “Proyecto de Construcción Nueva Ronda de Circunvalación Oeste de Málaga. Tramo: Conexión Carretera C-3310-Autovía del Mediterráneo A-7”, se han obtenido unos valores de resistencia a compresión simple medios de 100 kp/cm², incluyendo valores de resistencias inferiores a 30 kp/cm² asociadas fundamentalmente a roturas a través de planos de discontinuidad. Así mismo, se dispone de ensayos de resistencia de carga puntual con valores medios equivalentes a unos 150 kp/cm²; estos últimos valores se consideran más representativos ya que no suelen sufrir roturas a través de discontinuidades.

En el Estudio Geológico-Geotécnico realizado para analizar las condiciones de cimentación del viaducto existente, realizado por CGA en octubre de 2007, se consideran otros datos adicionales disponibles sobre este tipo de materiales, procedentes de diversos estudios realizados en las proximidades del trazado proyectado. De ellos se han obtenido unos valores de resistencia a compresión simple entre 91 y 476 kp/cm^2 (valor medio de 268 kp/cm^2) y 157 kg/cm^2 de valor medio en ensayos de resistencia de carga puntual. De acuerdo con estos datos, en el citado estudio se considera razonable adoptar una resistencia a compresión simple media para el substrato sano o ligeramente alterado de unos 150 kp/cm^2 .

Así mismo, se cuenta con 2 datos de resistencia a compresión uniaxial procedentes del sondeo S-1, correspondiente a la campaña geotécnica para el estudio de cimentaciones de estructuras del presente proyecto, realizada en agosto de 2015. En el testigo tomado a 8,60-9,00 m de profundidad, se obtiene un valor $q_u=28,85 \text{ kp/cm}^2$. En el tomado a 19,80-20,10 m, se obtiene un valor $q_u=215,87 \text{ kp/cm}^2$.

De la reciente campaña geotécnica elaborada en abril de 2020 (GEOLEN) se deduce que en el sondeo correspondiente al Estribo 1 se alcanzan valores de resistencia a compresión uniaxial de casi 200 kp/cm^2 a una profundidad entre 5,2 y 5,4 metros. En el estribo 2, para alcanzar resistencias de unos 100 kp/cm^2 hay que descender hasta una profundidad de más de 10 metros.

- **Condiciones de cimentación**

Atendiendo a la información disponible, las condiciones del terreno permiten adoptar, en todos los casos, una cimentación directa mediante zapatas apoyadas sobre el substrato rocoso (unidad D-H) con grado de meteorización GM III, contando con un empotramiento mínimo en estos materiales de al menos 1 metro.

Como ya se ha explicado anteriormente, la ubicación del estribo 1 viene condicionada por la presencia del estribo del viaducto existente, por lo que este vano inicial presenta una entrega sobre la ladera bastante amplia. En este sentido, no se considera necesario imponer condición de borde.

Se ha considerado, del lado de la seguridad, el menor dato de resistencia a la compresión uniaxial, correspondiente a la muestra del sondeo S-1 tomada a 8,60-9,00 m de profundidad, en la que se obtiene un valor $q_u=28,85 \text{ kp/cm}^2$. Considerando este valor límite, de acuerdo con la Guía de Cimentaciones en Obras de Carreteras, se obtiene la siguiente tensión admisible del terreno de hasta 3,5 kp/cm^2 , siendo en este caso los asientos instantáneos y de magnitud despreciable. No obstante, dada la heterogeneidad de los materiales donde se emplaza la estructura, se recomienda limitar el valor de la tensión admisible a 3,0 kp/cm^2 . Esta tensión, válida para hipótesis de cargas permanentes de peso propio y sobrecarga de uso, puede incrementarse hasta un 25 % para el caso de hipótesis más desfavorables.

La cota de cimentación del Estribo 1, establecida inicialmente a 1 metro de profundidad del terreno natural, se fija finalmente a la cota 157,1 metros, condicionada por el canto de la propia estructura, por lo que se garantiza un mayor empotramiento en el macizo.

Para las pilas, esta tensión se estima que se alcanzaría a una profundidad de entre 4,0 y 4,5 metros respecto al terreno natural, estableciéndose la cota de cimentación en 143,3 metros para la Pila 1 y en 139,3 para la Pila 2.

Se considera viable, siempre que se asegure el empotramiento de la zapata en al menos 1 metros en el substrato rocoso, disponer un relleno con hormigón ciclópeo bajo la zapata hasta alcanzar estas cotas de cimentación. Si en el cálculo de la estructura se llegase a disponer este relleno, su espesor se podrá reconsiderar en obra una vez se compruebe la profundidad real del sustrato rocoso.

El estribo 2 se resuelve, como se ha indicado, con un cargadero soportado por línea de pilotes. Su emplazamiento viene caracterizado por un relleno superior de naturaleza granular (unos 2 metros de espesor), continuado por un macizo de pizarras y filitas fracturadas. En el Anejo nº12 se recogen las condiciones para cimentación mediante pilotes de este estribo.

Por otra parte, con objeto de evitar inestabilidades en la excavación del estribo 2 y de la Pila 2, se contempla un sostenimiento mediante anclajes provisionales con tirante de barra tipo Gewi Ø40 y carga en servicio 471 kN.

— Estructura sobre la MA-20 (E-2)

La estructura sobre la MA-20, se encuentra localizada entre el P.K. 0+441 – 0+481,4 del Ramal 2 MA-20 a A-7. Se proyecta para salvar el paso de dicho ramal sobre la autovía MA-20. Presenta un único vano de 40,40 m de longitud.

- **Características del terreno**

En el área donde se proyecta la estructura, afloran grauvacas y pizarras alternantes, correspondientes a la unidad geotécnica D-H (Devónico-Carbonífero) y lutitas rojas con intercalaciones de areniscas de la unidad PT (Permotrias). Estas formaciones rocosas se encuentran parcialmente recubiertas por depósitos cuaternarios coluviales-eluviales y rellenos antrópicos afirmados, correspondientes a los terraplenes de la Autovía MA-20.

- **Aspectos previos**

Las cimentaciones de esta estructura E-2 deben ejecutarse muy próximas a la Autovía MA-20, en servicio y con importante intensidad de tráfico. Por este motivo, se debe prestar especial atención al diseño de las cimentaciones. Para reducir las afecciones al tráfico durante la ejecución de las obras, se plantea una cimentación profunda, que reduzca las dimensiones de las excavaciones necesarias y evite la demolición del arcén de la autovía.

- **Condiciones de cimentación**

En el Anejo se recogen, en primer lugar, los cálculos para la cimentación de pilotes a partir de la campaña geotécnica de octubre de 2019. En segundo lugar, y a partir de la campaña complementaria elaborada en abril de 2020, se establecen las siguientes conclusiones y recomendaciones:

	S-4 (Ext. Norte)	S-5 (Est. Sur)
Cota de boca	≅ 118,00 m	≅ 121,00
Material con RQD < 50 y tal vez algo/muy alterado	≅ 6,50 m (hasta ≅ 111,50)	≅ 7,5 m (hasta ≅ 113,50)
Areniscas cementadas (G-II), con RQD > 50	< 111,50 m	< 113,50 m

De acuerdo al informe geotécnico incluido en el Apéndice nº8 del Anejo 12, se establecen las siguientes recomendaciones para el diseño y cálculo de esta cimentación profunda mediante pilotes:

- Penetración mínima en el sustrato (argilitas – areniscas) de al menos 6 veces el diámetro de perforación.
- Penetración en el nivel de areniscas cementadas de aproximadamente 2 veces el diámetro de perforación.
- Resistencia unitaria por punta (estimada) de unos 100 kp/cm².
- Resistencia unitaria por fuste (estimada) mayor a 9 t/m².

— Viaducto (E-3)

Se encuentra situado entre los PP.KK. 0+213,18 – 0+339,88 del Ramal 1 A-7 a MA-20 y se proyecta paralela al viaducto existente en el tronco de la autovía A-7 para salvar la vaguada.

La tipología adoptada es de puente de vigas prefabricadas de tres vanos isostáticos con distribución de luces 37,30 + 45,00 + 44,40 metros. El tablero se prevé formado por cuatro vigas doble T de 2,45 m de canto más losa superior de 25 cm.

La ubicación de los estribos 1 y 2 viene condicionada por la presencia de los estribos del viaducto existente en la autovía A-7. La solución prevista para su

cimentación, así como los parámetros establecidos para su cálculo, son idénticos a los previstos para el estribo 2 de la Estructura E-1.

Del mismo modo, las cargas admisibles en cimentaciones de pilas se corresponden igualmente con las estimaciones realizadas para las pilas de la Estructura E-1, al emplazarse la estructura E-3 sobre las mismas unidades geotécnicas (DH).

Para las pilas, esta tensión de 3 kp/cm² se estima que se alcanzaría a una profundidad de entre 4,0 y 6,0 metros respecto al terreno natural, estableciéndose la cota de cimentación en 137,1 metros para ambas pilas.

Se considera viable, siempre que se asegure el empotramiento de la zapata en al menos 1 metros en el substrato rocoso, disponer un relleno con hormigón ciclópeo bajo la zapata hasta alcanzar estas cotas de cimentación. Si en el cálculo de la estructura se llegase a disponer este relleno, su espesor se podrá reconsiderar en obra una vez se compruebe la profundidad real del sustrato rocoso.

De igual forma que para la estructura E-1, se ha previsto un sostenimiento mediante anclajes provisionales en los taludes de las excavaciones del estribo 1 y de las pilas 1 y 2.

Muros anclados

El diseño de los muros 1 y 7, así como de los frontales de los muros 5 y 6, responde al mismo planteamiento conceptual: construcción por bataches horizontales de un muro de hormigón armado de espesor según el caso (30 cm en muros 1 y 7; y 35 cm en muros 5 y 6), que se ancla al terreno mediante la disposición de anclajes tipo IR, dispuestos horizontalmente en correspondencia con el batache y espaciados según cada caso.

El proceso constructivo se inicia con la banda o batache superior y se desciende, excavando la banda inferior y procediendo a la ejecución de ese batache. Por este motivo, la banda inferior dispone en su zona superior, donde se superpone con el batache anterior, de unas ménsulas exteriores que son necesarias para poder introducir la maguera de hormigonado.

En el caso de los muros 5 y 6, la disposición de estos bajo el paso superior existente requiere de la ejecución de muros a modo de nuevas aletas, que posibiliten la contención de las tierras. Estos muros se han diseñado a base de pilotes de diámetros y profundidad variable, muy próximos unos a otros, rematados en cabeza mediante una viga de atado anclada al terreno.

En relación con los anclajes, en el Apéndice nº9 se incluye un informe de asesor geotécnico externo con las recomendaciones para la disposición de anclajes IR. En las notas de cálculo de cada estructura, en base a este informe, se recoge el dimensionamiento de los anclajes.

Caracterización geotécnica

En la siguiente tabla, se indican los 4 muros anclados contemplados en el proyecto y las unidades geotécnicas sobre las que se emplazan.

MUROS ANCLADOS	UNIDAD GEOTÉCNICA	
	Substrato rocoso	Recubrimiento (potencia)
Muro 1	DH (GM III)	DH (GM IV) (0,5 m)
Muro 5	DH (GM III)	DH (GM IV) (2,5 m)
Muro 6	DH (GM III)	DH (GM IV) (3,5 m)
Muro 7	DH (GM III)	DH (GM IV) (0,5 m)

Todos los muros se localizan en la unidad geotécnica DH, que se caracteriza en el epígrafe 3.1. del Anejo 12, y en la que se distinguen dos subunidades atendiendo al grado de meteorización que presente el substrato rocoso.

Se asigna una tensión admisible al substrato rocoso DH (GM III) de 3 kp/cm².

Parámetros de cálculo

Atendiendo al Informe Geotécnico de la empresa Ingeniería del Suelo recogido en el Apéndice nº9 del Anejo 12, se adoptan finalmente los siguientes parámetros conservadores para el cálculo de los distintos elementos.

En este sentido, en fases posteriores, cuando se habilite el acceso a los emplazamientos, se deberá completar la investigación geotécnica de cara a confirmar los parámetros y cálculos recogidos en las notas de cálculos correspondientes, que se adjuntan a este Anejo.

De esta manera, se resumen aquí las principales recomendaciones del Informe Geotécnico:

- Para el cálculo de empujes, considerar toda la altura como material alterado, con cierta cohesión ($c = 2 \text{ t/m}^2$) y ángulo de rozamiento siempre inferior a 32° .
- En el caso de los muros 5 y 6, la parte frontal deberá coronar a nivel de la cara superior de la zapata del estribo existente, evitando que los anclajes de este batache atraviesen el estribo.
- En todos los muros, se recomienda el empleo de anclajes con inyección IR, considerando que el bulbo quedaría en material caracterizado como GM-IV. Como adherencia límite se podría tomar un valor entre $4 - 5 \text{ kp/cm}^2$.

— Muros de suelo reforzado

El Proyecto del Enlace AP-46 con MA-20 contempla la ejecución de 3 muros de suelo reforzado (Muros 2, 3 y 4), ubicados todos ellos en el desarrollo del Ramal 2, para evitar la caída de tierras sobre el Arroyo de Los Ángeles.

Como recomendaciones generales para la cimentación de estas estructuras cabe destacar:

- Tensión admisible del plano de cimentación: 1400 KPa.
- Cohesión del suelo de cimentación: valor 0.
- Ángulo de rozamiento interno del material en cimentación: mín. 30° .
- El plano de cimentación debe estar siempre a una cota tal que se asegure un empotramiento de 50 cm bajo la línea de cuneta.

- El material para la formación del muro deberá poseer un ángulo de rozamiento interno mínimo de 36° y cumplir con las características físico químicas recogidas en la norma UNE EN 14475:2006.

En el caso del Muro 4, previa a su ejecución, se plantea el saneo y sustitución del terreno con materiales competentes.

4.1.3.13. Estructuras y muros

El Proyecto únicamente contempla la ejecución de nuevas estructuras en la actuación del enlace AP-46 con MA-20. Estas estructuras son:

- Estructura E-1, situada en el Ramal 2 MA-20 a A-7 (P.K. 1+182,542 al 1+309,242).
- Estructura E-2, situada en el Ramal 2 MA-20 a A-7 (P.K. 0+440,974 al 0+481,374).
- Estructura E-3, situada en el Ramal 1 A-7 a MA-20 (P.K. 0+213,186 al 0+339,886).
- Muro 1, situado en el Ramal 2 MA-20 a A-7 (P.K. 1+331 al 1+406,5)
- Muro 2, situado entre los P.K. 0+020 y 0+220 de la Reposición del Camino 1.
- Muro 3, situado entre los P.K. 0+138 y 0+167 del Ramal 2 MA-20 a A-7.
- Muro 4, situado entre los P.K. 0+190 y 0+280 del Ramal 2 MA-20 a A-7.
- Muro 5, situado bajo el estribo del paso superior existente a la altura del P.K. 1+140 del Ramal 2 MA-20 a A-7.
- Muro 6, situado bajo el estribo del paso superior existente a la altura del P.K. 0+390 del Ramal 1 A-7 a MA-20.
- Muro 7, situado en el Carril de Aceleración MA-20 (P.K. 0+173 al 0+252)

ESTRUCTURA E-1.

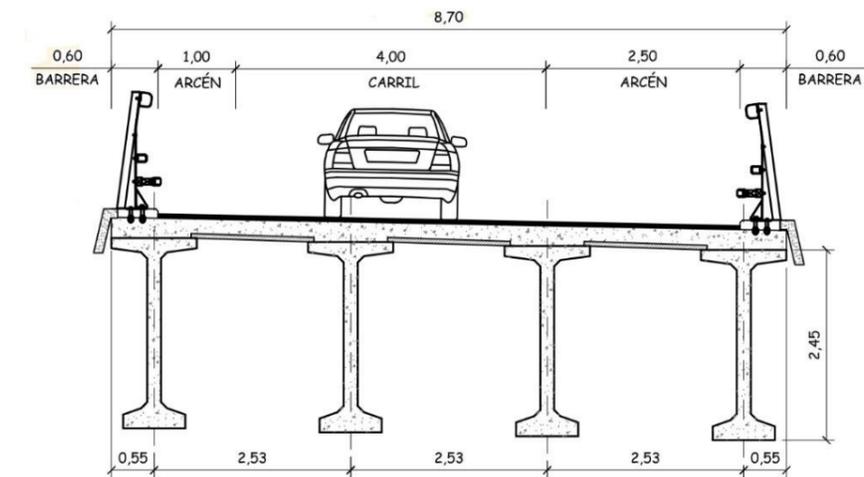
Se trata de un puente situado entre el P.K. 1+182,542 y el 1+309,242 del Eje 2, que permite salvar el valle de un río. La estructura se sitúa paralelamente a un viaducto existente de la Ronda Circunvalación de Málaga, pero con la posición de pilas y estribos ligeramente retranqueada para adecuarse a la morfología del valle. El puente es recto en planta y sin esviaje.

La tipología adoptada es de puente de vigas prefabricadas de tres vanos isostáticos con una distribución de vanos de 37,30 + 45,0 + 44,4 m. El tablero posee una anchura de 8.7 m, correspondientes a un carril de 4.0 m, arcenes de 2.5 y 1.0 m, y sendos pretilos de seguridad con nivel de contención clase H3, que pisan 60 cm en cada borde del tablero.

El puente es recto en planta y sin esviaje. La sección transversal de la vía en esta zona posee un peralte constante del 2%, que se consigue con la cara superior de losa y la disposición de las 4 vigas del tablero en la sección transversal a distinta cota.

Cada tablero está constituido por 4 vigas prefabricadas doble T de 2.45 m de canto sobre las que se hormigona in situ una losa de 25 cm de espesor mínimo. En los apoyos de las vigas se dispone una riostra transversal entre todas ellas, adoptando la misma solución que en el viaducto paralelo existente. La losa del tablero presenta continuidad en el apoyo sobre pilas, por lo que sólo se disponen juntas de calzada entre estribos y tablero.

Respecto a las pilas, tienen características geométricas muy similares a las del viaducto existente. Son de sección rectangular hueca, de 2.20 m de canto longitudinal y 4.0 m transversal, con esquinas achaflanadas y rehundidos de carácter estético en las paredes de mayor anchura. Las paredes poseen espesor de 30 cm en los lados cortos y variable entre 35 y 30 cm (debido a los rehundidos) en los lados largos. En los 1.5 m superiores del fuste la sección se maciza.



Sección transversal estructura E-1

Los fustes de pila son rematados con un dintel para habilitar el apoyo de las vigas del tablero, que posee sección rectangular de 2.2 m de anchura y canto variable entre 0.8 y 2.2 m. La cimentación de cada pila se realiza mediante zapata de 10.0x11.3x2.0 m, apoyadas sobre sustrato rocoso meteorizado, que están dimensionadas para una tensión media admisible de 3.0 kg/cm². En caso de no encontrarse terreno de estas características a la cota de cimentación, se sobreexcavará y se construirá un pozo de hormigón ciclópeo hasta alcanzar la roca.

En cuanto a los estribos, el estribo 1 es cerrado de altura moderada, cimentado sobre sustrato rocoso (al encontrarse en una zona en desmonte), mientras que para el segundo se ha optado por estribo tipo cargadero sobre una fila de pilotes, con objeto de reducir la magnitud de las excavaciones que se precisarían al optar por cimentación directa, y con ello, minimizar las afecciones sobre la autovía en servicio.

El estribo 1 (recalculado según nota incluida en el Apéndice nº2) será tipo cargadero, constituido por una viga flotante de 1.3 m de canto y planta de 4.3x9.5 m, directamente apoyada sobre el sustrato rocoso, en la que se empotran el murete de guarda de 40 cm de espesor y los muros en vuelta, que poseen aletas colgadas de 60 cm de espesor. El murete de guarda tiene una altura máxima de aproximadamente 3.0 m

Por el contrario, el estribo 2 se ha proyectado como cargadero cimentado mediante una fila de 3 pilotes de 1.0 m de diámetro y 11 m de longitud, separados entre ejes 3.0 m en. Los pilotes están unidos en cabeza por una viga cargadero de 179 cm de anchura y canto mínimo de 110 cm, más murete de guarda de 40 cm de espesor, muretes laterales de 20 cm de espesor y aletas colgadas de 60 cm de canto, para controlar el derrame de las tierras del terraplén.

El apoyo de las vigas sobre estribos y pilas se realiza mediante aparatos de apoyo de neopreno de 500x600x216 (132) mm en estribos y 400x500x141 (77) mm en pilas, que disponen de pernos para anclaje a la subestructura y chapa superior que se suelda a una chapa embebida en cara inferior de las vigas del tablero.

Entre los bordes del tablero y el espaldón de los estribos se disponen juntas de calzada de neopreno de un recorrido total (apertura más cierre) de 230 mm.

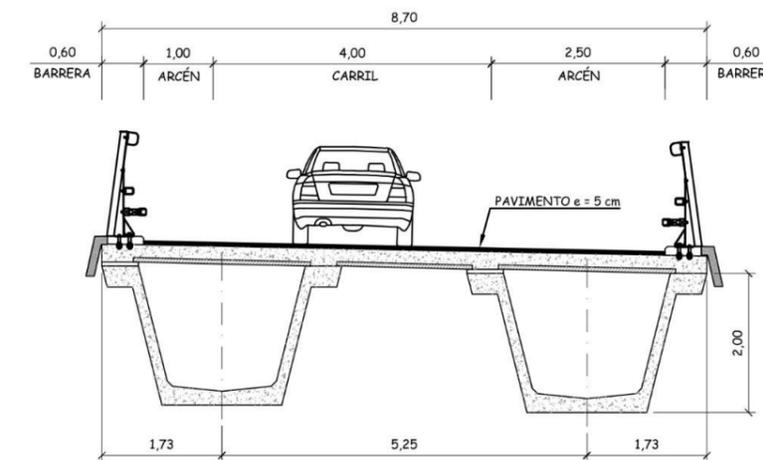
— ESTRUCTURA E-2

La Estructura E-2 es un paso superior sobre la MA-20 de un único vano entre estribos cerrados de hormigón armado. La estructura es recta en planta y ortogonal a la autovía MA-20.

La tipología adoptada es de puente de dos vigas prefabricadas tipo artesa de un único vano con luz de cálculo de 40,4 m. El tablero posee una anchura de 8.7 m, correspondientes a un carril de 4.0 m, arcenes de 2.5 y 1.0 m, y sendos pretiles de seguridad con nivel de contención clase H4b, que pisan 60 cm en cada borde del tablero.

El puente es recto en planta y sin esviaje. La sección transversal de la vía en esta zona posee un peralte constante del 2%, que se consigue con la cara superior de losa y la disposición de las vigas del tablero en la sección transversal a distinta cota.

Cada tablero está constituido por 2 vigas prefabricadas tipo artesa de 2.0 m de canto sobre las que se hormigona in situ una losa de 25 cm de espesor mínimo.



Sección transversal estructura E-2

Los estribos son tipo cerrados de altura elevada, cimentados mediante pilotes para minimizar las excavaciones a realizar junto a la MA-20. Ambos estribos están constituidos por un cuerpo principal y muros en vuelta con aletas colgadas de gran longitud en los bordes de la calzada del ramal, para contener el derrame de tierras del terraplén.

El muro frontal de los estribos posee 1.2 m de canto, que se reduce en el espaldón de zona superior hasta 35-65 cm. Los muros en vuelta tienen 1.0 m de canto en la zona inferior y 0.6 m a partir de 4.0 m sobre el encepado. La cimentación de ambos estribos está formada por 9 pilotes de 1.2 m de diámetro y 17.0 m de longitud bajo encepado de planta rectangular de 1.3 m de canto. La puntera de los encepados es de sólo 1.3 m para minimizar las afecciones a la MA-20 por las excavaciones.

No se contemplan excavaciones significativas para alcanzar la cota de emplazamiento de la pilotadora, pues las mismas se lograrán con las excavaciones generales del movimiento de tierras.

El apoyo de las vigas sobre estribos se realiza mediante aparatos de apoyo de neopreno de 450x600x171 (99) mm, que disponen de pernos para anclaje a la subestructura y chapa superior que se suelda a una chapa embebida en cara inferior de las vigas del tablero.

Entre los bordes del tablero y el espaldón de los estribos se disponen juntas de calzada de neopreno de un recorrido total (apertura más cierre) de 160 mm.

— ESTRUCTURA E-3

Se trata de un puente situado entre el P.K. 0+213,186 y el 0+339,886 del Eje 1, que permite salvar el valle de un río. La estructura se sitúa paralelamente a un viaducto existente de la Ronda Circunvalación de Málaga. El puente es recto en planta y sin esviaje.

La tipología adoptada es de puente de vigas prefabricadas de tres vanos isostáticos con una distribución de vanos de 37,30 + 45,0 + 44,4 m. El tablero posee una anchura de 8.7 m, correspondientes a un carril de 4.0 m, arcones de 2.5 y 1.0 m, y sendos pretilos de seguridad con nivel de contención clase H3, que pisan 60 cm en cada borde del tablero.

El puente se encuentra en planta dentro de una sucesión de clotoides de parámetro $A = 165$ y tramo recto central. La sección transversal de la vía en esta zona posee un peralte variable, que se consigue con la cara superior de losa y la disposición de las 4 vigas del tablero en la sección transversal a distinta cota. Ello lleva a que en determinadas secciones exista un incremento de espesor de losa respecto al establecido en las secciones de apoyos, y que todas las vigas se coloquen con pendiente longitudinal diferente.

Cada tablero está constituido por 4 vigas prefabricadas doble T de 2.45 m de canto sobre las que se hormigona in situ una losa de 25 cm de espesor mínimo. En los apoyos de las vigas se dispone una riostra transversal entre todas ellas, adoptando la misma solución que en el viaducto paralelo existente. La losa del tablero presenta continuidad en el apoyo sobre pilas, por lo que sólo se disponen juntas de calzada entre estribos y tablero. La sección tipo es similar a la representada anteriormente para la Estructura E-1.

Respecto a las pilas, tienen características geométricas muy similares a las del viaducto existente. Son de sección rectangular hueca, de 2.20 m de canto longitudinal y 4.0 m transversal, con esquinas achaflanadas y rehundidos de

carácter estético en las paredes de mayor anchura. Las paredes poseen espesor de 30 cm en los lados cortos y variable entre 35 y 30 cm (debido a los rehundidos) en los lados largos. En los 1.5 m superiores del fuste la sección se maciza.

Los fustes de pila son rematados con un dintel para habilitar el apoyo de las vigas del tablero, que posee sección rectangular de 2.2 m de anchura y canto variable entre 0.8 y 2.2 m.

La cimentación de cada pila se realiza mediante zapata de 10.0x11.9x2.0 m, apoyadas sobre sustrato rocoso meteorizado a través de unos pozos de hormigón ciclópeo. La tensión media admisible fijada para la cimentación es de 3.0 kg/cm². En caso de no encontrarse terreno de estas características a la cota de cimentación, se ha previsto un pozo de hormigón ciclópeo hasta alcanzar la roca. No obstante, durante la construcción se podrá ajustar la profundidad de este pozo una vez comprobada la cota del sustrato rocoso.

En cuanto a los estribos, ambos son tipo cargadero sobre una fila de pilotes, con objeto de reducir la magnitud de las excavaciones que se precisarían al optar por cimentación directa, y con ello, minimizar las afecciones sobre la autovía en servicio.

Poseen una fila de 3 pilotes de 1.0 m de diámetro y 11 m de longitud, separados entre ejes 3.0 m en. Los pilotes están unidos en cabeza por una viga cargadero de 179 cm de anchura en estribo 1 y 180 cm en estribo 2, y canto mínimo de 110 cm, más murete de guarda de 40 cm de espesor, muretes laterales de 20 cm de espesor y aletas colgadas de 60 cm de canto, para controlar el derrame de las tierras del terraplén.

El apoyo de las vigas sobre estribos y pilas se realiza mediante aparatos de apoyo de neopreno de 500x600x216 (132) mm en estribos y 400x500x141 (77) mm en pilas, que disponen de pernos para anclaje a la subestructura y chapa superior que se suelda a una chapa embebida en cara inferior de las vigas del tablero.

Entre los bordes del tablero y el espaldón de los estribos se disponen juntas de calzada de neopreno de un recorrido total (apertura más cierre) de 230 mm.

MUROS ANCLADOS

Se contemplan dos situaciones donde se precisan de medidas de sostenimiento sobre taludes preexistentes:

- En el Paso Superior existente en la autovía A-7, será necesario la ejecución de 2 muros anclados (Muros 5 y 6) para la contención de tierras de los estribos, posibilitándose el emplazamiento del Ramal 1 A-7 a MA-20 y el Ramal 2 MA-20 a A-7 bajo los vanos laterales de dicha estructura. Se contempla también la formación de las aletas de estos muros.
- En desmontes actuales sobre los que se hace necesario actuar para ampliar la plataforma, y donde es imposible tender los taludes por la presencia de suelos urbanos con usos actuales. Se trata de los Muros 1 (Ramal 2 entre PK 1+331 y 1+406.5) y Muro 7 (Carril de aceleración MA-20 entre PK 0+173 y 0+252).

MURO 5

Se trata de un muro situado delante de uno de los estribos del paso superior, que queda configurado por tres tramos: un tramo central constituido por un muro anclado de 15 m de longitud dispuesto de forma cuasiparalela al estribo (paralelo al ramal), y sendos tramos laterales de 16.6 y 24.85 m de longitud, a modo de aletas, que se configuran mediante pantallas de pilotes.

El muro anclado tiene una longitud total de 15 m, extendiéndose en toda ella desde aproximadamente la cota de cara inferior de la zapata de cimentación del estribo. Es una estructura de hormigón armado de 35 cm de espesor, que se construye con una inclinación respecto a la vertical de 1H/10V, coincidente con el talud que se considera posible dejar en el terreno durante las excavaciones por bataches. Teniendo en cuenta la altura a cubrir en esta zona, se establecen un total de 2 bataches/bandas.

La banda inferior tiene una altura de 2.2 m, y posee 7 anclajes al terreno a media altura, situados cada 2.25 m. Los anclajes son de 4 cables de 0.6", tesados a

52 Tn (tras penetración de cuñas), con una longitud de bulbo en roca de 8.5 m, realizado con procedimiento de inyección IR.

La banda superior tiene una altura de 1.5 m, extendiéndose como máximo 1.0 m por debajo de la cota de cimentación de la zapata, con objeto de que minimizar la afección al estribo durante la excavación para su construcción. Dispone de anclajes de 3 cables de 0.6", con la misma distribución que la banda anterior, que en este caso son tesados a 40 Tn (tras penetración de cuñas), con longitud de bulbo en roca de 5.5 m con inyección IR.

El muro es construido por bataches descendientemente. Una vez se ha completado la banda superior, incluido el anclaje al terreno, se excava por debajo y se ejecuta la siguiente banda. Por esta razón, la banda inferior inferior dispone en la zona superior de unas ménsulas- sobreeanchos exteriores que sirven de elemento por el que introducir la manguera de hormigonado de la banda.

A ambos lados del estribo, y por encima de la cota del muro anclado, el derrame de las tierras provenientes desde la aleta colgada será contenido mediante un muro de escollera.

En relación a las aletas laterales, se han proyectado como pantallas de pilotes, que disponen de anclajes al terreno sólo en las zonas de mayor proximidad al estribo. Se han distinguido tres tramos a efectos de la distribución y características de los pilotes, en función de su proximidad a la zapata del estribo y la altura final de excavación:

- 1) **Tipo 1:** Pantalla de pilotes de Ø0.8 m separados entre ejes 1.5 m, con una fila de anclajes al terreno a media altura. Se trata de la pantalla situada alrededor de la zapata del estribo.

Los pilotes tienen una longitud total de 11 m (incluidos los 80 cm superiores de viga de atado), para una altura máxima de excavación de 6.2 m.

Dispone de anclajes al terreno cada 3.0 m, situados a una profundidad de 3.0 m respecto a coronación de la viga de reparto superior. Los anclajes están constituidos por 3 cables de 0.6", tesados a 22 Tn después de penetración de

cuñas, que poseen una longitud libre de 5.0 m y longitud de sellado de 5.0 m con inyección IR.

- 2) **Tipo 2:** Se realiza con pilotes en voladizo de $\varnothing 0.8$ m, separados entre ejes 1.5 m, con una longitud total de 9.5 m (incluidos los 80 cm superiores de viga de atado), para una altura máxima de excavación de 5.2 m. Este tipo se dispone a continuación del nº 1.
- 3) **Tipo 3:** Se emplean pilotes en voladizo de $\varnothing 0.8$ separados entre ejes 1.8 m, con una longitud total de 7.5 m (incluidos los 80 cm superiores de viga de atado), para una altura máxima de excavación de 4.0 m. Este tipo se dispone a continuación del nº 2.

Todos los pilotes de cada aleta están unidos en coronación por una viga de atado continua de 1.3x0.8 m. En la cara vista, una vez se haya realizado la excavación requerida para alojar el ramal de la vía inferior, se construye un muro forro de hormigón armado que está conectado a los pilotes mediante barras ancladas en perforaciones rellenas con resina epoxi.

De acuerdo a la información geotécnica disponible, los pilotes deben atravesar y empotrarse en el sustrato rocoso GM III, que debe aparecer a una profundidad no superior a 5.0 m contabilizada desde la cota de cara superior de la viga de atado.

MURO 6

Este muro es similar al nº 5, pero debido a la mayor diferencia de cota entre el estribo y el ramal inferior, posee una mayor altura. Queda constituido igualmente por tres tramos: un tramo central con muro anclado de 15 m de longitud dispuesto de forma cuasiparalela al estribo (paralelo al ramal), y sendos tramos laterales de 15.1 y 38.35 m de longitud, a modo de aletas, que se configuran mediante pantallas de pilotes.

El muro anclado tiene una longitud total de 15 m, extendiéndose en toda ella desde aproximadamente la cota de cara inferior de la zapata de cimentación del estribo. Es una estructura de hormigón armado de 35 cm de espesor, que se construye con una inclinación respecto a la vertical de 1H/10V. Teniendo en cuenta la altura a cubrir en esta zona, se establecen un total de 3 bataches/bandas.

Las dos bandas inferiores tienen una altura de 2.0 m, y poseen cada una 7 anclajes al terreno a media altura, situados cada 2.25 m. Los anclajes son de 4 cables de 0.6", tesados a 52 Tn (tras penetración de cuñas), con una longitud de bulbo en roca de 8.5 m, realizado con procedimiento de inyección IR.

La banda inferior tiene una altura de 1.5 m, extendiéndose como máximo 1.0 m por debajo de la cota de cimentación de la zapata, con objeto de minimizar la afección al estribo durante la excavación para su construcción. Dispone de anclajes con la misma distribución que la banda anterior, pero de 3 cables de 0.6", que en este caso son tesados a 40 Tn (tras penetración de cuñas), con longitud de bulbo en roca de 5.5 m con inyección IR.

El muro es construido por bandas descendentemente, de igual modo que el muro 5.

En relación a las aletas laterales, se han proyectado como pantallas de pilotes, que disponen de anclajes al terreno sólo en las zonas de mayor proximidad al estribo y mayor altura de excavación. Se han distinguido los siguientes tipos:

- 1) **Tipo 1:** Pantalla de pilotes de $\varnothing 0.8$ m separados entre ejes 1.5 m, con una fila de anclajes al terreno a media altura. Se sitúan alrededor de la zapata del estribo.

Los pilotes tienen una longitud total de 13.5 m (incluidos los 80 cm superiores de viga de atado), para una altura máxima de excavación de 8.3 m.

Dispone de anclajes al terreno cada 3.0 m, situados a una profundidad de 4.0 m respecto a coronación de la viga de reparto superior. Los anclajes están constituidos por 3 cables de 0.6", tesados a 30 Tn después de penetración de cuñas, que poseen una longitud libre de 5.0 m y longitud de sellado de 6.0 m con inyección IR.

- 2) **Tipo 2:** Se trata de un tramo con una altura de excavación similar a a la que se presenta en el tipo 1, pero que se encuentra alejado de la zona de influencia de la zapata del estribo.

Está constituida por pilotes de $\varnothing 0.8$ m separados entre ejes 1.5 m, con una fila de anclajes al terreno a media altura. Los pilotes tienen una longitud total de 12.5 m

(incluidos los 80 cm superiores de viga de atado), para una altura máxima de excavación de 7.8 m.

Dispone de anclajes al terreno cada 3.0 m, situados a una profundidad de 4.0 m, constituidos por 3 cables de 0.6", tesados a 20 Tn después de penetración de cuñas, que poseen una longitud libre de 5.0 m y longitud de sellado de 4.5 m con inyección IR.

- 3) **Tipo 3:** Se realiza con pilotes en voladizo de Ø0.8 m, separados entre ejes 1.5 m, con una longitud total de 12.5 m (incluidos los 80 cm superiores de viga de atado), para una altura máxima de excavación de 6.8 m. Este tipo se dispone a continuación del nº 2.
- 4) **Tipo 4:** Se emplean pilotes en voladizo de Ø0.8 separados entre ejes 1.8 m, con una longitud total de 7.5 m (incluidos los 80 cm superiores de viga de atado), para una altura máxima de excavación de 4.2 m. Este tipo se dispone a continuación del nº 3.

Todos los pilotes de cada aleta están unidos en coronación por una viga de atado continua de 1.3x0.8 m. En la cara vista, una vez se haya realizado la excavación requerida para alojar el ramal de la vía inferior, se construye un muro forro de hormigón armado que está conectado a los pilotes mediante barras ancladas en perforaciones rellenas con resina epoxi.

De acuerdo a la información geotécnica disponible, los pilotes deben atravesar y empotrarse en el sustrato rocoso GM III, que debe aparecer a una profundidad no superior a 5.0 m contabilizada desde la cota de cara superior de la viga de atado.

MURO 1

Se trata de un muro anclado al terreno, construido en la base de un desmonte de naturaleza rocosa existente en la autovía, que presenta actualmente un talud 3H/2V. El muro hace posible eliminar el pie del desmonte para habilitar el paso del Ramal 2 del proyecto.

La estructura tiene una longitud total de 75.5 m, extendiéndose entre los p.k.s 1+331 y 1+406.5. El ramal posee una pendiente media en esta zona del 5.08%, razón por la cual los bataches del muro se disponen con la misma pendiente. El muro es de hormigón armado de 30 cm de espesor, y se construye con una inclinación respecto a la vertical de 1H/10V, coincidente con el talud que se considera posible dejar en el terreno durante las excavaciones por bataches.

El muro tiene una altura variable entre 3.0 m en el inicio, 5.15 m en el punto más alto y 0.9 m en el final, de forma que se adecua a la línea de intersección del trasdós del muro con el desmonte existente. Según su altura, queda conformado por 1, 2 ó 3 bataches/bandas.

La banda inferior tiene una altura de 2.0 m, y posee anclajes al terreno a media altura, situados cada 2.5 m. Los anclajes son de 3 cables de 0.6", tesados a 30 tn (tras penetración de cuñas), con una longitud de bulbo en roca de 4.5 m, realizado con procedimiento de inyección IR.

La banda intermedia tiene una altura variable entre 2.57 y 0.0 m, y dispone de anclajes con la misma distribución. En este caso son de 2 cables de 0.6" tesados a 20 Tn (tras cuñas), con longitud de bulbo en roca de 3.4 m con inyección IR.

La banda superior, de geometría irregular para adecuarse al perfil envolvente del terreno, tiene una altura máxima de 1.15 m y la misma disposición de anclajes al terreno. En este caso son de 2 cables de 0.6" tesados a 10 Tn (tras penetración de cuñas), con longitud de bulbo en roca de 2.5 m.

El muro es construido por bandas descendentemente. Una vez se ha completado la banda superior, incluido el anclaje al terreno, se excava por debajo y se ejecuta la siguiente banda. Por esta razón, las bandas intermedia e inferior

disponen en la zona superior de unas ménsulas-sobreanchos exteriores que sirven de elemento en el que introducir la manguera de hormigonado de la banda.

MURO 7

Esta estructura es otro muro anclado al terreno, construido en la base de un desmante de naturaleza rocosa de la actual autovía, que presenta un talud 1H/1V. El muro hace posible eliminar el pie del desmante para habilitar el paso del Eje 8 del proyecto.

La estructura tiene una longitud total de 79 m, extendiéndose entre los p.k.s 0+173 y 0+252. El ramal posee una pendiente media en esta zona del 1.97%, razón por la cual los bataches del muro se disponen con la misma pendiente. El muro es de hormigón armado de 30 cm de espesor, y se construye con una inclinación respecto a la vertical de 1H/10V.

El muro tiene una altura variable entre 1.6 m en el inicio, 3.15 m en el punto más alto y 1.6 m en el final, de forma que se adecua a la línea de intersección del trasdós del muro con el desmante existente. Según su altura, queda conformado por 1 ó 2 bataches/bandas.

La banda inferior tiene una altura de 1.6 m, salvo en la zona inicial y final, donde incrementa hasta 2.43 m. Posee anclajes al terreno a 0.8 m del punto bajo, situados cada 2.5 m. Los anclajes son de 2 cables de 0.6", tesados a 20 Tn (tras penetración de cuñas), con una longitud de bulbo en roca de 3.2 m, realizado con procedimiento de inyección IR.

La banda intermedia tiene una altura variable entre 0.83 y 1.55 m, y dispone de anclajes con la misma distribución. Son de 2 cables de 0.6" tesados a 10 Tn (tras penetración de cuñas), con longitud de bulbo en roca de 2.5 m.

El muro es construido por bandas descendentemente. Una vez se ha completado la banda superior, incluido el anclaje al terreno, se excava por debajo y se ejecuta la siguiente banda. Por esta razón, la banda inferior dispone en la zona superior de unas ménsulas-sobreanchos exteriores que sirven de elemento en el que introducir la manguera de hormigonado de la banda.

— MUROS DE SUELO REFORZADO

Estas estructuras de tierras presentan un alto grado de adaptabilidad a las distintas situaciones consideradas para su empleo.

El Proyecto del Enlace AP-46 con MA-20 contemplará la ejecución de 3 muros de suelo reforzado (Muros 2, 3 y 4), ubicados todos ellos en el desarrollo del Ramal 2, para evitar la caída de tierras sobre el Arroyo de Los Ángeles.

Durante la fase de construcción, el Contratista de las obras deberá aportar los cálculos justificativos de la longitud y características de los flejes que aseguren la estabilidad del terraplén, en función de las características finales de los materiales empleados para la formación del relleno como de la competencia del sustrato donde se prevé cimentar.

4.1.3.14. Reposición de caminos

Con objeto de garantizar el acceso a las parcelas colindantes con la carretera y la continuidad de los caminos interceptados por la misma, se han proyectado una red de caminos que las conectan con el viario existente.

El trazado de dichas reposiciones se ajusta, siempre que las particulares condiciones topográficas del entorno lo permitan, a las especificaciones de la Orden Circular 306/89 *PyP sobre calzadas de servicio y accesos a zonas de servicio* y la Orden de Accesos de 16 de diciembre de 1997 por lo que se regulan los accesos a las carreteras del Estado, las vías de servicio y la construcción de instalaciones de servicios. Según éstas, se han tratado de evitar, siempre que los condicionantes físicos lo permitan, radios menores de 25 m en planta, limitando las pendientes al 20%.

Se han identificado 5 caminos a reponer, 4 paralelos al Ramal 2 y 1 paralelo al Ramal 1.

En cuanto a la sección tipo de los caminos agrícolas, consistirá en:

- Calzada de una anchura de 5 m.
- Cuneta triangular hormigonada, de ancho 1,00 m y profundidad de 0,50 m. Talud 2H/1V.

Con respecto al firme adoptado, consistirá en:

- Losa de hormigón (HM-20) (0,15 m).
- Suelo adecuado. (0,30 m).

Se adjunta una tabla resumen con las características principales de los caminos repuestos.

REPOSICIÓN DE CAMINOS								
EJE	NOMBRE	D.O INICIAL	D.O FINAL	LONGITUD (m)	ANCHO (m)	CAMINO PAVIMENTADO	RADIO MÍNIMO (m)	i (%) Máxima.
25	Camino 1 M.D. Ramal 2	0+000	0+348	348,06	5	Sí	15	20
23	Camino 2 M.D. Ramal 2	0+000	0+144	144,65	5	Sí	18	20
24	Camino 3 M.I. Ramal 1	0+000	0+188	187,99	5	Sí	40	20
27	Camino 4 M.D. Ramal 2	0+000	0+155	155,08	5	Sí	15	20
36	Camino 5 M.D. Ramal2	0+000	0+047	47,05	5	Sí	50	12

Los radios mínimos inferiores al establecido en la Orden Circular 306/89 (25 metros) se justifican en la complicada orografía de la zona y en el uso previsto para los mismos (no presentan uso agrícola).

La reposición del camino 1 contempla la ejecución de un badén en el punto de cruce del Arroyo de Los Ángeles, al inicio de su trazado.

4.1.3.15. Soluciones propuestas al tráfico durante las obras

La ejecución de las obras proyectadas hace necesario disponer de una serie de medidas que permitan la realización de las mismas al tiempo que el tráfico pueda seguir circulando. Para la realización de las obras, se mantendrá, tanto en la autovía MA-20 como en la A-7, el mismo número de carriles para el sentido afectado con anchura suficiente. Será necesario una reordenación de los carriles, que se llevará a cabo desviando los dos carriles contiguos al arcén mediante un pintado de marcas viales provisionales en el tramo en el que se produce la afección de las obras, con objeto de acentuar la percepción de la existencia de las mismas por parte de los usuarios de dichas autovías que se aproximen a dichas actuaciones. Pasaremos de carriles de anchura 3,50 m a carriles de 3,10 m de anchura

En el Anejo nº16 se describen las obras consideradas en cada fase, así como la señalización a disponer según la Norma 8.3-IC.

En el Documento nº 2 Planos, “Soluciones propuestas al tráfico durante la ejecución de las obras”, se representan las soluciones propuestas para la de ejecución de las obras de “Conexión de la autovía MA-20 con la autovía A-7.

4.1.3.16. Señalización, balizamiento y defensas

Aunque no es objeto del presente Proyecto de Trazado, para el diseño geométrico de los distintos ramales se ha tenido en cuenta todos los elementos de señalización, balizamiento y defensa necesarios de acuerdo a normativa.

4.1.3.17. Integración Ambiental

El objeto del anejo de integración ambiental es el estudio y definición, con todas las características que requiere el proyecto, de las medidas correctoras necesarias para minimizar las afecciones que la construcción y explotación de los dos enlaces puede ocasionar sobre el entorno natural en el que se desenvuelven.

Otro objetivo es la elaboración de un plan para el seguimiento y control de la ejecución de las medidas correctoras propuestas y de las variables ambientales más significativas, garantizando la correcta ejecución de estas medidas, a la vez que con

el seguimiento se posibilita la evaluación de su diseño. Teniendo como requisito el cumplimiento con el contenido y las prescripciones establecidas en el informe de impacto ambiental emitido por la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental, mediante Resolución del 28 de julio de 2020.

— ANÁLISIS AMBIENTAL PRINCIPALES AFECCIONES

La zona de estudio se encuentra en la zona central del término municipal de Málaga, al norte del núcleo urbano, en la confluencia de las autovías A-7 y MA-20.

La precipitación media de la zona asciende a 550,4 litros al año, siendo la temperatura media mensual de 18,2º C. El valor máximo absoluto de temperatura registrado en el aeropuerto de Málaga es de 44,2º C y el mínimo de -3,8º C.

La zona de actuación presenta como características hidrológicas más relevantes, la presencia del arroyo de los Ángeles, que sirve de límite este de la actuación, y el arroyo El Cuarto que se cruza mediante un viaducto sobre el que discurre el Ramal 2.

Las características litológicas de los materiales hacen que la gran mayoría del territorio sea impermeable, lo que supone que la zona de estudio no presente interés hidrogeológico, quedando restringido al reducido aluvial de los cauces. El caudal de los arroyos es temporal y de escasa entidad. Además, no alberga comunidades riparias de interés.

La vegetación que se encuentra en la zona de estudio está totalmente alterada, predominando las zonas de cultivo, tanto en producción como abandonadas, donde se presenta un pastizal altamente nitrificado.

Con respecto a especies florísticas singulares, no se ha constatado la existencia de especies incluidas en el Catalogo Andaluz de Especies de la Flora Silvestre Amenazada (Ley 8/2003, de la flora y fauna silvestres).

Se ha realizado un inventario de los árboles que se podrán ver afectados por esta actuación y sus posibilidades de trasplante. Se han localizado 435 árboles. De ellos, hay: un abeto, una higuera, un almendro, dos tamaris, catorce frutales,

veintiseis algarrobos, veintisiete pinos carrasco, veintinueve eucaliptos y trescientos treinta y cuatro olivos. Este inventario establece que se deberán trasplantar 8 algarrobos, por presentar un estado fitosanitario adecuado, y se indica que los árboles a proteger durante las obras son 22.

También, se ha realizado una separata que recoge el impacto que este proyecto tiene sobre la Red Natura 2000. Señalando que las afecciones que se producen sobre los Hábitats de Interés Comunitario son compatibles con la integridad de los valores naturales de estos espacios.

De las 125 especies presentes en la zona, en el “Catálogo de Especies Protegidas” de España o Andalucía, se recogen: alzacola, águila-azor perdicera y murciélago ratonero grande. Ninguno de ellos parece probable su presencia en esta zona debido a la alta frecuentación humana existente y la existencia de dos autovías que enmarcan el proyecto; lo que hacen de la zona de estudio un hábitat inadecuado para estas especies. El águila-azor perdicera la hemos detectado en zonas mucho más al norte, y el murciélago no presenta, en la zona o sus proximidades, cavidades adecuadas para su refugio; lo que avala la afirmación señalada anteriormente.

Es destacable que la zona forma parte del ámbito de localización del camaleón, en el apartado de medidas correctoras se proyectan las medidas adecuadas para la protección de esta especie y las señaladas con anterioridad.

Dado que en la actualidad existen dos autovías y que los pasos transversales en ellas se mantendrán, no es esperable que exista ninguna incidencia sobre los pasos faunísticos que puedan existir en la zona.

Con respecto al paisaje, dada la magnitud del proyecto las actuaciones que se proyectan no suponen grandes impactos ni una incidencia visual elevada.

La capacidad de absorción que presenta la zona es muy elevada, debido principalmente a que la zona ya presenta: la autovía A-7 y la MA-20, así como amplias zonas alteradas por movimientos de tierras y cultivos abandonados o de escasos tratamientos culturales.

Los ramales de conexión no afectan a ninguna vía pecuaria, a ningún yacimiento arqueológico o etnográfico, ni a espacio natural protegido o singular.

En cuanto al nivel sonoro, se puede señalar que el trazado de los ramales de conexión de las dos autovías se desarrollan por terrenos declarados de servidumbre acústica para las infraestructuras.

El estudio de ruido realizado, concluye que los niveles sonoros que pudiera generar el tráfico que circule por estos ramales de conexión, junto con el tráfico inducido, presenta unos niveles mínimos que inciden de forma escasa y muy poco significativa sobre las viviendas cercanas, máxime cuando son las dos autovías las que ocasionan los mayores niveles de ruido.

El PGOU de Málaga recoge la zona de estudio como: Sistema General adscrito a la red viaria y Suelo No Urbanizable de Especial Protección por Planificación Territorial.

— **VULNERABILIDAD DEL PROYECTO ANTE RIESGOS DE ACCIDENTES GRAVES O DE CATÁSTROFES**

El contenido de este apartado trata de justificar la ausencia de vulnerabilidades del proyecto, debido a la escasa entidad de la actuación, en comparación con las infraestructuras viarias cercanas, a la escasa vulnerabilidad del proyecto frente a riesgos o accidentes graves y por último a las pocas probabilidades que presentan las ocurrencias de estas catástrofes o accidentes graves.

La escasa entidad de la actuación del proyecto de este enlace para la conexión entre la autovía MA-20 y la autopista AP-46 a través de la autovía A-7, se puede observar por la mínima ocupación que ocasiona en referencia a las infraestructuras existentes, lo que redundará en una menor probabilidad de ocurrencia de cualquier fenómeno accidental o catastrófico. Cualquiera de estos fenómenos que puedan ocurrir en la zona presentará una incidencia mucho mayor en cualquiera de las infraestructuras existentes en la actualidad, no siendo aun así relevante para el entorno ambiental por los escasos valores que este presenta.

Los riesgos de que ocurran accidentes graves o catástrofes van asociados en este tipo de proyectos a posibles inundaciones, movimientos gravitatorios en masa, fenómenos atmosféricos extremos, incendios forestales, movimientos sísmicos, desplome o fallos de la obra civil y accidentes en el transporte de mercancías peligrosas.

En este apartado se concluye que las actuaciones consideradas en este proyecto ya sean durante su construcción como explotación, no presenta efectos significativos sobre los factores enumerados en la letra e) del punto 1 del artículo 45 de la Ley 21/2013.

— CLASIFICACIÓN DEL TERRITORIO

Para esta clasificación del territorio se ha tenido en cuenta el valor ambiental de las diferentes superficies que integran este territorio y los usos a los que se va a dedicar cada una. Atendiendo a estas consideraciones, se ha establecido una zonificación que clasifica al territorio como zonas excluidas para las instalaciones auxiliares de obra, caminos de obra, etc. Junto con zonas admisibles para tal eventualidad.

Las zonas consideradas como excluidas son: espacios protegidos cercanos, HIC, yacimientos arqueológicos, una franja de 15 m a ambos lados de los cauces y las viviendas y sus proximidades.

— MEDIDAS CORRECToras

- *Localización de zonas auxiliares temporales y permanentes (accesos, instalaciones auxiliares de obra, préstamos y rellenos de sobrantes).*

El predominio de los terraplenes frente a los desmontes generará un déficit de materiales que obliga al estudio y búsqueda de préstamos para núcleo de terraplén y explanada. Para ello se ha considerado como opción más idónea obtener los materiales de las isletas del enlace de conexión entre la AP-46 y la A-7, al norte del Puerto de la Torre, con un volumen disponible que cubre con creces las posibles demandas de material.

Dadas las características de las zonas propuestas como préstamo y los usos que presentan en la actualidad, el volumen sobrante de la obra se utilizará para rellenar y homogeneizar las zonas explotadas, para su posterior restauración. Por tanto, es imprescindible el relleno de las zonas de préstamo, descartando cualquier otra ubicación para los sobrantes de obra.

Aunque es responsabilidad del contratista de la obra, se ha previsto la posible localización de zonas de instalaciones auxiliares de obra (ZIA) y parque de maquinaria. Se han previsto dos posibles localizaciones: ZIA-1, cerca del arroyo El Cuarto y ZIA-2, cerca del viaducto del arroyo de los Ángeles, en una zona donde se prevé rebajar la cresta de desmonte entre los dos ramales.

Se han identificado todos los caminos existentes en las proximidades de la obra, determinando que no es necesaria la apertura de nuevos caminos de obra.

También se ha previsto el acopio de la tierra vegetal excavada tras el desbroce inicial del terreno, señalando los lugares más adecuados de acopio.

- *Protección y conservación de los suelos y la vegetación natural.*

Para evitar y minimizar las afecciones al medio edáfico y la vegetación se han previsto diferentes medidas: delimitación del área estricta de las obras mediante jalones, realización de un plan de gestión de tierra vegetal (extracción, acopio y extendido de la tierra vegetal). Se ha realizado un inventario de todo el arbolado afectado que ha permitido localizar a los árboles que es necesario proteger por presentarse próximos a las obras y también, señalar los individuos adecuados para su trasplante (se ha indicado la metodología que se considera más adecuada para ello).

- *Protección del sistema hidrológico*

Respecto a la calidad de las aguas, la ejecución de las obras que afectan a los arroyos como la construcción del viaducto sobre el arroyo El Cuarto, se deberán realizar durante el periodo de estiaje.

Asimismo, las instalaciones auxiliares se situarán alejadas de los cauces y sus riberas. Cuando finalice la construcción de los viales, se desmantelarán las ZIA

y se procederá a su recuperación mediante escarificado del terreno y extendido de tierra vegetal.

Para evitar que los cauces sufran vertidos accidentales, tanto de elementos sólidos como líquidos, se prevé colocar una barrera de retención de sedimentos.

El lavado y limpieza de las cucharas, palas y otros elementos de las retroexcavadoras, bulldozers y demás maquinaria de la obra no se llevará a cabo en el cauce, ni en zonas desde las que se pueda ver afectado; solo se realizará en los lugares habilitados para ello, gestionando dichos residuos de forma adecuada.

○ *Protección de la fauna*

Aunque no se prevén afecciones destacables a la fauna, dado que es una zona de posible presencia del camaleón, jabalí y se ha inventariado la posible presencia del águila azor-perdicera; se han previsto una serie de medidas con el fin de evitar o minimizar los impactos que se pudieran ocasionar. Para ellos se realizará un refuerzo de la base del cerramiento de la autovía mediante una chapa metálica de 50 cm de altura, anclada en la base mediante hormigón. Con lo que se evita el acceso del jabalí y el camaleón al interior del cerramiento.

Unos de los dispositivos de escape existentes en las proximidades del P.K. 0+900 del Ramal 2 se verá afectado por las obras, por lo que se prevé su reposición en una zona cercana.

Para evitar afectar a la población de camaleones y dando cumplimiento a lo establecido por la delegación Provincial de Málaga de la Consejería de Agricultura, Pesca y Desarrollo Sostenible, se prevé un muestreo de la zona de obra para la retirada de los individuos existentes en la zona a ocupar por los viales y las obras anexas. Este muestreo tendrá en consideración la presencia de otras especies de interés.

○ *Protección atmosférica*

Para la minimización de los impactos sobre la atmósfera las medidas correctoras que se deberán adoptar consisten principalmente en el riego de superficies generadoras de polvo, en limitar la velocidad de los camiones y aquellos

vehículos que transporten tierras u otro tipo de materiales susceptibles de emitir partículas de polvo deberán circular con la carga protegida mediante mallas o lonas.

○ *Prevención del ruido*

Para evitar las molestias por ruido durante las obras se deberán considerar una serie de medidas relacionadas con la maquinaria y limitaciones horarias de circulación de vehículos.

Por otra parte, con respecto a la fase de funcionamiento, analizada la normativa de aplicación, considerando que la actuación se encuentra en terrenos que el PGOU de Málaga establece de servidumbre acústica para las infraestructuras, lo que permite que la infraestructura supere los valores de inmisión de las zonas acústicas dentro de su área. Como medida correctora se considera el restaurar la pantalla existente mediante las adaptaciones necesarias para garantizar la estanqueidad, posibilitando que tenga las funciones adecuadas para las que se proyectó, minimizar el ruido que llega a las viviendas existentes en las inmediaciones. También, se indica la necesidad de verificar que las pantallas existentes no son completamente transparentes para evitar que puedan colisionar pájaros contra ellas.

○ *Protección del sistema arqueológico*

Aunque en la zona de estudio no hay evidencias de ningún yacimiento arqueológico, si durante la ejecución de movimientos de tierra se descubrieran restos arqueológicos, se deberá comunicar a la Delegación Provincial de Cultura de la Junta de Andalucía, para que una vez en su conocimiento adopten las medidas oportunas.

○ *Integración paisajística*

Para la integración paisajística se han previsto una serie de labores de restauración previas a la revegetación. Estos trabajos de restauración consisten en: demolición de firme del tramo de carretera abandonada, eliminación de la cresta de desmonte existente entre los dos ramales, desmantelamiento de instalaciones

auxiliares, formación del relleno de sobrantes en la zona utilizada para préstamo de material, extendido de tierra vegetal.

o *Revegetaciones*

La revegetación de las zonas alteradas se ha considerado atendiendo a las siguientes unidades de actuación: taludes de desmonte con pendiente 2H:1V (hidrosiembra), taludes de terraplén (hidrosiembra y plantación en la zona basal), hidrosiembra de la zona allanada tras la eliminación de la cresta de desmonte entre los dos ramales, plantación lineal en la base de los muros, revegetación de la base del viaducto (plantación en los bordes de las pilas y en las riberas del arroyo), préstamo-relleno de sobrantes (hidrosiembra y plantación para compensar HIC afectados), revegetación lineal en la zona común de los ramales para evitar deslumbramiento, plantación para compensar la superficie afectada de HIC.

Cada una de las unidades de restauración se consideran de forma particularizada para describir los procedimientos a seguir, las especies que se van a utilizar, porte y características de éstas y la densidad de la plantación.

También se señala el procedimiento y las labores a realizar para la correcta realización de las plantaciones, siembras e hidrosiembras, así como las labores de mantenimiento de ellas.

o *Gestión de residuos*

Durante todo el periodo de construcción y especialmente a la finalización de las obras, deberá mantenerse el entorno afectado por las obras limpio y libre de escombros o cualquier tipo de residuos. La gestión de residuos deberá realizarse según se establecerá en el estudio de residuos de la construcción y demolición que se realizará en el proyecto de construcción.

— PLAN DE VIGILANCIA AMBIENTAL

Se ha realizado un programa de seguimiento y vigilancia ambiental con objeto de asegurar que las condiciones de operación se ajustan a las medidas correctoras establecidas en el presente Proyecto.

Para el control y seguimiento de cada actuación, se ha indicado: objetivos, actuaciones a desarrollar, lugar de inspección, parámetros de control y umbrales, periodicidad de la inspección, posibles medidas de prevención y corrección y la documentación que genera el seguimiento.

4.1.3.18. Obras complementarias

En el Anejo nº20 se recoge la definición de las obras accesorias o complementarias necesarias para la ejecución, conservación y explotación de la actuación proyectada. Dentro de las mismas se incluyen las siguientes:

- Cerramiento en ambos sentidos de forma que se asegure el control total de accesos tanto de animales como de personas.
- Hitos de deslinde.
- Canalización y arquetas para iluminación y fibra óptica.

— CERRAMIENTO

Con carácter general, el cerramiento se sitúa a 3.00 m. en los ramales de enlace proyectados, contados desde la arista exterior de la explanación, considerándose ésta como la intersección del talud del desmonte, del terraplén o de los muros de sostenimiento, colindantes al terreno natural. En el caso de que exista calzada de servicio aproximadamente paralela y muy próxima a la arista exterior de la explanación, el cerramiento se ubicará en la arista exterior de la explanación de la calzada de servicio que queda entre ella y la autovía..

La valla de cerramiento dispone de una malla metálica formada por un enrejado de alambres con abertura del tipo conocido como “ecológico” o cinagético”. La malla rectangular dispone de separación variable entre alambres horizontales, desde 5 cm en base hasta 15 cm en su extremo superior, siendo la separación entre alambres verticales de 15 cm, constante.

Debido a que en la zona existe presencia de ungulados el cerramiento irá enterrado 40 cm y tendrá una altura libre de 2 m estando separados los postes un máximo de 4 m.

Para evitar el atropello de camaleones la valla irá reforzada con otra complementaria lisa con una altura total de 120 cm, enterrada 40 cm para evitar el paso por debajo de ella. Dicho refuerzo se colocará a lo largo de todo el cerramiento e irá cosido al mismo.

CANALIZACIONES Y ARQUETAS

En el Enlace AP-46 con MA-20 y Enlace AP-46 con MA-3404 se ha adoptado por una canalización general de 4 tubos de polietileno de alta densidad de 110 mm de diámetro exterior corrugado para el cableado de energía y un tritubo de 40 mm en PEAD para cableado de comunicaciones.

En el caso de los tramos planteados sobre la autovía existente MA-20 y A-7, se considera la reposición del alumbrado previamente existente en aquellos tramos en los que se vea afectado.

Sin embargo, no se contempla nueva iluminación del Enlace AP-46 con MA-20, aunque sí se ha previsto la ejecución de las canalizaciones, arquetas y cimentaciones para un posible futuro alumbrado.

4.1.3.19. Sistemas ITS

En el Anejo nº19 se recoge la definición de los sistemas y equipos necesarios para la conservación y explotación de la actuación proyectada. Dentro de las mismas se incluyen las siguientes:

- Equipamiento para sistemas ITS.
 - Cámaras de Televisión (CCTV).
 - Panel de Mensajería Variable.
 - Estaciones de toma de datos (ETD)

La autopista AP-46 cuenta con un sistema de circuito cerrado de televisión, con un sistema de señalización variable compuesto por Paneles de Mensaje Variable (PMV) y con un sistema de control de aforos basado en Estaciones de Toma de Datos al que se añadirán las nuevas cámaras, (PMV) y (ETD) a instalar en el Enlace de la A-7 con la MA-20.

En el Anejo nº19 se incluye un completo análisis de los equipos necesarios y los sistemas a implantar para el correcto funcionamiento de las nuevas instalaciones, en coordinación con las ya existentes para la Autopista AP-46.

4.1.3.20. Replanteo

En el Anejo 21 se incluyen los listados de replanteo de los ejes del Proyecto desde la red de bases implantada.

En los listados se incluye el punto kilométrico a replantear, el ángulo desde la base de replanteo, la distancia desde la base al punto replanteo y las coordenadas X e Y del punto replanteado.

4.1.3.21. Coordinación con otros organismos

A continuación se relacionan los organismos y administraciones de las cuales se ha solicitado información, de acuerdo con las necesidades del Proyecto.

Es importante señalar que en el Anejo nº22 se recogen tanto la correspondencia enviada/recibida durante los años 2015-2016 (fecha inicial de redacción del Proyecto) como la enviada y recibida en los años 2019 y 2020 (fecha de actualización del Proyecto).

- Ministerio de Economía y Competitividad: Instituto Geológico y Minero de España.
- Ministerio de Fomento. Demarcación de Carreteras del Estado en Andalucía Oriental.
- Dirección General de Tráfico
- Consejera de Agricultura, Pesca y Desarrollo Rural: Delegación Territorial de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio.
- Consejería de Fomento y Vivienda. Empresa Pública de Suelo de Andalucía (EPSA).
- Consejería de Fomento y Vivienda. Delegación Territorial de Fomento, Vivienda, Turismo y Comercio.
- Delegación Territorial de Educación, Cultura y Deporte.
- Diputación Provincial de Málaga.
- Ayuntamiento de Málaga.
- Red Eléctrica Española (REE).
- Endesa.
- IBERDROLA.
- Yoigo Xfera móviles S.A.
- Jazztel
- Movistar
- Vodafone España, S.A.

- ORANGE, S.A.
- Correos Telecom.
- Gas Natural Andalucía, S.A.
- ENAGAS, S.A.
- Repsol YPF, S.A.
- CEPSA EE.SS, S.A.
- Compañía Logística de Hidrocarburos (CLH).

En el anejo correspondiente se incluye una tabla resumen donde se reflejan las comunicaciones mantenidas con cada organismo, así como copia de las cartas y documentos transmitidos. Como se ha indicado, se incluye una tabla para cada remesa de cartas: periodo 2015-2016 y actualización en 2019.

4.1.3.22. Expropiaciones e indemnizaciones

Los terrenos aquí identificados se refieren única y exclusivamente a la actuación denominada "Enlace de la AP-46 con la MA-20" (Málaga). Dichos terrenos pertenecen al término municipal de Málaga, provincia de Málaga, Comunidad Autónoma de Andalucía.

La expropiación de los terrenos resultantes de la aplicación de los criterios y parámetros descritos en el Anejo nº23 afecta a una superficie de 76.192 m², de los cuales 76.192 m² corresponden a terrenos catalogados como suelo rural.

El desglose de las superficies objeto de expropiación en este tramo se detalla en el siguiente cuadro de clases de suelo:

Término municipal	Rural m ²	Urbanizado m ²	Totales m ²
Málaga	76.192	0	76.192

Debe significarse que existe una edificación afectada en suelo rural en el término municipal de Málaga, estando constituida principalmente por vivienda y almacén.

En cuanto a la imposición de servidumbres, éstas se derivan de la reposición de líneas eléctricas definida en el Anejo nº24 "Reposición de Servicios", generando una superficie de 6.500 m².

TÉRMINO MUNICIPAL	Rural (m2)			Urbanizado (m2)			TOTAL (m2)
	S. aérea	S. subterránea	S. paso	S. aérea	S. subterránea	S. paso	
Málaga	6.417	83	0	0	0	0	6.500

La superficie generada por ocupaciones temporales, necesarias para la correcta ejecución de las obras contenidas en el presente Proyecto y con carácter temporal, asciende a 44.284 m²:

Término municipal	Rural (m2)	Urbanizado (m2)	TOTAL (m2)	DURACIÓN (meses)
Málaga	44.175	0	44.175	18

La valoración de los bienes y derechos afectados por la actuación del enlace AP-46 con MA-20, llevada a cabo a partir de los criterios de peritación descritos en el Anejo nº23, asciende a de coste de CUATROCIENTOS DIEZ MIL CUATROCIENTOS DIECINUEVE EUROS CON CINCUENTA Y OCHO CÉNTIMOS (410.419,58 €), una vez aplicados los precios unitarios adoptados para las superficies afectadas, según los diferentes tipos de aprovechamiento y otras circunstancias.

4.1.3.23. Reposición de servicios afectados

Los servicios afectados incluidos en este apartado comprenden infraestructuras de la red de energía eléctrica, instalaciones de la DGT e instalaciones de alumbrado.

Una vez identificados convenientemente mediante un trabajo de campo que ha comprendido: identificación en cartografía, reportaje fotográfico, se ha procedido al diseño de las reposiciones de cada uno de ellos.

A continuación se desarrolla un cuadro resumen con todos los servicios identificados del tipo:



Nº	TÉRMINO MUNICIPAL	TIPO DE SERVICIO	PROPIETARIO	CÓDIGO	SERVICIO EXISTENTE		PRESUPUESTO DE REPOSICIÓN
					CARACTERÍSTICAS	SITUACIÓN	
<i>LÍNEAS ELÉCTRICAS</i>							
1	Málaga	Líneas Eléctricas	ENDESA	SA.LE.01	Línea aérea de AT	Cruza el Ramal 2 en el P.K. 1+120 y el Ramal 1 en el P.K.0+300. No se afecta	
2	Málaga	Líneas Eléctricas	ENDESA	SA.LE.02	Línea aérea de baja tensión	Cruza el Ramal 2 en el P.K. 1+080 y el Ramal 1 en el P.K.0+350	9.829,11 €
3	Málaga	Líneas Eléctricas	ENDESA	SA.LE.03	Línea aérea de MT	Cruza el Ramal 2 en el P.K. 0+920	43.605,91 €
4	Málaga	Líneas Eléctricas	ENDESA	SA.LE.04	Línea aérea de baja tensión	Ramal 2, P.K. 0+100 al P.K. 0+200	21.833,05 €
5	Málaga	Líneas Eléctricas	ENDESA	SA.LE.05	Línea aérea de MT	Ramal 2, P.K. 0+150 al P.K. 0+230	26.972,32 €
<i>INSTALACIONES DE LA DGT</i>							
1	Málaga	Canalización DGT	DGT	SA.DGT.01	Canalización DGT MA-20	MA-20 Carril de deceleración. (MA-20, P.K. 11+825 al P.K. 12+160).	34.271,44 €
<i>ALUMBRADO</i>							
1	Málaga	Línea de alumbrado	MINISTERIO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA	SA.AL.01	Línea de Alumbrado Autovía de Circunvalación Oeste a Málaga, MA-20	MA-20 sentido Barcelona, carril de deceleración y MA-20 sentido Algeciras, carril de aceleración. (MA-20, P.K. aproximado 12+000).	37.112,70 €
2	Málaga	Línea de alumbrado	MINISTERIO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA	SA.AL.02	Línea de Alumbrado Autovía del Mediterráneo A-7	A-7 sentido Barcelona, carril de deceleración y A-7 sentido Algeciras, carril de aceleración. (A-7, P.K. aproximado 240+000).	46.185,24 €

4.1.3.24. Justificación de precios

Se han incluido en el Anejo nº 27 los listados de maquinaria, materiales y mano de obra necesarios para la correcta ejecución de la obra.

4.2. ENLACE AP-46 CON MA-3404

4.2.1. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO

Tras la finalización de las obras y posterior puesta en servicio de la Autopista de Las Pedrizas (AP-46) por parte de la sociedad concesionaria GUADALCESA, se ha comprobado la necesidad de facilitar el acceso a esta infraestructura a las poblaciones de Casabermeja y Villanueva de la Concepción, proporcionándoles una conexión, alternativa a la autovía A-45, con Málaga y su área metropolitana.

Las conexiones previstas son, lógicamente, las que tienen una funcionalidad necesaria dentro del esquema viario, para acortar sus tiempos de recorrido: el movimiento de conexión desde Casabermeja hacia Málaga y su área metropolitana por la autopista, y el movimiento de salida de la autopista del tráfico proveniente de Málaga con destino Casabermeja y Villanueva de la Concepción.

Los movimientos contrarios, esto es, el tráfico proveniente del alto de Las Pedrizas con sentido Casabermeja y Villanueva de la Concepción, y el tráfico con origen en estas dos poblaciones y con destino el alto de Las Pedrizas, no se conectan con la autopista, ni por lo tanto se prevén en el proyecto, puesto que se desarrollan y seguirán desarrollando con normalidad y menor tiempo de recorrido a través de la autovía A-45.

La conexión prevista no es propiamente a través de un enlace en la autopista, ya que no se conecta directamente con el tronco de esta, sino que se crea la conexión con el área de peaje de la autopista AP-46, a través del actual vial de servicio, que comunica ambos sentidos de circulación, ahora de uso interno de la sociedad concesionaria.

Así, en el proyecto se contempla un vial bidireccional desde la carretera MA-3404 hacia el vial de servicio existente. Ambos sentidos de esta nueva vía confluyen con los actuales sentidos de dicho vial de servicio, aprovechándose el paso inferior existente bajo la autopista.

Para conectar el nuevo vial bidireccional con la carretera MA-3404 se prevé la disposición de una glorieta sobre la misma, adaptada a los condicionantes existentes y a los requerimientos funcionales de la conexión.

Finalmente, y como reposición del vial de servicio actual, que pasará a formar parte de la nueva conexión, se prevé un nuevo vial de servicio al oeste del área de peaje, para seguir desarrollando las labores de explotación y mantenimiento de la sociedad concesionaria en la autopista. Este nuevo vial de servicio se ubica, en gran parte, sobre el trazado de un camino existente, que se repone paralelo a la nueva vía. Es por ello por lo que los parámetros de trazado de este nuevo vial son muy estrictos, pero válidos para la funcionalidad a desarrollar.

Para el cruce del nuevo vial de servicio bajo la autopista no es necesaria ninguna nueva estructura adicional, puesto que el cruce se produce bajo el primer vano del viaducto de la autopista sobre el río Cauche y la propia carretera MA-3404.

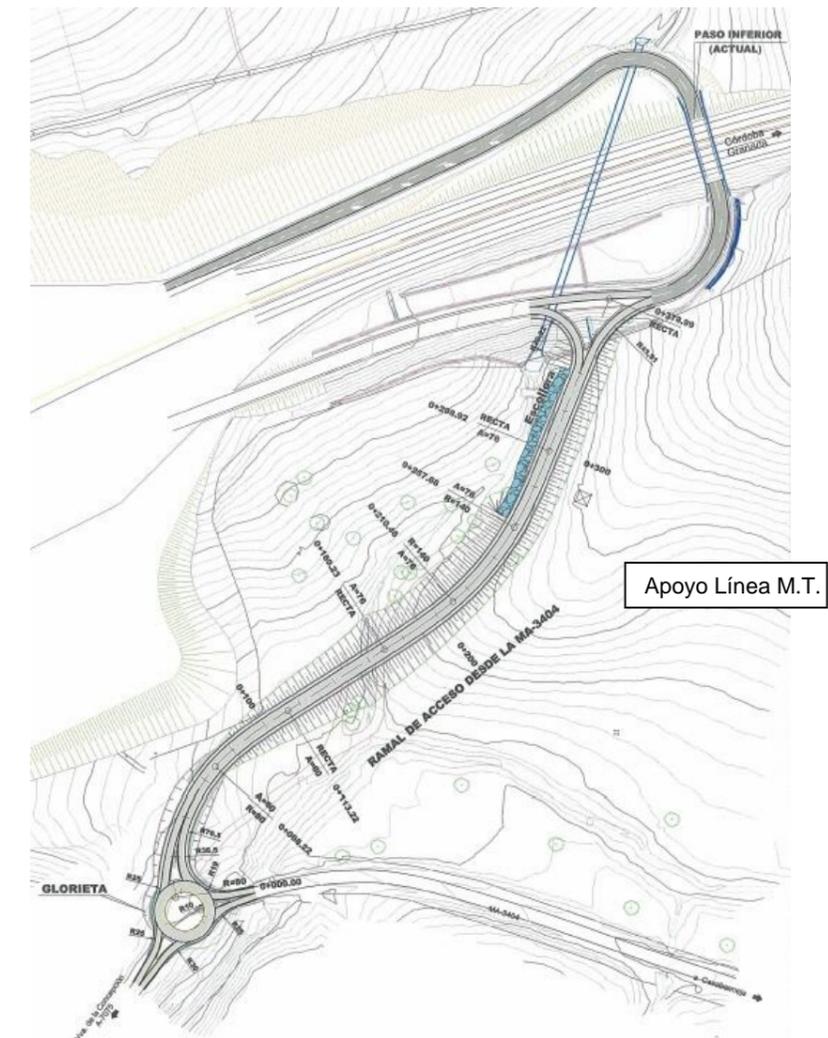
4.2.2. JUSTIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA

Las obras descritas en el presente Proyecto para el enlace de la AP-46 con la autovía MA-3404 fueron objeto de un Estudio de Viabilidad elaborado por la sociedad concesionaria de la Autopista de las Pedrizas (GUADALCESA). Se considera por tanto tal Estudio de Viabilidad como el único antecedente directo al Proyecto elaborado.

El Estudio analiza tres posibles alternativas de trazado para el nuevo ramal y elabora un análisis multicriterio en base a sus parámetros geométricos, la seguridad vial, las afecciones al tráfico, la facilidad constructiva, las reposiciones de servicios y las expropiaciones. De este análisis se concluye que la Alternativa 3 es la más viable para desarrollar en el Proyecto de Construcción, justificando la elección en el *“hecho de que mejora los radios empleados en el trazado de las alineaciones curvas, siendo mínima la diferencia de pendiente existente entre los trazados en alzado”*.

Los ajustes de trazado derivados del proceso de redacción y elaboración del Proyecto de Trazado han incidido en la necesidad de situar una nueva glorieta en la confluencia del vial bidireccional con la actual vía de servicio, que pasará a funcionar como ramales de conexión con el área de peaje.

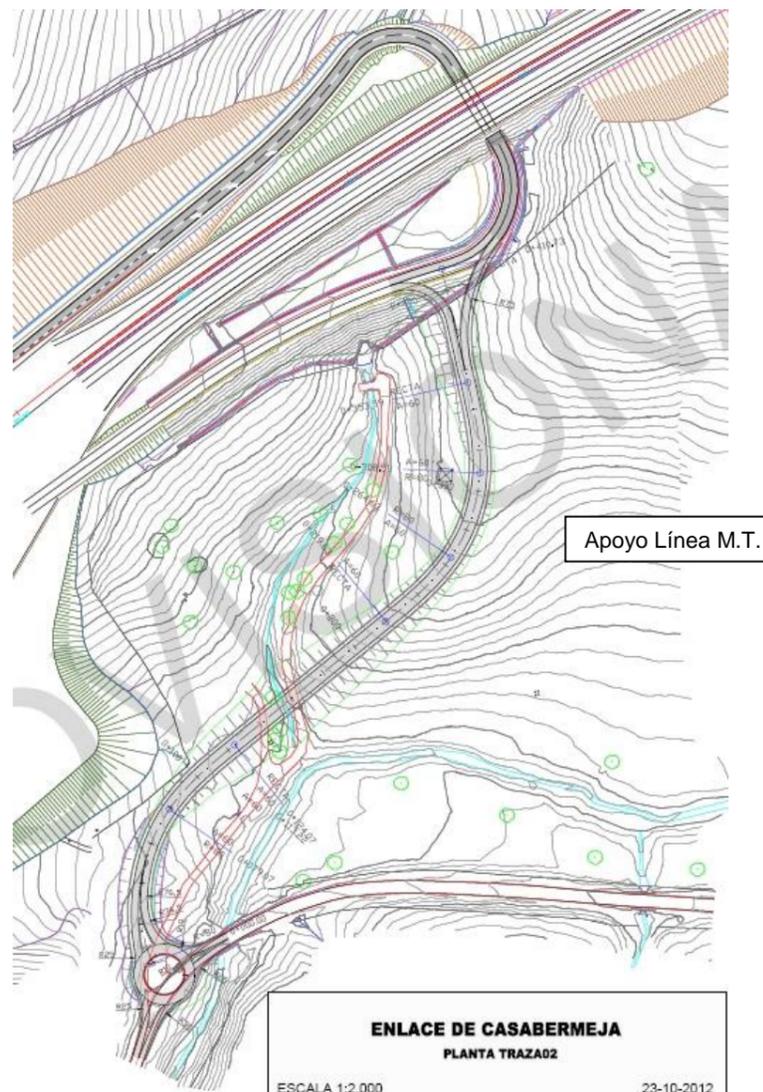
ALTERNATIVA 1



La traza del nuevo vial conecta con la carretera MA-3404 mediante una glorieta de 20 m de diámetro interior, situada sobre el eje de esta carretera, a la altura del PK 0+900 de la misma. Desde ese punto, la primera alineación sería una curva a derechas de 80 m de radio, a la que seguiría una recta y a continuación una curva a izquierdas de 140 m de radio hasta conectar con el trazado actual del vial de

servicio. Dado el desnivel existente entre este camino y el punto de conexión con la carretera MA-3404, el trazado en alzado se desarrollaría con una pendiente uniforme del 6,60 % con sus acuerdos verticales en los puntos de conexión de los extremos.

ALTERNATIVA 2



La traza del nuevo ramal conectaría igualmente con la carretera MA-3404 mediante una glorieta de 20 m de diámetro interior, situada sobre el eje de esta carretera, a la altura del PK 0+900 de la misma. Desde ese punto, la primera alineación sería una curva a derechas de 80 m de radio, a la que seguiría una recta

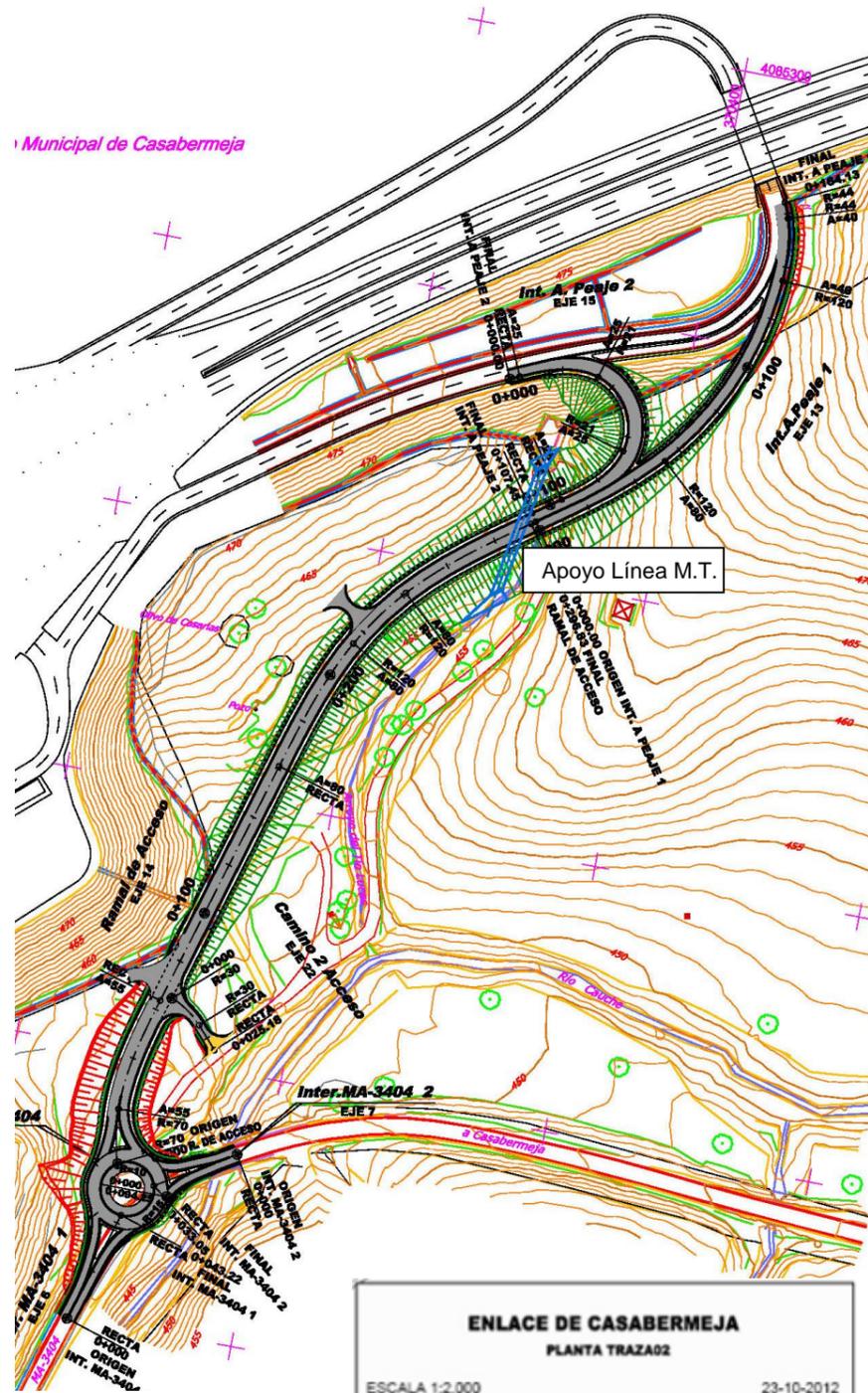
de mayor desarrollo que en la alternativa anterior, y a continuación una curva a izquierdas de 80 m de radio hasta conectar con el trazado actual del vial de servicio. El mayor desarrollo de la recta consigue separar la traza del cauce del arroyo del Tío Lucas, afluente del río Cauche. Por el contrario, la última alineación curva debe ver su radio disminuido.

Dado el desnivel existente entre este camino y el punto de conexión con la carretera MA-3404, el trazado en alzado se desarrollaría con una pendiente uniforme del 6,12 % con sus acuerdos verticales en los puntos de conexión de los extremos, inferior a la de la alternativa anterior al tener un mayor desarrollo la recta intermedia.

ALTERNATIVA 3

La traza del nuevo ramal en esta alternativa se mantiene más tiempo por la margen derecha del arroyo del Tío Lucas, retrasando el cruce sobre el mismo a la parte final.

La nueva traza conecta igualmente con la carretera MA-3404 mediante una glorieta de 20 m de diámetro interior, situada sobre el eje de esta carretera, a la altura del PK 0+900 de la misma. Desde ese punto, la primera alineación sería una curva a derechas de 70 m de radio y con menor desarrollo que en las alternativas anteriores, para mantenerse por la margen derecha del arroyo, a la que seguiría una recta, sensiblemente paralela al arroyo, y a continuación una curva a derechas de 120 m de radio al final de la cual se cruza el arroyo. Tras un corto tramo en recta se dispone una curva a izquierdas, igualmente de 120 m de radio, hasta conectar con el trazado actual del vial de servicio. Dado el desnivel existente entre este camino y el punto de conexión con la carretera MA-3404, y al tener el trazado algo menos de desarrollo que en la alternativa anterior, la rasante en alzado se desarrolla con una pendiente uniforme del 6,50 % con sus acuerdos verticales en los puntos de conexión de los extremos.



4.2.3. CONTENIDO DEL PROYECTO

4.2.3.1. **Planeamientos municipales**

Administrativamente la zona de estudio se encuentra en el término municipal de Casabermeja.

El planeamiento general vigente del municipio de Casabermeja está integrado por las Normas Subsidiarias (NNSS) aprobadas el 23 de abril de 1998 y su adaptación parcial al Decreto 11/2008 con fecha de aprobación 20 de junio de 2013. Actualmente este planeamiento se encuentra en revisión existiendo un documento de aprobación provisional de marzo de 2012. En la aprobación inicial del planeamiento está previsto el enlace de conexión objeto del presente proyecto.

En el Apéndice 1 del Anejo nº6 se incluye copia de los planos extraídos del citado planeamiento.

La gran mayoría de la actuación discurre por la franja de afección de la autopista AP-46, aunque también una pequeña parte afecta a suelo urbanizable sectorizado SURS-09.

Por otra parte, con respecto a la afección a suelo no urbanizable de especial protección, en la zona de actuación se presentan dos categorías:

- Suelo no urbanizable de especial protección - vías pecuarias (SNUP-VP): se trata de la franja de terreno por donde discurre la vía pecuaria de Colmenar a Almogía en la carretera MA-3404. En este sentido, tal y como prescribe el PGOU, cualquier actuación que se pretenda llevar a cabo en la citada vía pecuaria, deberá contar previamente con la autorización de la Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Desarrollo Sostenible.
- Suelo no urbanizable de especial protección - complejos ribereños de interés ambiental (SNUP-CA). Se trata de una franja a ambos lados del cauce del río Cauche. Esta catalogación protege el arbolado existente y la vegetación ripícola del río Cauche. No obstante, la actuación proyectada no afecta a dicha vegetación.

4.2.3.2. Cartografía

Tanto la cartografía como las bases que se han utilizado para el desarrollo del presente proyecto han sido facilitadas por SACYR CONSTRUCCIÓN, incluyéndose la descripción de los trabajos en el Anejo nº2 del presente Proyecto.

Estos han consistido en un levantamiento topográfico de la zona de actuación, cuyas características, metodología, precisiones y resto de datos se recogen en el Anejo nº2 de este Proyecto.

4.2.3.3. Geología y procedencia de materiales

GEOLOGÍA

Encuadre geológico general

La actuación se enmarca en el contexto geotectónico de las Cordilleras Béticas andaluzas, en su ámbito más suroccidental.

Tradicionalmente, las Cordilleras Béticas se han subdivido en dos macrodominios deformados: las Zonas Externas y las Zonas Internas. Entre ambos conjuntos, se interponen tectónicamente las unidades intermedias o dominios de los *Flysch del Surco Turbidítico (Unidad de Colmenar)*, correspondientes a facies marinas sedimentadas en ambientes de abanicos submarinos profundos “turbiditas” que fueron depositadas durante el ciclo orogénico alpino, con edades desde el Cretácico al Mioceno inferior y preferentemente Eoceno-Oligoceno.

Dentro de estas grandes divisiones, la actuación afecta a la Zona Media o conjunto de los Flysch de la Unidad de Colmenar y las Zonas Internas del Bético de Málaga más conocido como Complejo Maláguide.

Sobre estos sectores, se extienden discordante y erosivamente diversas formaciones cuaternarias y pliocuaternarias que buscan el equilibrio del relieve y uniformizan con cierta precariedad la pendiente. Depósitos mixtos aluvio-coluviales de fondos de valle, coluviales granulares y aluviales se sitúan irregular y erosivamente sobre los materiales del substrato.

Estratigrafía

A continuación se describen las unidades litoestratigráficas afectadas por la actuación:

Complejo Maláguide

Calizas alabeadas, pizarras y grauwacas [S-D]. Silúrico-Devónico: esta formación está constituida por alternancias de calizas grises con tramos de pizarras y lutitas calcáreas, que, a su vez, pueden intercalar niveles de grauwacas calcáreas estratificadas e incluso filitas calcáreas grises-azuladas, laminadas y físlas (calcofilitas y calcoesquistos). El rasgo más significativo de estos materiales es el “alabeo” y el replegado de las superficies de estratificación debido a procesos de plegamientos caóticos.

Pizarras, grauwacas y niveles de cuarcitas [D-H]. Carbonífero: alternancia de pizarras lajeadas y astillosas de tonos verde oliva e intercalaciones de paquetes de cuarcitas y lentejones de grauwacas masivas de grano medio a grosero, que llegan a ser predominantes en algunos cortes naturales.

Surco Turbidítico de los Flysch. Unidad de Colmenar

Margas, argilitas con bloques de areniscas [T1]. Oligoceno-Mioceno inferior: sucesión de argilitas y margas de tonalidades rojas, grises y verdes con bloques de areniscas amarillentos. Litológicamente, se trata de arcillas margosas marrones-amarillentas en superficie, que pasan en profundidad a argilitas grises y verdosas con ciertas tonalidades rojizas, más o menos compactas donde intercalan de manera anárquica y caótica los niveles de areniscas silíceas ferruginosas más o menos fracturadas. Cuando los materiales están inalterados presentan una textura astillosa muy característica con tonalidades grises. Generalmente, los términos arcillosos suelen ser bastante expansivos - montmorillonitas - dando lugar a grietas de retracción que penetran profundamente en el terreno, al mismo tiempo vulnerables y sensitivos a los cambios de humedad.

Cuaternario

Depósitos aluviales [Q_A]: se trata de arenas, limos y gravas redondeadas de distintas litologías. En función de la categoría de la corriente que genera el depósito, predominarán las granulometrías más finas o los depósitos de gravas y bolos.

Depósitos coluvio- aluviales [Q_{cA}]: son materiales muy similares a los suelos coluviales, diferenciándose de éstos únicamente en que sufren cierto arrastre y erosión de tipo fluvial. Están formados por gravas angulosas y subangulosas con cierto porcentaje de matriz arcillo – arenosa.

Rellenos antrópicos [R_c]: los principales rellenos antrópicos presentes en el entorno de la actuación se corresponden con rellenos compactados, que constituyen los terraplenes de las vías de comunicación.

Tectónica

La característica más importante de esta zona de la Cordillera Bética es la existencia de una tectónica de mantos desarrollada durante la Orogenia Alpina que ha generado el apilamiento e individualización de distintas unidades o escamas con una serie de particularidades desde el punto de vista litológico y estructural. Posteriormente, tras la estructuración principal de la zona, en el Mioceno Inferior, tienen lugar una serie de fenómenos deformacionales de menor intensidad que dan lugar a plegamientos de gran radio y reajustes de bloques. A partir de este período, se han seguido produciendo importantes deformaciones y ajustes de tipo geotectónico, principalmente durante el Pliocuatnario, con distintas etapas sismotectónicas y reactivación de antiguas superficies falladas.

Geomorfología

En el ámbito del Proyecto pueden distinguirse dos unidades geomorfológicas; los relieves intermedios de transición de facies Flysch, por donde discurre la mayor parte del trazado, y los relieves submontañosos de los Montes de Málaga.

Relieves de transición: el dominio de los Flysch se caracteriza por formaciones alternantes de suelos (arcillas, margas) y rocas (margocalizas, areniscas y calizas). Constituye el dominio más moldeable frente a la erosión física y química, dando lugar a importantes espesores de suelos. La morfología de los terrenos es suavemente ondulada interrumpida por riscos y cerros de materiales más competentes.

Relieves submontañosos: el dominio de los Montes de Málaga está articulado por una sucesión de colinas y lomos convexos de materiales metamórficos (pizarras, grauwacas, areniscas, esquistos), de relieves antiguos hercínicos y alpinos, moldeados por una red hidrográfica de tipo dendrítica de gran incisión erosiva, que ha propiciado una morfología quebrada y de fuertes desniveles. Predominan, en estos materiales, la erosión hídrica frente a la sedimentación, debido a la ausencia de coberteras vegetales.

Hidrogeología

Desde el punto de vista hidrogeológico, el área estudiada se enclava en el sector meridional de la *Cuenca Mediterránea Andaluza*. Los cursos de agua más importantes del ámbito de la actuación son el río Cauche y el arroyo del tío Lucas, afluente del primero.

A continuación, se indican las principales características hidrogeológicas de las formaciones presentes en el ámbito de la actuación:

Materiales paleozoicos (DH, SD): constituidos predominantemente por pizarras, filitas y grauwacas, su comportamiento hidrogeológico general es de tipo impermeable. Presentan cierta permeabilidad por fracturación, a favor de la red de discontinuidades presentes en el macizo (esquistosidad, estratificación y diaclasas) y por alteración. Con estas características, la infiltración y acumulación de agua se limita a zonas de falla y a la capa más superficial del terreno, donde la roca se encuentra muy meteorizada.

Materiales tipo “Flysch”. Unidad de Colmenar (T1): esta unidad está constituida por secuencias de materiales argilíticos-margosos bastante impermeables. El predominio de la componente arcillosa en superficie constituye una cobertera impermeable que da lugar a fuertes problemas de drenaje que impide la liberación del agua contenida en los poros saturados de las arcillas con gran dificultad. Hacia las zonas topográficamente más bajas pueden dar lugar a zonas inundables y encharcables, de aportaciones difusas que resultan complejas de drenar y sanear.

Depósitos cuaternarios (QA, QCA): los suelos de tipo aluvial presentan características de composición (suelos granulares) y situación (vaguadas y zonas deprimidas) favorables a la recogida y acumulación de agua. Como consecuencia de ello, en los depósitos aluviales acumulados en los distintos ríos y arroyos es frecuente encontrar acuíferos. Los depósitos coluvio-aluviales presenta un comportamiento muy heterogéneo, con una permeabilidad irregular que depende del contenido en finos de la formación en cada punto.

Riesgos geológicos

A continuación, se describen los riesgos geológicos que pueden concurrir en el ámbito de la actuación:

Riesgo sísmico

Atendiendo al Mapa de Peligrosidad Sísmica y según las prescripciones establecidas por la “Norma de Construcción Sismorresistente: Parte General y Edificación (NCSR-02)”, es obligatorio la aplicación de las mismas, al presentar la zona de proyecto una aceleración sísmica básica $a_b > 0,04$ g, siendo g la aceleración de la gravedad. El proyecto se sitúa, por tanto, en una zona con riesgo sísmico, presentando el término municipal de Casabermeja una aceleración sísmica básica $a_b = 0,11$ g.

Inestabilidad gravitacional

La naturaleza intrínseca del material mantiene una estrecha relación con el tipo de inestabilidad que puede producirse, condicionando y pudiendo estimarse de antemano, la susceptibilidad de cada material a que se desarrolle un movimiento determinado. Los tipos de movimientos que pueden producirse en el entorno de la actuación son los siguientes:

Deslizamientos: en los materiales tipo flysch de la Unidad de Colmenar (de predominio arcillo-arenoso) están directamente relacionados con la plasticidad, así como a su carácter expansivo y evolutivo. En los materiales pizarrosos del Complejo Maláguide, los deslizamientos pueden presentar diversos comportamientos: roturas de tipo mixto (donde interviene una junta preferente y una matriz rocosa meteorizada con rellenos blandos) y roturas planares (a favor de la esquistosidad según su continuidad, donde intervienen además de la estructura del macizo la penetración de agua).

Desprendimiento de bloques: son frecuentes los niveles de pizarras, esquistos, filitas y grauvacas de las series del Complejo Maláguide. Afectan a macizos rocosos relativamente sanos en cuanto a su meteorización, pero con un elevado grado de fracturación.

Reptaciones: fenómeno muy característico en los relieves ocupados por los materiales del flysch arcillo-margoso que afecta a las capas más superficiales del terreno, en laderas con pendiente moderada, mostrando deformaciones lentas pero progresivas, de tipo gravitacional, que tienden a la acumulación ladera abajo de “panzas” convexas de material deslizado.

Zonas de rocas movidas, aperturas de grietas y fisuras en macizos rocosos tectonizados: pueden producirse en los materiales maláguides altamente fracturados, como los niveles de pizarras, esquistos, filitas y grauvacas.

Terrenos compresibles: por lo general son capas de baja densidad y resistencia que se presentan frecuentemente saturadas, viéndose incrementada su compresibilidad por la presencia de materia orgánica. La elevada

deformabilidad de estos terrenos puede dar lugar a importantes asentamientos de los rellenos que se cimientan sobre ellos, provocando deformaciones en la obra. En la zona de proyecto hay depósitos de origen aluvial y suelos arcillosos situados en zonas de vaguada que pueden comportarse como terrenos compresibles.

Riesgos hidrológicos: los arroyos del sector presentan una dinámica discontinua de tipo rambla mediterránea, escasamente regulados en las cabeceras, con violentas crecidas y grandes avenidas.

Erosionabilidad: la zona de estudio está sometida a importantes procesos de erosión hídrica asociados a las aguas de escorrentía. La erosión actúa principalmente sobre los depósitos con estructura de suelo con predominio de materiales finos (limos, arcillas, margas, etc.).

PROCEDENCIA DE MATERIALES

El balance de tierras del Proyecto resulta deficitario. Este hecho obligará a traer materiales de préstamo para la ejecución de núcleo de rellenos y explanada.

Los materiales necesarios para núcleo de rellenos provendrán de la excavación de los desmontes de la traza y, fundamentalmente, del préstamo P-3. Se ha seleccionado este préstamo debido a que se encuentra localizado en una parcela propiedad del Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana.

La cantera que suministra áridos de naturaleza caliza y dolomítica que, a priori, ofrecen las mejores perspectivas respecto a las necesidades de la obra, considerando factores tales como distancia a la traza, calidad contrastada del material y volumen de actividad productiva, es la denominada CD-12 "Cristal". Se encuentra a 24 km del centro de gravedad de la obra. De esta explotación, podrá obtenerse igualmente el pedraplén necesario para los saneos en cimiento de rellenos y la escollera para la protección de rellenos en zonas inundables.

Entre las canteras de ofitas estudiadas (CO-1 "Negrita" y CO-2 "El Páramo"), destaca la cantera CO-2, con buenas instalaciones y mejores condiciones de

comunicación que la CO-1. Se encuentra a 35,5 km del centro de gravedad de la obra y produce áridos de excelentes cualidades para las capas de rodadura y otras capas del firme (tamaños comprendidos entre 0-6 mm, 6-12 mm y 18-25 mm). Extrae también arenas ofíticas naturales (rechazos de cantera) que por sus propiedades se comportan como suelo Seleccionado.

De las 11 plantas de hormigones inventariadas, aunque cualquiera sería apta para suministrar hormigón a la obra, se han seleccionado las siguientes: PH-11 (MIGUEL BUSTOS E HIJOS), PH-9 (ANDEMOSA) y PH-8 (HORMIGONES COLMENAR PLANTA "MÁLAGA NORTE"). La más próxima a la obra es la PH-11 (MIGUEL BUSTOS E HIJOS), que se encuentra a 11,5 km de distancia.

Por otra parte, las plantas de aglomerado más próximas a la traza son la PA-5 ASFALTOS MATAS MEJÍA (42,5 km) y PA-6 MASFALT (52,5 km).

En la tabla siguiente se sintetizan las necesidades de material de la obra y su procedencia recomendada:

NECESIDADES DE MATERIAL		PROCEDENCIA RECOMENDADA
Núcleo y cimiento de rellenos	Terraplén	Excavación de los desmontes de la traza/ Préstamo P-3
	Todo-uno	Excavación de los desmontes de la traza/ Préstamo P-3
	Pedraplén	Cantera CD-12 (CRISTAL)
Explanada	Suelo seleccionado	Excavación de los desmontes de la traza/ Préstamo P-3
	Suelo estabilizado SEST-3	Excavación de los desmontes de la traza/ Préstamo P-3
	Cemento para estabilización de suelo	Fábrica de cemento FC-1 (CEMENTOS GOLIAT).
Firmes	Suelocemento	Plantas de hormigones PH-11 (MIGUEL BUSTOS E HIJOS), PH-9 (ANDEMOSA) y PH-8 (MÁLAGA NORTE)
	Zahorras artificiales	Cantera CD-12 (CRISTAL)
	Áridos para mezclas bituminosas	Cantera CO-2 (EL PÁRAMO)
	Áridos para hormigones	Cantera CD-12 (CRISTAL)
Estructuras	Hormigones	Plantas de aglomerado PA-5 (ASFALTOS MATAS MEJÍA) y PA-6 (MASFALT)
		Plantas de hormigones PH-11 (MIGUEL BUSTOS E HIJOS), PH-9 (ANDEMOSA) y PH-8 (MÁLAGA NORTE)

4.2.3.4. Efectos sísmicos

Atendiendo al Mapa de Peligrosidad Sísmica y según las prescripciones establecidas por la "Norma de Construcción Sismorresistente: Parte General y Edificación (NCSR-02)", es obligatorio la aplicación de la misma, al presentar la zona de proyecto una aceleración sísmica básica $a_b > 0,04g$, siendo g la aceleración de la gravedad. Asimismo, en el Anejo 1 de la citada norma se detallan por municipios los valores de la aceleración sísmica básica iguales o superiores a $0,04g$, junto al coeficiente de contribución K .

Para el municipio afectado por el Proyecto, se dan los siguientes valores de aceleración sísmica básica y coeficiente de contribución:

Municipio	Aceleración sísmica básica	Coefficiente de contribución
Casabermeja	$a_b = 0.11 g$	$K = 1.0$

4.2.3.5. Climatología e hidrología

Para la caracterización climática de la zona objeto del presente estudio se han consultado básicamente los datos incluidos en el "Proyecto de Construcción de la Autopista AP-46: Alto de las Pedrizas-Málaga" (Redactado por TYPESA para el Ministerio de Fomento; Clave 98-MA-9907).

Para comprobar y verificar la información obtenida de dicho proyecto, se ha consultado también la siguiente bibliografía:

- "Guía resumida del Clima en España (1971-2000)". Instituto Nacional de Meteorología. Madrid 2001.
- "Guía para la elaboración de estudios del medio físico". (Ministerio de Medio Ambiente).
- "Tiempo y clima en España". Meteorología de las Autonomías. (Lorenzo García de Pedraza, Ángel Reija Garrido).

También se ha consultado la información disponible en la página web de la Agencia Estatal de Meteorología y en el GeoPortal del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.

Para la clasificación agroclimática, se han consultado también los datos del GeoPortal del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.

En la elaboración de índices climáticos, se han seguido básicamente los procedimientos de la publicación: "Guía para la elaboración de estudios del medio físico". MOPTMA, 1995.

Se han utilizado los datos de la estación meteorológica Antequera 'Cortijo Robledo', por ser la más cercana a la zona de estudio con series largas de datos de temperaturas y precipitaciones. Esta estación fue la empleada en la caracterización climática del "Proyecto de Construcción de la Autopista AP-46: Alto de las Pedrizas-Málaga", en su parte inicial, que es la que coincide con la zona de estudio del presente proyecto.

Clave INM	Nombre	Provincia	Coordenadas	Tipo	Periodo de datos
6-152E	Antequera 'Cortijo Robledo'	Málaga	Latitud: 36°56'30"N Longitud: 04°25'27"O Altitud: 700 m	TP	1970 - 2002

Según los resultados obtenidos en el anejo, se observa que la temperatura media mensual es de $15,43^{\circ}\text{C}$, siendo la media de las mínimas $11,33^{\circ}\text{C}$ y la media de las máximas $19,59^{\circ}\text{C}$, siendo la oscilación de las temperaturas medias externas de $8,27^{\circ}\text{C}$. En lo que respecta a las precipitaciones cabe indicar que la precipitación anual presenta una media de 586 mm/año , siendo el número total de días de lluvia de 78,6.

El clima de la zona de estudio es del tipo MEDITERRÁNEO, en el que se observa un período seco, durante los meses de julio y agosto, no llegándose a alcanzar los 4 mm, donde las temperaturas son muy suaves, siendo prácticamente inexistentes las heladas.

Según la clasificación climática de Köppen, nos encontramos ante un tipo climático de la variedad “Tipo C TEMPLADO LLUVIOSO” y dentro de este en el subtipo “Cs mesotermal templado húmedo con verano seco”, lluvioso en invierno.

Según los datos del GeoPortal del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, la zona de proyecto se enmarca dentro del tipo climático “MEDITERRÁNEO SUBTROPICAL”.

En cuanto a los índices climáticos se refiere cabe indicar que el valor del índice de aridez de Martonne es 23,02 por lo que la zona de proyecto se encuentra dentro de la región climática SUBHÚMEDA

Según el índice termopluviométrico de Cereceda y Carbonel la zona de proyecto se encuentra dentro de la región climática denominada ZONA SEMIÁRIDA.

Se han determinado los días aprovechables en obra utilizando para ello la publicación editada por el antiguo MOP: “*Datos climáticos para carreteras*” (Dirección General de Carreteras. División de materiales.1964).

En lo que respecta a **HIDROLOGÍA**, para el estudio pluviométrico de este enlace se han utilizado los siguientes datos:

- Los correspondientes a los datos pluviométricos proporcionados por la AEMET para la estación meteorológica seleccionada, ya enumerada anteriormente. Para dicha estación se han realizado los ajustes estadísticos de Gumbel y SQRT-ETmáx.
- Los contenidos en el “Proyecto de Construcción de la Autopista AP-46: Alto de las Pedrizas-Málaga” (Redactado por TYPESA para el Ministerio de Fomento; Clave 98-MA-9907). Para ello se utilizaron los datos de las precipitaciones máximas en 24 horas aportados por las estaciones seleccionadas, realizándose los ajustes estadísticos de Gumbel, SQRT-ETmax y Log Pearson tipo III para cada una de ellas, y elaborándose posteriormente los planos de isóneas correspondientes (mediante la técnica de interpolación del krigeado).

- Los que se obtengan del ajustes de los datos a partir la publicación “Máximas lluvias diarias en la España peninsular”, de la Dirección General de Carreteras del Ministerio de Fomento, para la zona en estudio.

Las precipitaciones de cálculo han sido las más desfavorables de entre estos tres métodos de obtención de las mismas:

PRECIPITACIONES RESULTANTES								
	Origen de los datos	Precipitación Pd [mm/24 h] para cada período de retorno						
		5 años	10 años	25 años	50 años	100 años	500 años	1000 años
AP-46 – MA-3404	Gumbel	51,95	78,93	96,79	119,35	136,10	152,71	191,12
	SQRT-ETmáx	50,02	66,23	78,08	94,31	107,26	120,86	155,18
	Proyecto	63,0	82,5	97,5	122,5	145,0	155,0	220,0
	Máx. Lluvias	56	81	99	125	146	167	224

A continuación se incluyen las características físicas de las cuencas de aportación.

ENLACE DE LA AP-46 CON LA MA-3404								
Situación de la cuenca	Características de la Cuenca					Umbral de Escorrentía Po [mm]	Relación I1/d [adim.]	Tiempo de Concentración Tc [horas]
	Área A [km²]	Longitud L [km]	Cotas		Pendiente J [%]			
			Cabecera [m]	Traza [m]				
Ramal de Acceso P.K. 0+296	0.9	1.62	770	469	18.56	25	9	0.6

Para el cálculo de los caudales vertientes se ha aplicado la Orden FOM/298/2016, de 15 de febrero, por la que se aprueba la Norma 5.2-IC Drenaje Superficial de la Instrucción de Carreteras, publicada en el B.O.E. del 10 de marzo de 2016. Teniendo en cuenta que las cuencas obtenidas en el presente proyecto son inferiores a 50 km² se ha aplicado el método racional propuesto en dicha Instrucción.

La Norma 5.2.-I.C Drenaje Superficial establece para el drenaje transversal un valor superior o igual a 100 años que resulte compatible con los criterios de la Administración Hidráulica competente, en este caso la Secretaría General de Medio Ambiente y Agua, y para el drenaje de plataforma y márgenes 25 años, salvo en el caso excepcional de desagüe por bombeo donde se debe adoptar 50 años.

La Secretaría General de Medio Ambiente y Agua propone que el drenaje transversal se dimensione para los caudales correspondientes al periodo de retorno de 500 años.

Por consiguiente los periodos de retorno a emplear en el dimensionamiento del drenaje son 500 años para el drenaje transversal y 25 años para el drenaje longitudinal.

Los caudales para el periodo de retorno de 500 años obtenidos mediante el método racional se contrastarán con los caudales obtenidos mediante los criterios de la Secretaría General de Medio Ambiente, Agua y Cambio Climático, perteneciente a la Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio, eligiendo de entre ambos los más desfavorables.

En la siguiente tabla se incluyen los caudales finales de cálculo para la actuación **“Enlace AP-46 con MA-20”**.

Situación de la Cuenca	Características de la cuenca		Período de retorno 25 años Q [m³/s]	Período de retorno 50 años Q [m³/s]	Período de retorno 100 años Q [m³/s]	Período de retorno 500 años Q [m³/s]
	Área A [km²]	Longitud L [km]				
Ramal de Acceso P.K. 0+296	0.9	1.62	7.05	9.27	11.61	18.77

Para el cálculo de los caudales del drenaje longitudinal se ha utilizado la fórmula de la instrucción 5.2-IC “Drenaje superficial”. El periodo de retorno empleado para el cálculo de caudales y el posterior dimensionamiento de los elementos del drenaje longitudinal ha sido el correspondiente a 25 años.

4.2.3.6. Estudio de tráfico

Para el estudio de los volúmenes de tráfico previstos, se han utilizado los datos de las estaciones de aforo localizadas en la autovía A-45 y en la autopista AP-46.

Con la ayuda de estas estaciones de aforo se ha estimado el tráfico correspondiente al itinerario entre Casabermeja y la Costa del Sol occidental, estableciéndose, a continuación, el porcentaje de vehículos que la construcción del nuevo enlace captará del volumen total antes calculado.

Obtenido el volumen de vehículos que se prevé circulen por el nuevo enlace se ha procedido a analizar los niveles de servicio de los ramales conforme al Manual de Capacidad (HCM-2010) y se ha calculado la categoría de tráfico a efectos de dimensionamiento de la sección de firmes. Para ello se ha empleado la Norma 6.1 IC “Secciones de firme” de la Instrucción de Carreteras del Ministerio de Fomento.

El desarrollo del procedimiento antes descrito está recogido en el anejo nº6, incluyéndose aquí las conclusiones alcanzadas:

- La IMD_{PA} para el carril de proyecto es de 146 v/d para el año estimado de puesta en servicio (2022). La categoría de tráfico pesado es, por tanto, T31.
- No se supera el nivel de servicio C durante los 20 años posteriores a la puesta en servicio de la infraestructura.

También se ha estudiado el funcionamiento de la glorieta de conexión con la MA-3404, concluyéndose que en los 20 años posteriores a la puesta en servicio de la infraestructura no se supera el nivel de servicio A en ninguno de los 3 ramales ni en la glorieta a nivel global.

4.2.3.7. Geotecnia del corredor

El objetivo principal del presente estudio es la caracterización de los terrenos afectados por el corredor, así como la definición de todos los aspectos del proyecto relacionados con sus propiedades geotécnicas.

Trabajos realizados

Para la redacción del Anejo, se ha utilizado, principalmente, la información geotécnica procedente de los siguientes proyectos, así como la amplia experiencia adquirida en estudios anteriores de ARCS ESTUDIOS Y SERVICIOS TÉCNICOS, S.L. (URBACONSULT) en el entorno de la actuación, sobre las mismas formaciones y materiales análogos.

- *Proyecto de Licitación “Autopista de Málaga, AP-46. Tramo: Alto de Las Pedrizas-Málaga”. URBACONSULT. Febrero de 2006.*
- *Proyecto de Construcción de la Autopista AP-46 Alto de las Pedrizas – Málaga. TYPESA. Diciembre de 2007.*

Así mismo, en el mes de septiembre de 2015, se realizó una campaña complementaria consistente en los siguientes reconocimientos:

- 2 ensayos de penetración dinámica continua tipo DPSH.
- 1 calicata mecánica.

Características geotécnicas de los materiales

A continuación se realiza una caracterización geotécnica de los materiales presentes en el ámbito de la actuación.

Calizas alabeadas, pizarras, grauwacas (S-D) y pizarras, grauwacas con niveles de cuarcitas (D-H)

Se analizan conjuntamente los dos tipos de terrenos al presentar fuertes analogías litológicas aunque con ligeras diferencias de competencia y composición mineralógica. En los dos casos se trata de series muy heterogéneas, bastante fracturadas que muestran alternancias de pizarras y grauwacas, con minoritarias bancadas de calizas en paquetes decimétricos en el caso de la Serie del Silúrico-Devónico.

Los materiales de tipo pizarroso-grauwáquico del Carbonífero suelen presentar, en algunos casos, una capa de coluvión granular de hasta 3 metros de espesor bajo la cual aparece la roca abierta y con rellenos arcillo-arenosos rojizos blandos. A favor de dicho contacto, pueden producirse deslizamientos de rotura circular en la interfase suelo-roca meteorizada, cuyo círculo de rotura penetra buena parte en el macizo rocoso meteorizado. El coluvión, al ser de tipo granular, drena el agua hacia la zona inferior y carga de flujos al macizo abierto y meteorizado provocando subpresiones en el cuerpo del talud en el caso de que este se encuentre abierto.

Los resultados de análisis granulométricos de los suelos disgregados procedentes de estos macizos han clasificado estos materiales dentro de los grupos GW-GC y, en muchos casos, GC de la clasificación de Casagrande, grupos A-2-6 (0) y A- 2-4 (0) de la clasificación H.R.B.

La densidad seca varía entre 25,7 y 27,5 kN/m³. Analizando los resultados de estudios anteriores, se observa, en general, coincidencias en los parámetros de densidad seca, 26,8 kN/m³, y valores relativamente próximos en los ensayos de rotura a compresión simple de las probetas, con resultados medios entre 20,35 y

26,4 MPa, con máximas de hasta 47,6 y 85,2 MPa, relacionadas con tramos de mayor abundancia de cuerpos de grauwacas masivas más competentes. Hay que destacar que en los tramos de la Serie de las Calizas Alabeadas los valores de resistencia también pueden aumentar proporcionalmente al contenido en carbonato cálcico, como en las grauwacas calcáreas.

La formación pizarrosa del carbonífero adopta, en general, un comportamiento relativamente inestable, ya que la esquistosidad está muy alterada, presenta rellenos arcillosos rojizos y está plegada, siendo además cortada por otras discontinuidades. Al ser poco continua en dirección y buzamiento (carácter astilloso de las pizarras), los planos son poco claros, produciéndose roturas mixtas a través de la petrofábrica de geometría circular.

Margas y argilitas con bloques de areniscas (T1)

Se trata de una formación de predominio arcillo-margoso de tipo “flysch” caótico, donde se intercalan bloques de areniscas silíceas, más o menos fracturadas, flotantes en una masa arcillosa con poca conexión en la horizontal. Sobre estos materiales, aparece una capa de suelos de alteración superficial (capa activa) de unos 3 metros de espesor, de arcillas plásticas desecadas que genera numerosos problemas geotécnicos en taludes a media ladera.

Estos suelos están constituidos por arcillas de media-alta plasticidad de los grupos CL-CH de la clasificación Casagrande, grupo A-7-6 de la clasificación HRB.

El límite líquido varía entre 31,7 y 71, con valor medio de 50,8. El límite plástico oscila entre 17,2 y 28,2 con una media de 23,3. El índice de plasticidad está comprendido entre 14,2 y 47,9 con un valor promedio de 27,5.

En este rango de valores, destacan los bajos índices obtenidos del CBR, inferiores a los requeridos para la puesta en obra de estos materiales en núcleo de terraplén (CBR>3), además de los altos índices de hinchamiento que desaconsejan su utilización en el núcleo, por tratarse de un material sensitivo a los ciclos de humedad y con potencial expansivo. También hay que destacar los bajos valores de

densidades secas máximas, que no rebasan el valor de 17,2 kN/m³, presentando un valor medio de 16.6 kN/m³.

Esta formación arcillo-margosa se clasifica, según PG-3, como suelos de compleja puesta en obra, recomendándose ante la experiencia local, su traslado a vertedero. Los rangos de humedad natural del suelo oscilan entre 23% y el 12% de los más desecados, con un valor medio de 16%.

Suelos coluvio-aluviales

Son suelos cuaternarios muy heterogéneos que recubren tanto los materiales tipo flysch, donde predomina la fracción arcillo-arenosa, como los materiales maláguides. Presentan un porcentaje en cantos y gravas muy variable según su distancia al área fuente y la naturaleza de su procedencia.

En general, son materiales normalmente consolidados por la acción de la gravedad, de baja consistencia o competencia que hacen recomendable su saneo en la disposición de los terraplenes de cierta altura, dado que suelen ser heterogéneos y de caracteres mecánicos variables.

La variabilidad en la granulometría y madurez de los cantos, así como la mayor existencia de matriz depende del sustrato; en los materiales maláguides predomina la grava-arenosa de matriz medianamente arcillosa y, en los materiales subbéticos y tipo flysch, predominan las arcillas arenosas con cantos variables poco trabajados, empastados en una matriz bastante más arcillosa.

Existe una cierta dispersión de los datos que indican tipos arcillosos de media-baja plasticidad, con predominio de los tipos CL –arcillas arenosas o limosas - de la clasificación Casagrande, incluidos en el grupo predominante A-7-6, de la clasificación HRB.

Los finos limo-arcillosos son de media plasticidad. El límite líquido está comprendido entre 24,8 y 38,6, con un valor medio de 31,5. El límite plástico varía entre 14,2 y 25,9, con un promedio de 17,4. El índice de plasticidad está comprendido entre 8,2 y 21,9, con una media de 14,0.

Los suelos coluvio-aluviales depositados sobre materiales tipo flysch y afines presentan características muy similares a los grupos "flysch" anteriores de donde proceden y desaconsejan su uso en el núcleo.

Dentro de los parámetros de cálculo, para los coluviales más finos puede considerarse una densidad seca de $16,5 \text{ kN/m}^3$ y una cohesión variable de 25 kN/m^2 , siendo el ángulo de rozamiento residual de 17° . Para los coluviales granulares se toma una densidad seca de $17,10 \text{ kN/m}^3$, cohesión de 20 kN/m^2 y un ángulo de rozamiento interno de 23° .

Condicionantes geotécnicos

Terrenos compresibles

El principal problema geotécnico que presenta la actuación es el cruce de terraplenes de cierta altura sobre suelos compresibles reblandecidos. Los suelos cuaternarios de la zona y, en especial, los fondos de valle arcillo-limosos situados sobre materiales tipo flysch son propensos a los asentamientos a largo plazo. En muchos casos, los problemas aumentan cuando interfieren con un drenaje deficiente y pendientes suaves, donde tienden a depositarse tales suelos y se transmiten con lentitud los flujos de agua acumulados.

Deslizamientos

Si bien los desmontes proyectados son de escasa altura, cabe mencionar que los materiales afectados, tanto maláguides como de la unidad de Colmenar, son propensos a los deslizamientos. La fuerte tectonización en los materiales maláguides, así como la plasticidad y afluencia de agua en los materiales tipo flysch favorecen el desencadenante de tales movimientos.

Reptaciones

Se han detectado, de manera generalizada, a favor de la capa activa de alteración (hasta 3,5 metros) que cubre a los materiales de tipo flysch. El resto de las formaciones de la traza no son susceptibles de dichos movimientos imperceptibles a simple vista.

Estudio de desmontes

En la definición de los taludes estables se ha adoptado el criterio de definir aquella pendiente que no precise tratamientos generalizados y que no suponga un punto de atención en las labores de mantenimiento posteriores que se realicen durante la explotación.

El trazado en proyecto contempla 3 desmontes, afectando a dos unidades geotécnicas: S-D (Calizas alabeadas, pizarras y grauwacas) y T1 margas y argilitas con bloques de areniscas.

La mayor parte del tramo en desmonte se excavarán en materiales rocosos silúricos - devónicos, correspondientes a la formación S-D.

Se ha adoptado, de forma generalizada, un talud 2H/1V para todos los desmontes del Proyecto, que son autoestables, no siendo precisas medidas de sostenimiento.

Particularmente, en la Glorieta 1 se adopta un talud 3H/2V, para evitar invadir la delimitación del espacio protegido existente en las proximidades.

A continuación, se definen los desmontes contemplados en el Proyecto.

Desmonte D-1. P.K. 0+000 – 0+090. Vial de acceso (Eje 1)

- Altura máxima: 5 m (MI)
- Talud: 2H/1V
- Unidad geotécnica: S-D / T1
- Unidades geotécnicas: el desmonte se excava en dos unidades geotécnicas bien diferenciadas: S-D (Calizas alabeadas, pizarras y grauwacas) y T1 margas y argilitas con bloques de areniscas.
- Excavabilidad: 40% excavable, 50% ripable, 10% no ripable.
- Aprovechamiento: 40% todo uno, 40% adecuado, 20% marginal.
- Medidas geotécnicas: Cuneta de guarda revestida en coronación.

Desmante D-2. P.K. 0+020 – 0+050 Intersección MA-3404 1 (Eje 6)

- Altura máxima: 8 m (MI)
- Talud: 2H/1V
- Unidades geotécnicas: S-D
- Características del terreno: el desmante se excava en la unidad geotécnica S-D (Calizas alabeadas, pizarras y grauwacas).
- Excavabilidad: 70% ripable, 20% excavable 10% no ripable.
- Aprovechamiento: 70% todo uno, 30% adecuado.
- Medidas geotécnicas: Cuneta de guarda revestida en coronación.

Desmante D-3. P.K. 0+010 – 0+080 Glorieta 1 (Eje 2)

- Altura máxima: 7,5 m (MD)
- Talud: 3H/2V
- Unidad geotécnica: S-D
- Características del terreno: el desmante se excava en la unidad geotécnica S-D (Calizas alabeadas, pizarras y grauwacas).
- Excavabilidad: 70% ripable, 20% excavable 10% no ripable.
- Aprovechamiento: 70% todo uno, 30 % adecuado.
- Medidas geotécnicas: Cuneta de guarda revestida en coronación.

Estudio de rellenos

El Proyecto contempla 1 relleno, emplazado en un substrato terciario correspondiente a la unidad de Colmenar, recubierto por suelos coluviales deslizados y coluvio-aluviales.

A la vista de las observaciones realizadas, la principal problemática a considerar en el diseño va a estar motivada por las condiciones de apoyo, que en algún caso se efectuará sobre laderas inestables o masas deslizadas. En estas condiciones, se contemplan las necesarias medidas de saneo, drenaje y refuerzo del cimientto.

Relleno R-1 P.K. 0+090 – 0+397,63 Vial de acceso (Eje 1)

- Tipo de relleno: Todo-uno
- Altura máxima: 12 m (MD)
- Talud: 3H/2V
- Unidad geotécnica: T1/QCA
- Características del terreno: el relleno discurre por una ladera en la que afloran materiales terciarios arcillo-margosos de tipo “flysch”, correspondientes a la unidad geotécnica T1, en la que se localizan dos masas deslizadas. En el fondo de la vaguada se depositan materiales coluvio-aluviales asociados al arroyo del tío Lucas.
- Medidas geotécnicas
 - Saneamiento y sustitución por pedraplén, en distintos espesores, según epígrafe 6.2.2.2. del Anejo.
 - Escalonado del cimientto.

Relleno área de explotación

En el relleno existente del área de explotación de la autopista, se contempla la ejecución de una escollera de protección de 2x2 m, como medida frente a la erosión.

Esta medida se adopta debido a que el relleno del área de explotación se encuentra emplazado sobre una formación arcillo-margosa de tipo “flysch”, muy erosionable, con un nivel de alteración superficial de arcillas plásticas desecadas que genera numerosos problemas geotécnicos en taludes a media ladera.

Explanada

Se adopta una explanada de categoría E-3 para los ejes afirmados del Proyecto, con la excepción del eje 8 “Vía de Servicio”, para el que se adopta una explanada E-2.

En el Proyecto pueden distinguirse los siguientes tramos o zonas de distinto comportamiento en cuanto al terreno subyacente a la explanada

- Rellenos: los rellenos correspondientes a los ejes 2, 6 y 7 estarán constituidos por suelos seleccionados o incluso todo-uno. No obstante, debido a la escasa entidad de los mismos y a la existencia de firme actual en la zona de los nuevos ejes, se opta por diseñar la explanada como si ésta apoyara sobre suelo tolerable (0). El pequeño terraplén que pudiera resultar para el eje 3 se ejecutará con suelo tolerable (0).
- Fondo de desmonte en suelos: los tramos en los que el fondo de la excavación se localice sobre los suelos de alteración de las formaciones rocosas (unidades geotécnicas SD y DH), tendrán el tratamiento de suelo tolerable (0). Esto sucede en los ejes de conexión de la actual MA-3404 (ejes 2, 6 y 7). En los tramos que discurran por la unidad T1, o Q_{CA}, el fondo de desmonte se considerará suelo marginal (IN). Esto sucede en los ejes 10, 13, 15 y en el 14 a partir del P.K. 0+050.

- Fondo de desmonte en roca muy fracturada o meteorizada: las zonas de desmonte que transcurren en roca de grado de meteorización GM-IV, o las zonas del macizo muy fracturadas, en las unidades SD y DH tendrán el tratamiento, a efectos de diseño de la explanada, de suelo seleccionado (2). Esto sucede en los ejes 2, 6 y 14, hasta el P.K. 0+050.

Así, las secciones elegidas para formar la explanada E2 y E3 son las siguientes:

Explanada E-2

- Desmonte:
 - 100 cm de suelo seleccionado 2 (CBR <20)
 - Terreno de apoyo: Suelos marginales
- Terraplén:
 - 75 cm de suelo seleccionado 2 (CBR < 20)
 - Terreno de apoyo: Suelos tolerables

Explanada E-3

- Desmonte en material ripable:
 - 30 cm de S-EST3
 - Terreno de apoyo: Suelos seleccionados 2 (se adopta la opción más conservadora, es decir, con CBR <20)
- Desmonte en ejes de conexión con la actual MA-3404 (ejes 2, 6 y 7)
 - 30 cm de S-EST3
 - 30 cm de suelo seleccionado 2
 - Terreno de apoyo: Suelo tolerable
- Desmonte en suelos marginales:
 - 30 cm S-EST3

- 50 cm suelo seleccionado 2
- Terreno de apoyo: Suelos marginales
- Terraplén
 - 30 cm de S-EST3
 - 30 cm de suelo seleccionado 2
 - Terreno de apoyo: Suelos tolerables

4.2.3.8. Trazado geométrico

DESCRIPCIÓN DE LA ACTUACIÓN

En el Anejo nº 8 Trazado geométrico se incluye la definición y justificación del trazado adoptado en planta, alzado y secciones tipo, una vez realizados los ajustes necesarios, adjuntando los correspondientes listados de definición en planta y rasante.

El objeto del proyecto consiste en facilitar el acceso a la Autopista de Las Pedrizas (AP-46) desde la carretera MA-3404, proporcionando a las poblaciones de Casabermeja y Villanueva de la Concepción una conexión con Málaga y su área metropolitana alternativa a la autovía A-45. Las conexiones previstas son las que tienen una funcionalidad necesaria dentro del esquema viario, para acortar sus tiempos de recorrido: el movimiento de conexión desde Casabermeja hacia Málaga y su área metropolitana por la autopista, y el movimiento de salida de la autopista del tráfico proveniente de Málaga con destino Casabermeja y Villanueva de la Concepción.

La conexión prevista no es propiamente a través de un enlace o semienlace en la autopista, ya que no se conecta directamente con el tronco de la misma, sino que se crea la conexión con el área de peaje de la autopista AP-46, a través del actual camino de servicio, ahora de uso interno de la sociedad concesionaria y adecuado como ramal de enlace, que comunica ambos sentidos de circulación.

Así, el proyecto contempla un vial bidireccional desde la carretera MA-3404 hacia el camino de servicio existente. Ambos sentidos de esta nueva vía confluyen con los actuales sentidos de dicho vial de servicio, aprovechándose un paso inferior existente bajo la autopista.

Por lo tanto no puede hablarse de semienlace propiamente dicho. Es por ello que no se disponen, al no ser necesarios, carriles de cambio de velocidad ni ramales propiamente dichos, tal y como se definen en la Norma 3.1-IC. Los vehículos que, procedentes de Málaga por la autopista quieran salir de ésta hacia la carretera MA-3404, una vez pasadas las cabinas de peaje, abandonarán la playa por el vial de servicio existente, reconvertido como se ha indicado en vial de conexión. Y los que se incorporen a la autopista lo harán directamente a la playa de peaje, donde deben detenerse, por lo que no es necesario un carril de aceleración.

Para conectar el nuevo vial bidireccional con la carretera MA-3404 se prevé la disposición de una glorieta sobre la misma, adaptada a los condicionantes existentes y a los requerimientos funcionales de la conexión. Para el cruce del nuevo vial de servicio bajo la autopista no es necesaria ninguna nueva estructura adicional, puesto que el cruce se produce bajo el primer vano del viaducto de la autopista sobre el río Cauche y la propia carretera MA-3404.

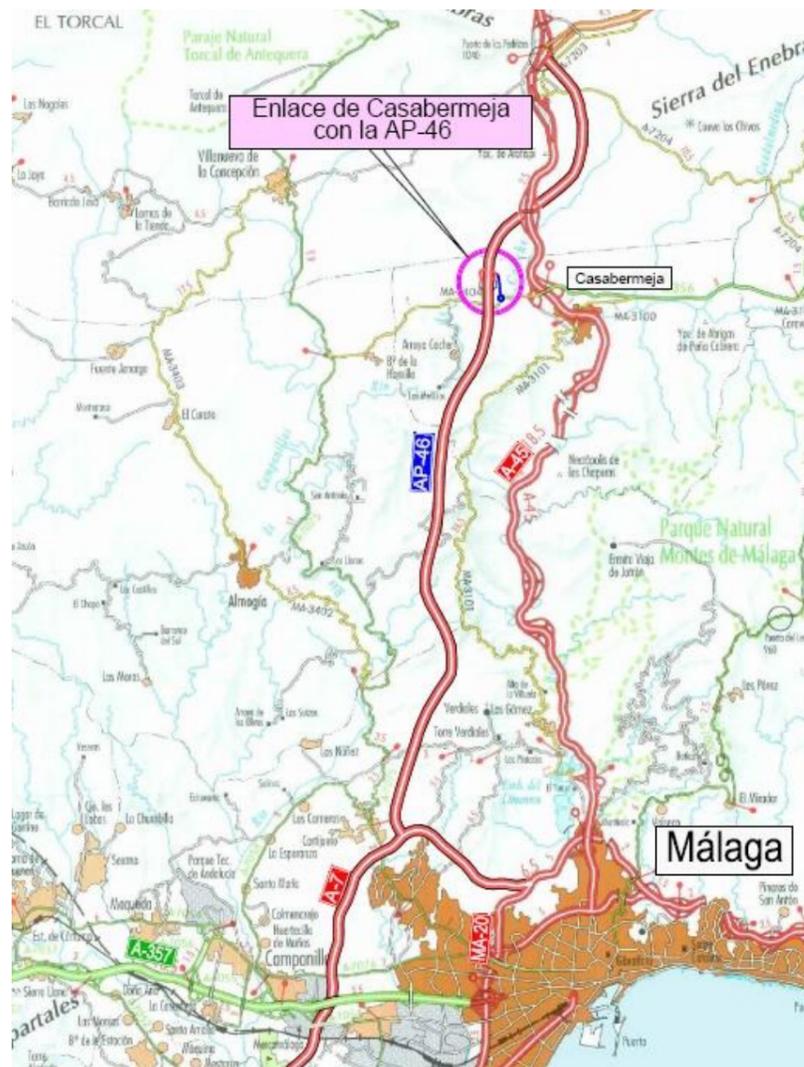
Para que los vehículos de mantenimiento que procedan de la calzada sentido Málaga puedan acceder al área de mantenimiento, se habilita un camino existente una vez superada la zona de cabinas del área de peaje. La entrada a este nuevo camino de servicio está limitada a los equipos de explotación gracias a la colocación de una nueva puerta de acceso. Dado que este camino cruza bajo la autopista por el primer vano de la estructura de ésta sobre el río Cauche y la propia carretera MA-3404, no es necesaria ninguna estructura de cruce nueva. Este nuevo camino de servicio "COEX" se conecta directamente con el área de explotación, sin interferir con el tráfico del área de peaje de la autopista. La parte del camino existente ocupada por el nuevo vial de servicio se repone paralelo al mismo.

Para permitir que los vehículos de mantenimiento de la sociedad concesionaria puedan incorporarse a la autopista en sentido Málaga, estos se

incorporarán en sentido Norte a la salida desde el área de peaje en dirección a Casabermeja para, haciendo uso de la glorieta, regresar al área de peaje, pero en sentido Sur.

Asimismo, para la incorporación a la autopista en sentido norte de los vehículos de mantenimiento de la sociedad concesionaria y para la entrada de estos desde Málaga, se habilita un acceso existente desde el área de explotación al área de peaje, incorporándose los vehículos al tráfico después de las cabinas de peaje.

El emplazamiento de la actuación se refleja en la figura siguiente:



Situación de la actuación proyectada.

Por último, para mantener las condiciones de accesibilidad de las fincas colindantes, se han previsto los accesos de las fincas al nuevo vial, proyectándose los accesos necesarios.

El diseño del trazado se ha efectuado según las indicaciones de la vigente Instrucción de Carreteras, Norma 3.1-IC Trazado (Orden FOM/273/2016, de 19 de febrero, BOE núm. 55 de 4 de marzo de 2016). Se han tenido en cuenta asimismo las “Recomendaciones para el proyecto de intersecciones”, las “Recomendaciones para el proyecto de enlaces” y las “Recomendaciones sobre glorietas”, los tres documentos del Ministerio de Fomento, así como la Orden Circular 32/2012 del Ministerio de Fomento, “Guía de Nudos Viarios”.

PARÁMETROS Y CRITERIOS DE DISEÑO

Dadas las características particulares de los ejes incluidos en el proyecto anteriormente analizadas, no se puede hablar propiamente de velocidad de proyecto en el sentido considerado en la Norma 3.1-IC.

No obstante, se puede considerar la velocidad para la que se han definido los parámetros geométricos de los distintos ejes, teniendo en cuenta la velocidad de circulación señalizada en los mismos. A pesar de esto, los parámetros geométricos se han dispuesto lo más amplio posible, sin crear tampoco falsas expectativas a los usuarios, en unas condiciones de circulación seguras.

El encaje geométrico de los elementos del enlace se ha realizado a partir de un proceso iterativo de ajuste, partiendo de un trazado inicial y analizando posteriormente y de forma sucesiva la trayectoria del vehículo patrón (camión articulado) en cada uno de los posibles movimientos. Se ajustaba el trazado en la medida de lo posible a los requerimientos de la trayectoria, volviendo a realizar el análisis como comprobación de la calidad del trazado.

El vehículo patrón para una glorieta en Situación I, con presencia significativa de vehículos pesados (pero escasa de autocares o autobuses), es el camión articulado.

Como ya se ha explicado, se ha realizado un proceso iterativo para el ajuste del trazado, implantándose los anchos de calzada necesarios en glorietas y resto de ejes para la correcta trayectoria del vehículo patrón.

La disposición de los sobrecanchos necesarios obtenidos del análisis de las trayectorias, se ha realizado a costa de reducir el ancho de la mediana y las dimensiones de las isletas deflectoras; esta misma situación se produce en el entronque del resto de viales con las dos glorietas.

En la tabla siguiente se resumen los principales parámetros geométricos de trazado de los principales ejes del proyecto:

Eje	Movimiento	Radio mínimo [m]	Velocidad máxima [km/h]	Inclinación máxima de rasante [%]	Parámetros mínimos de acuerdos verticales			
					Cóncavo		Convexo	
					Kv [m]	L [m]	Kv [m]	L [m]
1	Vial de conexión bidireccional	120,00 (50,00 en llegada a glorieta)	40	7,35	760	42,869	747,708	40
4	Ramal MA-3404 a AP-46	27	40	4,99	1969,84	118	1800,7	106
5	Ramal AP-46 a MA-3404	20	20	4,915	1.585,89	60	1430,49	88,60
8	Camino de Servicio COEX	40	40	12,00	650	143,00	650	74,75

El objeto del proyecto consiste en la conexión de la carretera MA-3404 con el área de peaje de la autopista. Por ello, todos los movimientos posibles tiene su origen y destino en elementos donde la velocidad de los vehículos es nula (las cabinas del área de peaje) o, como mucho, muy reducida (la glorieta en la carretera MA-3404).

Es por ello que, teniendo en cuenta las consideraciones incluidas en la Orden FOM/3317/2010, de 17 de diciembre, por la que se aprueba la Instrucción sobre las medidas específicas para la mejora de la eficiencia en la ejecución de las obras públicas de infraestructuras ferroviarias, carreteras y aeropuertos del

Ministerio de Fomento, se ha optado por unos parámetros y elementos lo más ajustado posibles, con las adecuadas garantías de seguridad, y optimizando al máximo la inversión necesaria para el diseño de los viales de la conexión de la autopista AP-46 con la carretera MA-3404, dado que se trata de una actuación sobre infraestructuras existentes.

En el Anejo se incorpora la descripción detallada de los ejes del proyecto, así como los listados de definición geométrica de los mismos.

SECCIONES TIPO

A continuación, se detalla la geometría de las secciones tipo proyectadas para los diferentes ejes del Proyecto.

Los ejes correspondientes a los viales de conexión han recibido el tratamiento correspondiente a los ramales de enlace, según se define en la Norma 3.1-IC, con carriles de 4,00 m, más sobrecancho en las curvas de radio reducido, cuando corresponde a ramales con un solo carril y sentido único de circulación. El vial bidireccional dispondrá de carriles de 4 metros de anchura, separados por una banda central cebreada de 3 metros de anchura.

En todos los casos el arcén derecho se ha dispuesto de 1,50 m de ancho, y el izquierdo de 1,0 m de anchura.

Se define una berma de 1,00 m a cada lado en todos los casos.

Los peraltes en los ramales se han fijado atendiendo al criterio establecido en la Norma de Trazado 3.1-IC, con un máximo del 7 %.

El camino de servicio para operaciones de conservación y mantenimiento de la autopista se ha establecido con una anchura de calzada de 5 m, semejante al vial actual, y arcenes de 0,50 m a cada lado. El peralte máximo se ha establecido acorde a la velocidad de circulación, con un máximo del 5 %.

No resultan necesarios carriles adicionales en rampa en el vial de conexión bidireccional. Los caminos proyectados se han dispuesto con una anchura de 5,00 m, semejante a la anchura actual de los caminos a reponer.

4.2.3.9. Movimiento de tierras

En el anejo de movimiento de tierras se ha descrito y justificado la tipología de explanada adoptada en el proyecto así como se han obtenido los volúmenes de movimiento de tierras según el diseño adoptado para los desmontes y terraplenes y la calidad de los distintos materiales obtenidos en la traza.

En cuanto a la explanada, se ha decidido adoptar una explanada de categoría E-3 para los ejes afirmados del proyecto con la excepción del eje denominado "vía de servicio", para el que se adopta una explanada E-2. Las capas con las que se consigue esta explanada son las siguientes:

- **EXPLANADA E-2**

- Desmante:
 - 100 cm de suelo seleccionado 2 (CBR <20)
 - Terreno de apoyo: Suelos marginales
- Terraplén:
 - 75 cm de suelo seleccionado 2 (CBR < 20)
 - Terreno de apoyo: Suelos tolerables

- **EXPLANADA E-3**

- Desmante en material ripable:
 - 30 cm de S-EST3
 - Terreno de apoyo: Suelos seleccionados 2 (se adopta la opción más conservadora, es decir, con CBR <20)
- Desmante en ejes de conexión con la actual MA-3404 (ejes 2, 6 y 7)
 - 30 cm de S-EST3
 - 30 cm de suelo seleccionado 2
 - Terreno de apoyo: Suelo tolerable
- Desmante en suelos marginales:
 - 30 cm S-EST3
 - 50 cm suelo seleccionado 2
 - Terreno de apoyo: Suelos marginales

- Terraplén
 - 30 cm de S-EST3
 - 30 cm de suelo seleccionado 2
 - Terreno de apoyo: Material todo uno

Es importante aclarar los siguientes aspectos:

- Según el anejo de Geotecnia del corredor, los ejes 2, 6 y 7 discurren sobre material de calidad. No obstante, como ya se ha señalado, no se tiene en cuenta la calidad de este material para la explanada debido a la escasa entidad de los mismos y a la existencia de firme actual en la zona de los nuevos ejes, lo que puede dificultar que se cimente la explanada en material de calidad suficiente. Se opta, en este caso, por diseñar la explanada como si ésta apoyara sobre suelo tolerable.
- Los suelos marginales se encuentran en el eje 3, 4, 5 y en el eje 1 a partir del PK 0+050, tal y como se recoge en el anejo de Geotecnia del corredor.
- En el diseño de la explanada de los terraplenes, aunque estos se ejecutan con material todo uno (clasificado como seleccionado), se ha incluido una capa de 30 cm de suelo seleccionado bajo el suelo estabilizado. De esta forma se independiza de la medición global del terraplén la última capa de 30 cm que, lógicamente deberá tener un perfilado y compactación más exigente. Además, al estar prevista la ejecución de los terraplenes con material todo uno, es necesario que las últimas tongadas tengan una granulometría más fina, es decir, el material se clasifique como suelo, en este caso, seleccionado. Como último motivo, en caso de que se modifique la calidad final del material del terraplén (porque se justifique la estabilidad de los mismos en caso de ejecutarse con suelos adecuados o incluso tolerables), no será necesario rediseñar la explanada ni modificar las mediciones de la misma.

Dado que la cubicación de esta capa específica de suelo seleccionado se hace a costa de la cubicación de terraplén, también suelo seleccionado, el presupuesto final apenas se ve modificado salvo por la pequeña diferencia de

precio entre la unidad de terraplén y la unidad específica de suelo seleccionado, debido al mayor control en el nivelado y compactado de esta última capa.

En cuanto a las mediciones del movimiento de tierras, en la tabla adjunta se incluyen las mediciones obtenidas:

CONCEPTO	VOLUMEN
Demolición de firme existente	9.170 m ²
Despeje y desbroce del terreno	36.504,2 m ²
Excavación de tierra vegetal	7.332,8 m ³
Excavación en suelos excavables (marginales a restauración de Préstamo)	12.661,7 m ³
Excavación en suelos excavables en tránsito (adecuados a traza)	10.748,3 m ³
Excavación en roca (seleccionado a traza)	3.031,4 m ³
EXCAVACIÓN EN CUALQUIER TIPO DE TERRENO	26.441,4 m³
Excavación en saneos (marginales a restauración de préstamo)	29.396,0 m ³
Suelos a restauración de préstamos*	46.263,5 m ³
Suelos adecuados disponibles para rellenos*	12.360,5 m ³
Todo uno (suelo seleccionado) disponible para rellenos*	3.789,3 m ³
Terraplén con suelos tolerables como mínimo	11.693,3 m ³
Terraplén con suelos seleccionados ¹	35.710,7 m ³
- S. seleccionados procedentes de la traza	3.789,3 m ³
- S. seleccionados procedentes de préstamo	31.921,4 m ³
Capa drenante con pedraplén procedente de cantera	29.396,0 m ³
Capa de asiento con suelo adecuado procedente de la traza	667,2 m ³
Capa de asiento con suelo seleccionado-2 proc. de préstamo	6.163,3 m ³
Capa de asiento con suelo S-EST3 proc. de préstamo	4.945,5 m ³
Hormigón HM-20	423,3 m ³
Tierra vegetal para restauración de préstamo	3.855,4 m ³
TOTAL MATERIAL DE PRÉSTAMOS (vol. en destino)	43.030,2 m³

*Volúmenes afectados del coeficiente de paso.

De la tabla anterior, se deduce que esta actuación es deficitaria en tierras, por lo que se requiere acudir a préstamos o canteras para el suministro de material

4.2.3.10. Firmes y pavimentos

Para el diseño de las secciones de firme, se ha partido de la categoría de tráfico adoptada para los ejes de proyecto:

- Glorieta, conexión con la carretera MA-3404 y ramal de conexión con la autopista de peaje AP-46: T31
- Camino de servicio COEX: T41

Como explanada, se ha proyectado una explanada de categoría E-3 para todos los ejes del proyecto con categoría de tráfico T31, mientras que para la vía de servicio se adopta una explanada E-2.

Partiendo de la explanada y categoría de tráfico, se han adoptado las siguientes secciones de firme:

- Vial de acceso → Eje 1

Calzada

Rodadura M.B.C tipo AC22 SURF 50/70 S	(0,06 m)
Riego de Adherencia	C60B3 ADH
Capa intermedia M.B.C tipo AC-22 BIN 50/70 S	(0,10 m)
Riego de imprimación	C50BF4 IMP
Subbase de zahorra artificial	(0,25 m)

Arcenes

Rodadura M.B.C tipo AC22 SURF 50/70 S	(0,06 m)
Riego de imprimación	C50BF4 IMP
Subbase de zahorra artificial drenante ZAD	(0,15 m)
Subbase de zahorra artificial ZA	(0,20 m)

- Ramal-1, Ramal-2 y Ramal-3 → Eje 5, Eje 4 y Eje 13

Calzada y arcén interior

Rodadura M.B.C tipo AC22 SURF 50/70 S	(0,06 m)
Riego de Adherencia	C60B3 ADH
Capa intermedia M.B.C tipo AC-22 BIN 50/70 S	(0,10 m)
Riego de imprimación	C50BF4 IMP
Subbase de zahorra artificial	(0,25 m)

Arcén exterior (Arcén: 2,50 m)

Rodadura M.B.C tipo AC22 SURF 50/70 S	(0,06 m)
Riego de imprimación	C50BF4 IMP
Subbase de zahorra artificial drenante ZAD	(0,15 m)
Subbase de zahorra artificial ZA	(0,20 m)

- Glorieta 1 (MA-3404) y 2 → Eje 2 y Eje 3

Calzada y arcén exterior

Rodadura M.B.C tipo AC22 SURF 50/70 S	(0,06 m)
Riego de Adherencia	C60B3 ADH
Capa intermedia M.B.C tipo AC-22 BIN 50/70 S	(0,10 m)
Riego de imprimación	C50BF4 IMP
Subbase de zahorra artificial	(0,25 m)

Arcén interior

Gorjal	(0,18 m)
Subbase de zahorra artificial	(0,25 m)

- Conexión con MA-3404 → Eje 6 y Eje 7

Calzada y arcenes

Rodadura M.B.C tipo AC22 SURF 50/70 S	(0,06 m)
Riego de Adherencia	C60B3 ADH
Capa intermedia M.B.C tipo AC-22 BIN 50/70 S	(0,10 m)
Riego de imprimación	C50BF4 IMP
Subbase de zahorra artificial	(0,25 m)

- Reposición de camino 1 (sin pavimentar) → Eje 9

Zahorra artificial + tratamiento superficial	(0,30 m)
Suelo adecuado	(0,30 m)

- Reposición de camino 2,3 y 4 → Eje 10, Eje 11 y Eje 14

Rodadura M.B.C tipo AC16 surf 50/70 S	(0,05 m)
Riego de imprimación tipo	C50BF4 IMP
Zahorra artificial	(0,30 m)
Suelo adecuado	(0,30 m)

- Camino de servicio (COEX) → Eje 8

Rodadura M.B.C tipo AC16 surf 50/70 S	(0,05 m)
Riego de Adherencia	C60B3 ADH
Capa intermedia M.B.C tipo AC-22 BIN 35/50 S	(0,05 m)
Riego de imprimación tipo	C50BF4 IMP
Zahorra artificial	(0,30m)

- Reposición de Vía Pecuaria → Eje 20

Tramo sin pavimentar:

Zahorra artificial + tratamiento superficial (0,30 m)

Suelo adecuado (0,30 m)

Tramo pavimentado (cruce Vial de Acceso), incluso arceles y tramo inicial (al menos 10 metros) de la reposición de la Vía Pecuaria.

Hormigón de Firme (0,21 m)

Subbase de zahorra artificial (0,20 m)

4.2.3.11. Drenaje

El criterio de más relevancia a la hora de diseñar las obras de drenaje es el periodo de retorno a emplear en su dimensionamiento hidráulico.

Como se ha indicado en el anejo “Climatología e Hidrología”, el período de retorno empleado para la comprobación hidráulica del drenaje transversal es de 500 años (Tal y como recomienda la Dirección General de Planificación del Dominio Público Hidráulico dentro de la actual Secretaría General de Medio Ambiente y Cambio Climático, de la Delegación Territorial de Málaga perteneciente a la Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio).

Los valores del número de Manning a emplear en los cálculos han sido los que recomienda habitualmente dicha Secretaría General de Medio Ambiente y Cambio Climático, que son de 0,035 para obras de drenaje transversal.

Para el dimensionamiento de las obras de drenaje transversal se ha utilizado básicamente la metodología indicada en la norma 5.2-IC “Drenaje superficial” de 2016, imponiendo además una serie de condiciones y limitaciones.

Además de los condicionantes descritos anteriormente, los criterios generales que se han seguido a la hora de dimensionar el drenaje han sido los siguientes:

- Control de entrada: la sección de control del flujo está en la entrada de conducto de desagüe, lo cual viene condicionado, entre otros factores por el hecho de que la altura de energía específica (He) del agua en dicho punto no exceda en más del 20% de la altura del conducto y que la pendiente longitudinal del mismo sea superior a la correspondiente al régimen crítico para el caudal de proyecto.
- Se ha dado ancho suficiente a cada obra de fábrica de forma:
 - Que se adapte en lo posible a la anchura del cauce natural del arroyo.
 - Que se reduzca la altura de lámina en el interior del conducto.
- Al tratarse de la continuación aguas abajo de obras de drenaje existentes, se han proyectado de las mismas dimensiones que las existentes.
- Se ha adoptado como criterio general que el caudal desaguado por las obras de drenaje no vierta directamente sobre el terreno o fincas colindantes, sino que se ha procurado en la medida de lo posible reconducir esos caudales hacia el curso de agua más cercano. De esta manera se mantiene toda la red de escorrentía superficial actual, minimizando al máximo las afecciones a terceros.

En el enlace de la AP-46 con la MA-3404 hay tres obras de drenaje existentes, una es la que sirve para dar continuidad al arroyo Tío Lucas bajo la AP-46 y que consiste en un marco de 3,00 x 2,50 m, otra la que cruza bajo la carretera MA-3404 para dar continuidad bajo la misma al río Cauche y la tercera la situada en el área de peaje, y que consiste en un tubo de hormigón de 1800 mm de diámetro. Ninguna de estas obras de drenaje se ven afectadas por el trazado del presente proyecto.

En la zona de dicho del enlace la única obra de drenaje propuesta es la que servirá para dar continuidad al cauce del arroyo Tío Lucas bajo el Vial de Acceso, que consiste en un marco de 3,00x2,50 m.

Las obras de drenaje proyectadas funcionan con control de entrada, la velocidad es inferior a 6 m/s y no se producen sobreelevaciones significativas, por lo

que se cumplen todos los condicionantes fijados por la nueva Instrucción 5.2-IC “Drenaje superficial”.

A continuación se incluye una tabla con los valores de la velocidad y de las sobreelevaciones producidas.

Situación	Q 500 (m ³ /s)	Tipología	Ancho (m)	Alto (m)	Pendiente (%)	Cota solera entrada O.D.T. (m)	Altura lámina entrada O.D.T. (m)	Cota agua entrada O.D.T. (m)	Cota de agua en el cauce (m)	Sobreelevación (m)
O.D.T. VA-0.30	18.77	Marco pref.	3.00	2.50	4.58	457.46	2.54	460.00	459.64	0.36

Para el cálculo hidráulico de los elementos de drenaje se ha empleado la fórmula de Manning, tal y como recomienda la norma de drenaje

Los elementos proyectados han sido:

- Cunetas.
- Tubos de desagüe.
- Pozos y boquillas de desagüe.
- Bordillos y bajantes prefabricados.

En los terraplenes de altura superior a 2 m, en la margen que reciba la escorrentía superficial de la calzada se protege el talud del terraplén mediante la colocación de un bordillo que provoque la formación de un caz de coronación. El bordillo se desaguará por medio de bajantes prefabricadas de hormigón cuya separación se ha calculado en función de las pendientes y de los caudales de aportación.

Los tipos de cunetas proyectados son los siguientes:

- Cuneta revestida tipo 1, de pie de terraplén y pie de desmonte: Es de sección triangular, de 50 cm de calado y taludes en ambos lados 1V:1H.

- Cuneta revestida tipo 2, de pie de desmonte: Es de sección triangular de 0,5 m de calado y taludes 2H:1V. Su situación es en el pie de desmonte del área de peaje para dar continuidad a la cuneta existente.
- Cuneta revestida tipo 3: Se ha diseñado este tipo de cunetas para dar continuidad a las cunetas trapeziales existentes y en aquellas zonas donde el caudal de aportación es mayor. Es de sección trapezoidal de 0,40 m de base, 0,50 m de calado, taludes 1H:1V.

Los tubos dispuestos bajo la calzada con sus arquetas y boquillas, tienen la función de reconducir el agua para desaguar los caudales de aportación. Se han diseñado de hormigón armado de diámetros 0,40 m, 0,60 m y 0,80 m.

4.2.3.12. Soluciones propuestas al tráfico durante las obras

La ejecución de las obras proyectadas hace necesario disponer de una serie de medidas que permitan la realización de las mismas al tiempo que el tráfico pueda seguir circulando. Para la realización de las soluciones propuestas se consideran dos fases de ejecución, relacionadas con la localización del tajo y la actuación a realizar en cada caso, especialmente en las afecciones producidas sobre la carretera MA-3404.

En el Documento nº 2 Planos, “Soluciones propuestas al tráfico durante la ejecución de las obras”, se representan las dos fases de ejecución de las obras de “Enlace de la AP-46 con la carretera MA-3404”.

En el Anejo nº16 se describen las obras consideradas en cada fase, así como la señalización a disponer según la Norma 8.3-IC.

4.2.3.13. Reposición de caminos

Con objeto de garantizar el acceso a las parcelas colindantes con la carretera y la continuidad de los caminos interceptados por la misma, se han proyectado una red de caminos que las conectan con el viario existente.

El trazado de dichas reposiciones se ajusta, siempre que las particulares condiciones topográficas del entorno lo permitan, a las especificaciones de la Orden

Circular 306/89 PyP sobre calzadas de servicio y accesos a zonas de servicio y la Orden de Accesos de 16 de diciembre de 1997 por lo que se regulan los accesos a las carreteras del Estado, las vías de servicio y la construcción de instalaciones de servicios. Según éstas, se han tratado de evitar, siempre que los condicionantes físicos lo permitan, radios menores de 25 m en planta, limitando las pendientes al 20%.

Se han identificado 2 caminos a reponer y un vía pecuaria- También se ha diseñado un camino de servicio COEX.

En cuanto a la *sección tipo* de los caminos, consistirá en:

- Sección “Camino de Servicio” para uso de servicios COEX:
 - Calzada de una anchura de 5 m.
 - Cuneta triangular hormigonada, de ancho 1,00 m y profundidad de 0,50m. Talud 2H/1V.
- Sección tipo de caminos:
 - Calzada de una anchura de 5 m.
 - Cuneta trapezoidal de ancho 1,40 m. Talud 2H/1V en recta y cuneta triangular de ancho 1,0 m. Talud 2H/1V en curva.
- Sección tipo de Reposición de Vía Pecuaria
 - Calzada de una anchura de 5 m.
 - Lindero vegetal.

Con respecto al firme adoptado, consistirá en:

- Reposición de camino sin pavimentar:

Simple tratamiento superficial	
Zahorra artificial	(0,30 m)
Suelo adecuado	(0,30 m)
- Reposición de camino pavimentado: Camino 3

Particularmente, según la Orden de Accesos de 16 de diciembre de 1997, los caminos de zahorra artificial que den acceso a carreteras afirmadas se

pavimentarán en sus últimos 25 metros previos a la conexión, a medir desde la arista exterior de la calzada de la carretera.

Dada la escasa longitud de estos caminos y su funcionalidad (entronque con el Vial de Acceso al Enlace), serán pavimentarlos en toda su longitud.

Rodadura M.B.C tipo AC16 surf 50/70 S	(0,05 m)
Riego de imprimación tipo	C50BF4 IMP
Zahorra artificial	(0,30 m)
Suelo adecuado	(0,30 m)

- Camino de servicio (COEX):

Rodadura M.B.C tipo AC16 surf 50/70 S	(0,05 m)
Riego de Adherencia	C60B3 ADH
Capa intermedia M.B.C tipo AC-22 BIN 35/50 S	(0,05 m)
Riego de imprimación tipo	C50BF4 IMP
Zahorra artificial	(0,30 m)

- Reposición de Vía Pecuaria

Tramo sin pavimentar:

Zahorra artificial + tratamiento superficial	(0,30 m)
Suelo adecuado	(0,30 m)

Tramo pavimentado (cruce Vial de Acceso), incluso arcones y tramo inicial (al menos 10 metros) de la reposición de la Vía Pecuaria.

Hormigón de Firme	(0,21 m)
Subbase de zahorra artificial	(0,20 m)

La carretera provincial MA-3404 es a su vez una vía pecuaria, por lo que se ha previsto su reposición, con un trazado y características consensuado con los técnicos de Vías Pecuarias de la Delegación Provincial de Málaga.

Por otra parte, el camino de servicio para los equipos COEX discurre bajo el viaducto de la autopista AP-46. Este viaducto presenta una gran altura respecto al terreno natural y no se prevén problemas de gálibo. La reposición de este camino se ha coordinado con el diseño del Camino 1, de forma que se garantiza el acceso a fincas particulares desde la carretera MA-3404.

REPOSICIÓN DE CAMINOS								
EJE	NOMBRE	D.O INICIAL	D.O FINAL	LONGITUD (m)	ANCHO (m)	CAMINO PAVIMENTADO	RADIO MÍNIMO (m)	i (%) Máxima
9	Camino 1 M.D.	0+000	0+243	243,41	5	No	40,00	12,04
8	Camino de Servicio (COEX)	0+000	0+600	600,30	5	SI	40,00	12
11	Camino 3	0+000	0+029	29,61	5	Sí (*)	---	4,71
20	Rep. Vía Pecuaria	0+000	0+247	247,31	5	Sí (**)	---	20,0

(*) Dada la escasa longitud de estos caminos y su funcionalidad (entronque con el Vial de Acceso al Enlace), se prevé pavimentarlos íntegramente.

(**) Únicamente en la longitud de cruce sobre el Vía del Conexión, más 10 metros a cada lado de este vía.

4.2.3.14. Señalización, balizamiento y defensas

Aunque no es objeto del presente Proyecto de Trazado, para el diseño geométrico de los distintos ramales se ha tenido en cuenta todos los elementos de señalización, balizamiento y defensa necesarios de acuerdo a normativa.

4.2.3.15. Integración ambiental

El objeto del anejo de integración ambiental es el estudio y definición, con todas las características que requiere el proyecto, de las medidas correctoras necesarias para minimizar las afecciones que la construcción y explotación de los dos enlaces puede ocasionar sobre el entorno natural en el que se desenvuelven.

Otro objetivo es la elaboración de un plan para el seguimiento y control de la ejecución de las medidas correctoras propuestas y de las variables ambientales más significativas, garantizando la correcta ejecución de estas medidas, a la vez que con el seguimiento se posibilita la evaluación de su diseño. Teniendo como requisito el cumplimiento con el contenido y las prescripciones establecidas en el informe de impacto ambiental emitido por la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental, mediante Resolución del 28 de julio de 2020.

ANÁLISIS AMBIENTAL Y PRINCIPALES AFECCIONES

La zona de estudio se enmarca en el término municipal de Casabermeja, a la altura del área de peaje y explotación de la autopista del Guadalmedina (AP-46).

La hidrología se verá afectada por la proximidad de la traza a los cauces del río Cauche y arroyo del Tío Lucas, que se ve afectado en el tramo existente entre la autopista y la carretera MA-3404. Por su parte el río Cauche se encuentra contiguo a la glorieta a construir sobre la carretera MA-3404.

Con respecto a la hidrogeología, la mayor parte del trazado discurre sobre materiales de naturaleza impermeable, no habiéndose definido ningún sistema acuífero.

La vegetación existente en la zona de estudio son cultivos herbáceos y arbóreos de secano y matorral disperso, pudiendo afectarse algunos árboles situados en la ribera del arroyo del Tío Lucas y acebuches en la zona de reposición de la vía pecuaria.

Se ha realizado un inventario de los árboles que se podrán ver afectados por esta actuación y sus posibilidades de trasplante. Se han localizado 105 árboles. De ellos, hay: un veintisiete acebuches, setenta y siete olivos y un sauce. Este inventario establece que se deberán trasplantar veintisiete individuos, de los que veintidós son acebuches, cuatro olivos de edad considerable y un sauce, todos ellos en estado fitosanitario y porte adecuados.

En el inventario de árboles y arboledas singulares de Andalucía, se recoge un ejemplar situado en las proximidades de la actuación, es el Olivo de Casaria (*Olea europaea var. europaea*), olivo que destaca por su tamaño y edad.

Próximo a la actuación, en las márgenes del río Cauche, se localiza el Hábitats de Interés Comunitario 92D0 Galerías y matorrales ribereños termomediterráneos y 91B0, fresnedas termófilas mediterráneas. En las zonas próximas donde no existen cultivos se encuentra el 6310 de dehesas perennifolias, donde se presenta un acebuchal. Todos ellos calificados en la Directiva 92/43/CEE de 21 de mayo como hábitat no prioritarios.

La elevada antropización del entorno y la influencia de la autopista imponen un importante condicionamiento a la fauna que ocupa este medio, lo que supone una ausencia de fauna de interés.

La afección que se pueda ocasionar sobre la permeabilidad territorial se solventará mediante la conveniente reposición de los caminos afectados que tengan utilidad para acceder a fincas existentes

La única vía pecuaria en el entorno de actuación es la Vereda de Colmenar a Almogía que discurre por la carretera MA-3404 y se afectará en la zona de la glorieta que conecta con la carretera MA-3404, proyectándose la adecuada reposición.

El catálogo patrimonial del ayuntamiento de Casabermeja y los proyectos realizados para la construcción de la autopista AP-46, recogen en las inmediaciones de la actuación dos yacimientos arqueológicos: Cerro de Casa Arias y Puente del río Cauche, que presentan como medida correctora la vigilancia y seguimiento de las obras para evitar que se vean afectados sus valores patrimoniales.

Con respecto al planeamiento urbanístico, actualmente en revisión, se puede indicar que en el documento de aprobación provisional de marzo de 2012 se prevé el enlace de conexión entre la AP-46 y la MA-3404, estando representado el mismo en los planos de clasificación del suelo.

— **VULNERABILIDAD DEL PROYECTO ANTE RIESGOS DE ACCIDENTES GRAVES O DE CATÁSTROFES**

La escasa entidad de la actuación del proyecto de este enlace para la conexión entre la carretera MA-3404 y la autopista AP-46, se puede observar por la mínima ocupación que ocasiona en referencia a las infraestructuras existentes, lo que redundará en una menor probabilidad de ocurrencia de cualquier fenómeno accidental o catastrófico. Cualquiera de estos fenómenos que puedan ocurrir en la zona presentará una incidencia mucho mayor en cualquiera de las infraestructuras existentes en la actualidad, no siendo aun así relevante para el entorno ambiental por los escasos valores que este presenta.

Los riesgos de que ocurran accidentes graves o catástrofes van asociados en este tipo de proyectos a posibles inundaciones, movimientos gravitatorios en masa, fenómenos atmosféricos extremos, incendios forestales, movimientos sísmicos, desplome o fallos de la obra civil y accidentes en el transporte de mercancías peligrosas.

Como conclusión se indica que las actuaciones consideradas en este proyecto, ya sean durante su construcción como explotación, no presentan efectos significativos sobre los factores enumerados en la letra e) del punto 1 del artículo 45 de la Ley 21/2013.

— **CLASIFICACIÓN DEL TERRITORIO**

Para esta clasificación del territorio se ha tenido en cuenta el valor ambiental de las diferentes superficies que integran este territorio y los usos a los que se va a dedicar cada una. Atendiendo a estas consideraciones, se ha establecido una zonificación que clasifica al territorio como zonas excluidas para las instalaciones auxiliares de obra, caminos de obra, etc. Junto con zonas admisibles para tal eventualidad.

Las zonas consideradas como excluidas son: espacios protegidos cercanos, HIC, yacimientos arqueológicos, una franja de 15 m a ambos lados de los cauces, la vía pecuaria y las viviendas y sus proximidades.

— **MEDIDAS CORRECTORAS**

○ *Prevención de contaminación atmosférica*

Para la minimización de los impactos sobre la atmósfera las medidas correctoras que se deberán adoptar consisten principalmente en el riego de superficies generadoras de polvo, en limitar la velocidad de los camiones y aquellos vehículos que transporten tierras u otro tipo de materiales susceptibles de emitir partículas de polvo deberán circular con la carga protegida mediante mallas o lonas.

○ *Prevención del ruido*

Para evitar las molestias por ruido durante las obras se deberán considerar una serie de medidas relacionadas con la maquinaria y limitaciones horarias de circulación de vehículos.

Por otra parte, con respecto a la fase de funcionamiento, se ha realizado un estudio de previsión de niveles sonoros generado por el tráfico que concluye señalando que la actuación considerada no presentará niveles sonoros relevantes que requieran adoptar medidas correctoras.

○ *Protección del sistema hidrológico*

Respecto a la calidad de las aguas, la ejecución de las obras que afectan al arroyo del Tío Lucas, se deberá realizar durante el periodo de estiaje.

Las instalaciones auxiliares y zonas de acopio de materiales se situarán en los propios terrenos de la AP-46, en la zona de explotación y peaje.

Para evitar que el arroyo del Tío Lucas sufra vertidos accidentales, tanto de elementos sólidos como líquidos, se prevé colocar una barrera de retención de sedimentos.

El lavado y limpieza de las cucharas, palas y otros elementos de las retroexcavadoras, bulldozers y demás maquinaria de la obra no se llevará a cabo en el cauce, ni en zonas desde las que se pueda ver afectado.

○ *Protección y conservación de los suelos y de la vegetación*

Para evitar y minimizar las afecciones al medio edáfico y a la vegetación se deberá realizar el jalonamiento de la zona de obra, se retirará y acopiará la tierra vegetal recuperada en la excavación, en caso de ser necesario.

Se ha realizado un inventario del arbolado afectado que concluye considerando adecuados para el trasplante a 27 individuos y que han de ser protegidos 9 de ellos.

○ *Protección de la fauna*

Como ya se ha comentado, la zona de actuación carece de valores faunísticos de interés. No obstante, en cumplimiento de lo que recomienda de

Delegación Territorial de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio de Málaga en su escrito de 17 de septiembre de 2015, como medida preventiva para evitar afecciones a cualquier especie de interés que pudiese haber, antes del inicio de las obras, se realizará una prospección general que determinen la posible presencia o ausencia de especies de interés ambiental.

La permeabilidad del trazado queda totalmente garantizada y se mantiene con las mismas características que actualmente. En este sentido el principal paso de fauna en el entorno de la actuación lo constituye el viaducto sobre el Río Cauche situado previo al área de peaje con una longitud de unos 350 metros. Asimismo, la obra de drenaje proyectada que da continuidad a la existente presenta unas dimensiones adecuadas para que puedan ser utilizadas por carnívoros de pequeño y mediano tamaño (especialmente mustélidos, ginetas, etc.).

Por otra parte, para evitar que las osadas de los jabalíes rompan la base inferior del vallado y accedan al interior de la infraestructura, el cerramiento irá enterrado 40 cm.

○ *Reposición de la vía pecuaria*

La vía pecuaria Vereda de Colmenar a Almogía afectada en la zona de la glorieta que conecta con la carretera MA-3404 se propone reponer mediante una vía alternativa que solventará la afección que se ocasiona con la glorieta proyectada en la MA-3404.

Se proyecta un trazado alternativo mediante una plataforma de 5 m de ancho delimitada por plantaciones lineales a ambos lados.

○ *Protección patrimonio cultural*

Según propone la Delegación Territorial de Cultura y Patrimonio Histórico de Málaga, como medida preventiva la zona anexa a los yacimientos Cerro de Casa Arias y Puente del río Cauche ha de quedar supeditada a un control de movimientos de tierra, conforme establece el Decreto 168/2003, de 17 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Actividades Arqueológicas, en paralelo a la realización de la obra.

o *Integración paisajística*

La tierra vegetal recuperada en la excavación se retirará para ser utilizada en las labores de revegetación.

Dadas las características de las zonas propuestas como préstamos, el volumen de sobrante de la obra se utilizará para rellenar y homogeneizar las zonas explotadas, para su posterior restauración. Por tanto, es imprescindible el relleno de las zonas de préstamo, descartando cualquier otra ubicación para los sobrantes de obra.

Con respecto a los trabajos de adecuación morfológica, en los terraplenes del enlace y la zona de préstamo- vertedero a remodelar se evitarán formas artificiales suavizando lo más posible las pendientes. En las glorietas se realizará un vertido en forma de cuasi casquete polar con mayor altura en la zona central.

o *Revegetaciones*

La revegetación de las zonas alteradas se ha considerado atendiendo a las siguientes unidades de actuación: terraplenes, glorietas, y compensación de los HIC afectados en la zona que ha sido remodelada del préstamo que se utilice.

Cada una de las unidades de restauración se consideran de forma particularizada para describir cada uno de los procedimientos a seguir, las especies que se van a utilizar, porte y características de éstas y la densidad de la plantación.

También se señala el procedimiento de plantación y las actuaciones para mantenimiento y revegetación de la hidrosiembra y las plantaciones.

o *Gestión de residuos*

Durante todo el periodo de construcción y especialmente a la finalización de las obras, deberá mantenerse el entorno afectado por las obras limpio y libre de escombros o cualquier tipo de residuos. La gestión de residuos deberá realizarse según se establecerá en el estudio de residuos de la construcción y demolición que se realizará en el proyecto de construcción.

— **PLAN DE VIGILANCIA AMBIENTAL**

Se ha realizado un programa de seguimiento y vigilancia ambiental con objeto de asegurar que las condiciones de operación se ajustan a las medidas correctoras establecidas en el presente proyecto para este enlace en concreto.

4.2.3.16. Obras complementarias

En el Anejo nº20 se recoge la definición de las obras accesorias o complementarias necesarias para la ejecución, conservación y explotación de la actuación proyectada. Dentro de las mismas se incluyen las siguientes:

- Cerramiento.
- Hito de deslinde.
- Alumbrado.
- Canalizaciones y arquetas para iluminación y fibra óptica.
- Ampliación zona de peaje.
- Actuaciones en vías existentes.
- Puerta de acceso motorizada al inicio del Camino de Servicio COEX.

— CERRAMIENTO

Con carácter general, el cerramiento se sitúa a 3.00 m. en los ramales de enlace proyectados, contados desde la arista exterior de la explanación, considerándose ésta como la intersección del talud del desmonte, del terraplén o de los muros de sostenimiento, colindantes al terreno natural. En el caso de que exista calzada de servicio aproximadamente paralela y muy próxima a la arista exterior de la explanación, el cerramiento se ubicará en la arista exterior de la explanación de la calzada de servicio que queda entre ella y la autovía..

La valla de cerramiento dispone de una malla metálica formada por un enrejado de alambres con abertura del tipo conocido como “ecológico” o cinegético”. La malla rectangular dispone de separación variable entre alambres horizontales, desde 5 cm en base hasta 15 cm en su extremo superior, siendo la separación entre alambres verticales de 15 cm, constante.

Debido a que en la zona existe presencia de ungulados el cerramiento irá enterrado 40 cm y tendrá una altura libre de 2 m estando separados los postes un máximo de 4 m.

— CANALIZACIONES Y ARQUETAS

En el Enlace AP-46 con MA-20 y Enlace AP-46 con MA-3404 se ha adoptado por una canalización general de 4 tubos de polietileno de alta densidad de 110 mm de diámetro exterior corrugado para el cableado de energía y un tritubo de 40 mm en PEAD para cableado de comunicaciones.

La actuación en el Enlace AP-46 con MA-3404 prevé iluminar los siguientes ejes: Vial de Acceso, Glorieta 2, Ramal 2 (desde la Glorieta 2 hasta inicio del Paso Inferior), Paso Inferior y Ramal 1.

Esta canalización recogerá también el cableado necesario para las instalaciones ITS que se describen en el siguiente epígrafe.

— AMPLIACIÓN DE LA ZONA DE PEAJE

Uno de los objetivos del proyecto es la definición de las obras necesarias que permitan definir la ampliación de la playa de peaje adyacente. Para el dimensionamiento y diseño de la playa de peaje se ha mantenido contacto con el organismo titular de la Sociedad Concesionaria de la AP-46, que en base a las estimaciones de tráfico y potencial forma de explotación y gestión prevista para el peaje ha facilitado el diseño propuesto.

Esta ampliación de peaje a construir constará a efectos de instalaciones de maquinaria de peaje, con isletas peatonales que contendrán los equipamientos. El equipamiento de vías se describe en Anejo nº 19. Sistemas ITS y Peaje. La ampliación a construir dotará de canalizaciones y arquetas las nuevas vías e isletas de peaje. Se dispondrá de pasos habilitados entre las nuevas isletas para permitir el paso de personal de servicio.

Entre las actividades contempladas, destacan:

Prolongación de la galería existente para acceso del personal, bajo la playa de peaje.

- Ampliación de la marquesina sobre las nuevas vías de peaje.
- Pavimentación de las nuevas superficies del área de peaje.

- Drenaje superficial de la playa de peaje.
- Canalizaciones y arquetas.

ACTUACIONES EN VÍAS EXISTENTES

Será de reafirmado de la carretera MA-3404 entre el p.k. 0+475 y 0+810, al haberse comprobado la existencia de una actuación reciente de reafirmado en el tramo del p.k. 0+000 al 0+475 y por estar fuera del alcance de este proyecto los p.k. comprendidos entre el 0+810 y el 1+900 (se dá cumplimiento así a la petición que la Diputación de Málaga hace por carta, se adjunta en el Anejo nº22 de Coordinación con otros organismos). Sus características se recogen en el Anejo nº10 Firmes. El tramo de actuación se define en los planos de Obras de Complementarias.

En esta misma vía, y a petición de su titular (Diputación de Málaga) se prevé el despeje y desbroce de los márgenes en la zona de actuación, así como la colocación, en el carril de acceso a la glorieta y en ambos sentidos, de bandas transversales de alerta.

4.2.3.17. Sistemas ITS

En el Anejo nº19 se recoge la definición de los sistemas y equipos necesarios para la conservación y explotación de la actuación proyectada. Dentro de las mismas se incluyen las siguientes:

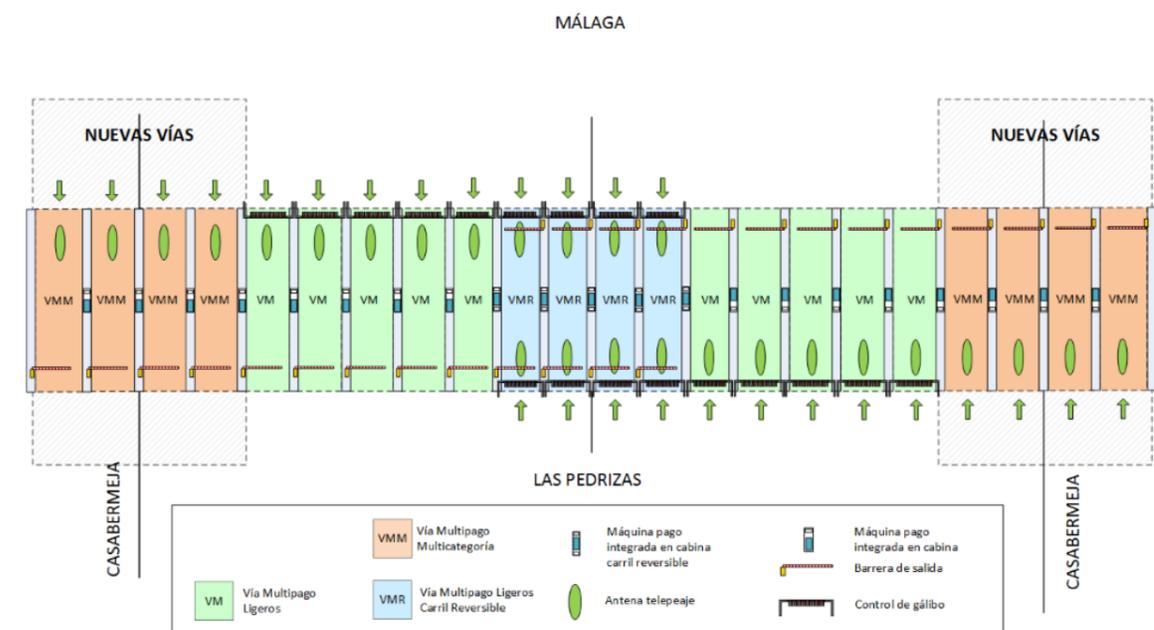
Sistema de Peaje

Se pretende ampliar la playa de peaje con ocho nuevas vías, cuatro por sentido. La dos vías más externas en cada sentido se destinará al nuevo enlace con Casabermeja, pudiendo incorporarse en caso de necesidad al peaje central mediante elementos mecánicos móviles. Las otras dos vías por sentido se destinarán al peaje troncal, funcionando de manera equivalente a las vías existentes, siguiendo el mismo modelo operativo.

Las nuevas vías admitirán Pago Manual, Telepeaje y Pago Automático para lo que se equiparán con todos los periféricos y elementos que permiten realizar el cobro con la intervención de un cobrador, bien sea en efectivo o con Tarjetas

Bancarias, así como la realización del cobro sin necesidad de cobrador, a través del Sistema de Identificación de Vehículos por Radiofrecuencia o bien a través de una máquina que permite el pago con efectivo o tarjeta bancaria:

- Manual: con la intervención de un cobrador se permite el pago en efectivo o con tarjetas bancarias, encargándose el cobrador del proceso de clasificación del vehículo y cobro del peaje. Este modo se utiliza en casos excepcionales en base a la demanda del tráfico (operación salida, periodo vacacional...).
- Automático: mediante efectivo o tarjeta bancaria; disponible para todo tipo de vehículos (sistema multicategoría).
- Telepeaje: además dispone de un Sistema de Identificación de Vehículos por Radiofrecuencia (DSRC) que permite realizar el pago de forma automática y sin necesidad de que el vehículo se pare.



Las dos vías externas por sentido estarán destinadas al nuevo enlace de Casabermeja, mientras que las siguientes dos nuevas vías por sentido serán multicategoría, pensadas para desviar el tráfico de pesados por estas vías laterales dejando libres las centrales para vehículos ligeros. Se mantienen como carriles reversibles los cuatro centrales. En función de la demanda de tráfico se dispondrá de mecanismos de apertura de vías de manera que se pueda incorporar las vías laterales del acceso a Casabermeja como parte del peaje troncal. Todas las vías contarán con antena de telepeaje, cabina para cobro manual y máquina automática de pago de peaje (ATPM) de una o dos alturas (según corresponda) para tarjetas magnéticas/chip/contactless así como metálico con reciclado de monedas y billetes.

A propuesta de la concesionaria se numerarán las nuevas vías de manera acorde al sistema actual, cuidando en todo caso que no se repitan números existentes, incluyendo las vías virtuales y dispositivos móviles para cobro anticipado. En caso de que se decida por una nueva numeración del conjunto de vías (nuevas y existentes) la base de datos existente y los backups guardados habrán de modificarse para que el histórico sea coherente con la nueva numeración.

Salvo por el hecho de tratarse de vías reversibles, tener control de gálibo y contar con máquinas a una o dos alturas, todas las vías serán iguales, y todos sus equipos, incluyendo el procesador de vía, serán intercambiables. El software será el mismo para todas las vías. La dirección “Casabemeja” o “Troncal” será parametrizable en la apertura de vía, contándose además con la funcionalidad de cambiar la dirección para un tránsito concreto con respecto a la dirección de apertura de vía dentro de la opción “Funciones Especiales”.

— Equipamiento para sistemas ITS.

- Cámaras de Televisión (CCTV).
- Panel de Mensajería Variable.
- Estaciones de toma de datos (ETD)

La autopista AP-46 cuenta con un sistema de circuito cerrado de televisión, con un sistema de señalización variable compuesto por Paneles de Mensaje

Variable (PMV) y con un sistema de control de aforos basado en Estaciones de Toma de Datos al que se añadirán las nuevas cámaras, (PMV) y (ETD) a instalar en el Enlace de la AP-46 con la carretera MA-3404.

En el Anejo nº19 se incluye un completo análisis de los equipos necesarios y los sistemas a implantar para el correcto funcionamiento de las nuevas instalaciones, en coordinación con las ya existentes para la Autopista AP-46.

4.2.3.18. Replanteo

En el Anejo 21 se incluyen los listados de replanteo de los ejes del Proyecto desde la red de bases implantada.

En los listados se incluye el punto kilométrico a replantear, el ángulo desde la base de replanteo, la distancia desde la base al punto replanteo y las coordenadas X e Y del punto replanteado.

4.2.3.19. Coordinación con otros organismos

A continuación se relacionan los organismos y administraciones de las cuales se ha solicitado información, de acuerdo con las necesidades del Proyecto.

Es importante señalar que en el Anejo nº22 se recogen tanto la correspondencia enviada/recibida durante los años 2015-2016 (fecha inicial de redacción del Proyecto) como la enviada y recibida en el año 2019 (fecha de actualización del Proyecto).

- Ministerio de Economía y Competitividad: Instituto Geológico y Minero de España.
- Ministerio de Fomento. Demarcación de Carreteras del Estado en Andalucía Oriental.
- Dirección General de Tráfico
- Consejera de Agricultura, Pesca y Desarrollo Rural: Delegación Territorial de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio.
- Consejería de Fomento y Vivienda. Empresa Pública de Suelo de Andalucía (EPSA).

- Consejería de Fomento y Vivienda. Delegación Territorial de Fomento, Vivienda, Turismo y Comercio.
- Delegación Territorial de Educación, Cultura y Deporte.
- Diputación Provincial de Málaga.
- Ayuntamiento de Casabermeja.
- Red Eléctrica Española (REE).
- Endesa.
- IBERDROLA.
- Yoigo Xfera móviles S.A.
- Jazztel
- Movistar
- Vodafone España, S.A.
- ORANGE, S.A.
- Correos Telecom.
- Gas Natural Andalucía, S.A.
- ENAGAS, S.A.
- Repsol YPF, S.A.
- CEPSA EE.SS, S.A.
- Compañía Logística de Hidrocarburos (CLH).

En el anejo correspondiente se incluye una tabla resumen donde se reflejan las comunicaciones mantenidas con cada organismo, así como copia de las cartas y documentos transmitidos. Como se ha indicado, se incluye una tabla para cada remesa de cartas: periodo 2015-2016 y actualización en 2019.

4.2.3.20. Expropiaciones e indemnizaciones

Los terrenos aquí identificados se refieren única y exclusivamente a la actuación denominada Enlace de Casabermeja en la autopista AP-46 con la carretera MA-3404. Dichos terrenos pertenecen al término municipal de Casabermeja, provincia de Málaga.

La expropiación de los terrenos resultantes de la aplicación de los criterios y parámetros definidos en el Anejo nº23 afecta a una superficie de 23.976 m², de los cuales 23.976 m² corresponden a terrenos catalogados como suelo rural.

El desglose de las superficies objeto de expropiación en este tramo se detalla en el siguiente cuadro de clases de suelo:

Término municipal	Rural m ²	Urbanizado m ²	Totales m ²
Casabermeja	23.976	0	23.976

Debe significarse que no existen edificaciones en suelo rural, tampoco se afectan viviendas en suelo urbanizado. Igualmente, no existe imposición de servidumbres u ocupaciones temporales.

La valoración de los bienes y derechos afectados, llevada a cabo a partir de los criterios de peritación descritos en el Anejo nº23, asciende a SETENTA Y SEIS MIL OCHENTA Y OCHO EUROS CON OCHENTA Y CUATRO CÉNTIMOS (76.088,84 €).

4.2.3.21. Justificación de precios

Se han incluido en el Anejo nº 27 los listados de maquinaria, materiales y mano de obra necesarios para la correcta ejecución de la obra.

5. PLAZO DE EJECUCIÓN

En cumplimiento de la Orden FOM/173/2019, de 22 de febrero, el plazo de construcción de dichas obras será de dieciocho meses, a contar desde la fecha de inicio de las mismas.

En el Anejo nº 25 se justifica este plazo y se incluye una programación indicativa para el desarrollo de las obras.

6. PRESUPUESTO

6.1. PRESUPUESTO DE LAS OBRAS

La estimación del Presupuesto de Ejecución Material de las obras se desglosa según los distintos capítulos considerados de acuerdo con lo indicado a continuación:

CAPÍTULO	ACTUACIÓN		TOTAL (€)	%
	ENLACE AP-46 con MA-20	ENLACE AP-46 CON MA-3404		
1 EXPLANACIÓN	2.611.670,37	921.486,04	3.533.156,41	20,19%
2 DRENAJE	615.191,91	251.160,40	866.352,31	4,95%
3 FIRMES	829.893,11	443.220,44	1.273.113,55	7,28%
4 ESTRUCTURAS	4.123.675,67		4.123.675,67	23,57%
5 SEÑALIZACIÓN, BALIZAMIENTO Y DEFENSAS	805.106,03	255.380,84	1.060.486,87	6,06%
6 SOLUCIONES PROPUESTAS AL TRÁFICO	458.283,92	54.861,78	513.145,70	2,93%
7 INTEGRACIÓN AMBIENTAL	465.906,59	153.584,77	619.491,36	3,54%
8 SISTEMAS ITS	416.068,55	3.481.401,25	3.897.469,80	22,28%
9 OBRAS COMPLEMENTARIAS	314.548,05	549.681,40	864.229,45	4,94%
10 REPOSICIÓN DE SERVIDUMBRES Y SERVICIOS	219.800,77		219.800,77	1,26%
11 GESTIÓN DE RESIDUOS	135.056,81	176.861,44	311.918,25	1,78%
VARIOS			134.129,60	0,77%
SEGURIDAD Y SALUD			78.277,79	0,45%
PRESUPUESTO EJECUCIÓN MATERIAL			17.495.247,53	100%

En consecuencia, la estimación del Presupuesto de Ejecución Material de las obras objeto del presente Proyecto de Trazado asciende a la cantidad de: DIECISIETE MILLONES CUATROCIENTOS NOVENTA Y CINCO MIL DOSCIENTOS CUARENTA Y SIETE EUROS CON CINCUENTA Y TRÉS CÉNTIMOS (17.495.247,53 €).

Por su parte, el Presupuesto Base de Licitación, excluido el I.V.A., de las obras asciende a la cantidad de: VEINTE MILLONES OCHOCIENTOS DIECINUEVE MIL TRESCIENTOS CUARENTA Y CUATRO EUROS CON CINCUENTA Y SEIS CÉNTIMOS (20.819.344,56 €), incluyendo el 13% de Gastos Generales (2.274.382,18 €) y el 6% de Beneficio Industrial (1.049.714,85 €), atendiendo al artículo 131 del Real Decreto 1098/2001, de 12 de octubre, por el que se aprueba el Reglamento General de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas.

El Presupuesto Base de Licitación, incluido el 21% de I.V.A. (4.372.062,36€), asciende a la cantidad de: VEINTICINCO MILLONES CIENTO NOVENTA Y UN MIL CUATROCIENTOS SEIS EUROS CON NOVENTA Y DOS CÉNTIMOS (25.191.406,92 €).

6.2. PRESUPUESTO DE INVERSIÓN

Se obtiene añadiendo al presupuesto base de licitación el valor de las expropiaciones, el presupuesto del Programa de Vigilancia Ambiental y el 1,0 % sobre el Presupuesto de Ejecución Material, para trabajos de conservación o enriquecimiento del Patrimonio Histórico (Art. 68.1 de la Ley 16/1985, de 25 de junio, del Patrimonio Histórico Español), al ser el presupuesto de la obra superior a 601.012,10 EUR.

Tabla nº2: Estimación del Presupuesto de Inversión

CONCEPTO	TOTAL (€)
Presupuesto Base de Licitación con I.V.A.	25.191.406,92
Presupuesto estimado para expropiaciones	486.508,42
Presupuesto estimado del programa de vigilancia ambiental	59.882,04
Partida cultural, 1,0% sobre PEM (Orden FOM/25/2019) *	174.952,47
PRESUPUESTO DE INVERSIÓN	25.912.749,85

*Las entidades concesionarias quedan exentas del incremento del 0,5%, según se recoge en la Orden FOM/25/2019.
 Los ensayos de autocontrol serán totalmente a cargo del Contratista de las obras, mientras que los ensayos de contraste lo serán hasta una cuantía equivalente al 1% del P.E.M. Si excediera esta cantidad, la diferencia será a cuenta de la Dirección de Obra.*

Asciende el presupuesto de inversión a la expresada cantidad de VEINTICINCO MILLONES NOVECIENTOS DOCE MIL SETECIENTOS CUARENTA Y NUEVE EUROS CON OCHENTA Y CINCO CÉNTIMOS (25.912.749,85 €).

7. LEGISLACIÓN Y NORMATIVA TENIDA EN CUENTA EN LA REDACCIÓN DEL PROYECTO

Para la redacción del Proyecto se ha tenido en cuenta la relación de legislación y normativa que se indica a continuación, agrupada por temas:

- Legislación y normativa general
 - Real Decreto 1812/1994, de 2 de septiembre, por el que se aprueba el Reglamento General de Carreteras (BOE del 23).
 - Ley 9/2017, de 8 de noviembre, de Contratos del Sector Público, por la que se transponen al ordenamiento jurídico español las Directivas del Parlamento Europeo y del Consejo 2014/23/UE y 2014/24/UE, de 26 de febrero de 2014.
 - Real Decreto 773/2015, de 28 de agosto, por el que se modifican determinados preceptos del Reglamento General de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas, aprobado por el Real Decreto 1098/2001, de 12 de octubre.
 - Real Decreto 1359/2011, de 7 de octubre, por el que se aprueba la relación de materiales básicos y las fórmulas-tipo generales de revisión de precios de los contratos de obras y de contratos de suministro de fabricación de armamento y equipamiento de las Administraciones Públicas.
 - Decreto 3854/70, de 31 de diciembre, por el que se aprueba el Pliego de Cláusulas Administrativas Generales para la Contratación de Obras del Estado (BOE del 16 de febrero de 1971).
 - Ley 37/2015, de 29 de septiembre, de Carreteras.
 - N.S. 8/2014, Recomendaciones para la redacción de los Proyectos de Trazado de Carreteras.



- Orden Circular 31/2012, de 12 de diciembre de 2012, sobre propuesta y fijación de fórmulas polinómicas de revisión de precios en los proyectos de obras de la Dirección General de Carreteras.
- Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para obras de carreteras y puentes de la Dirección General de Carreteras (PG-3). Orden Ministerial de 6 de febrero de 1976. La Orden FOM/2523/2014 actualiza artículos de materiales básicos, firmes, pavimentos, señalización, balizamiento y sistemas de contención de vehículos (BOE del 3 de enero de 2015). Orden FOM/1382/2002 actualiza artículos de explanaciones, drenajes y cimentaciones (BOE del 11 de junio de 2002; corrección de erratas BOE 26 de noviembre de 2002). La Orden FOM/475/2002 actualiza artículos de hormigones y aceros (BOE del 6 de marzo de 2002)circulares.
- Orden FOM/2873/2007, de 24 de septiembre, sobre procedimientos complementarios para autorizar nuevos enlaces o modificar los existentes en las carreteras del Estado.
- Orden FOM/3317/2010, de 17 de diciembre, por la que se aprueba la Instrucción sobre las medidas específicas para la mejora de la eficiencia en la ejecución de las obras públicas de infraestructuras ferroviarias, carreteras y aeropuertos del Ministerio de Fomento (BOE del 23 de diciembre de 2010).
- Orden Circular 37/2016, Base de Precios de referencia de la Dirección General de Carreteras.
- Orden Circular 1/2019, de 18 de marzo, sobre aplicación de los eurocódigos a los proyectos de carreteras.
- O.C. 22/2007, Instrucciones complementarias para la tramitación de Proyectos.
- N.S. 1/2010, Presentación y edición de proyectos tramitados por la Subdirección General de Proyectos.

- Topografía y Cartografía

- Nota de Servicio 2/2010, sobre *Cartografía a incluir en los proyectos de la Dirección General de Carreteras*.

- Trazado de carreteras

- Orden FOM/273/2016, de 19 de febrero de 2016, por la que se aprueba la Norma 3.1-IC "Trazado" de la Instrucción de Carreteras (BOE del 4 de marzo de 2016).
- **Orden Circular 32/12**, de 14 de diciembre, sobre guía de nudos viarios.
- Orden, de 16 de diciembre de 1997, del Ministerio de Fomento, por la que se aprueban los accesos a las carreteras del Estado, las vías de servicio y la construcción de instalaciones de servicios (BOE del 24 de enero de 1998). Modificada por Orden Ministerial de 13 de septiembre de 2001 del Ministro de Fomento (BOE del 26 de septiembre de 2001), por Orden FOM/392/2006, de 14 de febrero, (BOE 18 de febrero de 2006) y por Orden FOM/1740/2006, de 24 de mayo (BOE 6 de junio de 2006).

- Drenaje

- Orden Circular 17/2003: Recomendaciones para el proyecto y construcción del drenaje subterráneo en obras de carretera.
- Orden FOM298/2016, de 15 de febrero, por la que se aprueba la Norma 5.2-IC sobredrenaje superficial (BOE del 10 marzo de 2016)..
- Mapa para el cálculo de máximas precipitaciones diarias en la España peninsular.
- Cálculo hidrometeorológico de caudales máximos en pequeñas cuencas naturales, mayo de 1987.

- Geotecnia y movimiento de tierras

- N.S. 3/2012. Recomendaciones sobre la campaña geotécnica en los Proyectos de la Dirección General de Carreteras.
- Guía para el proyecto y la ejecución de muros de escollera en obras de carretera, agosto de 2006. Esta publicación anula a las anteriores Recomendaciones para el diseño y construcción de muros de escollera en obras de carreteras de 1998 y al capítulo 5 de la publicación Tipología de muros de carretera.
- Guía para el proyecto y la ejecución de micropilotes en obras de carretera. Dirección General de Carreteras, octubre de 2005.
- Guía para el diseño y la ejecución de anclajes al terreno en obras de carretera. Dirección General de Carreteras, 2ª edición revisada - junio de 2003.
- Guía de cimentaciones en obras de carreteras. Dirección General de Carreteras, 3ª edición revisada - diciembre de 2009.
- Tipología de muros de carretera. Dirección General de Carreteras, 2ª edición revisada julio de 2002. El capítulo 5 de muros de escollera se considera obsoleto y sustituido en la práctica por la Guía para el proyecto y la ejecución de muros de escollera en obras de carretera, agosto de 2006.
- Protección contra desprendimientos de rocas. Pantallas dinámicas. Dirección General de Carreteras 1996.
- Manual para el proyecto y ejecución de estructuras de suelo reforzado. Dirección General de Carreteras, enero de 1989.

- Tráfico y Firmes

- N.S. 5/2014, sobre prescripciones y recomendaciones técnicas para la realización de estudios de tráfico en los Estudios Informativos, Anteproyectos y Proyectos de Carreteras.
- Orden FOM/3460/2003, de 28 de noviembre, por la que se aprueba la Norma 6.1-IC "Secciones de firme", de la Instrucción de Carreteras (BOE del 12 de diciembre de 2003).
- Nota de Servicio 5/2006, de 22 de septiembre de 2006, sobre explanaciones y capas de firme tratadas con cemento.
- Orden FOM/3459/2003, de 28 de noviembre, por la que se aprueba la Norma 6.3-I.C. Rehabilitación de firmes, de la instrucción de carreteras (BOE de 12 de diciembre de 2003).

- Estructuras

- Instrucción de Hormigón Estructural EHE-08, aprobada por Real Decreto 1247/2008 de 18 de julio.
- Instrucción para la Recepción de cementos, RC-08, aprobada por Real Decreto 956/2008, de 6 de junio.
- Instrucción sobre las acciones a considerar en el proyecto de puentes de carretera (IAP-11) aprobada por Orden, del Ministerio de Fomento, de 29 de septiembre de 2011 (BOE de 21 de octubre de 2011).
- Recomendaciones para la realización de pruebas de carga de recepción en puentes de carreteras. Dirección General de Carreteras, 1999.
- Orden Circular 11/2002, de 27 de noviembre, sobre criterios a tener en cuenta en el proyecto y construcción de puentes con elementos prefabricados de hormigón estructural.
- ORDEN FOM/3818/2007, de 10 de diciembre, por la que se dictan instrucciones complementarias para la utilización de elementos auxiliares de obra en la construcción de puentes de carretera (BOE 27-12-07)

- Norma de Construcción Sismorresistente: parte general y edificación (NCSE-02), aprobada por el Real Decreto 997/2002, de 27 de septiembre.
- Norma de Construcción Sismorresistente: Puentes (NCSP-07), aprobada por el Real Decreto 637/2007, de 18 de mayo.

- Medio ambiente

Prevención y corrección de impactos

Legislación estatal

- Ley 21/2013 de 9 de diciembre, de Evaluación Ambiental.

Legislación autonómica

- Ley 7/2007, de 9 de julio, de Gestión Integrada de la Calidad Ambiental de la Comunidad Autónoma Andaluza.

Urbanismo

Legislación estatal

- Real Decreto Legislativo 7/2015, de 31 de octubre por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Suelo y Rehabilitación Urbana.

Legislación autonómica

- Ley Autonómica 1/1994, de 11/01/1994, de Ordenación del Territorio de la Comunidad Autónoma de Andalucía.
- Ley Autonómica 7/2002, de 17/12/2002, de Ordenación Urbanística de Andalucía.
- Ley Autonómica 2/2012, de 30 de enero, de modificación de la Ley 7/2002, de 17 de diciembre, de Ordenación Urbanística de Andalucía.

Atmósfera

Legislación estatal

- Ley 34/2007, de 15 de noviembre, de calidad del aire y protección de la atmósfera.

Legislación autonómica

- Ley 7/2007, de 9 de julio, de Gestión Integrada de la Calidad.
- Decreto 239/2011, de 12 de julio por el que se regula la calidad del medio ambiente atmosférico y se crea el Registro de Sistemas de Evaluación de la Calidad del Aire en Andalucía.

Aguas

Legislación estatal

- Real Decreto 849/1986, de 11/04/1986, por el que se aprueba el Reglamento del Dominio Público Hidráulico, que desarrolla los títulos Preliminar, I, IV, V, VI y VII de la Ley 29/1985, de 2 de agosto, de Aguas.
- Real Decreto 927/1988, de 29 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de desarrollo de los Títulos I y II de la Ley de Aguas.
- Real Decreto-Ley 11/1995, de 28 de diciembre, por el que se establecen las normas aplicables al tratamiento de las aguas residuales urbanas.
- Real Decreto 509/1996, de 15 de marzo, de desarrollo del Real Decreto-Ley 11/1995, de 28 de diciembre, por el que se establecen las normas aplicables al tratamiento de las aguas residuales urbanas.
- Real Decreto 2.116/1998, de 2 de octubre, por el que se modifica el Real Decreto 509/1996, por el que se establecen las normas aplicables al tratamiento de las aguas residuales urbanas.
- Real Decreto 1290/2012, de 7 de septiembre, Artículo segundo del Real Decreto 1290/2012: Modificación del Real Decreto 509/1996, de 15 de



marzo, de desarrollo del Real Decreto-Ley 11/1995, de 28 de diciembre, por el que se establecen las normas aplicables al tratamiento de aguas residuales urbanas.

- Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20/07/2001, por el que se aprueba el Texto Refundido de la Ley de Aguas.

Residuos

Legislación estatal

- Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados.
- Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.
- Ley 11/1997, de 24 de abril de 1997, de Envases y Residuos de Envases.
- Real Decreto 782/1998, de 30 de abril de 1998, por el que se aprueba el Reglamento para el desarrollo y ejecución de la Ley 11/97, de 24 de abril, de Envases y Residuos de Envases.
- Real Decreto 252/2006, de 3 de marzo, por el que se revisan los objetivos de reciclado y valorización establecidos en la Ley 11/1997, de 24 de abril, de Envases y Residuos de Envases, y por el que se modifica el Reglamento para su ejecución, aprobado por el Real Decreto 782/1998, de 30 de abril.
- Orden 304/2002, de 08/02/2002, MAM: Se publican las operaciones de Valorización y Eliminación de residuos y la Lista Europea de Residuos.
- Real Decreto 952/1997, de 20/06/1997, Se modifica el Reglamento para la ejecución de la Ley 20/1986, de 14 de mayo, Básica de Residuos Tóxicos y Peligrosos, aprobado mediante Real Decreto 833/1988.
- Real Decreto 1481/2001, de 27/12/2001, Se regula la eliminación de residuos mediante depósito en Vertedero.

- R.D. 833/1.988 de 20 de julio de 1.988, por el que se aprueba el Reglamento para la ejecución de la Ley 20/1.986. Básica de Residuos Tóxicos y Peligrosos
- R.D. 363/1.995, de 10 de marzo, por el que se aprueba el Reglamento sobre la notificación de sustancias nuevas y clasificación, envasado y etiquetado de sustancias peligrosas.
- Real Decreto 367/2010, de 26 de marzo, Artículo 7 del Real Decreto de modificación de diversos reglamentos del área de medio ambiente para su adaptación a la Ley 17/2009, de 23 de noviembre, sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio, y a la Ley 25/2009, de 22 de diciembre, de modificación de diversas leyes para su adaptación a la Ley de libre acceso a actividades de servicios y su ejercicio, de modificación del Reglamento de residuos tóxicos y peligrosos aprobado por el Real Decreto 833/1988.
- R.D. 952/1.997 de 20 de junio de 1.997, por el que se modifica el Reglamento para la ejecución de la Ley 20/1.986, de 14 de mayo, Básica de Residuos Tóxicos y Peligrosos, aprobado mediante Real Decreto 833/1.988, de 20 de julio.
- Real Decreto 97/2014, de 14 de febrero, Se regulan las operaciones de transporte de mercancías peligrosas por carretera en territorio español.

Legislación autonómica

- Decreto 73/2012, de 20 de marzo, se aprueba el Reglamento de Residuos de Andalucía.
- Decreto 218/1999, de 26 de octubre, por el que se aprueba el Plan Director Territorial de Gestión de Residuos Urbanos.
- Decreto 99/2004, de 9 de marzo, por el que se aprueba el Plan de Gestión de Residuos Peligrosos de Andalucía.
- Ley 7/2007, de 9 de Julio, de Gestión Integrada de la Calidad Ambiental.

- Decreto 73/2012, de 20 de marzo, por el que se aprueba el Reglamento de Residuos de Andalucía.
- Decreto 99/2004 de 9 de marzo, por el que se aprueba la revisión del Plan Gestión de Residuos Peligrosos de Andalucía.

Ruidos y vibraciones

Legislación estatal

- Ley 37/2003, de 17/11/2003, del Ruido.
- Real Decreto 1513/2005, de 16/12/2005. Se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, en lo referente a la evaluación y gestión del ruido ambiental.
- Real Decreto 1367/2007, de 19/10/2007. Se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, en lo referente a Zonificación Acústica, Objetivos de Calidad y Emisiones Acústicas.
- Real Decreto 286/2006, de 10 de marzo, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido.
- Real Decreto 524/2006, de 28 de abril, por el que se modifica el Real Decreto 212/2002, de 22 de febrero, por el que se regulan las emisiones sonoras en el entorno debidas a determinadas máquinas de uso al aire libre.
- Orden PCI/1319/2018, de 7 de diciembre, por la que se modifica el Anexo II del Real Decreto 1513/2005, de 16 de diciembre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del ruido, en lo referente a la evaluación del ruido ambiental.

Legislación autonómica

- Decreto 6/2012, de 17 de enero por el que se aprueba el Reglamento de Protección contra la Contaminación Acústica en Andalucía, y se modifica

el Decreto 357/2010, de 3 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento para la Protección de la Calidad del Cielo Nocturno frente a la contaminación lumínica y el establecimiento de medidas de ahorro y eficiencia energética.

Flora, fauna y Espacios Naturales Protegidos.

Unión Europea

- Directiva 2009/147/CE de 30 de noviembre, relativa a la conservación de las aves silvestres.
- Directiva 92/43/CEE, de 21 de mayo de 1992, de conservación de los espacios naturales y de la fauna y flora silvestres. (Directiva Hábitats).

Legislación estatal

- Ley 42/2007, de 13/12/2007, Del Patrimonio Natural y la Biodiversidad.
- Real Decreto 1015/2013, de 20/12/2013, por el que se modifican los anexos I, II y V de la Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad.
- Real Decreto 139/2011, de 4 de febrero para el desarrollo del Listado de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial y del Catálogo Español de Especies Amenazadas.
- Real Decreto 1997/1995, de 7 de diciembre, por el que se establecen medidas para contribuir a garantizar la biodiversidad mediante la conservación de los hábitats naturales y de la fauna y flora silvestres.
- Real Decreto 1421/2006, de 1 de diciembre, por el que se modifica el Real Decreto 1997/1995, de 7 de diciembre, por el que se establecen medidas para contribuir a garantizar la biodiversidad mediante la conservación de los hábitats naturales y de la flora y fauna silvestres.

Legislación autonómica

- Ley Autonómica 2/1989, de 18/07/1989, se aprueba el Inventario de Espacios Naturales Protegidos de Andalucía y se establecen medidas adicionales para su protección.
- Ley 8/2003, de 28 de octubre, de la flora y la fauna silvestres de Andalucía.
- Decreto 95/2003, de 8 de abril, por el que se regula la red de espacios naturales protegidos de Andalucía y su registro.
- Ley Autonómica 2/1995, de 01/06/1995, sobre modificación de la Ley 2/1989, de 18 de julio, por la que se aprueba el inventario de espacios naturales protegidos de Andalucía y se establecen medidas adicionales para su protección.
- Ley 6/1996, de 18 de julio, relativa a la modificación del artículo 20 de la Ley 2/1989, de 18 de julio, por la que se aprueba el inventario de espacios naturales protegidos de Andalucía.
- Decreto 23/2012, de 14 de febrero por el que se regula la conservación y el uso sostenible de la flora y la fauna silvestres y sus hábitats.
- Decreto 4/1986, de 22/01/1986, se amplía la lista de especies protegidas y se dictan normas para su protección en el territorio de la Comunidad Autónoma de Andalucía.

Montes y especies forestales

Legislación estatal

- Ley 43/2003, de 21/11/2003, de Montes.
- Ley 10/2006, de 28/04/2006, se modifica la Ley 43/2003, de 21 de noviembre, de Montes.

Legislación autonómica

- Ley 2/1992, de 15 de junio, Forestal de Andalucía.
- Decreto 208/1997, de 9 de septiembre, por el que se aprueba el Reglamento Forestal de Andalucía.

Protección contra incendios forestales

Legislación autonómica

- Ley 5/1999, de 29 de junio, de Prevención y Lucha contra incendios forestales.
- Decreto 247/2001, de 13 de noviembre, de Prevención y Lucha contra los Incendios Forestales.

Vías pecuarias

Legislación estatal

- Ley 3/1995, de 23/03/1995, de Vías Pecuarias.
- Legislación autonómica
- Decreto 155/1998, de 21/07/1998, se aprueba el Reglamento de Vías Pecuarias de la Comunidad Autónoma de Andalucía.

Patrimonio histórico cultural

Legislación autonómica

- Ley 14/2007, de 26 de noviembre, del Patrimonio Histórico de Andalucía.
- Decreto 168/2003, de 17/06/2003, Se aprueba el Reglamento de Actividades Arqueológicas.
- Decreto 19/1995, de 7 de febrero, por el que se aprueba el Reglamento de Protección y Fomento de Patrimonio Histórico de Andalucía.

- Señalización, obras complementarias, desvíos provisionales

Señalización vertical

- **Orden FOM 534/2014**, de 20 de marzo, por la que se aprueba la Norma 8.1-IC “Señalización vertical”.
- Catálogo de Señales verticales de Circulación (tomo I “Características de las Señales” y tomo II “Catálogo y significado de las Señales”, publicado por la Dirección General de Carreteras del MOPT en junio de 1992.

Señalización horizontal

- Norma 8.2-IC “Marcas viales”, aprobada por Orden Ministerial de 16 de julio de 1987.
- Nota de servicio 2/2007 sobre los criterios de aplicación y de mantenimiento de las características de la señalización horizontal (15-2-07).
- Guía para el proyecto y ejecución de obras de señalización horizontal. Dirección General de Carreteras, diciembre 2012.

Señalización de obras

- Norma 8.3-IC “Señalización, balizamiento, defensa y terminación de obras”, aprobada por Orden Ministerial de 31 de agosto de 1987.
- Manual de ejemplos de señalización de obras fijas, Ministerio de Fomento, 1997.
- Señalización móvil de obras, Ministerio de Fomento, 1997.
- Orden Circular 15/2003 sobre “Señalización de los tramos afectados por la puesta en servicio de las obras”. Remate de las obras.
- Orden Circular. 16/2003, de 20 de noviembre, sobre intensificación y ubicación de carteles de obras

Sistemas de contención

- Orden Circular 35/2014 sobre criterios de aplicación de sistemas de contención de vehículos, de mayo de 2014.
- N.S. 5/2012: Recomendaciones para la redacción del apartado “Barreras de seguridad” del Anejo “Señalización, balizamiento y defensas”, de los Proyectos de la Dirección General de Carreteras.

Balizamiento

- Orden Circular 309/90 C y E sobre hitos de arista.

- Sistemas Inteligentes de Transporte

- N.S. 1/2014: Recomendaciones para la especificación de los requisitos sobre ITS (Sistemas Inteligentes de Transporte) en Estudios Informativos, Anteproyectos y Proyectos de Construcción de la Red Estatal de Carreteras.

- Expropiaciones, planeamiento y servicios afectados

- Ley de Expropiación Forzosa, publicada en el BOE el 17 de diciembre de 1954.
- Reglamento de la Ley de Expropiación Forzosa, aprobado por Decreto de 26 de abril de 1957.
- Nota de Servicio 4/2010, de 7 de julio, sobre el estudio de las expropiaciones en los proyectos de trazado de la Dirección General de Carreteras.
- O.C. de 7 de marzo de 1994 y O.C. de 4 de noviembre de 1996 sobre modificación de servicios en los proyectos de obras.

8. DOCUMENTOS QUE INTEGRAN EL PROYECTO

El presente Proyecto consta de los siguientes documentos:

DOCUMENTO Nº 1: MEMORIA Y ANEJOS

- MEMORIA
- ANEJOS A LA MEMORIA
 - Anejo nº 1: Antecedentes
 - Anejo nº 2: Cartografía y topografía
 - Anejo nº 3: Geología y procedencia de materiales
 - Anejo nº 4: Efectos sísmicos
 - Anejo nº 5: Climatología e hidrología
 - Anejo nº 6: Planeamiento y Tráfico
 - Anejo nº 7: Geotecnia del corredor
 - Anejo nº 8: Trazado geométrico
 - Anejo nº 9: Movimiento de tierras
 - Anejo nº 10: Firmes y pavimentos
 - Anejo nº 11: Drenaje
 - Anejo nº 12: Geotecnia de cimentación de estructuras
 - Anejo nº 13: Estructuras
 - Anejo nº 15: Reposición de caminos
 - Anejo nº 16: Soluciones propuestas al tráfico durante la ejecución de las obras
 - Anejo nº 18: Integración ambiental
 - Anejo nº 19: ITS.
 - Anejo nº 20: Obras complementarias
 - Anejo nº 21: Replanteo
 - Anejo nº 22: Coordinación con otros organismos y servicios

- Anejo nº 23: Expropiaciones e indemnizaciones
- Anejo nº 24: Reposición de servicios
- Anejo nº 25: Plan de obras
- Anejo nº 27: Justificación de precios
- Anejo nº 28: Presupuesto de inversión

DOCUMENTO Nº 2: PLANOS

- 2.1: Índice del documento
- 2.2: Plano de situación
- 2.3: Plano de conjunto
- 2.4: Trazado
- 2.5: Secciones transversales tipo
- 2.6: Drenaje
- 2.7: Estructuras y muros
- 2.8: Soluciones propuestas al tráfico durante la ejecución de las obras
- 2.9: Integración ambiental
- 2.10: Sistemas de Transporte Inteligente (ITS)
- 2.11: Obras complementarias
- 2.12: Reposición servidumbres y servicios afectados

(cada capítulo de planos está estructurado en dos actuaciones: AP-46 con MA-20 y AP-46 con MA-3404))

DOCUMENTO Nº 4: ESTIMACIÓN DEL PRESUPUESTO

- 1: Mediciones auxiliares
- 2: Mediciones parciales
- 3: Presupuestos parciales
- 4: Resumen del presupuesto

9. PERSONAL QUE HA INTERVENIDO EN LA REDACCIÓN DEL PROYECTO

Por ARCS S.L. han intervenido los siguientes técnicos en la redacción del presente Proyecto:

PERSONA	TITULACIÓN
José P. Alba García	ICCP
Alfonso Alba Ripoll	ICCP
Antonio del Buey Bernal	ICCP
Rafael García Gutiérrez	ICCP
Rosario Martín Arroyo	ICCP
Roberto García Ortiz	Geólogo
Pedro Pablo Hernández Sánchez	ITOP
Francisco Bañón Salas	Técnico de Trazado
José Luis Toré Cuenca	Delineación
Salvador Cobos Rueda	Delineación
Félix F. Carrión Ramos (colaborador)	Biólogo
Edna Martín Rodríguez (colaborador)	Lda. Ciencias Ambientales
Pablo Alba Ripoll (colaborador)	Arquitecto

10. DECLARACIÓN DE OBRA COMPLETA

De acuerdo con lo establecido en los artículos 125 y 127 del Real Decreto 1098/2001, de 12 de octubre, por el que se aprueba el Reglamento General de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas, las obras objeto del presente Proyecto constituyen una obra completa susceptible de ser entregada al uso general, sin perjuicio de las ulteriores ampliaciones de que posteriormente puedan ser objeto, y comprenden todos y cada uno de los elementos precisos para la utilización de la obra.

11. CONCLUSIÓN

Considerando que el presente Proyecto de Trazado "Actuaciones de Mejora en los enlaces AP-46 con MA-20 y AP-46 con MA-3404" reúne todos los requisitos establecidos por la normativa vigente, se somete a la superioridad proponiendo su aprobación.

Málaga, agosto de 2020

EL AUTOR DEL PROYECTO
DE TRAZADO



Fdo: Alfonso Alba Ripoll
Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos

EL DIRECTOR DEL PROYECTO
DE TRAZADO



Fdo: Anabel Rosales Márquez
Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos