

DOCUMENTO Nº 1. MEMORIA

ÍNDICE

	<u>PÁG</u>		<u>PÁG</u>
1. DATOS PREVIOS: ANTECEDENTES ADMINISTRATIVOS Y OTROS ANTECEDENTES	1	2.2.18. Coordinación con otros Organismos y servicios	47
1.1. Introducción	1	2.2.19. Expropiaciones e Indemnizaciones	48
1.2. Orden de Estudio	2	2.2.20. Reposición de Servicios.....	50
1.3. Análisis de la Orden de Estudio	3	2.2.21. Estimación de precios	52
1.4. Información pública	3	2.2.22. Presupuestos	52
1.5. Cumplimiento de prescripciones impuestas en la aprobación del Expediente de Información Pública del Proyecto de Trazado redactado en mayo de 2009.....	3	2.2.23. Justificación de la solución adoptada	52
1.6. Otros antecedentes. Planeamiento	5	3. NORMATIVA APLICADA EN LA REDACCIÓN DEL PROYECTO	53
2. OBJETO Y DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	5	4. CUMPLIMIENTO DEL REAL DECRETO 1098/2001 DEL REGLAMENTO GENERAL DE LA LEY DE CONTRATOS DE LAS ADMINISTRACIONES PÚBLICAS	55
2.1. Situación actual.....	5	5. DOCUMENTOS QUE COMPONEN EL PROYECTO	56
2.2. Descripción del Proyecto.....	6	ANEJOS A LA MEMORIA	
2.2.1. Descripción	6		
2.2.2. Cartografía y Topografía.....	7		
2.2.3. Geología y procedencia de materiales.....	8		
2.2.4. Efectos sísmicos	15		
2.2.5. Climatología e Hidrología	16		
2.2.6. Tráfico	19		
2.2.7. Geotecnia del corredor	21		
2.2.8. Trazado geométrico	32		
2.2.9. Movimiento de tierras	36		
2.2.10. Firmes y pavimentos	38		
2.2.11. Drenaje	39		
2.2.12. Geotecnia de cimentación de estructuras	39		
2.2.13. Estructuras	39		
2.2.13.1. Descripción de las estructuras	40		
2.2.14. Soluciones propuestas al tráfico durante la ejecución de las obras.....	44		
2.2.15. Integración ambiental.....	46		
2.2.16. Obras complementarias	46		
2.2.17. Replanteo	46		

1. DATOS PREVIOS: ANTECEDENTES ADMINISTRATIVOS Y OTROS ANTECEDENTES

1.1. Introducción

A principios del año 1999 entró en servicio el denominado “Acceso Norte al Puerto de Algeciras”. La conexión entre este acceso y la N-340 se realiza a través de un túnel en curva que permite realizar únicamente el giro Málaga - Puerto en ambos sentidos, y una glorieta partida semaforizada a nivel que permite la totalidad de los giros posibles entre la A-7, el acceso al puerto y el entramado urbano.

La sección transversal del túnel está formada por una calzada de dos carriles de 3,50 m, uno en cada sentido, y arcenes de 0,50 m. El túnel, cuya alineación en planta incluye una curva de 50 m de radio, resulta un punto conflictivo sobre todo para el paso de vehículos pesados.

Por su parte, la calzada de la A-7 en el tramo de conexión presenta una sección de ancho variable, compuesta por dos carriles de 3,50 m de anchura por sentido, sin arcenes. Hay vías de servicio en ambas márgenes que dan acceso al túnel. La separación entre los dos sentidos de circulación de la A-7 está resuelta mediante barreras rígidas tipo New Jersey, exceptuando el tramo previo al túnel en el que sólo existen marcas viales en la calzada. Entre la calzada principal y las vías de servicio también se disponen barreras rígidas de este tipo.

En cuanto a las condiciones de explotación, el tramo presenta características netamente urbanas, con glorietas semaforizadas, arcenes mínimos, entorno densamente urbanizado, volumen de tráfico local significativo.

En la propia A-7, y a unos 800 metros antes del túnel de acceso al Puerto de Algeciras, se sitúa el denominado Enlace de La Menacha, que permite el acceso al polígono industrial de La Menacha, al estadio de fútbol del mismo nombre y a las urbanizaciones colindantes en ambas márgenes. Es un enlace de tipo pesas, con glorietas excéntricas respecto al paso inferior de la carretera. En la actualidad, la salida desde este enlace hacia el Puerto de Algeciras se realiza incorporándose a la A-7 por un carril de aceleración, y realizando un trenzado posterior para acceder al túnel.

En cuanto a la demanda de tráfico, la A-7 a su paso por Algeciras soporta actualmente unas intensidades medias diarias superiores a los 50.000 vehículos. En cuanto a su composición, se registra un importante porcentaje de vehículos pesados que tienen como origen o destino las instalaciones del Puerto de Algeciras a través de su Acceso Norte. Por otra parte, el aumento de tráfico de viajeros y vehículos con destino al Norte de África en los últimos años produce unas puntas de demanda de gran importancia, en dos oleadas que se repiten a lo largo de los años: la primera a mediados de julio y la segunda coincidiendo con los últimos días de julio y primeros de agosto. En estas operaciones se han llegado a medir intensidades de 1.000 vehículos/hora, con desplazamientos medios de 150.000 vehículos y 540.000 viajeros por operación.

Este tráfico puntual provoca graves problemas en el acceso Norte al puerto, produciéndose retenciones que colapsan el acceso al mismo, especialmente en el túnel de conexión con la A-7, que se convierte en un embudo. Las retenciones llegan a prolongarse a lo largo de la vía durante varios kilómetros en el sentido Málaga.

Los problemas generados en estos períodos se gestionan, con la participación de diversos Organismos, en los operativos conocidos como Operaciones Paso del Estrecho. En un futuro próximo, uno de los elementos fundamentales de dichas Operaciones, será el Área de Espera Exterior de La Menacha, adyacente al enlace del mismo nombre, que dará acogida a los vehículos en situación de espera o pre-embarque, desde donde se dirigirán al puerto a través de su acceso Norte.

Tomando como base estos antecedentes, la Demarcación de Carreteras del Estado en Andalucía Occidental remitió a la Subdirección General un informe-propuesta en el que se solicita autorización para la redacción de un proyecto de construcción que mejore los problemas de explotación en el acceso Norte del Puerto de Algeciras. Las actuaciones que se proponen consisten en la mejora de las conexiones de la A-7 con el acceso Norte al puerto.

Examinada la citada propuesta, se observó que en el tramo considerado existe un problema que, por diferentes motivos, justificarían la actuación en el tramo:

- Por una parte, el túnel citado presenta problemas graves de explotación. En épocas de tráfico medio los problemas del túnel están relacionados principalmente con la seguridad vial, por la falta de espacio para el giro de los vehículos pesados, en una curva de 50 m de radio

con un único carril de circulación por sentido. En épocas de afluencia extraordinaria de vehículos, las antes referidas Operaciones del Paso del Estrecho, los mayores problemas que genera el túnel están relacionados con su falta de capacidad y la necesaria disminución de velocidad para recorrerlo, lo que hace que se convierta en un cuello de botella que genera importantes retenciones que se van acumulando a lo largo de la A_7 formando colas de varios kilómetros.

No obstante todo lo expuesto acerca de la necesidad de actuación, el carácter altamente urbanizado de la zona, así como el encajonamiento de la A-7 y el acceso al puerto en la malla urbana consolidada limitan el conjunto de soluciones posibles desde los puntos de vista económico, constructivo y de explotación durante las obras. Ello justifica que, en una primera fase, se redacte un proyecto de trazado con el planteamiento de las posibles alternativas y el análisis de su funcionalidad y factibilidad de su ejecución. Elegida la solución óptima, podrá pasarse a la redacción del proyecto constructivo.

En la Resolución de la Dirección General de Carreteras, de 26 de septiembre de 2006, se autoriza la Orden de Estudio del Proyecto de Trazado y Construcción “Acondicionamiento de la Conexión de la CN-340 con el Acceso Norte al Puerto Bahía de Algeciras”.

1.2. Orden de Estudio

La Orden de Estudio fija los siguientes objetos del estudio:

- a. Proyecto de trazado **T1-CA-4220**:
 - Recopilar y analizar los datos necesarios para definir las diferentes alternativas para la mejora de la conexión entre la N-340 (A-7), y el acceso Norte al Puerto Bahía de Algeciras, así como entre el enlace de La Menacha y la N-340, sentido Cádiz.
 - Seleccionar la alternativa óptima, teniéndose especialmente en cuenta la funcionalidad y la factibilidad de su ejecución.
- b. Proyecto de construcción **41-CA-4220**:
 - Desarrollar, con el grado de detalle exigible a un proyecto de construcción, las actuaciones que se seleccionen en la aprobación del proyecto trazado **T1-CA-4220**.

Se fijan las siguientes instrucciones particulares:

1. Se analizará la necesidad de someter el estudio a información pública, respecto de las circunstancias que justifican la declaración de interés general de la carretera y la concepción global de su trazado, de conformidad con el artículo 10 de la Ley de Carreteras.
2. En cualquier caso, el proyecto de trazado incluirá como Anejo un documento denominado “Análisis Ambiental”, en el que se identificarán, describirán y valorarán los problemas ambientales y en el que, asimismo, se proyectarán y valorarán las medidas correctoras que se estimen necesarias.
3. Las opciones propuestas en el proyecto de trazado se someterán a una comparación mediante un método multicriterio que incluirá, al menos, criterios de rentabilidad económica, ambientales, socio-económicos y funcionales. Todas las opciones se compararán con la “opción cero” a efectos de análisis de la rentabilidad económico-financiera.
4. Se mantendrá la coordinación adecuada con el Ayuntamiento de Algeciras, con la Autoridad Portuaria Bahía de Algeciras y con el resto de Entidades y Organismos que pudieran verse afectados o que puedan aportar datos de interés para la redacción del proyecto.
5. Los proyectos deberán coordinarse con las previsiones de actuación en el Área de Espera Exterior de La Menacha.
6. Se efectuará un inventario de señalización vertical, balizamiento y defensas existentes, debiendo tener en cuenta en proyecto su posible adaptación y aprovechamiento, siempre que sea posible en la nueva configuración proyectada.
7. Se propondrá el programa de trabajos que garantice la menor afección posible al tráfico durante la ejecución de las obras.
8. Se estudiará con detalle la reposición de caminos, vías pecuarias, accesos, servidumbres y servicios que resulten afectados, incluyendo en el estudio las actuaciones que se estimen necesarias para su correcta reposición. En la redacción del proyecto quedará explícito que la reposición de infraestructuras o servicios no modifica la titularidad de los mismos.
9. Al objeto de contribuir a la mejora de la seguridad vial de los ciclistas y de acuerdo con los objetivos y directrices del Plan Estratégico de Infraestructuras y Transporte (PEIT), se analizará la compatibilidad de las actuaciones a proyectar con los usos ciclistas que puedan entrar en conflicto con ellas.

La Orden de Estudio estima un Presupuesto Base de Licitación de 25.000.000 euros.

1.3. Análisis de la Orden de Estudio

Entre las prescripciones señaladas en la Orden de Estudio, hay que resaltar la apertura de un proceso de Información Pública que coincidirá con la fase de Proyecto de Trazado.

En el estudio de alternativas se tendrán en cuenta, entre otros, aspectos funcionales, medioambientales y de rentabilidad.

Se mantendrán contactos con diversos organismos afectados y se repondrán todas las afecciones a servicios y servidumbres.

En cuanto a la compatibilidad con el uso para ciclistas, se estudiarán las posibilidades existentes, en especial en las vías de servicio.

Se hará un inventario de la señalización existente con vistas a su posible reutilización.

1.4. Información pública

Redactado el Proyecto de Trazado T1-CA-4220 se sometió al proceso de información pública. El proyecto incluía una solución consistente en demoler el túnel existente y construir pasos subterráneos paralelos para ambos sentidos del acceso al Puerto de Algeciras.

Aprobado provisionalmente por la Dirección General de Carreteras el Proyecto de Trazado T1-CA-4220, por parte de la Demarcación de Carreteras del Estado en Andalucía Occidental se procedió a incoar el correspondiente Expediente de Información Pública, de acuerdo con la Ley 30/1992, de 26 de noviembre, de Régimen Jurídico de las Administraciones Públicas y del Procedimiento Administrativo Común, en cumplimiento de lo establecido por los artículos 18 y 19 de la Ley de 16 de diciembre de 1954 de Expropiación Forzosa y artículo 10 de la Ley 25/88, de 29 de julio, de Carreteras modificada por Ley 24/01, de 27 de diciembre, de Medidas Fiscales, Administrativas y del Orden Social, mediante la inserción de los pertinentes anuncios en el Boletín Oficial del Estado, B.O.E. número 168 de 13 de julio de 2009, Boletín Oficial de la

provincia de Cádiz, B.O.P. de fecha 28 de julio de 2009, y en el Diario EUROPA SUR del 14 de julio de 2009.

Por Resolución de fecha 30 de julio de 2013, el Secretario de Estado de Infraestructuras, Transporte y Vivienda, por delegación de la Ministra de Fomento conforme a la Orden FOM/1644/2012, de 23 de julio, publicada en el B.O.E. de fecha 25 de julio de 2012, resolvió aprobar el Expediente de Información Pública, ordenando la redacción de un nuevo Proyecto de Trazado y posterior Proyecto de Construcción en el que se establecieron un conjunto de prescripciones a cumplir durante la redacción del proyecto. En el apartado siguiente se detalla su cumplimiento.

Dicha Resolución se inscribe en el escenario que enmarca el actual contexto económico de reducción de fondos públicos y la necesidad de adecuar y racionalizar los recursos económicos a comprometer en la actuación acorde con la planificación que recoge el Plan de Infraestructuras, Transporte y Vivienda 2012-2024 (PITVI).

En consideración a lo expuesto se redacta el presente Proyecto de Trazado cuyo contenido se basa en atender los objetivos básicos:

- Mejora de la capacidad de la conexión de acceso al puerto manteniendo el túnel actual para el movimiento Málaga - Puerto y proyectando un nuevo túnel para el movimiento contrario Puerto - Málaga de manera que la actuación se desarrolla en la margen derecha (sentido Cádiz – Málaga) de la A-7 dentro de la reserva de suelo para viario contemplada en el Plan General de Ordenación Urbanística de Algeciras aprobado por Resolución de la Consejería de Obras Públicas de la Junta de Andalucía en 2001 (B.O.J.A. nº 88 de 2 de agosto de 2001).

1.5. Cumplimiento de prescripciones impuestas en la aprobación del Expediente de Información Pública del Proyecto de Trazado redactado en mayo de 2009

A continuación se analiza las prescripciones impuestas en la aprobación del Expediente de Información Pública y su cumplimiento:

2.1. Se suprimirá la demolición del túnel actual, el cual pasará a tener sentido único de entrada al Puerto de Algeciras, estudiando las actuaciones necesarias para su funcionamiento como calzada de sentido único.

Este Proyecto es el resultado del cumplimiento de esta prescripción, en el que se ha eliminado la demolición del túnel existente para dejarlo de sentido único de circulación entre Málaga y el Puerto. Como actualmente este túnel tiene circulación en los dos sentidos se transformará para sentido único eliminando los elementos de señalización, balizamiento y semaforización actuales para sustituirlos por los correspondientes a un túnel con una calzada de dos carriles y sentido único.

2.2. Se proyectará un nuevo túnel para la salida del Puerto de Algeciras.

En este Proyecto se incluyen los dos pasos inferiores que permiten el movimiento Puerto – Málaga.

2.3. Las dos calzadas de la autovía A-7 (antigua N-340) se mantendrán a nivel al paso por la glorieta actual situada en el P.K. 107.

Como se observa en los planos del proyecto se ha cumplido esta prescripción.

2.4. Con objeto de intentar centrar la actuación del Proyecto en la banda de reserva que el PGOU de Algeciras dispone para la autovía A-7 en esta zona, y no afectar a la margen izquierda de la misma, en línea con lo alegado por el Ayuntamiento de Algeciras en el trámite de Información Pública, se estudiará desplazar, dentro de lo posible, la actuación hacia la margen derecha de la autovía A-7 y dentro de la citada banda.

Se ha seguido este criterio aprovechando al máximo la banda disponible, en especial en el ramal Puerto – Glorieta, así como en el Puerto – Málaga, de tal forma que la actuación se desarrolla dentro de la reserva de suelo para viario contemplada en el Plan General de Ordenación Urbanística de Algeciras

2.5. Se considerará la posibilidad de mejorar el funcionamiento de la actual glorieta de la autovía A-7, situada en el P.K. 107, sin que ello suponga afectar al viario municipal.

En el Anejo nº 8 se incluye un estudio pormenorizado de las modificaciones de la glorieta propuestas por el Ayuntamiento de Algeciras y que implicarían tanto cambios en el Proyecto como una modificación sustancial de la glorieta.

Descartada esta actuación las posibles mejoras deberán estudiarse en la señalización y semaforización.

2.6. Se estudiarán y proyectarán de nuevo los desvíos de tráfico necesarios para la ejecución del nuevo túnel y los viarios asociados.

Se han proyectado los nuevos desvíos provisionales. Estos figuran en el Documento de Planos.

2.7. Se volverán a redactar los anejos de expropiaciones y servicios afectados para definir y valorar las afecciones que provoque la nueva solución.

Se han redantado los nuevos Anejos que se incluyen en el proyecto

2.8. Se tendrá en cuenta lo prescrito por 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 tenido en cuenta esta orden, en especial en el estudio del tráfico.

2.9. El nuevo Proyecto de Trazado será sometido de nuevo al trámite de Información Oficial y Pública, en cumplimiento del artículo 10 de la Ley 25/1998, de 29 de julio, de Carreteras, modificada por la Ley 24/2001, de 27 de diciembre, y los artículos 18 y 19.1 de la Ley de 16 de diciembre de 1954 de Expropiación Forzosa y concordantes de su Reglamento.

Se entrega este Proyecto con objeto de cumplir esta nueva tramitación.

2.10. Se deberá tener en cuenta el informe de la Delegación Provincial de Cádiz de la Consejería de Cultura de la Junta de Andalucía, prescribiendo las medidas cautelares

necesarias en la fase de obras e incluyendo, en el Presupuesto y en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares de las obras, la dotación correspondiente para la ejecución de las medidas de protección del patrimonio arqueológico.

Las medidas cautelares en la fase de obras para la defensa del Patrimonio Histórico Artístico se incluyen en el Anejo nº 16 “Integración Ambiental”.

En el Presupuesto se incluyen las medidas de protección. En el Proyecto de Construcción se incluirán estas medidas en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

2.11. Se deberá tener en cuenta el informe de la Dirección General de Prevención y Calidad Ambiental de la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía.

Se ha tenido en cuenta este Informe.

1.6. Otros antecedentes. Planeamiento

El trazado del Acondicionamiento de la Conexión de la A-7 y el Acceso Norte al Puerto de Algeciras, discurre a través del término Municipal de Algeciras.

La figura de planeamiento vigente en este municipio, es el Plan de Ordenación Urbanística de Algeciras, aprobado por Resolución de la Consejería de Obras Públicas de la Junta de Andalucía en 2001 (B.O.J.A. nº88 de 2 de Agosto de 2001).

El acondicionamiento objeto de este proyecto actúa sobre la A-7 y sobre el Acceso Norte al Puerto de Algeciras. Ambas carreteras limitan con diversas figuras del planeamiento que se detallan a continuación.

- La A-7 en dirección Cádiz - Málaga, limita con un espacio atribuido en el planeamiento a “Viario Propuesto”, desde más al Norte del enlace de La Menacha hasta el Acceso Norte al Puerto de Algeciras.
- Desde el Acceso Norte al Puerto de Algeciras en el borde de la A-7 dirección Cádiz - Málaga, hacia Cádiz, el límite es con suelo urbano edificable.

Dentro de este suelo urbano edificable, destacan los sectores de suelo urbanizable 7.U.E.2. “Acebuchal Norte I”, 7.U.E.3. “Acebuchal Norte II”, 7.U.E.4. “Acebuchal Norte III” y 7.U.E.5. “Acebuchal Norte IV”.

- En la misma margen de la A-7, hacia Cádiz, se encuentra una figura de suelo urbano de equipamiento público, para instalaciones auxiliares del sistema viario, colindantes con la A-7.
- En la A-7 dirección Málaga - Cádiz, los terrenos colindantes son suelo urbano edificable, en su gran mayoría, con la excepción de dos espacios de suelo urbano pertenecientes a la figura “Espacio libre Público” uno de ellos, y el otro a “Espacio libre privado” y otro perteneciente a equipamiento público asistencial.
- En el Acceso al Puerto de Algeciras en la margen que linda con la dirección Puerto de Algeciras - A-7, los terrenos son suelo urbano edificable, con un sector de suelo urbanizable 6.U.E.18 “El Chaparral”. En su parte más próxima al Acceso Norte al Puerto de Algeciras, el suelo tendrá la calificación de suelo urbano “Espacio Libre Público”.

Por último, en la margen del Acceso Norte al Puerto de Algeciras, en dirección A-7 - Puerto de Algeciras, los terrenos colindantes son suelo urbano “Espacio libre Público”, y el ya citado sector de suelo urbanizable 7.U.E.2. “Acebuchal Norte I”

2. OBJETO Y DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

2.1. Situación actual

Según Real Decreto del Consejo de Ministros, de 26 de septiembre de 2003, por el que se modifica la nomenclatura y el catálogo de las autopistas y autovías de la Red de Carreteras del Estado la denominación de A-7 corresponde tanto a la A-7 como a la N-340 en el itinerario comprendido entre Barcelona y Algeciras.

El área geográfica donde se sitúan las actuaciones es la zona norte de la ciudad de Algeciras, población costera localizada en la Bahía del mismo nombre, con un censo (1994) aproximado de 103.000 habitantes. En ella se sitúan las instalaciones de un puerto marítimo de primer orden, tanto por tráfico de mercancías como de pasajeros, ya que es el paso natural entre

España y el norte de África. Por su volumen en el tráfico de contenedores es el primer puerto del Sur de Europa.

La intensidad del tráfico en esa zona experimenta un ritmo creciente en los últimos años, debido a varios factores, el propio crecimiento de la ciudad de Algeciras, el crecimiento sostenido de las operaciones del Puerto, tanto las habituales de mercancías y pasajeros, como las excepcionales durante la OPE los meses de julio y agosto y, por último, la reciente entrada en servicio de la autovía de la Ruta del Toro y, concretamente, del Enlace de Los Barrios.

A principios de 1.999 se puso en servicio el Acceso Norte al Puerto de Algeciras, actuación llevada a cabo por el Ministerio de Fomento y consistente en una conexión directa entre la A-7 y el interior de las instalaciones portuarias mediante un vial no semaforizado de gran capacidad (dos calzadas de 2 carriles cada una), que incluye varios enlaces con la red vial existente y un gran puente en curva que salva una luz de 170 m entre estribos mediante 2 vanos.

La conexión propiamente dicha con la actual A-7 (Autovía Cádiz-Málaga) se realiza mediante un túnel en curva de 190 m que permite realizar únicamente el giro Málaga dirección Puerto en ambos sentidos; y una glorieta partida semaforizada a nivel que permite la totalidad de los giros.

La sección tipo del túnel está formada por una calzada con dos carriles de 3,50 m, uno en cada sentido, y dos arcones exteriores de 0,50 m. En planta se aprecian radios circulares de unos 65 m. No existe mediana ni barrera rígida separadora. La zona de estudio de sitúa en la A-7 a su entrada en la población de Algeciras desde Málaga. Se afecta un tramo comprendido entre la entrada del Enlace de La Menacha (sentido Málaga) y el acceso al Puerto de Algeciras por la margen izquierda (sentido Málaga – Cádiz).

Se trata de una zona eminentemente urbana, consolidada, densamente poblada, con predominio de construcciones industriales y comerciales en primera línea, destacando la presencia de una importante industria papelera. En una segunda línea se sitúan urbanizaciones de casas unifamiliares, el polígono industrial de La Menacha y el campo de fútbol del mismo nombre.

Respecto a la vialidad existente, objeto del estudio, la A-7, una vez sobrepasado el puente sobre el río Palmones, dispone de dos calzadas de dos carriles en cada sentido, sin arcones, separadas mediante barrera rígida de hormigón.

En la zona central se abre un ensanchamiento que da acceso a un falso túnel de dos carriles de 3,50 m que conecta directamente con el acceso al Puerto. El trazado de este túnel discurre en curva y contra curva, no disponiendo de mediana ni barrera separadora.

En los laterales de la A-7 existen vías de servicio en ambas márgenes, de un solo carril, separadas de la calzada principal también por barreras rígidas, y que dan acceso a edificaciones comerciales. Existe un enlace en el inicio del tramo, denominado Enlace de La Menacha, de tipología de pesas asimétricas, con cruce de calzada mediante un paso inferior y, en el final del tramo, existe una glorieta partida semaforizada, que permite los giros en todas direcciones del tráfico en superficie.

2.2. Descripción del Proyecto

2.2.1. Descripción

El trazado en planta de las dos calzadas de la A-7, no discurre paralelo, para permitir la entrada y salida de las calzadas de Acceso al Puerto (con 2 carriles en cada sentido). En la A-7, calzada derecha (Málaga - Cádiz) los carriles de Acceso al Puerto en dirección Málaga - Puerto (Acceso al Puerto, calzada derecha), surgen por la izquierda.

En la A-7 calzada izquierda (Cádiz - Málaga), los 2 carriles del Acceso al Puerto en dirección Puerto - Málaga (Acceso al Puerto, calzada izquierda), se disponen por el exterior. Debido al escaso espacio disponible, se cierra el exterior del Acceso al Puerto calzada izquierda, quedando 3 carriles, en dirección Málaga.

En la solución propuesta se conserva el paso subterráneo existente para el Acceso al Puerto. Sin embargo, el lugar de ser bidireccional, se convierte en unidireccional para el movimiento Málaga (A-7) - Puerto. Para convertir el paso subterráneo en bidireccional, en el lado de la A-7, se modifica la posición de la mediana, dotándola de continuidad con el muro exterior izquierdo del paso subterráneo en sentido Málaga - Puerto. En el lado del acceso al Puerto se hace una

modificación similar de la mediana, que quedará en continuidad con el muro exterior izquierdo de la salida del paso subterráneo. De esta forma, tanto en la calzada derecha de la A-7, sentido Málaga - Cádiz, como en la calzada derecha del Acceso al Puerto, sentido Málaga (A-7) - Puerto, la semiplataforma existente tiene la anchura suficiente para los carriles necesarios, modificando el trazado de alguno de ellos mediante pintura.

La A-7, en ambos sentidos, quedará igual a su paso por la glorieta semaforizada. Tampoco sufrirá ningún cambio dicha glorieta.

Para mejorar el Acceso al Puerto se proyectan dos pasos inferiores consecutivos para el sentido Puerto - Málaga (A-7), dotados de 2 carriles. Para conseguir ésto, se amplía la plataforma del Acceso al Puerto por la margen derecha, sentido Puerto - Málaga, dotando a este tramo de 2 calzadas de 2 carriles cada una, en lugar de una calzada con un carril por sentido. Esta ampliación se realiza aprovechando el terreno existente por dicha margen, entre la plataforma actual y las edificaciones colindantes. La solución también resuelve el movimiento Puerto - Glorieta desde el Acceso al Puerto mediante un ramal paralelo al eje Puerto - Málaga (A-7), hasta que gana la altura suficiente para pasar sobre el primer paso inferior y conectar con el acceso a la glorieta actual. Las dimensiones de este ramal se encuentran muy condicionadas por el espacio disponible, marcado por la línea del planeamiento urbanístico, lo que obliga a variaciones en el ancho de calzada y de sus arceles.

El Acceso al Puerto, sentido Puerto - Málaga (A-7), consta de 2 carriles que discurren bajo un primer paso inferior que termina tras el cruce con la calle Embarcadero y, posteriormente, un segundo paso inferior junto a las edificaciones próximas a la glorieta, entre la calle Embarcadero y la Vía de Servicio Glorieta - Enlace de La Menacha por la margen derecha de la A-7, sentido Cádiz – Málaga.

A la salida del segundo paso inferior, la ampliación de la plataforma de la A-7, compensa la pérdida de un carril en el paso inferior existente y añade los dos carriles provenientes del Acceso al Puerto. Los cuatro carriles resultantes en sentido Cádiz - Málaga se convierten en 3 mediante la disposición del carril derecho de los 2 provenientes del Puerto. Posteriormente, el tercer carril desaparece por la derecha antes del llegar al Enlace de La Menacha.

La ampliación de la plataforma de la A-7 por la margen derecha, en sentido Cádiz - Málaga, obliga a desplazar la Vía de Servicio existente, que vuelve a su trazado original donde acaba la actuación, cerca de la pasarela peatonal existente antes de la salida hacia el Enlace de La Menacha.

Los parámetros de diseño del trazado en planta están condicionados por el escaso espacio disponible. Así, en el origen y final del ramal Puerto - Málaga los radios son similares a los actualmente existentes. No obstante, el conjunto de condicionantes obliga a un radio mínimo de 100 m en el paso subterráneo.

2.2.2. Cartografía y Topografía

El objeto del trabajo es la realización de todos los trabajos necesarios para obtener Taquimetría a escala 1/500, equidistancia 0.5 m. con curvas directoras cada 2.5 m. del ACCESO NORTE AL PUERTO DE ALGECIRAS, en la provincia de Cádiz.

Características generales

Zona: Algeciras (Cádiz)

HMTN: 1078

Sistema referencial: ED50

Proyección: UTM

Escala.: 1/500

Metodología

Este taquimétrico queda enmarcado planimétricamente en la red geodésica nacional, y altimétricamente en la red de nivelación de alta precisión, cumpliendo las exigencias de tolerancia establecidas para el levantamiento.

Los vértices geodésicos utilizados para la implantación de la red son 4:

- 107542 Carboneras
- 107512 Cabello
- 107793 Cabrito
- 107826 San García

Mientras que el NAP (clavo de nivelación de alta precisión) utilizado como cota de partida para la nivelación es el:

- 636078 SSK 108,3

La red local se compone de 7 bases de replanteo, que están determinadas mediante observaciones GPS en modo estático desde nuestro vértice VT6001 de fácil acceso, que a su vez está enmarcado en la red geodésica con los vértices nombrados anteriormente. Las cotas de estas bases de replanteo se determinan por anillos de nivelación geométrica partiendo del NAP más próximo de la zona. Una vez fijadas las coordenadas de las bases se lleva a cabo desde ellas el levantamiento taquimétrico de la zona con técnica GPS en tiempo real (RTK).

Para aquellos detalles de difícil acceso como la pintura de carretera y altura de edificios hemos utilizado el disto laser 100 de Leica o bien referencias para determinar puntos desde los cuales trabajar por topografía clásica.

Cálculos

Comenzamos el cálculo por la determinación de los parámetros de transformación en la zona de trabajo del sistema empleado por los equipos GPS WGS84 al sistema referencial utilizado para el levantamiento topográfico ED50, utilizando para ello las coordenadas proporcionadas por el IGN en ambos sistemas de los vértices geodésicos utilizados en este trabajo y que enmarcan la zona del levantamiento. Pasamos después al procesamiento de las baselíneas observadas entre los 4 vértices geodésicos y nuestra VT6001, lo que nos fija las coordenadas de este último. Podemos ahora, de igual forma, procesar las observaciones entre este vértice y las BRs que componen la red local implantada y ajustar sus coordenadas. Finalmente ejecutamos los anillos

de nivelación geométrica entre las BRs y partiendo del NAP más próximo en la zona, lo que nos garantiza trabajar con cotas ortométricas de precisión.

Durante la redacción del Proyecto se ha producido el cambio de Sistema de Referencia ED-50 al ETRS-89, como consecuencia de la Nota de Servicio 2/2010 de la Subdirección de Proyectos sobre la cartografía a incluir en los proyectos de la Dirección General de Carreteras.

2.2.3. Geología y procedencia de materiales

Tratándose de una actuación en un medio urbano consecuencia inmediata de ello es que las formaciones geológicas se encuentren muy enmascaradas por las alteraciones superficiales de carácter antrópico propias de ese medio, ocasionalmente en forma de rellenos compactados sobre el terreno natural (autovía A-7, vía de servicio y acceso al puerto, explanaciones, edificaciones y zonas urbanizadas).

A lo largo de la traza, resulta prácticamente imposible observar el sustrato, tan solo existe un talud, situado entre la boca de salida (lado puerto) del túnel existente y el final del trazado, en el que puede observarse mal el terreno natural.

Características tectónicas

Dadas las características del proyecto, donde no son visibles afloramientos que permitan la observación de la estructura y de los rasgos tectónicos principales, la descripción que se efectúa a continuación se enmarca dentro del contexto general del Complejo de Gibraltar.

A gran escala las características tectónicas de la zona son complejas, ya que esta región de las Cordilleras Béticas siempre ha sido fuente de discusión, principalmente con las Unidades del Campo de Gibraltar, todo ello sumado a la presencia en la zona de los efectos que produce la tectónica del arco de Gibraltar. No obstante, no parece previsible que la tectónica profunda tenga una influencia importante en el trazado que recordemos afecta mayoritariamente a terrenos postorogénicos y que únicamente pueden ser visibles, algunos efectos originados por la tectónica más reciente.

Los principales rasgos de la estructura del Complejo de Gibraltar se generaron entre el Burdigaliense superior y el Tortonense superior.

La mayoría de las unidades del Complejo del Campo de Gibraltar se sitúan estructuralmente sobre las zonas externas y se encuentran recubiertas por las zonas internas.

En esta posición, las unidades exclusivamente constituidas por terrenos del Cretácico suelen estar en la parte inferior del Complejo del Campo de Gibraltar. El manto del Aljibe se superpone a la unidad de Algeciras en la mayoría de los puntos donde es visible el contacto entre ambas unidades (ya sea el Campo de Gibraltar o la Serranía de Ronda).

La estructura interna de las unidades cretácicas está mal definida debido a su estructura eminentemente arcillosa, pero la unidad de Algeciras y sobre todo la del manto del Aljibe son claramente reconocibles.

A partir del Aquitano-Burdigaliense, el relleno sedimentario del Campo de Gibraltar fue incorporado al prisma de acreción asociado a la superposición de las zonas internas sobre las zonas externas. A lo largo del contacto, el complejo del Campo de Gibraltar y el Numioide en particular, muestran una deformación muy intensa.

Por último, cabe destacar que en los sectores más externos el Complejo del Campo de Gibraltar, aparece en otras posiciones estructurales. Son discordantes indistintamente sobre el Penibético y el complejo del Campo de Gibraltar y se encuentran retrocabalgadas por el subbético medio.

De las observaciones de los sondeos realizados, se puede reseñar que a lo largo del trazado no se han identificado fallas o zonas de elevada tectonización.

Fuera de la zona del proyecto, si son visibles importantes rasgos tectónicos manifestados en una elevada deformación y fracturación de los materiales.

A partir del Mioceno superior y hasta la actualidad, el interior de la región no ha sido afectado por deformaciones intensas.

Únicamente y siempre hablando a nivel regional, se pueden observar pliegues suaves de gran curvatura y fallas de importante componente vertical.

En relación a estos movimientos puede explicarse la gran transgresión Pliocena muy visible en la vecina hoja geológica de Málaga y en varios sectores del litoral, así como en zonas bajas en el valle del Guadarranque.

El efecto más importante de estos movimientos es sin duda la apertura del estrecho de Gibraltar por hundimiento de un segmento intermedio entre las cordilleras Béticas y las cordilleras Rifeñas.

Características hidrogeológicas

La zona de afección de la traza, desde el punto de vista hidrogeológico, se sitúa en el contexto de los acuíferos del Campo de Gibraltar, en concreto se emplaza sobre el acuífero Plio-Cuaternario del Guadarranque-Palmones que se extiende por Algeciras, Los Barrios y la cabecera del Guadarranque. Se localiza en la Unidad Hidrogeológica 06.49 Guadarranque-Palmones.

El acuífero de Guadarranque-Palmones, ocupa una superficie de 105 Km² y su espesor varía entre unos metros en el borde y más de 125 metros (margen izquierda del Guadarranque).

Sus límites y su sustrato impermeable lo constituyen las formaciones margo-arcillosas del Campo de Gibraltar.

Desde el punto de vista climatológico, se trata de una zona caracterizada por precipitaciones de carácter irregular pero que cuando suceden son abundantes y de gran intensidad.

Según el Atlas Hidrogeológico de la Provincia de Cádiz (IGME-Diputación de Cádiz, 2005), durante el periodo comprendido entre 1961 y 1981, la precipitación anual se encuentra comprendida entre 700 y 1500 mm/año. Los días de precipitación varían entre 75 y 95 días por año.

La temperatura media anual, para este periodo temporal, es de 17°C. La evapotranspiración potencial anual es del orden de 845 mm calculándose la lluvia útil anual en unos 239 mm/año.

Las características hidrogeológicas de los materiales que afectan la traza, vendrán marcadas por la naturaleza de los depósitos cuaternarios y terciarios, en este caso los de naturaleza

granular (T3s); ya que este tipo de materiales se caracterizan por su elevada permeabilidad a lo que hay que unir una escorrentía aceptable. Esto facilita que los drenajes superficial y profundo sean buenos.

Estas características de buena permeabilidad, se corresponden con los materiales pliocuaternarios definidos como arenas amarillas (T3s), además de los materiales cuaternarios aluviales (Qal) y mantos eólicos (Qe), si bien éstos últimos no tienen una incidencia importante en las futuras obras.

En las inmediaciones de la traza, se han localizado algunos pozos y aljibes que afectan a esta formación de arenas amarillas calcáreas.

Por su parte los depósitos de carácter arcilloso (T2) que afectan al trazado en los desmontes de acceso al puerto y los materiales arcillosos pliocenos (T3c) que se han localizado en profundidad en el eje Málaga-Cádiz, se caracterizan por su baja permeabilidad, si bien, en el caso de los desmontes de acceso al puerto, la presencia de materiales granulares (glacis o coluvión antiguo Qg), en la coronación de del desmonte, facilita la filtración de agua a la zona de mayor alteración.

Durante la campaña de investigaciones del terreno, se ha procedido a la realización de ensayos de permeabilidad del tipo Lefranc (se describen con detalle en el anejo nº 7. Geotecnia del Corredor), confirmándose la escasa permeabilidad de las formaciones más arcillosas (T2 y T3c), quedando reducida la presencia de agua a las arenas amarillas (T3s) que en este sector (el que afecta al trazado), llagan a presentar espesores sobre los 6-7 metros, aunque en la zona central del acuífero (fuera de la zona de afección del trazado) puede llegar a alcanzar potencias de 125 m.

Discordantes sobre estas arenas del Plioceno se observan materiales detríticos del Cuaternario formados fundamentalmente por gravas, arenas, arcillas y limos cuyo espesor suele ser inferior a 5 metros.

Esta disposición litológica, alternancia de niveles arenosos permeables y niveles arcillosos de baja permeabilidad origina que el comportamiento hidrogeológico de este acuífero, en su conjunto, sea como un acuífero multicapa con efectos de drenaje diferido.

Los valores de permeabilidad asignados a este acuífero Plio-Cuaternario se han establecido, según pruebas de bombeos de ensayo realizados en estos materiales, entre 10^{-3} y 2×10^{-5} m²/s, para la transmisividad y entre 3×10^{-4} y 5×10^{-4} para el coeficiente de almacenamiento.

La permeabilidad variable entre 4×10^{-7} y 5×10^{-5} m/s, mientras que la porosidad eficaz es del orden del 2-3%. Los caudales que se pueden extraer de este acuífero suelen ser próximos a los 10-15 L/s (datos del Atlas Hidrogeológico de Andalucía y Atlas Hidrogeológico de Cádiz)

El funcionamiento hidrodinámico de este acuífero indica que su alimentación se realiza, fundamentalmente, por infiltración del agua de lluvia sobre los afloramientos permeables de este acuífero y por retorno de riegos, además de la escorrentía superficial procedente de los bordes impermeables. La descarga se efectúa fundamentalmente por bombeos para abastecimiento y regadío y por drenaje, tanto hacia los cauces superficiales como subterráneamente hacia el mar a lo largo de la costa.

La superficie piezométrica se adapta a grandes rasgos a la topografía, acoplándose las direcciones de flujo a las líneas de máxima pendiente, funcionando los cauces fluviales como ejes de drenaje del acuífero. El gradiente de este acuífero esta comprendido entre el 1 y 4% (según el Atlas Hidrogeológico de la Provincia de Cádiz).

Los datos piezométricos históricos no presentan grandes variaciones de nivel. El piezómetro 1447/6/80 incluido en la red piezométrica del IGME, presenta variaciones de nivel comprendidas entre 5 m.s.n.m. y -5 m.s.n.m. durante el periodo que se extiende entre 1981 y 2002.

En los últimos años, estos niveles también han permanecido más o menos constantes. Así, el piezómetro nº 06.49.002 situado en el municipio de Los Barrios (cercano a la zona de afección del proyecto), entre noviembre del 2001 y abril del 2008, no ha presentado variaciones importantes, solo ha oscilado 48 cm en el caso de mayor incidencia. El nivel freático actual (09-04-2008) queda establecido, en este piezómetro, en 0,17 m.s.n.m.

Los niveles freáticos de los sondeos de investigación del trazado, medidos en varias fechas durante la realización del proyecto (Junio a Septiembre de 2008), mantienen bastante uniformes, siendo muy homogéneo el nivel freático que se localiza desde el río Palmones hasta la glorieta, la glorieta existente.

Por su parte en el trazado del eje Puerto-Málaga, el nivel de agua se ha localizado por debajo de la rasante prevista, aunque no se descarta de que se puedan presentar niveles de agua colgados en los niveles más granulares de arenas amarillas (T3s) y arenas eólicas (Qe).

Igualmente se pueden observar variaciones anómalas del nivel freático en algunos de los sondeos, aunque este dato se ha atribuido a posibles defectos en la construcción del piezómetro. No obstante, la variación piezométrica en estos sondeos queda establecida, en la mayor parte de los casos, entre 10 y 30 cm, valores que se encuentran en concordancia con las observaciones indicadas anteriormente para este acuífero.

Aunque no se han podido definir en planta las isopiezas de los acuíferos definidos en esta zona, si se pueden situar los niveles freáticos, de al menos dos acuíferos o sistemas de flujos: el superior, detrítico Plio-Cuaternario cuyo nivel se sitúa entorno a los 15-12 m.s.n.m., como se observa en el perfil geológico.

Por su parte, el acuífero inferior esta formado por los materiales detríticos terciarios, cuyo nivel freático se encuentra situado a mayor profundidad, a unos 2-3 m.s.n.m. Esta definición de acuíferos explica las diferencias de los niveles piezométricos observados en algunos sectores del perfil geológico.

En este perfil geológico, se han podido determinar los valores de gradiente del acuífero Plio-Cuaternario, comprendidos entre 1%, para las zonas topográficamente más bajas de este acuífero (zona de descarga) y valores de 4-5%, para los sectores mas elevados (zona de recarga).

Es importante indicar que este acuífero se encuentra escasamente explotado, solo se ha inventariado un consumo de 0,33 hm³/año para regadío. Esto implica que la mayor parte del agua subterránea contenida en este acuífero, vierte directamente hacia el mar, impidiendo la intrusión marina, o se dirige hacia los principales cauces fluviales, que surcan este acuífero.

La escasa utilización de este acuífero ha permitido que en años de sequia, como la ocurrida en el periodo 1980 y 1983, este acuífero se ha explotado con el objetivo de complementar el abastecimiento a las principales localidades próximas.

En el perfil geológico que muestra el eje Puerto-Málaga, el más comprometido de los definidos en el proyecto desde el punto de vista de potenciales afecciones hidrogeológicas por su carácter subterráneo, puede comprobarse que en todo momento el perfil longitudinal del eje se encuentra por encima del nivel freático establecido para el acuífero superior detrítico Plio-Cuaternario

Por otro lado, no se han detectado en este acuífero procesos de intrusión marina.

Por todo ello, para la realización de la futura obra, será importante planificar y definir el tipo de excavación en la zona más próxima al nivel freático, y , en caso de verse finalmente afectado, definir las zonas en donde se verterá el agua de los bombeos, necesarios para la realización de la excavación, estudiando y estableciendo posibles zonas de recarga del mismo con el mismo agua bombeada, despues de su necesario tratamiento.

Por último, será necesario establecer en esta zona un método constructivo de las pantallas que garantice el restablecimiento de las condiciones naturales de este acuífero, en caso de ser afectado, después de la realización de la obra, evitando de esta manera el efecto barrera.

Durante la ejecución de las obras y dentro del control llevado a cabo por el Contratista, se procederá a la observación del acuífero durante la fase de excavación y, si se viese afectado, a su posterior recuperación.

Es recomendable la toma de datos quincenales o mensuales de los valores del nivel freático e hidroquímicos “in situ”, de pH y conductividad, con el objetivo de conocer el alcance de las variaciones piezométricas, los posibles cambios en el flujo hidráulico y las variaciones de la zona de interfase agua dulce-salada.

Las conclusiones hidrogeológicas son las siguientes:

1. El acuífero situado en la zona de trazado, es el denominado “Acuífero detrítico Plio-Cuaternario del Guadarranque-Palmones”
2. Este acuífero, en regimen natural, no presenta grandes variaciones estacionales de su nivel freático.

3. Se han establecido las características hidroquímicas de este acuífero con el objetivo de establecer la agresividad al homigon.

4. Se considera necesario definir un método constructivo que permita la excavación por debajo del nivel freático, en su caso, y que no modifique las características y flujos naturales del acuífero despues de la realización de la obra.

5. Según el desarrollo de las obras, será recomedable establecer un control del nivel freático, donde se tomen periódicamente medidas del mismo, así como valores de pH y conductividad.

6. El objetivo de este control es el de establecer las afecciones al acuífero y conocer las posibles variaciones producidas en los sondeos y pozos de explotación pertenecientes a particulares. Tambien permitirá conocer o preveer la posible intrusión marina al acuífero.

En el Anejo nº 3 “Geología y procedencia de materiales” se analizan tanto las características de los materiales excavados en la obra, como los posibles préstamos y canteras para los diversos materiales necesarios en la misma.

Se ha realizado también un inventario de instalaciones de suministro (Plantas de hormigón y asfálticas) situadas en la zona de proyecto.

Como vertedero, se propone la utilización de V-2 “La Línea””.

Los materiales excavados en la traza, según se desprende del balance del movimiento de tierras que figura en el Anejo nº9, no son aptos para su utilización en obra. Será por tanto preciso, recurrir a materiales de préstamos.

Como resumen de todo lo anterior, para cada uno de los materiales empleados en la obra, la procedencia es la siguiente:

c. Cimient y núcleo de terraplenes

Se podrán utilizar los materiales procedentes de las canteras C1 “La Doctora” y C2 “Miraflores”.

d. Suelo estabilizado tipo 3 y suelo seleccionado

Se utilizarán los materiales de las canteras C1 “La Doctora” y C2 “Miraflores”.

e. Suelocemento

Para el suelocemento se empleará material de la cantera C3 “La Utrera”.

f. Áridos para firmes y hormigón

También se empleará el material de la cantera C3 “La Utrera”, para áridos de hormigón y firmes (excepto para capa de rodadura).

g. Árido para capa de rodadura

Se usará material de la cantera C-4 Martin Casillas (Las Arenillas) en Sevilla.

Recorrido geológico de la traza

En el eje principal, Puerto-Málaga, y el de mayor afección al terreno, con una longitud de 972 m destaca la presencia de dos pasos subterráneos a excavar con pantallas, siguiendo el túnel actual, entre los PP.KK. 0+323,402 y 0+455,866 y entre los PP.KK. 0+481,087 y 0+568,217, con el perfil longitudinal a unos 7-9 metros de profundidad.

El sustrato de apoyo del trazado está constituido por los materiales de edad terciaria representados a techo, coronando una base de margas de elevada dureza previsiblemente pertenecientes a la Fm Algeciras (T1) aunque este dato es difícil de precisar, por los definidos en este anejo como arcillas con bloques (T2) en la primera parte del tramo, de las que es característico su aspecto caótico y la presencia de arcillas versicolores satinadas y con cierta frecuencia de nódulos de azufre y pequeños niveles de yeso, y por las arenas amarillas y arcillas grises (T3) en la segunda, mayoritariamente representadas por las arcillas grises (T3c) y de manera casi testimonial, por arenas con pasadas de arcillas (T3s); recubriendo el sustrato subyacente terciario aparecen los depósitos cuaternarios, rellenos granulares compactados antrópicos (Qx2) que en la primera parte del tramo llegan a alcanzar los 8 metros de espesor resultando ser el material más afectado por las excavaciones, con una pequeña presencia de depósitos naturales de origen eólico (Qe) al final de aquél.

El nivel freático en esta zona se localiza por debajo de la rasante prevista.

En los otros dos ejes proyectados con incidencia en el terreno en forma de excavaciones, vía de servicio de la calzada izquierda de la A-7 y acceso a la glorieta desde el Puerto, dado el paralelismo y proximidad que guardan con el eje Puerto-Málaga el perfil geológico del terreno a lo largo de los mismos es muy similar al de éste en esas zonas comunes.

Unidades geológicas

➤ Unidad T3s. Arenas amarillas con pasadas de arcillas

Son materiales terciarios de origen marino, formados mayoritariamente por arenas limosas de tonos amarillos, siendo frecuente numerosas intercalaciones de niveles arcillosos que en algunas zonas llegan a constituir potentes capas.

Para su caracterización se han realizado varios ensayos de identificación, estado, químicos y de hinchamiento a las muestras inalteradas tomadas en los sondeos, además de varios ensayos realizados a la mezcla de la columna de varios sondeos.

Los resultados realizados en las muestras inalteradas más representativas de la unidad, indican que se trata mayoritariamente de suelos areno-limosos con presencia de arenas con pocos finos.

El porcentaje medio de finos ha sido del 18,1%, con un máximo del 32,7% y un mínimo del 5,5%.

Respecto a la plasticidad, mayoritariamente se muestran no plásticas o bien con valores del límite líquido, por debajo del 35%.

Como valores de estado, se ha obtenido un valor medio de la densidad aparente de 2 gr/cm³ y una humedad natural media del 19,4% (este exceso de humedad es debido a que aparecen con presencia de agua muy somera, por ello para su correcto uso, previamente deberán ser oreadas).

El contenido en yesos ha sido del 0,1%, con un máximo del 0,28%. Por último los ensayos de presión hinchamiento han dado valores insignificantes, con un valor medio de 2 Kpa y un máximo de 10 Kpa.

Dado que en los materiales suelen encontrarse frecuentemente mezclados con pasadas de arcillas, se ha procedido a caracterizar de manera conjunta la mezcla de algunos de los sondeos más representativos para esta unidad (S-12, S-14 y S-15).

Los valores no han diferido mucho de los anteriores, se corresponden con un suelo areno-limoso (SM), con un porcentaje de finos del 29,90% y de naturaleza no plástica.

Los ensayos químicos indican un valor del 0,8 % de materia orgánica, 0,03% de yesos y 0,187% de otras sales solubles.

El ensayo de compacidad indica un valor de la densidad máxima del Proctor Modificado de 1,98 gr/cm³, para una humedad óptima del 9,50%, mientras que el índice de CBR para el 100% del PM ha sido de 48,8, con un hinchamiento nulo.

Por último los ensayos de colapso y de hinchamiento han dado valores nulos.

Con estos resultados, siguiendo el PG-3, este tipo de materiales se clasifica como suelo Tolerable, incumpliendo la categoría de Adecuado en el cernido del tamiz nº 2, en este caso mayor del 80% recogido en el pliego.

➤ Unidad T3c. Arcillas grises

Ya se ha comentado que se trata de un conjunto de materiales que suele mostrarse en cambio lateral de facies con los materiales descritos anteriormente, si bien en parte del trazado aparecen formando potentes niveles.

Se definen como arcillas grises, de consistencia blanda, de aspecto plástico de visu y frecuente presencia de microfauna.

Los ensayos realizados a las muestras inalteradas procedentes de los sondeos, indican la presencia mayoritaria de arcillas de baja plasticidad, si bien igualmente aparecen términos de elevada plasticidad, así como muestras que se comportan como arenas arcillosas.

El porcentaje medio de finos ha sido del 77,9%, con un máximo del 99,4% y un mínimo del 38,8%.

Respecto a la plasticidad, el valor medio del límite líquido ha sido del 45,5%, con un valor máximo del 62,4% y mínimo del 24,1%, por su parte el índice de plasticidad ha ofrecido un valor medio del 23,3%, con un máximo del 34,4% y un mínimo del 10,6%.

Como valores de estado, se obtiene un valor medio de 1,70 gr/cm³ para la densidad seca, con un máximo de 2,03 gr/cm³ y mínimo de 1,42 gr/cm³, con un valor medio de la humedad del 28,1%, con un máximo del 38,8% y un mínimo del 12,6%.

Los valores de la humedad natural obtenidos a lo largo del trazado, se muestran muy próximos a los valores del límite líquido, lo que evidencia el carácter plástico y de consistencia blanda de estas arcillas.

El valor medio del contenido en materia orgánica ha sido del 1,4%, con un máximo del 2,4% y mínimo del 0,7%.

Por último los resultados de los ensayos de presión de hinchamiento han ofrecido un valor medio del 73,4 Kpa, con un valor máximo de 175 Kpa y un mínimo de 5,0 Kpa, son materiales por tanto que presentan un grado de expansión entre Medio y Alto, con valores que se correlacionan con el Hinchamiento Libre que pueden llegar a ser superiores al 5% (Clasificación de Cuellar, 1978).

A la vista de estos resultados, este tipo de materiales se clasifica como suelos Marginales, no cumpliendo la condición de plasticidad de los suelos Tolerables.

Como en el caso anterior y dado que en algunas zonas del trazado resulta muy complicado poder establecer la división de suelos cohesivos (T3c) y granulares (T3s), debido a los cambios de facies entre unos materiales y otros, se ha procedido a la mezcla de los sondeos más representativos de esta unidad y que naturalmente se podrán ver afectados por la excavaciones (sondeos S-4 y S-6).

Si procedemos al análisis de los resultados obtenidos en los ensayos de la mezcla de la columna de sondeos, la calidad del material mejora, probablemente debido a la mezcla que presenta con niveles más arenosos. En estos casos el porcentaje de finos ha sido del 62,2%, correspondiendo a una arcilla de baja plasticidad (CL), con un valor del límite líquido del 29,6% y un valor del índice plástico del 15,1%.

Los ensayos químicos realizados indican un valor del 0,78% de materia orgánica, 0,430% de sales solubles y del 0,34% de yeso.

Los ensayos de compacidad indican un valor de la densidad máxima del Proctor Modificado de 1,89 gr/cm³ para una humedad óptima del 11,80%, mientras que el índice CBR alcanzado ha sido muy bajo, del 3,6 para el 100% PM, con un hinchamiento máximo experimentado en el ensayo del 0,937%.

Por último el índice de colapso ha sido nulo y el índice de hinchamiento ha sido del 0,17%.

Con estos valores estos materiales se muestran como suelos Tolerables, no obstante el análisis en conjunto con los valores de las muestras inalteradas, anteriormente comentadas, hace que no se consideren aptos para su uso en la obra, debiéndose mandar a vertedero.

➤ Unidad T2. Arcillas versicolores o arcillas con bloques

Se trata de un conjunto de materiales que únicamente se verán afectados por la excavación del túnel de acceso al Puerto Bahía de Algeciras y de manera muy puntual ya que mayoritariamente en esta zona se afectarán a los materiales que constituyen los rellenos antrópicos del túnel actual, no obstante con el objetivo de completar la descripción de los materiales de la zona, se efectúa a continuación una breve descripción.

Mayoritariamente se corresponden con suelos de fina granulometría, aunque también aparecen niveles de arenas arcillosas. El porcentaje medio de finos ha sido del 58%, con un valor máximo del 99,5% y un mínimo del 24,6%.

Atendiendo a su plasticidad presentan un valor máximo del límite líquido del 41%, con un máximo del 55,3% y un mínimo del 36,3%, mientras que el valor medio del índice de

plasticidad ha sido del 21%, con un máximo del 30,2% y un mínimo del 16,6%. Una de las muestras se mostró no plástica.

Con estos valores los suelos se clasifican mayoritariamente como arcillas de baja plasticidad (CL), con algún término de elevada plasticidad (CH) y otras como arenas arcillosas (SC).

Como valores de estado, se ha obtenido un valor medio de la densidad seca de 1,90 gr/cm³, con un máximo de 2,10 gr/cm³ y un mínimo de 1,60 gr/cm³, con un valor medio de la humedad natural del 14,1% y un máximo del 21,9% y un mínimo del 9,8%.

En la relación entre los valores de los límites de Atterberg con la humedad natural se observa que éstos últimos aparecen muy cercanos e incluso por debajo de los valores del límite plástico, ello evidencia una aceptable consistencia de este tipo de suelo.

Los valores de los ensayos químicos indican valores muy bajos del contenido en sulfatos incluido el yeso, por debajo del 0,01% como valor medio.

Por último se dispone de un valor de presión de hinchamiento que fue de 81 Kpa que se podría correlacionar con un valor del hinchamiento libre, en el rango entre el 1,5% y 5% (Cuellar, 1978). A la vista de estos resultados estos materiales se podrían clasificar como suelos Tolerables, no obstante la presión de hinchamiento experimentado en el ensayo, hace pensar que puedan presentar valores importantes de hinchamiento, considerando en este caso de manera conservadora que este tipo de material se correspondería con un suelo Marginal, en cualquier caso, no es previsible que su afección a la excavación sea importante.

2.2.4. Efectos sísmicos

La consideración de la influencia de la sismicidad sobre el proyecto, construcción y mantenimiento de obras relativas a puentes en España está delimitada en la NORMA DE CONSTRUCCIÓN SISMORRESISTENTE. PUENTES (NCSP-07) aprobada por el Real Decreto 637/2007 de 18 de Mayo de 2007.

Esta norma constituye la Parte 2 de la Norma de Construcción Sismorresistente, cuya parte 1, denominada PARTE GENERAL Y EDIFICACIÓN fue aprobada por el Real Decreto 997/2002 de 22 de Septiembre de 2002 bajo la referencia NCSE-02.

Las obras comprendidas en el proyecto de Acondicionamiento de la Conexión de la A-7 con el Acceso Norte al Puerto de Algeciras se implantan en su totalidad en el territorio de la Comunidad Autónoma de Andalucía y en concreto en el término municipal de Algeciras.

Según el listado del Anejo 1 de la norma NCSP-07, los valores de la aceleración sísmica básica y coeficiente de contribución en dicho municipio son:

MUNICIPIO	a _b /g	K
ALGECIRAS	0,04	1,2

La clasificación de los puentes según su importancia en función de los daños que pueda ocasionar su destrucción, viene precisada en la INSTRUCCIÓN SOBRE LAS ACCIONES A CONSIDERAR EN EL PROYECTO DE PUENTES DE CARRETERA (IAP-11) aprobada por Orden FOM/2842/2011, de 29 de Septiembre, que a tal efecto en el apartado 5.2 establece lo siguiente:

- a) Puentes de importancia moderada: Salvo en circunstancias especiales que lo justifiquen los puentes de la red de carreteras del Estado no se considerarán incluidos en esta categoría.
- b) Puentes de importancia normal: Aquéllos cuya destrucción puede interrumpir un servicio necesario para la colectividad o producir importantes pérdidas económicas sin que, en ningún caso, se trate de un servicio imprescindible o pueda dar lugar a efectos catastróficos.
- c) Puentes de importancia especial: Aquéllos cuya destrucción puede interrumpir un servicio imprescindible después de haber ocurrido un terremoto, o aumentar los daños del mismo por efectos catastróficos.

Conforme a las categorías que establece la Norma IAP-11, las estructuras objeto de proyecto, a saber los pasos inferiores de la calzada izquierda del acceso al puerto y las complementarias de la losa y muro del ramal Puerto-Glorieta y muro de la vía de servicio, se encuadran en la categoría de puentes de importancia normal por lo que según el apartado 2.3 de la Norma NCSP-07 el factor de importancia γ_I a considerar será 1,00.

El coeficiente de riesgo ρ para las distintas situaciones de las estructuras ante la acción sísmica según el apartado 3.4 de la NCSP-07 será:

- Sismo último de cálculo

$$\gamma_{II} = 1,00 \text{ por tanto } \rho = 1,00$$

- Sismo frecuente de cálculo

$$\gamma_{II} = (P_R / 500)^{0,4} = (100 / 500)^{0,4} = 0,525 \text{ y } \rho = 0,525$$

Siendo la estratigrafía del terreno de emplazamiento de las estructuras variable e irregular pero con una extendida presencia de materiales cohesivos blandos se adopta siguiendo lo especificado por el apartado 3.2 de la Norma NCSP-07 un valor de $C = 2,0$ para el coeficiente del terreno, así pues el coeficiente de ampliación del terreno tomará el valor, aplicable a todas las estructuras, de:

$$S = C / 1,25 = 2,0 / 1,25 = 1,60$$

Resultando finalmente las aceleraciones sísmicas horizontales de cálculo que se obtienen a continuación:

- Sismo último de cálculo

$$a_c = S \cdot \rho \cdot a_b = 1,60 \cdot 1,00 \cdot 0,04 \text{ g} = 0,064 \text{ g}$$

- Sismo frecuente de cálculo

$$a_c = S \cdot \rho \cdot a_b = 1,60 \cdot 0,525 \cdot 0,04 \text{ g} = 0,034 \text{ g}$$

Vistos los resultados obtenidos se puede prescindir de la comprobación de las estructuras frente al sismo frecuente, otro tanto sucede con el sismo de construcción.

Como resumen se adjunta un cuadro de las estructuras previstas con el correspondiente valor de la aceleración sísmica horizontal de cálculo a tener en cuenta en la comprobación de la situación de sismo último de cálculo.

Viario	Nombre de la estructura	Tipo estructural	Aceleración de cálculo a_c
Acceso al Puerto	Paso inferior para la Calzada Izquierda Puerto - Málaga	Pórtico	0,064 g
Estructuras complementarias	Muro nº 1 para la Vía de Servicio A-7 Calzada Izquierda	Muro	0,064 g
	Muro nº 2 para el Ramal Puerto - Glorieta	Muro	0,064 g
	Losa sustentada por pilas para el Ramal Puerto - Glorieta	Losa	0,064 g

2.2.5. Climatología e Hidrología

Para la selección de las estaciones se ha distinguido entre las pluviométricas, las termopluviométricas y las completas teniendo en cuenta la proximidad a la traza, serie de datos disponibles y altitud.

Datos pluviométricos

A la vista de los datos disponibles se han considerado las siguientes estaciones:

- 5988I Pantano de Almodóvar (TP)
- 6006 Algeciras (TP)
- 6026 San Roque “Central Eléctrica” (P)
- 6015 Los Barrios (S.C. Tiradero) (P)

El resto de estaciones no se han considerado por estar más alejadas de la traza.

Datos termométricos

Se han seleccionado las estaciones próximas a la traza y con disponibilidad de datos suficientes para nuestro estudio. Se ha tomado la estación **5988I Pantano de Almodóvar (TP)** y la estación **6006 Algeciras (TP)**.

Otros datos

La estación seleccionada es la **6001 Tarifa (C)**.

Los datos de que disponen las estaciones completas son: humedad relativa, tensión de vapor, punto de rocío, nubosidad, evaporación, insolación, días de granizo, de lluvia, de nieve, de niebla, dirección y frecuencia de vientos, etc.

En el Anejo nº 5 “Climatología e Hidrología” se desarrollan los estudios necesarios para definir las características climatológicas de la zona, estableciendo el número de días aprovechables para la ejecución de las obras y determinando las máximas avenidas en las cuencas interceptadas por la Autovía, con objeto de afectar lo menos posible a la red de drenaje natural del terreno y permitir el diseño de las obras de drenaje necesarias.

Se han determinado los distintos factores climáticos correspondientes a la zona por donde discurre la traza de la autovía, que se exponen seguidamente.

La precipitación media anual oscila entre 772,6 mm y 1.247,1 mm.

El valor más alto para las estaciones seleccionadas para la precipitación máxima en 24 horas es de 63,0 mm en Diciembre en la estación Los Barrios.

La distribución temporal de las precipitaciones a lo largo del año presenta un máximo centrado en finales del otoño y principios del invierno. El periodo seco coincide, naturalmente, con el verano.

La temperatura media anual de la zona del proyecto es 18°C.

TEMPERATURAS ESTACIÓN 6-006 ALGECIRAS									
MES	Ta (°C)	T (°C)	ta (°C)	t (°C)	tm (°C)	D1 (°C)	D2 (°C)	Te (°C)	
ENE	25,3	15,4	-3,8	9,7	12,5	5,7	7,5		
FEB	26,6	16,3	-2,6	10,3	13,0	6,0	6,9		
MAR	31,4	17,8	0,8	11,8	14,4	6,0	17,6	16,3	PRIMAVERA
ABR	33,6	19,7	2,0	12,7	16,1	7,1	6,8		
MAY	37,4	22,3	5,0	14,9	18,4	7,5	6,5		
JUN	38,6	25,6	8,0	18,0	21,6	7,6	5,5	26,1	VERANO
JUL	43,8	28,3	9,0	20,3	24,0	8,0	5,1		
AGO	44,0	28,9	9,0	20,9	24,7	8,1	6,4		
SEP	44,0	26,2	6,6	19,3	22,5	6,9	6,5	19,1	OTOÑO
OCT	34,2	22,6	4,6	16,4	19,4	6,2	5,4		
NOV	32,0	18,9	2,9	13,1	15,5	5,7	20,9		
DIC	25,2	16,2	-2,0	11,2	13,3	5,1	7,0	11,9	INVIERNO
ANUAL	44,0	21,6	-3,8	15,0	18,0	6,6	3,8		
OSCILACIÓN MÁXIMA					47,8				
OSCILACIÓN VERANO - INVIERNO					14,2				

Ta: Temperatura máxima absoluta
T: Temperatura media de las máximas
ta: Temperatura mínima absoluta
t: temperatura media de las mínimas

tm: Temperatura media
D1: Oscilación entre la media de máximas y de mínimas
D2: Oscilación entre máxima y mínima de las medias
Te: Temperaturas medias estacionales

Todos los valores de viento se han obtenido a partir de la estación completa 6-001 Tarifa durante el periodo de años 1945-2008.

La velocidad media mensual más elevada por rumbo corresponde al E con 43,9 Km/h en el mes de Julio. La menor velocidad media corresponde al mes de Noviembre con 34 Km/h.

Con objeto de clasificar el clima en la zona se ha determinado el índice de aridez de Martonne.

Por lo que respecta a la aridez del clima se verifican en la zona dos situaciones opuestas, cada una de las cuales abarca prácticamente una mitad anual, alcanzándose en los meses de verano características de **zona desértica** y en los meses de invierno condiciones de **zona húmeda**.

La zona, según Dantin - Revenga, es **semiárida** para la estación 5-988I Pantano de Almodóvar y **Húmeda** para la estación 6-006 Algeciras.

Al aplicar el índice de Lang se comprueba que la zona de proyecto la podemos considerar como una **Zona Húmeda de estepa y sabana**.

Según la clasificación agroclimática de Papadakis, el clima en la zona de proyecto está definido por el tipo de invierno Citrus (Ci) y verano tipo Algodón fresco (g), con un régimen térmico Subtropical semicálido (Su) y régimen hídrico Mediterráneo húmedo (ME), pudiéndose encuadrar como clima **MEDITERRÁNEO SUBTROPICAL (SU)**.

Se ha calculado el valor medio anual del número de horas de sol, 2644,6 h, a partir de los datos obtenidos en la estación de Tarifa.

Algeciras y Pantano de Almodóvar, indica la existencia de mi periodo seco desde Abril a Octubre con una magnitud muy marcada entre Julio y Agosto.

En el cuadro siguiente se recogen el número de días aprovechables netos total anual según el tipo de obra de que se trate.

NÚMERO DE DÍAS APROVECHABLES NETOS					
CLASE DE OBRA					
MES	HORMIGÓN	EXPLANACIONES	PRODUCCIÓN DE ÁRIDOS	RIEGOS, TRATAMIENTOS SUPERFICIALES	MEZCLAS BITUMINOSAS
ENE	18	17	18	12	15
FEB	16	15	16	11	13
MAR	18	17	18	14	15
ABR	19	17	19	15	16
MAY	20	19	20	18	18
JUN	20	19	20	19	19
JUL	20	20	20	20	20
AGO	20	20	20	20	20
SEP	19	19	19	18	18
OCT	19	18	19	16	16
NOV	18	16	18	14	14
DIC	18	16	18	12	14
TOTAL	231	217	231	193	203

Se ha seguido el método recogido en la Instrucción 5.2-I.C. “Drenaje Superficial”, para la determinación de los caudales de cálculo de la cuenca afectado por el proyecto, cuya delimitación se ha realizado a diversas escalas 1/2.500 y 1/500.

A partir de las series de precipitación máxima diaria anual recogida en cada pluviómetro se ha procedido a determinar los valores extremos de la precipitación máxima diaria para los periodos de retorno correspondientes a 2, 5, 10, 25, 50, 100, 500 y 1.000 años. Para ello se han

ajustado a los primeros valores de dos leyes extremales de probabilidades diferentes, la Distribución de Gumbel y la Distribución SQRT-ET máx, escogiendo para cada periodo de retorno los valores máximos resultantes de ambos casos.

Estos valores se han comparado con los obtenidos a partir de la consulta del “Mapa para el Cálculo de Máximas Precipitaciones Diarias en la España Peninsular”.

Los valores de las precipitaciones máximas en 24 horas para los diferentes periodos de retorno considerados se han comparado entre sí, tomándose los máximos del ajuste de Gumbel, SQRT-ET máx y los valores del “Mapa para el Cálculo de Máximas Precipitaciones Diarias en la España Peninsular”.

Un parámetro fundamental en el método hidrometeorológico descrito por la Instrucción 5.2-I.C. es el tiempo de concentración.

Los tiempos de concentración no sobrepasan el límite de 6 h impuesto por la Instrucción para poder utilizar el método hidrometeorológico.

El Método Hidrometeorológico, contenido en la Instrucción, consiste en la aplicación de la fórmula:

$$Q = \frac{C \cdot A \cdot I}{3}$$

siendo:

Q= caudal de cálculo en el punto de desagüe de la cuenca o superficie drenada, para cada periodo de retorno.

C= coeficiente medio de escorrentía de la cuenca o superficie drenada, para cada periodo de retorno.

A= área de la cuenca o superficie drenada.

I= intensidad media de precipitación correspondiente al período de retorno considerado y para una duración del aguacero igual al tiempo de concentración Tc, sobre la cuenca o superficie drenada, para cada periodo de retorno.

En la tabla siguiente se resumen los caudales de la cuenca afectada para los diversos períodos de retorno.

CUADRO RESUMEN DE CAUDALES ASOCIADOS A LOS DISTINTOS PERIODOS DE RETORNO PARA CADA CUENCA

CUENCA	PERIODO DE RETORNO [años] ⁽¹⁾								
	2	5	10	25	50	100	200	500	1000
C01	0,144	0,214	0,267	0,342	0,405	0,462	0,535	0,629	0,699

(1) Los valores de la tabla aparecen expresados en m³/s

En el Anejo nº 5 “Climatología e Hidrología” se incluye el análisis de todas las cuencas interceptadas por el trazado y se detallan todos los factores e índices pluviométricos y climáticos resultantes del estudio realizado.

2.2.6. Tráfico

En el proceso de recolección de datos de tráfico se han consultado los estudios anteriormente realizados en la zona.

Adicionalmente, se han realizado aforos en la zona de la glorieta.

Una vez se han determinado los valores del tráfico en el año actual, se lleva a cabo una labor de prognosis del tráfico en los próximos años. Para dichos cálculos, se van a aplicar las siguientes condiciones:

- El acondicionamiento de la conexión de la actual autovía A-7 con el Acceso Norte del Puerto de Algeciras entra en funcionamiento en el año 2017.
- El período de proyecto a considerar es de 20 años, por lo que el año horizonte final del cálculo es el año 2037.
- Durante los 20 años de análisis, se consideran los incrementos anuales de tráfico que señala la Orden FOM/3317/2010 anteriormente referida y que se recogen en la tabla adjunta:

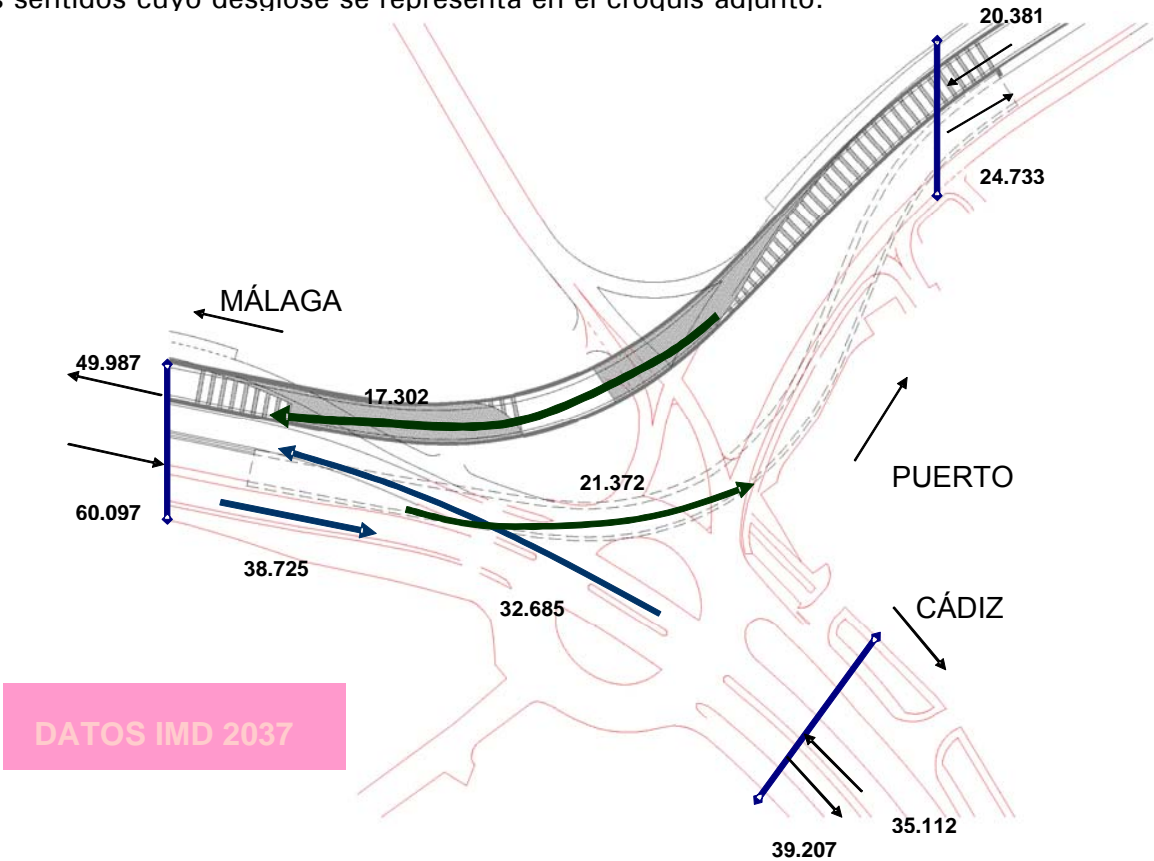
Incremento de tráfico s/Orden FAM/3317/2010	
Período	Incremento anual acumulativo
2010-2012	1,08%
2013-2016	1,12%
2017 en adelante	1,44%

- Se considera una inducción del 10% durante los tres primeros años de servicio (4%, 3% y 3%) consecutivamente entre los años 2018 y 2020.

Los valores obtenidos en los cálculos se resumen en el siguiente cuadro.

AÑO	Crecimiento anual	A-7 Norte	A-7 Sur	Acceso al Puerto	Túnel
2014	-	72.368	48.856	29.657	25.424
2015	1,12%	73.179	49.403	29.989	25.709
2016	1,12%	73.998	49.957	30.325	25.997
2017	1,44%	75.064	50.676	30.762	26.371
2018	5,44%	79.147	53.433	32.435	27.806
2019	4,44%	82.661	55.805	33.875	29.040
2020	4,44%	86.331	58.283	35.379	30.330
2021	1,44%	87.575	59.122	35.889	30.766
2022	1,44%	88.836	59.973	36.406	31.209
2023	1,44%	90.115	60.837	36.930	31.659
2024	1,44%	91.413	61.713	37.462	32.115
2025	1,44%	92.729	62.602	38.001	32.577
2026	1,44%	94.064	63.503	38.548	33.046
2027	1,44%	95.419	64.418	39.103	33.522
2028	1,44%	96.793	65.345	39.666	34.005
2029	1,44%	98.187	66.286	40.238	34.494
2030	1,44%	99.600	67.241	40.817	34.991
2031	1,44%	101.035	68.209	41.405	35.495
2032	1,44%	102.490	69.191	42.001	36.006
2033	1,44%	103.965	70.188	42.606	36.525
2034	1,44%	105.463	71.198	43.219	37.051
2035	1,44%	106.981	72.224	43.842	37.584
2036	1,44%	108.522	73.264	44.473	38.125
2037	1,44%	110.084	74.319	45.114	38.674

Estos valores se corresponden con los datos de IMD de cada tramo considerando la suma de ambos sentidos cuyo desglose se representa en el croquis adjunto.



En el Anejo nº 6 “Tráfico” se analizan los niveles de servicio para diversas hipótesis de crecimiento del tráfico. A continuación se presentan los resultados obtenidos

Tramo	BFFS	f_{LW}	f_{LC}	f_M	f_A	FFS	Año	IMD	IHP	PHF	N	P_T	E_T	f_{HV}	f_P	v_P	S	D	NS
A-7 Norte	81	1,00	5,30	0,00	2,00	72,70	2017	40.979	2.869	0,95	3	0,05	1,5	0,98	0,95	1.086	72,70	15	C
	81	1,00	5,30	0,00	2,00	72,70	2027	52.091	3.646	0,95	3	0,05	1,5	0,98	0,95	1.380	72,70	19	D
	81	1,00	5,30	0,00	2,00	72,70	2037	60.097	4.207	0,95	3	0,05	1,5	0,98	0,95	1.593	71,83	22	D
A-7 Sur	81	1,00	3,90	0,00	2,00	74,10	2017	26.734	1.871	0,95	2	0,05	1,5	0,98	0,95	1.063	74,10	14	C
	81	1,00	3,90	0,00	2,00	74,10	2027	33.983	2.379	0,95	2	0,05	1,5	0,98	0,95	1.351	74,10	18	D
	81	1,00	3,90	0,00	2,00	74,10	2037	39.207	2.744	0,95	2	0,05	1,5	0,98	0,95	1.559	73,34	21	D
Acceso al Puerto	81	1,00	4,40	0,00	1,00	74,60	2017	16.865	1.181	0,95	2	0,08	1,5	0,96	0,95	680	74,60	9	B
	81	1,00	4,40	0,00	1,00	74,60	2027	21.438	1.501	0,95	2	0,08	1,5	0,96	0,95	865	74,60	12	C
	81	1,00	4,40	0,00	1,00	74,60	2037	24.733	1.731	0,95	2	0,08	1,5	0,96	0,95	998	74,60	13	C
Túnel	55	1,00	3,90	0,00	0,00	50,10	2017	14.573	1.020	0,95	2	0,08	1,5	0,96	0,95	588	50,10	12	C
	55	1,00	3,90	0,00	0,00	50,10	2027	18.525	1.297	0,95	2	0,08	1,5	0,96	0,95	747	50,10	15	C
	55	1,00	3,90	0,00	0,00	50,10	2037	21.372	1.496	0,95	2	0,08	1,5	0,96	0,95	862	50,10	17	D

2.2.7. Geotecnia del corredor

Se ha realizado una campaña de investigación, para determinar la geotecnia del corredor que ha consistido en 16 sondeos y 2 penetrómetros tipo Borros, así como los correspondientes ensayos de laboratorio.

Con los resultados de la campaña de investigaciones, se ha realizado la caracterización geotécnica de los materiales que constituyen los grupos geotécnicos definidos, con mayor desarrollo, los que tienen una mayor incidencia en el trazado.

Los materiales más representativos que aparecen afectando al trazado y su entorno, mayoritariamente se han observado e interpretado en la planta y perfil geológico-geotécnico, una vez finalizada la campaña de sondeos. Son los que se resumen a continuación.

Materiales presentes en el trazado y su entorno

EDAD	UNIDAD CARTOGRÁFICA EN PLANTA	DESCRIPCIÓN
CUATERNARIO	Qx2	Rellenos antrópicos. Explanaciones, zonas urbanizadas y edificaciones
	Qx1	Rellenos antrópicos compactados. Carreteras y viales
	Qe	Depósitos eólicos. Arenas escasamente compactadas
CUATERNARIO	Qal	Depósitos aluviales. Arenas y gravas
	Qt	Depósitos de terraza. Gravas, arenas y limos
	Qg	Depósito de glacis. Arenas, arcillas, gravas y bolos
TERCIARIO	T3	Arenas amarillas (T3s) con arcillas grises (T3c)
	T2	Arcillas con bloques de areniscas
	T1	Margas, arcillas y areniscas. Flysch de Algeciras

Grupos geotécnicos interpretados a lo largo del trazado

GRUPO	SUBGRUPO		UNIDADES CARTOGRÁFICAS DEL PERFIL GEOLÓGICO	DESCRIPCIÓN GEOTÉCNICA
1	1A		QX1	Rellenos antrópicos de explanaciones / viviendas
	1B		Qx2	Rellenos antrópicos compactados asociados a carreteras y viales
	1C		Qe	Depósitos eólicos. Arenas escasamente compactadas
2	2A		T1	Margas y arcillas y areniscas. Flysch de Algeciras
	2B		T2	Arcillas con bloques de areniscas
	2C	2C1	T3S	Arenas amarillas
		2C2	T3C	Arcillas grises

CUATERNARIO (GRUPO 1)

SUBGRUPO 1A (QX1)

Es un grupo de materiales que únicamente ha sido reflejado en la cartografía geológica, por ocupar las zonas donde aparecen las explanaciones y edificaciones que se muestran aledañas al trazado. No han sido caracterizados geotécnicamente.

SUBGRUPO 1B (QX2)

Corresponde a depósitos antrópicos asociado a los rellenos compactados de la actual A-7 y carretera de acceso al puerto.

Se ha identificado prácticamente en todos los sondeos ejecutados con espesores variables entre 1,5 y 7 metros de potencia (S-1).

Los valores representativos del golpeo del ensayo SPT (N30) obtenidos a lo largo de este nivel varían ente los 5 y los 9 golpes, correspondiéndose por tanto con materiales de escasa compacidad.

No se dispone de resultados de ensayos, dada la imposibilidad de tomar muestras de estos materiales.

SUBGRUPO 1C (Q_e)

Se trata de unos depósitos que se distribuyen junto al cauce del río de Palmones, así como en pequeños retazos a lo largo de la traza. Son materiales de escasa incidencia en el trazado.

Son arenas fundamentalmente cuarcíticas, aunque es frecuente en esta zona próxima al litoral que igualmente presenten restos de conchas de tamaño como las arenas.

Tienen una escasa representatividad a lo largo de la traza, habiéndose identificado únicamente en los sondeos S-3, S-4 y S-6 con potencias entre 0,5 y 3,5 metros.

Los valores de golpeo del ensayo SPT (ensayo SPT (N30) obtenidos a lo largo de este nivel dan valores entre 13 y 17, correspondiendo por tanto a arenas Flojas a Medias.

- **Identificación y Estado**

El porcentaje de finos ha sido del 8,7%, presentan una humedad del 7,50 y una densidad seca de 1,77 T/m³. Son de naturaleza no plástica.

Respecto a su granulometría la muestra ensayada confirmaría el hecho de que se trata de arenas bien graduadas tipo SW-SM.

TERCIARIO (GRUPO 2)

SUBGRUPO 2A (T1)

En la zona del trazado constituye el nivel base del sustrato. Como el resto de materiales, no afloran en la zona del proyecto, por lo que únicamente se han localizado en los sondeos S-9, S-10 y S-11 a profundidades superiores a los 15 metros.

Se trata de una sucesión de margas y pelitas margosas, generalmente de tonos azulados con intercalaciones de areniscas micáceas que pueden alcanzar el metro de espesor, si bien lo más frecuente es que no superasen los 40 centímetros.

Los valores de golpeo (N30) son en todos los casos muy elevados, con mínimos de 31 y máximos (mayoritarios) de rechazo. Se trataría por tanto de materiales de consistencia Dura-Muy Dura.

Se trata de una unidad muy similar a la T2 (arcillas versicolores y arcillas con bloques) que se describirán posteriormente, en cuanto a su origen y comportamiento geomecánico.

- **Identificación y Estado**

Dada su poca representatividad a lo largo de la traza, se dispone de un escaso número de ensayos para caracterizar esta unidad, no obstante en base a los resultados de los que se dispone se puede indicar lo siguiente.

Se trata de arcillas de consistencia dura y colores azulados y satinados caracterizadas por un valor medio de la densidad aparente de 2,10 T/m³ y un peso específico de 2,4 T/m³.

El porcentaje medio de finos ha sido del 91,1%, con un máximo del 99,5% y un mínimo del 82,7%, todos ellos de baja plasticidad, con un valor medio del límite líquido del 35,8%, 17,4% para el límite plástico y del 18,4% para el índice de plasticidad.

De acuerdo con la clasificación de Casagrande se identificarían como arcillas de baja plasticidad tipo (CL).

- **Resistencia**

Para el análisis de los parámetros resistentes se dispone de un ensayo de corte directo (CU), un ensayo triaxial tipo (CU) y dos ensayos de resistencia a la compresión simple.

Los ensayos de resistencia a compresión simple arrojan valores de 3,8 Kp/cm² y de 4,9 Kp/cm².

Los valores de golpeo del ensayo S.P.T correspondientes a esta unidad, arrojan siempre valores superiores a 30 y generalmente de rechazo, lo que correspondería a una arcilla Muy Dura (Hunt, 1984).

Según esta misma correlación estas arcillas de consistencia dura se caracterizarían por resistencias a la compresión de 4 Kp/cm² o superiores. Respecto a los parámetros resistentes c

y ϕ deducidos a partir del ensayo triaxial y de corte directo, estos han dado resultados muy dispares.

Valores de resistencia al corte. Arcillas T1

TIPO DE ENSAYO	C´ (Kp/cm²)	φ (°)
TRIAXIAL (CU)	2,68	23
CORTE (CU)	0,08	41

Respecto a los parámetros obtenidos en el corte directo no se consideran representativos de las arcillas y margas mayoritarias en la unidad (T1), no obstante podrían corresponder con alguna intercalación arenosa de las que también caracterizan de forma esporádica esta unidad.

Ajustando los valores de parámetros resistentes obtenidos en el ensayo triaxial ($c = 2,6 \text{ kp/cm}^2$ y $\phi = 22^\circ$), de acuerdo a la envolvente de Mohr-Coulomb, se obtiene una resistencia a la compresión simple superior a los 7 Kp/cm^2 que si bien muy posiblemente se ajusten mejor a la naturaleza de los materiales de T1 (arcillas muy litificadas), resultaría muy superior a los valores de resistencia obtenidos en laboratorio. Haciendo el ajuste inverso, es decir considerando una resistencia a la compresión del orden de las obtenidas en laboratorio (3 Kp/cm^2) y un ángulo de rozamiento de 20° , se obtiene un valor para la cohesión de 1 Kp/cm^2 .

De forma conservadora y dado que no se dispone de otros ensayos en esta unidad que puedan servir de contraste (presiómetros), se opta por tomar un valor de $c = 0,9 \text{ Kp/cm}^2$ y $\phi = 20^\circ$.

• Deformabilidad

No se disponen de ensayos presiométricos llevados a cabo en esta unidad por lo que el análisis de los parámetros deformacionales se abordará desde los valores de golpeo, así como de correlaciones de carácter empírico entre la resistencia a compresión simple y el módulo de deformación. Se han utilizado las expresiones propuestas por diversos autores (*Wilson, Aydan o Enfin, Hoek et Diederichs*) para lo cual se han considerado valores de resistencia a compresión simple del orden de los obtenidos en laboratorio.

Valores del módulo de deformación. Arcillas T1

RCSpromedio (Kg/cm²)	Wilson (1993) $E_i = 310 \cdot \sigma_{ci} \text{ (MPa)}$	Aydan (1995) $E_i = 80 \cdot (\sigma_{ci})^{1.4} \text{ (MPa)}$	Enfin, Hoek et Diederichs (2006) $E_i = MR \cdot \sigma_{ci} \text{ (MPa)}$
3	93	14,82	75
5	155	30,31	125

Para valores de resistencia representativos de la unidad T1 de 3 y 4 Kp/cm^2 se obtienen valores del módulo de deformación comprendidos entre 148 o 296 kp/cm^2 , (según Aydan) y 930 Kp/cm^2 o 1.240, (según Wilson).

Si bien se trata de una arcilla litificada para la cual es esperable un comportamiento más asimilable al de una roca que al de un suelo, se tomará un valor de módulo conservador (300 Kp/cm^2) dado que no se dispone de un número de ensayos representativos para efectuar un análisis comparativo.

• Otros aspectos geotécnicos de interés

Respecto al potencial expansivo de esta unidad, el único ensayo del que se dispone arroja un valor de $0,78 \text{ Kp/cm}^2$ indicativo de un potencial expansivo moderado. No obstante en base a criterios empíricos como el propuesto Oteo, C (1986) establecido en función de la relación entre humedad y límite líquido, los valores indicarían en todos los casos que las muestras se encontrarían en la región de expansividad nula.

SUBGRUPO 2B (T2)

Son materiales de edad Mioceno inferior, se caracterizan por la presencia de arcillas rojas y verdes satinadas, con aspecto esquistoso y distribución caótica, en las que no se reconoce la estratificación.

Es frecuente encontrar nódulos de azufre y pequeños niveles de yeso, como los observados en los sondeos S16 y S17, concreciones diagenéticas, niveles de limolitas ferruginizadas y en ocasiones, intercalaciones de areniscas y calizas limosas-arenosas.

Este grupo de materiales se han identificado en los sondeos S-10, S-16 y S-17, variando los valores de golpeo del ensayo SPT (N_{30}) entre 11 y rechazo y correspondiéndose por tanto con materiales de consistencia de Rígida a Dura.

• **Identificación y Estado**

Los ensayos de granulometría llevados a cabo sobre materiales de la unidad T2 revelarían que se trata en su mayoría de arcillas, generalmente de baja plasticidad (CL), con alguna intercalación de arcillas de alta plasticidad (CH) así como de arenas con matriz arcillosa (SC).

Como valores de estado, la humedad natural ha variado entre el 12% y 22%, mientras que el valor de la densidad seca ha variado entre 1,62 y 2,05 T/m³, estableciéndose un valor medio de 1,90 T/m³.

En todos los casos la plasticidad de la fracción arcillosa se consideraría baja. Respecto a la relación entre la humedad y los límites de Atterberg, los valores de ésta se encontrarían en el entorno del límite plástico y bastante alejados de los valores del límite líquido.

• **Resistencia**

Si bien se han obtenido dos valores de RCS inferiores a 1 Kp/cm² (0,23 y 0,93 kp/vm²), los valores que se consideran verdaderamente representativos de la unidad son aquellos que han ofrecido valores superiores a los 4 Kp/cm² (5,76, 4,24 y 4,29 Kp/cm²).

De acuerdo con los valores elevados de golpeo obtenidos en los ensayos S.P.T llevados a cabo sobre estos materiales (25 a Rechazo), se trataría de materiales de consistencia Muy Rígida a Dura para los que *Hunt 1984* aconseja valores de resistencia a la compresión entre 2,0 y 4 Kp/cm².

Por otra parte, los valores de resistencia a la compresión deducidos a partir de los presiómetros son los que se muestran en el siguiente cuadro:

Valores de la RCS, obtenidos a partir de los presiómetros, en T2

SONDEOS	PROFUNDIDAD (m)	UNIDAD	Tensión horizontal (kg/cm ²)	PRESIÓN FLUENCIA (kg/cm ²)	PRESIÓN LÍMITE (kg/cm ²)	MÓDULO PRESIOMÉTRICO (kg/cm ²)	COMPRESIÓN SIMPLE (kg/cm ²)
S-10	8	T2	0,8	7,8	13,2	172	3
S-10	15	T2	1,5	7,2	12,4	89,8	2,6

Proyectando los valores correspondientes a ensayos de compresión simple en laboratorio junto con las resistencias deducidas de los dos ensayos presiométricos anteriormente expuestos, se observa coherencia entre uno y otro grupo de valores.

De forma conservadora y si bien el valor será superior al estimado, se tomará una resistencia representativa para esta unidad de 3 Kp/cm².

Para el análisis de los parámetros resistentes (c y ϕ) característicos de esta unidad se dispone además de un ensayo triaxial tipo (CU) y de los valores de resistencia a compresión simple a partir de los cuales es posible tantear el ajuste de los valores de cohesión y fricción.

El ensayo de triaxial (CU) indica un valor de cohesión de 0,1 Kp/cm² y un ángulo de rozamiento interno de 19°.

Ajustando estos parámetros según la envolvente de Mohr-Coulmb se obtendría una resistencia a la compresión simple de 0,28 Kp/cm² que resulta excesivamente pesimista para este tipo de material. Haciendo el ajuste a la inversa, es decir considerando una resistencia igual al valor considerado como representativo de la unidad (3 Kp/cm²) se obtiene una cohesión de 1Kp/cm².

De forma conservadora se tomará el ajuste efectuado para una resistencia algo inferior a la media (2 Kp/cm²) para lo cual se obtiene un valor de la cohesión de 0,7 Kp/cm².

• **Deformabilidad**

Para estimar la deformabilidad de estos materiales se dispone de dos ensayos presiométricos llevados a cabo a diferentes profundidades. Los valores del módulo de deformación obtenidos son de 149 y de 286 Kp/cm².

Valores del módulo de deformación, obtenidos a partir de los presiómetros, en T2

SONDEOS	PROFUNDIDAD (m)	UNIDAD	tensión horizontal (kg/cm²)	PRESIÓN FLUENCIA (kg/cm²)	PRESIÓN LÍMITE (kg/cm²)	MÓDULO PRESIOMÉTRICO (kg/cm²)	COMPRESIÓN SIMPLE (kg/cm²)	MÓDULO DEFORMACIÓN (kg/cm²)
S-10	8	T2	0,8	7,8	13,2	172	3	286
S-10	15	T2	1,5	7,2	12,4	89,8	2,6	149

Considerando los valores medios y extremos obtenidos para la resistencia a la compresión simple se tienen los siguientes valores.

Valores del módulo de deformación. T2

RCS _{promedio} (Kg/cm²)	Wilson (1993) $E_i = 310 \cdot \sigma_{ci}$ (MPa)	Aydan (1995) $E_i = 80 \cdot (\sigma_{ci})^{1.4}$ (MPa)	Enfin, Hoek et Diederichs (2006) $E_i = MR \cdot \sigma_{ci}$ (MPa)
1	31	3,18	25
3	93	14,82	75
5	155	30,31	125

Comparativamente, proyectando en el mismo gráfico los valores de módulo de deformación obtenidos en los presiómetros, estos se ajustarían mejor a la expresión de Aydan (*valores de los presiómetros en azul*). siendo los ajustes de *Enfin, Hoek et Diederichs* y de *Wilson* excesivamente optimistas

Los valores tomados de la bilbiografía consultada aconsejan valores entre 50 y 300 Kp/cm² . De modo conservador se tomará un valor de 200 Kp/cm² como representativo del módulo para la unidad T2.

• Otros aspectos de interés geotécnico

El único valor de presión de hinchamiento del que se dispone indica un valor de 0,8 Kp/cm² lo que sería indicativo de un potencial expansivo moderado.

Contrastando este resultado con el criterio propuesto por Oteo (1996) todos las muestras se encontrarían dentro de la región caracterizada por expansividad nula.

Por último indicar que los resultados de los análisis químicos, indican valores del contenido en yeso y sulfatos prácticamente nulos, no obstante, como se ha señalado en la descripción

general de este grupo de materiales, en algunos de los sondeos se identificaron pequeños niveles de yeso, por lo que el aspecto ligado a la posible agresividad al hormigón, debe considerarse como posible.

SUBGRUPO 2C(T3)

Dentro de la unidad cartográfica T3, arenas amarillas con niveles de arcillas grises, de edad Pliocena, se han diferenciado dos subunidades dependiendo de su carácter granular o cohesivo, si bien hay que indicar que no siempre ha sido posible establecer esta diferencia de manera clara, ya que es muy común el continuo cambio de facies entre ambos materiales, según el ambiente sedimentario en el que se depositaron.

2C1 (T3s)

Corresponden a depósitos de arenas amarillentas, de grano fino, con intercalaciones de niveles de carbonatados con fragmentos de macrofauna, de edad Pliocena.

Estos materiales se han identificado en los sondeos S-1, S-2, S-3, S-4, S-6, S-11, S-12, S-13, S-14 y S-15.

Los valores de golpeo del ensayo SPT (N₃₀) obtenidos varían mayoritariamente entre 15 y 30 golpes lo que correspondería a una compacidad Media.

• Identificación y Estado

Los ensayos de densidad seca indican valores mínimos de 1,63 T/m³, máximos de 1,78 T/m³ con un valor medio de 1,70 T/m³.

Los contenidos de humedad varían entre un mínimo de 12,6% y un máximo de 23,4%, siendo el contenido medio del 19,4%.

De acuerdo con la clasificación de Casagrande, las muestras se clasificarían mayoritariamente como SM (arenas con matriz limosa) o SC (arenas con matriz arcillosa), aunque también se muestran términos SP-SM (mezcla de arenas mal graduadas y arenas limosas) y SW-SM (mezcla de arenas bien graduadas y arenas limosas).

Las curvas granulométricas presentan la tendencia característica de estos términos granulares, presentando un valor medio del contenido en finos del 18,1%, con un máximo del 32,7% y un mínimo del 5,5%.

En los términos que presentan finos con plasticidad, ésta se muestra como de baja plasticidad, con un valor del límite líquido del 34,4% y del 14,1% para el índice de plasticidad.

- **Resistencia**

Para el análisis de los parámetros resistentes se parte como primer tanteo de los valores del golpeo de los ensayos S.P.T y M.I, tomándolos no obstante con cierta precaución ya que aunque se trate del término granular de la unidad T3, puede presentar intercalaciones cohesivas para las cuales los valores de golpeo como se sabe no resultan tan fiables.

Los valores de golpeo obtenidos a lo largo de la unidad resultan heterogéneos variando generalmente entre un mínimo de 5 (poco frecuente) y máximos de rechazo, observándose además una tendencia de incremento de la compacidad con la profundidad. De forma general los valores medios de N_{30} suelen variar entre 15 y 20 golpes.

De acuerdo a correlaciones empíricas, valores de golpeo $15 \leq N_{30} \leq 20$ correspondería con suelos de compacidad Media, con valores de densidad relativa entre el 36 y el 65%.

Los ensayos de resistencia a compresión de los que se dispone para esta unidad varían entre un mínimo de 0,13-0,14 Kp/cm² (obtenidos en dos muestras correspondientes a los sondeos S-2 y S-4 a 6,0 y 12,0 metros de profundidad respectivamente) y un máximo de 1,46 Kp/cm² en el S-2 a 9,0 metros de profundidad.

Los valores inferiores a 0,2 Kp/cm² se descartan por considerarse valores anómalos que no se corresponderían con la realidad del material observado en los sondeos.

Descartados estos valores bajos, la resistencia del material podría variar entre un mínimo de 0,42 Kp/cm² en el S-13 a 5,5 metros de profundidad y un máximo de 1,5 Kp/cm² en el S-2 a 9,0 metros de profundidad.

Dado que solo se dispone de tres valores no se puede afirmar, ni descartar el que exista una relación entre el valor de la resistencia y la profundidad.

Los ensayos presiométricos llevados a cabo en estos materiales a lo largo del trazado, se han caracterizado de forma generalizada por unos valores de deformabilidad bajos.

Se ha procedido a comparar los valores de resistencia a la compresión obtenidos en laboratorio con los valores de resistencia que se deducirían a partir de los presiómetros utilizando para ello las expresiones empíricas de *Amar y Jézéquel (1972)*.

Únicamente se dispone de tres ensayos presiométricos en la unidad T3s, dos de los cuales arrojan valores de resistencia a la compresión entorno a 8 Kp/cm² y de 2 Kp/cm² el otro.

Descartando los valores de 8 Kp/cm² que resultarían excesivos para el tipo de material caracterizado la resistencia del material podría encontrarse entre 0,5 a 1,5 Kp/cm² . Este rango de resistencias resultaría coherente con los valores de parámetros resistentes, cohesión y fricción obtenidos a partir de un ensayo de resistencia al corte y de dos triaxiales.

Respecto a los parámetros resistentes (c y ϕ) con los que caracterizar esta unidad, se dispone de seis ensayos de resistencia a la compresión simple, dos ensayos triaxiales (CU) y un ensayo de corte directo (CD). Anteriormente se mencionaba que dos de los resultados de resistencia a compresión simple (R.C.S<0,15 Kp/cm²) se han descartado por considerarse anómalos.

El ajuste de los valores de resistencia a compresión simple según el criterio de Mohr-Coulomb, considerando ángulos de rozamiento entre 35° y 39° (coherentes con los obtenidos en los ensayos triaxial y de corte directo), arroja valores de cohesión variables entre 0,5 y 0,11 Kp/cm².

Si consideramos como valor más probable una resistencia a la compresión del orden de 0,5 Kp/cm² para los materiales de la unidad T3s, el ajuste de Mohr-Coulomb considerando un ángulo de rozamiento de 35° daría valores de cohesión entorno 0,10 a 0,15 Kp/cm².

• Deformabilidad

Para la determinación del módulo de deformación de esta unidad se dispone de tres ensayos presiométricos llevados a cabo en los sondeos S-6, S-12 y S-13 a diferentes profundidades. La tabla adjunta a continuación resume los resultados obtenidos:

Valores del módulo de deformación, obtenidos a partir de los presiómetros, en T3s

SONDEOS	PROFUNDIDAD (m)	UNIDAD	PRESIÓN FLUENCIA (kg/cm²)	PRESIÓN LÍMITE (kg/cm²)	MÓDULO PRESIOMÉTRICO (kg/cm²)	MÓDULO DEFORMACIÓN (kg/cm²)
S-6	4	T3s	10,8	41,8	273,1	680
S-13	4	T3s	5,1	7,9	80,7	201
S-12	5	T3s	16,9	39	178	443

Si consideramos los dos valores máximos (450 y 680 Kp/cm²) como valores más probables, estos se corresponderían según la ROM 05.94 a suelos arenosos Medianamente Densos a Densos. El valor de 201 Kp/cm² correspondería con una arena relativamente suelta.

Por otro lado, son múltiples las expresiones de tipo empírico que correlacionan los valores de golpeo N30 con el módulo de Young. Algunas de las más frecuentes empleadas para suelos granulares arrojan valores de módulo en un rango comprendido entre 250-500 Kp/cm² que serían coherentes con los valores obtenidos mediante los presiómetros.

Valores del módulo de deformación, según Nspt

N ₃₀	E (Kp/cm²)
0-4	100
5-10	100-250
11-30	250-500
31-50	500-1.000

Otras expresiones tales como N*5 o N*8 serían aún más conservadoras que la anterior arrojando valores incluso menores que los obtenidos mediante los presiómetros. Comparativamente y en base a las expresiones de tipo empírico que correlacionan la resistencia a compresión de la roca con el módulo de deformación (Aydan, Wilson o Enfin, Hoek et Diederichs) y considerando valores de resistencia representativos de esta unidad se obtienen los siguientes valores.

Valores del módulo de deformación, según diversos autores

RCS _{promedio} (Kg/cm²)	Wilson (1993) $E_i = 310 \cdot \sigma_{ci}$ (MPa)	Aydan (1995) $E_i = 80 \cdot (\sigma_{ci})^{1,4}$ (MPa)	Enfin, Hoek et Diederichs (2006) $E_i = MR \cdot \sigma_{ci}$ (MPa)
0,5	15,5	1,2	13,75
1	31	3,18	27,5
2	62	8,4	55

Comparando estos valores con los valores de módulo de deformación obtenidos a partir de los presiómetros, se observa como en estos se ajustarían bastante bien a la correlación establecida por Aydan.

Para resistencias a compresión bajas, del orden a las estimadas como representativas de esta unidad (1 Kp/cm²), los valores del módulo de deformación varían entre los 32 kp/cm² según la expresión de Aydan (que resultaría excesivamente pesimista para estos materiales) a un máximo de 310 Kp/cm² según la expresión de Wilson.

Si bien el valor del módulo de deformación de esta unidad será muy probablemente superior al adoptado, se ha optado por considerar de forma conservadora un módulo de 200 Kp/cm².

• Otros aspectos de interés geotécnicos

Respecto al potencial expansivo de esta unidad, los cuatro ensayos de presión de hinchamiento de los que se dispone indicarían valores nulos o mínimos (0,1 Kp/cm²) expansividad.

No se dispone de ensayos de permeabilidad sobre los materiales correspondientes a esta unidad, no obstante de acuerdo a su granulometría (arenas con matriz arcillosa-limosa y compacidad media), la Norma ROM 0.5-94 asigna a este tipo de suelos, valores del orden de 10-4 cm/s aunque la permeabilidad efectiva teniendo en cuenta las intercalaciones de niveles arcillosos será posiblemente muy inferior a esta magnitud.

Por su parte, los análisis químicos indican una presencia media de yeso del 0,1%, con un máximo del 0,28%, lo que sería equivalente a 1.381 mg/Kg de ión (SO4-2), según la EHE por debajo del grado de ataque al hormigón Débil.

No obstante, en el proyecto se ha recomendado el uso de hormigones sulforresistentes, dada la presencia en algunos de los testigos de los sondeos (no en estos materiales) de pequeños niveles de yeso.

Los valores no han diferido mucho de los comentados anteriormente, se corresponden con un suelo areno-limoso (SM), con un porcentaje de finos en este caso del 29,90% y de naturaleza no plástica.

Los ensayos químicos indican un valor del 0,8 % de materia orgánica, 0,03% de yesos y 0,187% de otras sales solubles.

El ensayo de compacidad indica un valor de la densidad máxima del Proctor Modificado de 1,98 gr/cm3, para una humedad óptima del 9,50%, mientras que el índice de CBR para el 100% del PM ha sido de 48,8, con un hinchamiento nulo.

Por último los ensayos de colapso y de hinchamiento han dado valores nulos.

Con estos resultados, siguiendo el PG-3, este tipo de materiales se clasifica como suelo Tolerable, incumpliendo la categoría de Adecuado en el cernido del tamiz nº 2, en este caso mayor del 80% recogido en el pliego.

2C2 (T3c)

Dentro de la unidad 2C, este subgrupo se correspondería con los materiales de carácter arcilloso y por tanto cohesivo.

En los sondeos se han identificado niveles de arcillas grises que se acuñan lateralmente y que se muestran con cambio lateral de facies con los materiales arenosos anteriormente descritos.

Estos materiales se habrían identificado en los sondeos S-1, S-2, S-3, S-4, S-6, S-11, S-13, S-14, S-12 y S-15.

Los valores de golpeo del ensayo SPT (N₃₀) obtenidos, varían mayoritariamente entre 10 y 25 con algún valor por debajo de 10 o por encima de 30.

Estos valores corresponderían por tanto a materiales de consistencias entre Rígidas a muy Rígidas.

- **Identificación y Estado**

Respecto a los valores de estado, presentan una densidad seca de 1,50 T/m³, con una humedad natural del 25%.

Respecto a la clasificación de Casagrande las muestras ensayadas se identificarían mayoritariamente como arcillas de baja plasticidad (CL) con un porcentaje del 50% y como arcillas de alta plasticidad (CH) con un 36%. De forma minoritaria el 14% se han clasificado como arenas con matriz arcillosa (SC).

Son materiales que presentan un porcentaje medio de finos del 78%, con valores máximos superiores al 99% y mínimos del 39% (estos términos se corresponden con niveles intercalados de arenas amarillas). Respecto a la plasticidad, el límite líquido varía entre un máximo del 62% y un mínimo del 24%, correspondiendo la media al 45,5%.

El índice de plasticidad por otra parte varía entre un máximo del 34,4% y un mínimo de 10,6%, siendo la media del 23%.

La relación entre la humedad natural y los límites de Atterberg indicarían que los valores de la humedad se encuentran generalmente por encima de los valores de límite plástico, próximos a los valores del límite líquido, lo cual sería indicativo de la baja consistencia que caracteriza los materiales de la unidad T3C.

- **Resistencia**

Como primera aproximación para el análisis de los parámetros resistentes se parte de los valores de golpeo de los ensayos S.P.T y de M.I. Dado que se trata de ensayos enfocados fundamentalmente para terrenos en los que predomina la fracción arenosa estos comentarios previos deben tomarse con ciertas reservas ya que servirán fundamentalmente para ser contrastados posteriormente con los resultados de laboratorio o los obtenidos por medio de los presiómetros.

De forma general los valores de golpeo varían entre un mínimo de 8-10 y un máximo de 25-30, lo que se correspondería, dependiendo de las zonas con unas arcillas de consistencia de

Compacta a Muy Compacta (Terzaghi y Peck, 1948, ver cuadro adjunto), que se podría caracterizar con resistencias a la compresión entre 1 y 4 Kp/cm².

Resistencia de las arcillas (Terzaghi y Peck, 1948)

Arcillas		
(N)	Consistencia	Resistencia a compresión simple (q _u) (kg/cm²)
- de 2	Muy blanda	- de 0,25
2-4	Blanda	0,25-0,50
4-8	Medianamente compacta	0,5-1,0
8-15	Compacta	1,0-2,0
15-30	Muy compacta	2,0-4,0
+ de 30	Dura	+ de 4,0

Los valores de RCS obtenidos de los ensayos de laboratorio muestran una dispersión importante, variando entre mínimos entorno a 0,4 Kp/cm² y máximos del orden de 3,5 Kp/cm², no siendo observable una tendencia de incremento con la profundidad.

Un análisis estadístico más detallado, considerando como más probable y de modo conservador el percentil correspondiente al 70% de la probabilidad acumulada, en lugar de la media (2 Kp/cm²), apuntaría a un valor de 1,5 Kp/cm² como resistencia a la compresión característica.

Por otra parte, la comparación de los valores de resistencia obtenidos en el laboratorio, con los deducidos a partir de los presiómetros, resultan con excepción de un único valor de 15 Kp/cm² muy superior a la media, muy similares a los obtenidos en laboratorio.

Valores de la RCS, obtenidos por medio de los presiómetros en las arcillas T3s

SONDEOS	PROFUNDIDAD (m)	UNIDAD	PRESIÓN FLUENCIA (kg/cm²)	PRESIÓN LÍMITE (kg/cm²)	MÓDULO PRESIOMÉTRICO (kg/cm²)	COMPRESIÓN SIMPLE (kg/cm²)
S-6	8	T3c	3,8	6,6	21,5	1,6
S-11	4	T3c	4,1	4,7	43,7	1,4
S-11	10	T3c	5,9	10,4	66,9	2,4
S-13	10	T3c	6,5	7,5	43,8	1,8
S-3	6	T3c	4,8	6	68,4	1,6
S-7	5	T3c	6,3	9,1	94	2,2
S-7	15	T3c	7,6	11,4	129,3	2,4
S-8	5	T3c	5,1	6,4	79,7	1,6

SONDEOS	PROFUNDIDAD (m)	UNIDAD	PRESIÓN FLUENCIA (kg/cm²)	PRESIÓN LÍMITE (kg/cm²)	MÓDULO PRESIOMÉTRICO (kg/cm²)	COMPRESIÓN SIMPLE (kg/cm²)
S-8	15	T3c	6,6	13,3	81,7	2,8
S-9	7	T3c	7	11	128	2,6
S-9	10	T3c	6,3	10,5	92,4	2,4
S-9	33	T3c	18	75,8	1141,6	15
Nº DATOS			12,0	12,0	12,0	12,0
MÁXIMO			18,0	75,8	1141,6	15,0
MÍNIMO			3,8	4,7	21,5	1,4
MEDIA			6,8	14,4	165,9	3,2
D.STANDARD			3,7	19,5	308,9	3,8

En este sentido el valor de 1,5 Kp/cm² (percentil 70% de los valores de R.C.S de laboratorio) se correspondería con el límite inferior del rango de solape entre valores de laboratorio/presiómetro por lo que podría considerarse algo conservador.

Por su parte, en el análisis de los parámetros resistentes (c y ϕ) característicos de esta unidad, se dispone además de cuatro ensayos triaxiales (CU) y de un ensayo de corte directo, junto con los valores de resistencia a compresión simple a partir de los cuales es posible tantear el ajuste de los valores de cohesión y fricción.

De los triaxiales (CU) se han obtenido valores para el ángulo de rozamiento entre 18 y 23º que podrían resultar coherentes con un material arcilloso y valores de cohesión entre 0.1 y 0,3 Kp/cm² que se consideran bajos para este tipo de materiales.

El único ensayo de corte directo efectuado en este tipo de materiales arroja valores de cohesión similares y valores de rozamiento superiores (26º) a los obtenidos con los triaxiales.

Considerando el valor de ϕ =21º como razonable para materiales de esta naturaleza, se ha procedido al ajuste de los valores de cohesión más coherentes, de acuerdo a la ley de Mohr-Columb.

Para el valor de resistencia de 2 Kp/cm² el valor de la cohesión se encontraría entorno a 0,7 Kp/cm². Este valor resulta más coherente con materiales arcillosos como los correspondientes a esta unidad.

En sentido inverso, si consideráramos los valores de cohesión y fricción obtenidos a partir de los ensayos triaxiales ($c = 0,2 \text{ Kp/cm}^2$ y $\phi = 22^\circ$), el ajuste mediante Mohr-Coulomb arrojaría un valor de resistencia a la compresión muy inferior a los obtenidos en los ensayos de laboratorio, del orden de $0,8 \text{ Kp/cm}^2$. Esto sería indicativo de que los resultados de los triaxiales resultarían excesivamente pesimistas en lo que al valor de la cohesión se refiere.

• Deformabilidad

Para el análisis de la deformabilidad se dispone de once ensayos presiométricos llevados a cabo a diferentes profundidades sobre las arcillas de la unidad T3C.

Los resultados obtenidos, resumidos en el cuadro adjunto, arrojan valores comprendidos de forma mayoritaria entre los 100 y los 150 Kp/cm^2 .

Del total de resultados se ha descartado un valor inferior a 50 Kp/cm^2 que sería equivalente a un fango y que no se correspondería con los materiales observados en los sondeos.

Valores del módulo de deformación, obtenidos por medio de los presiómetros en las arcillas T3s

SONDEOS	PROFUNDIDAD (m)	UNIDAD	PRESIÓN FLUENCIA (kg/cm²)	PRESIÓN LÍMITE (kg/cm²)	MÓDULO PRESIOMÉTRICO (kg/cm²)	MÓDULO DEFORMACIÓN (kg/cm²)
S-6	8	T3c	3,8	6,6	21,5	36
S-11	4	T3c	4,1	4,7	43,7	73
S-11	10	T3c	5,9	10,4	66,9	111
S-13	10	T3c	6,5	7,5	43,8	73
S-3	6	T3c	4,8	6	68,4	114
S-7	5	T3c	6,3	9,1	94	156
S-7	15	T3c	7,6	11,4	129,3	215
S-8	5	T3c	5,1	6,4	79,7	132
S-8	15	T3c	6,6	13,3	81,7	136
S-9	7	T3c	7	11	128	212
S-9	10	T3c	6,3	10,5	92,4	153
Nº DATOS			11,0	11,0	11,0	11,0
MÁXIMO			7,6	13,3	129,3	215,0
MÍNIMO			3,8	4,7	21,5	36,0
MEDIA			5,8	8,8	77,2	128,3
D.STANDARD			1,2	2,7	33,7	55,8

Si consideramos la media como valor más representativo (128 Kp/cm^2) de esta unidad, desde el punto de vista de la deformabilidad se trataría de arcillas de consistencia blanda a media.

Comparativamente y en base a las expresiones de tipo empírico que correlacionan la resistencia a compresión de la roca con el módulo de deformación (*Aydan, Wilson o Enfin, Hoek et Diederichs*) y considerando valores de resistencia representativos de esta unidad se obtienen los siguientes valores.

Valores del módulo de deformación, en las arcillas T3s

RCSpromedio (Kg/cm²)	Wilson (1993) $E_i = 310 \cdot \sigma_{ci}$ (MPa)	Aydan (1995) $E_i = 80 \cdot (\sigma_{ci})^{1,4}$ (MPa)	Enfin, Hoek et Diederichs (2006) $E_i = MR \cdot \sigma_{ci}$ (MPa)
1	31	3,18	25
1,5	46,5	5,6	37,5
2	62	8,4	50

Los módulos de deformación obtenidos a partir de los presiómetros se ajustarían sensiblemente a la expresión propuesta por Aydan, que resulta así mismo ser la más conservadora.

Para una resistencia media de $1,5 \text{ Kp/cm}^2$ el valor del módulo de deformación variaría entre los 51 kp/cm^2 según la expresión de Aydan y los 460 Kp/cm^2 , según el ajuste de Wilson.

De forma conservadora se considerará el valor correspondiente a la media de los valores de los presiómetros (128Kp/cm^2).

• Otros aspectos de interés geotécnico

Otro aspecto importante a resaltar en estos materiales, sería el referente al potencial expansivo que muestran estas arcillas. Se dispone de nueve ensayos de presión de hinchamiento en los cuales se ha obtenido un valor mínimo de $0,47 \text{ Kp/cm}^2$, un máximo de $1,75 \text{ Kp/cm}^2$, correspondiendo la media a $0,9 \text{ kp/cm}^2$.

Se trataría por tanto de arcillas con un potencial expansivo moderado caracterizadas en cualquier caso, por un grado de humedad elevado (superior al límite plástico).

En base a otros criterios como el propuesto por Oteo, C. (1986), en el que se relaciona el cociente entre humedad y límite líquido (W/LL) versus LL, los valores quedarían proyectados en todos los casos en la región correspondiente a materiales no expansivos (ver figura adjunta).

En cualquier caso, no se debe olvidar que se trata de criterios empíricos que hay que tomar con cierta reserva, máxime cuando se dispone de ensayos cuantitativos que indican de forma homogénea un cierto potencial expansivo a tener en cuenta de cara a las futuras actuaciones.

Respecto a la permeabilidad de los materiales correspondientes a la unidad T3C se han llevado a cabo tres ensayos de permeabilidad tipo Lefranc a carga variable, en los sondeos S-4, S-6 y S-11 a diferentes profundidades, habiéndose obtenido en todos ellos permeabilidades del orden de 10^{-8} y 10^{-9} cm/s, coherentes con un suelo de naturaleza arcillosa. La ROM 05.94 aconseja permeabilidades del orden de 10^{-8} cm/s para suelos arcillosos.

Valores de K, en las arcillas T3s

SONDEO	TRAMO ENSAYADO	TIPO ENSAYO	UNIDAD	K (cm/s)
S-4	4,50-5,50 m	Q.VARIABLE	T3C	1,54E-8
S-6	5,50-6,50 m	Q.VARIABLE	T3C	1,68E-8
S-11	4,50-5,50 m	Q.VARIABLE	T3C	6,62E-9

Se trataría por tanto de una unidad que a efectos prácticos puede considerarse impermeable.

Respecto a los ensayos químicos realizados, el contenido en sulfatos ($\% \text{SO}_3^{2-}$) en estos materiales puede considerarse de Medio a Bajo, habiéndose obtenido un máximo del 0,3% y un mínimo de 0,09 %, lo que sería equivalente a cantidades de 1.479 y 444 mg/Kg de ión (SO_4^{2-}).

Estas cantidades se corresponderían según la EHE a un grado de ataque al hormigón Débil. No obstante, en el proyecto se ha recomendado el uso de hormigones sulforresistentes, dada la presencia en algunos de los testigos de los sondeos (no en estos materiales) de pequeños niveles de yeso.

El contenido de materia orgánica, varía entre un mínimo del 0,7% y un máximo de 2,41%. El valor medio de 1,4% indicaría que se trata de materiales con cantidades considerables de materia orgánica.

Como en el caso de los materiales descritos anteriormente y dado que, junto con éstos serán excavados en la traza de manera mayoritaria, en el anejo nº 3 (Geología y procedencia de materiales), se efectúa un análisis de la aptitud del material para su empleo en la obra, utilizando para ello, los resultados obtenidos de la mezcla de columna de los sondeos.

En estos casos el porcentaje de finos ha sido del 62,2%, correspondiendo a una arcilla de baja plasticidad (CL), con un valor del límite líquido del 29,6% y un valor del índice plástico del 15,1%.

Los ensayos químicos realizados indican un valor del 0,78% de materia orgánica, 0,430% de sales solubles y del 0,34% de yeso, mientras que los ensayos de compacidad indican un valor de la densidad máxima del Proctor Modificado de 1,89 gr/cm³ para una humedad óptima del 11,80%, mientras que el índice CBR alcanzado ha sido muy bajo, del 3,6 para el 100% PM, con un hinchamiento máximo experimentado en el ensayo del 0,937%.

Por último el índice de colapso ha sido nulo y el índice de hinchamiento ha sido del 0,17%.

Con estos valores estos materiales se muestran como suelos Tolerables, no obstante el análisis en conjunto con los valores anteriormente comentados, hace que no se consideren aptos para su uso en la obra, debiéndose mandar a vertedero.

Dadas las características del proyecto donde se afecta a zonas antropizadas (mayoritariamente la actual explanada de la A-7 y vía de acceso al puerto) , no aparecen puntos donde se registre la presencia de la cobertera vegetal.

. Tramificación de la explanada

EJE	LONGITUD	PP.KK / OBRA	RASANTE (PG-3)	EXPLANADA -3
Puerto-Málaga	972 m	0 + 000 a 0 + 050	Relleno actual N-357/Marginal	30 cm Suelo seleccionado + 30 cm Suelo EST-3
		0 + 050 a 0 + 320	Marginal	
		0 + 320 a 0 + 460	Relleno actual N-357/Marginal	
		0 + 460 a 0 + 620	Marginal	
		0 + 620 a 0 + 760	Tolerable	
		0 + 760 a Final	Relleno y firme actual A-7/ Previsible Tolerable	

Cuadro resumen de desmontes

EJE	PP.KK	ALTURA	OBSERVACIONES	MATERIALES	FONDO DE DESMONTE	APTITUD	EXCAVABILIDAD	PENDIENTE ADOPTADA	MEDIDAS ADOPTADAS
Puerto-Málaga	0 + 840 a 0 + 880	3 m	-	Arenas eólicas Qe y arenas amarillas3s	Tolerable	Vertedero	Excavable	2H:1V	-
Puerto-Málaga.	0 + 029,450 a 0 + 130,004	5 m	Presencia de muro para evitar la afección a las edificaciones próximas	Arcillas T2 y en coronación antrópicos de zonas urbanizadas	Marginal	Vertedero	Excavable	Vertical	El talud se realizará al abrigo de un muro

2.2.8. Trazado geométrico

Se considera una velocidad de proyecto de 70 Km/h para la A-7 y de 50 Km/h para el Acceso al Puerto en ambas direcciones y para la vía de servicio.

El trazado en planta de las dos calzadas de la A-7, no discurre paralelo, para permitir la entrada y salida de las calzadas de Acceso al Puerto (con 2 carriles en cada sentido). En la A-7, calzada derecha (Málaga - Cádiz) los carriles de Acceso al Puerto en dirección Málaga - Puerto surgen por la izquierda.

En la A-7 calzada izquierda (Cádiz - Málaga), los 2 carriles del Acceso al Puerto en dirección Puerto - Málaga se disponen por el exterior. Debido al escaso espacio disponible, se cierra el carril exterior de dicho acceso, quedando los tres carriles actualmente existentes antes del Enlace de La Menacha.

La actual intersección de la A-7 mediante glorieta, semaforizada con el viario local, no sufre modificación.

En cuanto al Acceso al Puerto, se proyecta un nuevo paso subterráneo (dos pasos inferiores consecutivos) para el movimiento Puerto – Málaga y se mantiene el túnel existente para el movimiento Málaga – Puerto con una calzada formada por dos carriles, haciendo esto compatible con una ejecución por fases, manteniendo el tráfico por el túnel existente, hasta disponer de los viales definitivos.

Paralela a la A-7, por la margen izquierda (sentido Málaga – Cádiz) se proyecta una nueva vía de servicio que conecta con la existente en el Enlace de la Menacha.

Los parámetros de diseño del trazado en planta están condicionados por el escaso espacio disponible. Así, en el origen y final del ramal Puerto - Málaga los radios son similares a los actualmente existentes. No obstante, el conjunto de condicionantes obliga a un radio mínimo de 100 m en el paso subterráneo.

En la solución propuesta se conserva el paso subterráneo existente para el Acceso al Puerto. Sin embargo, el lugar de ser bidireccional, se convierte en unidireccional para el movimiento Málaga (A-7) - Puerto. Para convertir el paso subterráneo en bidireccional, en el lado de la A-7, se modifica la posición de la mediana, dotándola de continuidad con el muro exterior izquierdo del paso subterráneo en sentido Málaga - Puerto. En el lado del acceso al Puerto se hace una modificación similar de la mediana, que quedará en continuidad con el muro exterior izquierdo

de la salida del paso subterráneo. De esta forma, tanto en la calzada derecha de la A-7, sentido Málaga - Cádiz, como en la calzada derecha del Acceso al Puerto, sentido Málaga (A-7) - Puerto, la semiplataforma existente tiene la anchura suficiente para los carriles necesarios, modificando el trazado de alguno de ellos mediante pintura.

La A-7, en ambos sentidos, quedará igual a su paso por la glorieta semaforizada. Tampoco sufrirá ningún cambio dicha glorieta.

Para mejorar el Acceso al Puerto se proyectan dos pasos inferiores consecutivos para el sentido Puerto - Málaga (A-7), dotados de 2 carriles. Para conseguir esto, se amplía la plataforma del Acceso al Puerto por la margen derecha, sentido Puerto - Málaga, dotando a este tramo de 2 calzadas de 2 carriles cada una, en lugar de una calzada con un carril por sentido. Esta ampliación se realiza aprovechando el terreno existente por dicha margen, entre la plataforma actual y las edificaciones colindantes. La solución también resuelve el movimiento Puerto - Glorieta desde el Acceso al Puerto mediante un ramal paralelo al eje Puerto - Málaga (A-7), hasta que gana la altura suficiente para pasar sobre el primer paso inferior y conectar con el acceso a la glorieta actual. Las dimensiones de este ramal se encuentran muy condicionadas por el espacio disponible, marcado por la línea del planeamiento urbanístico, lo que obliga a variaciones en el ancho de calzada y de sus arceles.

El Acceso al Puerto, sentido Puerto - Málaga (A-7), consta de 2 carriles que discurren bajo un primer paso inferior que termina tras el cruce con la calle Embarcadero y, posteriormente, un segundo paso inferior junto a las edificaciones próximas a la glorieta, entre la calle Embarcadero y la Vía de Servicio Glorieta - Enlace de La Menacha por la margen derecha de la A-7, sentido Cádiz - Málaga.

A la salida del segundo paso inferior, la ampliación de la plataforma de la A-7, compensa la pérdida de un carril en el paso inferior existente y añade los dos carriles provenientes del Acceso al Puerto. Los cuatro carriles resultantes en sentido Cádiz - Málaga se convierten en 3 mediante la disposición del carril derecho de los 2 provenientes del Puerto. Posteriormente, el tercer carril desaparece por la derecha antes del llegar al Enlace de La Menacha.

La ampliación de la plataforma de la A-7 por la margen derecha, en sentido Cádiz - Málaga, obliga a desplazar la Vía de Servicio existente, que vuelve a su trazado original donde acaba la

actuación, cerca de la pasarela peatonal existente antes de la salida hacia el Enlace de La Menacha.

En cuanto al trazado en alzado, el ramal Puerto - Málaga parte de una pendiente actual del 4,564%. En el p.k. 0+094,564 se proyecta un acuerdo convexo de $k_v=3.050$, pasando de la rampa inicial a otra del 0,500%, de manera que los pasos subterráneos se proyectan dentro del tramo de dicha pendiente. Una vez fuera del segundo paso subterráneo, en el p.k. 0+606,250, se cambia a una rampa del 1,300% mediante un acuerdo cóncavo de $k_v=7.750$. Posteriormente, en el p.k. 0+737,563 un acuerdo convexo de $k_v=3.050$ da paso a una pendiente del 2,700%, a continuación del cual mediante otro acuerdo convexo de $k_v=40.000$, situado en el p.k. 0+899,203, se conecta con la calzada izquierda de la A-7 con una pendiente del 3,000%.

El ramal Puerto - Glorieta parte de la conexión con la calzada del Puerto - Málaga con una pendiente del 1,381%. En el p.k. 0+090,079 se proyecta un acuerdo cóncavo de $k_v=2.124,911$, con una longitud de 60 m, para pasar a una rampa de 4,205%. Finalmente, en el p.k. 0+287,166 un acuerdo convexo, de $k_v=1.619,437$ y longitud 60 m, da paso a una pendiente del 0,500% que conecta con el vial existente.

En cuanto a la Vía de Servicio de la A-7 cuando es paralela a la calzada principal tiene los mismos parámetros de ésta. Cuando la rasante es independiente se ha utilizado un acuerdo convexo de $k_v=2.183,553$ y cóncavo de $k_v=3.798,655$, con pendientes similares a las actuales.

En el vial de conexión con la C/ Embarcadero se han utilizado acuerdos lo más amplios posible y acordes con la situación actual.

Las secciones tipo empleadas son las siguientes:

La sección tipo del ramal Puerto - Glorieta, es la siguiente:

- Calzada: 4,00 m (con transición a 3,50 m entre el P.K. 0+170,000 y el p.k. 0+190,000. Entre el p.k. 0+325,464 y el p.k. 0+345,464 transición de nuevo a los 4,00 m).
- Arcén interior: mínimo 0,20 m (variable en función del ancho de la pantalla)

- Arcén exterior: 0,40 m, exepcto en los siguientes tramos para evitar afectar y sobrepasar la valla que delimita el planeamiento en esta zona:

Puerto - Glorieta	
P.K.	ANCHO ARCÉN EXTERIOR (m)
0 + 090,000	0,40
0 + 100,000	0,20
0 + 182,150	0,20
0 + 192,150	0,00
0 + 222,150	0,00
0 + 242,150	0,40

Entre los PP.KK. 0 + 175,590 y 0 + 305,958 el ramal Puerto - Glorieta se proyecta sobre una losa sustentada por pilas para evitar invadir con el terraplén la valla que delimita el planemiento de esta zona. La sección tipo es la descrita anteriormente. A partir del final de dicha losa y hasta la conexión con la C/ Embarcadero se proyecta una berma de entre 0,60 m y 0,40 m para instalar una barrera de seguridad como continuidad del pretil de la losa.

El ramal de conexión con la C/ Embarcadero tiene la siguiente sección tipo:

- Calzada: 4,00 m
- Arcén exterir: 0,40 m (hasta el p.k. 0 + 034)
- Acera: 3,20 m en margen derecho (dedes el p.k. 0 + 034)

La vía de servicio de la A-7 calzada izquierda tiene la siguiente sección tipo:

- Calzada: 4,00 m
- Arcén interior: mínimo 0,20 m (variable en función del ancho de pantalla)
- Aparcamiento margen derecho: 2,60 m (hasta el p.k. 0 + 360)
- Acera margen derecho:1,50 m

El ramal Puerto - Málaga en su origen se adapta a la sección existente:

- Calzada: 7,00 m
- Arcén interior: 0,50 m
- Arcén exterior: 0,40 m

Está separado del ramal sentido Puerto por una mediana existente de 1,00 m.

El carril de cambio de velocidad del ramal Puerto - Glorieta se dispone paralelo a la calzada Puerto - Málaga con un ancho de 3,50 m y cuña de transición variable de 3,50 m a 0,00 m y longitud 70m.

La sección tipo del ramal una vez que se deprime su rasante y aparecen las pantallas es la siguiente:

- Calzada: 7,00 m + sobreanchos
- Arcén interior: 0,20 m
- Arcén exterior: 0,20 m
- Sobreancho contiguo al arcén exterior (por motivos de visibilidad)
- Acera interior: 0,30 m
- Acera exterior: 0,30 m

Una vez que finaliza el dintel 2 y durante todo el tramo en el que se proyecta pantalla, en la margen derecha el arcén exterior pasa a ser de 0,40 m y la acera exterior de 0,60 m (esta transición se realiza en 10 m).

Finalizadas las pantallas, la calzada del ramal Puerto - Málga, de 7,00 m de ancho, pierde el carril derecho mediante una cuña de transición de 200 m, pasando a un solo carril de 3,00 m para conectar con la calzada actual.

Para establecer los sobreanchos necesarios en el ramal Puerto - Málaga se ha realizado un estudio de las trayectorias de giro en ambos carriles siguiendo el siguiente criterio:

- Disponer un sobreancho de 0,50 m en el carril interior de las curvas más desfavorables si es posible.

- Disponer el sobreancho deducido de la Norma 3.1-I.C para el carril exterior de la curva, si es posible, y si no, el valor máximo que permite el espacio disponible.

Como resultado, se han proyectado los siguientes sobreanchos:

Puerto - Málaga (Carril derecho)

P.V.	SOBREANCHO (m)
0 + 416,564	0,000
0 + 446,564	0,500
0 + 496,953	0,500
0 + 526,953	0,000

Puerto - Málaga (Carril izquierdo)

P.V.	SOBREANCHO (m)
0 + 416,564	0,000
0 + 446,564	0,405
0 + 496,953	0,405
0 + 526,953	0,000

El gálibo vertical de los pasos subterráneos tendrá un valor mínimo de 5,30 m.

Para evitar incidencias en los adelantamientos, se prohibirán los vehículos pesados circulando por el carril izquierdo de ambas calzadas del Acceso al Puerto (Málaga - Puerto y Puerto - Málaga) al pasar por las zonas subterráneas.

La velocidad de proyecto en la A-7 es de 70 Km/h y la velocidad de proyecto de los ramales proyectados es de 50 Km/h.

Además de ha realizado un estudio de visibilidad del ramal Puerto - Málaga donde es necesario establecer un sobreancho en el interior de la curva de R=100 para poder mantener la velocidad de 50 km/h.

Por ello se amplía la sección del túnel en 0,70 m por la margen derecha entre los PP.KK. 0 + 446,564 y 0 + 496,953 (R=100). Esta ampliación se realiza adosando al arcén una zona

contigua cebreada de un ancho de los mencionados 0,70 m. La transición a dicho sobreancho se desarrollará en 30 m.

Para la delimitación de las zonas donde es necesaria la implantación de barrera de seguridad se ha tenido en cuenta la **Orden Circular 35/2014 sobre Criterios de Aplicación de Sistemas de Contención de Vehículos**.

En cuanto a los sistemas de contención de vehículos previstos, en el proyecto que nos ocupa, tenemos 4 zonas específicas en las que se hace necesario el estudio de implantación de barreras o pretils de seguridad:

- Zona 1: Sobre muros pantalla en zona no cubierta, por existencia a nivel inferior de otra infraestructura de transporte terrestre, concretamente en este caso otros viales. Y en “Losa Sustentada por Pilas”.
- Zona 2: Delimitación entre Eje Puerto – Málaga (ya fuera de la zona de pantallas) y la “Vía de Servicio A-7 Calzada Izquierda”, para separación entre tráficos delimitados en el sentido contrario de circulación entre ellos.
- Zona 3: Delimitación entre A-7 sentido Málaga – Cádiz y el acceso al Puerto desde la A-7 Málaga, para separación de tráficos en el mismo sentido de la circulación.
- Zona 4: En la margen derecha del Eje “Conexión con Calle Embarcadero”, una vez finalizada la estructura “Losa Sustentada por Pilas”, hasta conectar con la Calle Embarcadero.

Se adoptan las siguientes barreras y pretils:

- ZONA 1. PRETIL tipo NJ-160. Sobre muros pantalla en zona no cubierta y en “Losa Sustentada por Pilas”. Accidente muy grave.

Descripción: Pretil con nivel de contención H4b, anchura de trabajo W4 o inferior, deflexión dinámica 1,00 o inferior, índice de severidad B, incluso anclajes y todos los materiales y operaciones necesarios para la correcta ejecución de la unidad de obra.

- **ZONA 2.** Delimitación entre Eje Puerto – Málaga (ya fuera de la zona de pantallas) y la “Vía de Servicio A-7 Calzada Izquierda”, para separación entre tráficos delimitados en el sentido contrario de circulación entre ellos. Accidente grave.

Descripción: Barrera de seguridad doble, con nivel de contención H2, anchura de trabajo W6 o inferior, deflexión dinámica 1,60 o inferior, índice de severidad A, incluso captafaros, postes, p.p. de uniones, tornillería y anclajes, totalmente instalada.

- **ZONA 3.** Delimitación entre A-7 sentido Málaga – Cádiz y el acceso al Puerto desde la A-7 Málaga, para separación de tráficos en el mismo sentido de la circulación. Accidente grave.

Descripción: Barrera de seguridad doble, con nivel de contención H2, anchura de trabajo W6 o inferior, deflexión dinámica 1,60 o inferior, índice de severidad A, incluso captafaros, postes, p.p. de uniones, tornillería y anclajes, totalmente instalada.

- **ZONA 4.** En la margen derecha del Eje “Conexión con Calle Embarcadero”, una vez finalizada la estructura “Losa Sustentada por Pilas”, hasta conectar con la Calle Embarcadero. Accidente normal.

Descripción: Barrera de seguridad simple, con nivel de contención N2, anchura de trabajo W3 o inferior, deflexión dinámica 0,70 o inferior, índice de severidad A, incluso captafaros, postes, p.p. de uniones, tornillería y anclajes, totalmente instalada.

Los extremos de las barreras irán anclados de la forma que se especifica en la Orden Circular 35/2014 sobre "Criterios de Aplicación de Sistemas de Contención de Vehículos".

En accesos a puentes, viaductos y obras de paso se cuidará la continuidad entre los pretils y las barreras de seguridad del margen de la carretera y de la mediana. Su trazado será uniforme y, si tuvieran distinta rigidez, el cambio de una a otra será gradual, empleando las disposiciones sobre transiciones contempladas en la " Orden Circular 35/2014 sobre "Criterios de Aplicación de Sistemas de Contención de Vehículos".

2.2.9. Movimiento de tierras

Para la clasificación de las excavaciones se ha utilizado la información geológica que se adjunta en el Anejo nº 3, ya citado.

Según dicho Anejo, los materiales afectados por la traza corresponden en su totalidad a formaciones postorogénicas de Edad Terciaria y Cuaternaria. En el tramo inicial, el trazado podría atravesar de forma muy eventual depósitos aluviales de fondo de valle y de llanura de inundación, así como depósitos de terraza aluvial formados por arenas, cantos y limos, aunque mayoritariamente los materiales afectados por el trazado pertenecen a las formaciones Terciarias del Mioceno-Plioceno, formadas por arcillas, margas azules, arenas, margas y calizas lumolíticas .

Se trata de un trazado completamente urbano, por lo que las formaciones geológicas se encuentran cubiertas casi en su totalidad por depósitos cuaternarios de carácter antrópico, mayoritariamente compactadas (carreteras, explanaciones y zonas urbanizadas).

Dadas las características del proyecto donde se afecta a zonas antropizadas (mayoritariamente la actual explanada de la A-7 y vía de acceso al puerto) , no aparecen puntos donde se registre la presencia de la cobertura vegetal.

El resumen de los volúmenes del movimiento de tierras es el siguiente:

DENOMINACIÓN	TERRAPLÉN (m³)	EXCAVACIÓN EN TIERRA (m³)	RELLENO BAJO ACERAS (m³)	TIERRA VEGETAL (m³)	SUELO ESTABILIZADO 3 (m³)	SUELO SELECCIONADO 2 (m³)	EXCAVACIÓN DE PANTALLAS (m³)
. RAMAL PUERTO-MÁLAGA	0,000	44.400,705	181,750	0,000	2.766,534	4.652,800	9.581,392
. RAMAL PUERTO-GLORIETA	0,000	2.525,124	0,000	87,626	244,818	407,693	0,000
. VÍA DE SERVICIO A-7 CALZADA IZQUIERDA	428,897	2.260,651	624,369	480,199	678,830	1.195,760	0,000
. CONEXIÓN C/ EMBARCADERO	0,000	240,914	52,153	0,000	61,985	108,240	0,000
. DESVÍOS PROVISIONALES	3,981	2.846,224	0,000	0,000	780,932	1.333,061	0,000
TOTAL EJES	432,878	52.273,618	858,272	567,825	4.533,099	7.697,554	9.581,392

NOTA: LA MEDICIÓN AUXILIAR DEL RELLENO BAJO ACERAS SE ENCUENTRA JUNTO CON LA MEDICIÓN AUXILIAR DEL FIRME

El total de los rellenos es: $433 + 858 = 1.291 \text{ m}^3$.

Por tanto, todos los materiales excavados se consideran tierra, según la clasificación de la excavación del PG-3.

Por otra parte, en la zona de pantallas se clasifican tres tipos de excavaciones: la excavación de la propia pantalla, la excavación entre pantallas y el vaciado de las zonas cubiertas.

A continuación se expone la tramificación del trazado con los correspondientes coeficientes de paso:

Tramificación de los coeficientes de paso

(Materiales afectados por las excavaciones)

EJE	LONGITUD	PP.KK / OBRA	RASANTE (PG-3)	APTITUD	C. PASO
Puerto-Málaga	972 m	0 + 050 a 0 + 620	Marginal	Vertedero	1
		0 + 620 a Final	Tolerable	Vertedero	1

No hay material excavado apto para su utilización en obra, llevándose en su totalidad a vertedero.

Debido a la problemática ambiental del vertedero “Los Guijos”, por la presencia de una colonia de cernícalo primilla, se ha descartado su utilización. Se empleará, por tanto, el vertedero “La Línea”.

Las distancias medias de transporte en obra obtenidas para los distintos materiales son las siguientes:

- Distancia media de transporte en obra de los terraplenes correspondientes a los materiales que proceden de préstamos: 770 m. Además, desde el préstamo hay una distancia de transporte a la obra de 20 km, por lo que la distacia total media de transporte es de 20,2 km.
- Distancia media de transporte en obra del suelo estabilizado 3, procedente de canteras: 669 m. Desde la cantera C-1 a la obra hay una distancia de 20 km, por lo que la distancia total media de transporte es de 20,3 km.
- Distancia media de transporte en obra del suelo seleccionado, procedente de canteras: 670 m. Desde la cantera C-1 a la obra hay una distancia de 20 km, por lo que la distancia total media de transporte es de 20,3 km.

- Distancia media de transporte en obra del material total a vertedero procedente de la excavación: 680 m. Desde la obra hay una distancia de 17 km hasta el vertedero V-2, por lo que la distancia total media de transporte a vertedero es de 17,3 km.

Por último, existen 1.757,500 m³ de demoliciones, que proceden en su totalidad de demoliciones de hormigón. Deberán llevarse a vertedero, en este caso con un coeficiente de paso de 1,3, es decir: 1.757,500 x 1,3 = 2.284,750 m³. Se supone un distancia media de transporte en obra de 972/2 = 486 m. Desde la obra hay una distancia de 17 km hasta el vertedero V-2, por lo que la distancia total media de transporte a vertedero es de 16,5 km.

2.2.10. Firmes y pavimentos

Para la determinación de la categoría del tráfico de pesados, se parte de las siguientes hipótesis iniciales:

- El acondicionamiento en proyecto entra en funcionamiento en el año 2017.
- Los porcentajes de pesados, analizando las composiciones del tráfico en los últimos años y su evolución, se encajan en un 5% en la A-7 y en un 12,5% en el Acceso al Puerto.

Las categorías de tráfico pesado se clasifican, según la Norma 6.1 – “Secciones de firme” de la Instrucción de Carreteras, de la siguiente manera (sólo para los tráficos principales):

Categoría de Tráfico Pesado	T00	T0	T1	T2
IMDp (veh pesados/día)	≥4.000	<4.000 ≥2.000	<2.000 ≥800	<800 ≥200

Estos tráficos corresponden a la intensidad media diaria de vehículos pesados que se prevé circulen por el carril de proyecto en el año de la puesta en servicio.

Con esos datos de partida, se procede a presentar un cuadro resumen con los resultados obtenidos en el cálculo de las categorías de tráfico pesado.

Tramos	A-7 Norte	A-7 Sur	Acceso al Puerto	Túnel
IMD	72.368	48.856	29.657	25.424
IMD/sentido más cargado	40.979	26.734	16.865	14.573
IMDp/sentido	2.049	1.337	2.108	1.822
Nº carriles	3	2	2	2
IMDp/carril proyecto	1.742	1.337	2.108	1.822
Categoría	T1	T1	T0	T1

Para el ramal Puerto – Glorieta, la IMD en el año 2017 es de 2.512 vehículos. Con un porcentaje de pesados del 8%, la IMD de pesados es de 201, que corresponde a un tráfico T2.

De acuerdo con estos resultados, en el Anejo nº 10 de la presente Memoria se realiza una comparación económica de las diversas alternativas existentes para el firme, resultando elegida para el tronco de la autovía la 032. Se elige la sección 032 por dos motivos: es la solución más económica y además es la que presenta menor espesor.

- Para el firme del tronco de la A-7, eje Puerto-Málaga y la vía de servicio A-7 cuando su rasante está en continuidad a la de la calzada Puerto-Málaga, así como en arcenes de 1,25 m o menos de ancho la sección 032, compuesta por las siguientes capas:
 - Capa de rodadura discontinua tipo BBTM 11 B PMB 45/80-65: 3 cm
 - Capa intermedia tipo AC 32 bin B35/50 S: 7 cm
 - Capa de base bituminosa tipo AC 32 base B35/50 G: 10 cm
 - Suelocemento SC-40: 25 cm

Para el ramal Puerto-Glorieta, la conexión con la C/ Embarcadero y la vía de servicio de la A-7 calzada izquierda desde el p.k. 0+000 hasta el p.k. 0+331,354, así como los arcenes de ancho igual o menor a 1,25 m y sus arcenes, la sección 232:

- Capa de rodadura discontinua tipo BBTM 11 B PMB 45/80-65: 3 cm
- Capa intermedia tipo AC 32 bin B35/50 S: 5 cm
- Capa de base bituminosa tipo AC 32 base B35/50 G: 7 cm
- Suelocemento SC-40: 20 cm
- Para la losa sustentada por pilas:
 - Capa de rodadura discontinua tipo BBTM 11 B PMB 45/80-65: 3 cm
 - Capa intermedia tipo AC 32 bin B35/50 S: 5 cm

2.2.11. Drenaje

Para el cálculo y diseño del drenaje se han seguido las directrices de la Instrucción 5.2.-I.C. “Drenaje Superficial” de la Dirección General de Carreteras de julio de 1990.

Hay que destacar que la red de colectores existente quedará inhabilitada y será sustituida por la red proyectada, de nueva construcción.

El caudal aportados por la única cuenca afectada por el proyecto, que se obtienen para periodo de retorno de 500 años, se desagua por los colectores proyectados, no existiendo ninguna obra de drenaje transversal que cruce la autovía.

En el Cuadro siguiente se especifica cómo se desagua la cuenca C01 que es la única que afecta a las obras proyectadas.

ELEMENTOS DE DESAGÜE PARA LA CUENCA INTERCEPTADA		
CUENCA	CAUDAL RECOGIDO DE DRENAJE TRANSVERSAL (a falta del drenaje longitudinal) [m³/s]	ELEMENTO DE DESAGÜE
C01	0,629	COLECTOR EN VÍA DE SERVICIO A-7 M.I.

Debido a la escasez de espacio disponible, no se construyen cunetas. El sistema de desagüe principal es la recogida del agua mediante absorbedores y conexión de éstos a colectores de distintos diámetros, dispuestos longitudinalmente en las márgenes exteriores o interiores de los distintos viales.

Los colectores previstos son de hormigón, con un diámetro mínimo de 0,40 m.

Para el dimensionamiento del drenaje profundo se ha seguido la metodología establecida en las “Recomendaciones para el proyecto y construcción del drenaje subterráneo en obras de carretera” (Orden Circular 17/2003 de 23 de diciembre).

En este proyecto, se está en el caso F ya que la explanada diseñada es un suelo estabilizado con cemento y por tanto de baja permeabilidad. Las tuberías drenantes, colocadas con objeto de

facilitar el drenaje profundo, tienen en general la misión de recoger los caudales de infiltración y, si fuese el caso, los caudales debidos a la presencia del nivel freático a las cotas en que se encuentra el firme.

Se han dispuesto drenes longitudinales junto a los colectores.

Además, se han dispuesto conductos transversales (OTDL) cuya función fundamental es dar continuidad a los colectores cuando se producen cambios de eje o cambios de margen en un mismo eje. Su diámetro está en consonancia con la del colector al que da continuidad, no siendo nunca inferior a 40 cm.

2.2.12. Geotecnia de cimentación de estructuras

La siguiente tabla resume el tipo y localización de las estructuras existentes a lo largo del trazado.

. Resumen de las estructuras y número de investigaciones realizadas

EJE	P.K INICIO	P.K FINAL	DENOMINACIÓN	INVESTIGACIONES 1ª FASE
Acceso al puerto CI Puerto-Málaga	0 + 323,402	0 + 568,217	Paso inferiores	S-7, S-11, S-8, S-13, S-14, S-12, S-15, S-4, S-3, S-6, S-9 y S-10
Puerto-Glorieta	0 + 175,590	0 + 305,958	Losa sustentada por pilas	No se pudieron realizar investigaciones por falta de espacio, aunque en sus proximidades se encuentra el S-10
Vía de servicio A-7. Calzada izquierda	0 + 075	0 + 090	Muro 1	S-6 (separado 30 metros)
Puerto-Málaga Y Puerto-Glorieta	0 + 029,450*	0 + 248*	Muro 2	No se pudieron realizar investigaciones por falta de espacio, aunque se pueden utilizar los datos del S-16

* P.K's referidos al eje Puerto - Málaga

2.2.13. Estructuras.

Para la puesta en servicio del acondicionamiento del acceso al Puerto de Algeciras se requiere la construcción de una nueva estructura principal y tres complementarias.

La estructura principal queda enterrada, constituyendo dos pasos inferiores subterráneos consecutivos.

La estructuras complementarias son una losa sustentada por pilas y dos muros.

- Muro nº 1 para la Vía de Servicio A-7 Calzada Derecha Málaga-Cádiz
- Muro nº 2 para el Ramal Puerto – Glorieta
- Losa Sustentada por Pilas, para el Ramal Puerto – Glorieta

2.2.13.1. Descripción de las estructuras

2.2.13.1.1. Pasos inferiores subterráneos

El trazado de la calzada Puerto - Málaga se desarrolla a lo largo de 972,307 m (Eje Puerto – Málaga). En planta consta de cuatro alineaciones rectas y diez curvas. Dentro de la parte cubierta del paso, con dos tramos también, la traza presenta una curva de radio 2050 m y una contracurva de radio 100 m enlazadas por clotoides.

En alzado los pasos inferiores se desarrollan con una pendiente constante del 0,50 %. Se remata la rasante con un acuerdo convexo en el inicio y uno cóncavo y otro convexo hacia el final.

Desde el P.K. 0+798,563 hasta su finalización en el P.K. 0+972,307 el alzado de esta calzada es coincidente con el de la A-7 Calzada Izquierda Cádiz-Málaga y queda, consecuentemente, definido por el de ésta.

La parte cubierta de estos pasos inferiores se desglosa, como se ha anticipado, en dos tramos, dotado cada uno de ellos de un dintel plano de hormigón armado de 0,90 m de canto empotrado rígidamente en los muros laterales.

El primero de ellos se inicia en el P.K. 0+323,402 del eje de replanteo Puerto - Málaga y termina en el P.K. 0+455,866, teniendo una longitud de 132,464 m.

Se trata de un dintel aligerado, con zonas formadas por una losa maciza de espesor constante de 0,90 m y otras en que el dintel se reduce a puntales de sección 1,00 x 0,90 m (A x H) dispuestos entre las vigas de atado de las pantallas.

La distribución de zonas macizas y aligeradas en este tramo ha venido determinada tanto por la posición en planta de los viales definitivos como de los desvíos provisionales previstos tal como consta en el Anejo nº 14 de Soluciones al Tráfico. En cualquier caso los muros pantallas quedan arriostrados en su coronación y a efectos estructurales el conjunto funciona como un pórtico con nudos empotrados, eso sí con rigideces variables según las zonas.

Con esta disposición, aparte del ahorro de materiales, se consigue reducir la longitud máxima totalmente cubierta de este paso inferior a 34,503 m, lo que sin duda repercutirá de manera notable a la baja las exigencias de las instalaciones electromecánicas de iluminación y ventilación exigibles por normativa para las obras subterráneas.

El segundo tramo cubierto se inicia en el P.K. 0+481,087 y termina en el P.K. 0+568,217, teniendo una longitud de 87,130 m.

La disposición estructural es similar a la del anterior tramo, con zonas macizas de 0,90 m de canto y zonas aligeradas con puntales de 0,90 x 1,00 m (A x H) para arriostramiento de pantallas.

La disposición de los dinteles, tanto en las zonas macizas como en las aligeradas de ambos tramos, se ha adaptado de tal manera que en todo punto de la calzada ofrecen un gálibo vertical mínimo de 5,30 m.

La ventana abierta en este paso inferior entre los dos dinteles, de longitud medida según el eje de replanteo de esta calzada es de 24,221 m, queda dispuesta a la altura de la glorieta. Esta disposición permite la ventilación natural e iluminación solar en horas diurnas, lo que redundará en la disminución de la importancia de las instalaciones electromecánicas y de seguridad necesarias, tal como se ha indicado más arriba. En esta zona de ventana abierta sólo se disponen muros laterales a base de pantallas, de manera similar a los de las rampas de entrada y salida.

Los inicios y finales de los dinteles han venido condicionados tanto por la disposición en planta y alzado de los viales definitivos que acceden a la glorieta como por la ubicación de los desvíos provisionales previstos para la ejecución de las distintas fases de la obra tal como consta en el estudio de Soluciones Propuestas al Tráfico y en los planos correspondientes.

La rampa de entrada de este paso inferior Puerto-Málaga se inicia desde un punto de vista físico y estructural, es decir con la necesidad de muros-pantalla, en el P.K. 0+110,000 en su margen izquierda y en el P.K. 0+175,000 en su margen derecha y llega a alcanzar el P.K. 0+323,402, en el que se inicia el primer tramo cubierto de este paso inferior. Los muros de la margen izquierda tienen una longitud de 213,402 m y los de la margen derecha, de 148,402 m.

La rampa de salida del segundo paso inferior se inicia al término del segundo dintel en el P.K. 0+568,217 del eje de replanteo de esta calzada y termina en el P.K. 0+760,000, punto en el que dejan de ser necesarios (en términos estructurales) los muros laterales de ambas márgenes, si bien se continua con las pertinentes defensas de separación de tráfico. Tienen ambos, por tanto, una longitud de 191,783 m.

La coronación del muro-pantalla de la margen derecha viene condicionada y ajustada a la rasante de la Vía de Servicio A-7 Calzada Izquierda.

La coronación del muro-pantalla de la margen izquierda viene condicionada por el terreno natural y los desvíos provisionales a implantar en esa zona.

La sección nominal tipo correspondiente al paso inferior de esta calzada Puerto-Málaga se compone de:

- acera exterior de 0,30 m
- arcén exterior de 0,20 m
- dos carriles de 3,50 m
- arcén interior de 0,20 m
- acera interior de 0,30 m

La distancia teórica resultante entre paramentos vistos del revestimiento es de 8,00 m.

A estas anchuras hay que añadirles los sobrecanchos que por curvatura y visibilidad se han previsto, que para esta calzada tiene un máximo de:

- 0,405 m en el carril izquierdo y de 0,50 m en el derecho entre los PP.KK. 0+446,564 y 0+496,953.

- 0,70 m de sobrecancho adosado al arcén derecho entre los PP.KK. 0+446,564 y 0+496,953
- Transición de acera derecha de 0,30 a 0,60 m entre el P.K. 0+570 y el P.K. 0+581.

De todo lo cual figura detalle en los correspondientes planos de secciones tipo.

Cuadro resumen de la geometría general de los pasos inferiores

En el cuadro que sigue se recogen los principales datos geométricos de los pasos inferiores subterráneos.

Calzada	Rampa / dintel / ventana	Margen	P.K.		Longitud (m)
			Inicio	Final	
Acceso al Puerto Calzada Izquierda	Rampa de entrada	Izquierda	0+110,000	0+323,402	213,402
		Derecha	0+175,000	0+323,402	148,402
	Rampa de salida	Izquierda	0+568,217	0+760,000	191,783
		Derecha	0+568,217	0+760,000	191,783
	Dintel 1 (1) (2)	Izquierda	0+323,402	0+421,363	97,961
		Derecha	0+323,402	0+353,190	29,788
	Dintel 1 (1) (3)	Izquierda	0+421,363	0+455,866	34,503
		Derecha	0+353,190	0+457,127	103,937
	Dintel 2 (1) (2)	Izquierda	---	---	---
		Derecha	0+481,087	0+492,877	11,790
	Dintel 2 (1) (3)	Izquierda	0+481,087	0+543,218	62,131
		Derecha	0+492,877	0+542,240	49,363
	Dintel 2 (1) (2)	Izquierda	0+543,218	0+568,217	24,999
		Derecha	0+542,240	0+568,217	25,977
Puerto - Málaga	Ventana	Izquierda	0+455,866	0+481,087	25,221
		Derecha	0+547,127	0+481,087	23,960

Notas: (1) Longitud medida sobre el eje de replanteo correspondiente
(2) Zona de paso inferior, con dintel parcialmente aligerado
(3) Zona de paso inferior, con dintel macizo

2.2.13.1.2. Estructuras complementarias

Muro nº 1 para la Vía de Servicio A-7 Calzada Izquierda

La implantación de esta vía de servicio requiere una ampliación de la plataforma actual, que no ofrece ancho suficiente en unos 15 m, por lo que se hace necesaria la construcción de una estructura de contención convencional de tipo muro.

De hecho, en la actualidad existe un muro de unos 20 m de longitud para contención de la plataforma de la N-340 en esta misma zona, con un desnivel algo superior a los 4,5 m.

La posición geométrica en planta de este muro viene condicionada por la futura Vía de Servicio A-7 Calzada Izquierda y la salvaguarda de los accesos a las naves comerciales adyacentes.

Se trata de un muro de hormigón armado de 3 tramos. El primero de 9,189 m tiene una ménsula superior en sustitución del forjado metálico existente que se demuele para el acceso a la entrada de la nave. El segundo tramo, de 10,207 m y un tercero en vuelta de 1,200 m.

La cimentación de este muro se sitúa a la cota de la solera del sótano de la nave adyacente, evitando con esta disposición su descalce.

En el paño en vuelta de 1,20 m se instala una escalera metálica de este mismo ancho que sustituye a la existente en la actualidad y que permite a los peatones bajar del nivel de la vía de servicio a la calle transversal inferior a cota del sótano de las naves.

Muro nº 2 para el Ramal Puerto - Glorieta

Este muro constituye la segunda de las estructuras complementarias de contención necesarias para la implantación del ramal Puerto-Glorieta.

En la zona en que se dispone esta estructura existe en la actualidad un muro de altura variable que facilita a todo lo largo el soporte de las pantallas antirruído de protección de la zona residencial de viviendas unifamiliares de la Urbanización “El Rinconcillo” revestido de fábrica de bloque de hormigón con acabado visto en color con una albardilla de protección en su coronación del que a priori no se deduce a simple vista su tipología estructural. No obstante

aunque su investigación de detalle será objeto de la fase de Proyecto de Construcción se ha llevado a cabo una inspección preliminar de la obra actual que ha permitido extraer las siguientes conclusiones provisionales:

- La obra original colindante con la Urbanización se ejecutó excavando un desmonte al borde de la misma con un talud 1H:1V hoy en día sin aparentes problemas de estabilidad ni de erosión.
- El muro de sostenimiento de las pantallas antirruído es de construcción posterior y su función parece limitarse a la expresada de sostenimiento de las pantallas, aparentemente está cimentado superficialmente.

Entre el P.K. 0+000 y el P.K. 0+030 del Ramal Puerto-Málaga, el muro actual se adapta a los requerimientos geométricos del nuevo ramal Puerto-Glorieta, pero a partir del P.K. 0+030 y hasta el P.K. 0+230 la planta del nuevo ramal invade el muro actual de tal manera que su ejecución requiere la demolición de éste.

Las circunstancias descritas, arista exterior de la explanación actual muy próximo a la valla de cerramiento de la Urbanización, límite del planeamiento, y la necesidad de demoler el muro actual, condicionan de forma determinante la solución a adoptar para la contención del terreno en la nueva obra para cuyo diseño es fundamental un adecuado conocimiento de las características geotécnicas del terreno de implantación que, como se ha dicho más arriba, será abordado en el Proyecto de Construcción.

De la información disponible a esos efectos son de resaltar las conclusiones del análisis de estabilidad del terreno en la zona, constituido por las denominadas arcillas con bloques en las que se detecta una importante presencia de clastos calcáreos, realizado en el anejo nº 7 GEOTECNIA DEL CORREDOR en el que a tenor de la altura del talud y las características resistentes estimadas para el material se concluye que para una pendiente prácticamente vertical el talud se muestra estable recomendándose que en previsión de una posible alteración de esos materiales con el tiempo, en el presente no manifestada, y dada la presencia de la Urbanización se disponga un muro de contención.

Teniendo pues en consideración lo hasta aquí expuesto y visto el escaso espacio disponible para los trabajos de construcción, la morfología del terreno y los resultados del análisis a que se

acaba de hacer alusión, lo que conlleva una importante restricción en la geometría del muro que incide de manera especial en la estabilidad al deslizamiento, tras el estudio de diversas alternativas se ha optado, en la primera parte del muro, en una longitud de 130,00 m, por la disposición de un muro de gravedad de hormigón en masa con un talón mínimo de 0,40 m de ancho limitado a servir de apoyo al relleno de material filtrante del trasdós y una puntera con tacón que incremente la movilización de empuje pasivo.

El muro de altura variable y con la longitud total señalada de 130,00 m se homogeneiza a módulos de alturas 5,00 m, máxima altura, 4,50 m, 4,00 m, 3,50 m y 3,25 m, y tiene un trasdós con una inclinación 1H:5V mientras que el intradós se dispone vertical rematado por un chapado imitando bloques de hormigón y una albardilla de protección superior que proporcionen un acabado similar al del muro actual (que sólo se demuele parcialmente) albergando en su coronación el sistema de pantallas antirruído de protección de la zona residencial; caso de ser necesario se sobreexcava el talud existente reperfilándolo con un talud de igual inclinación.

Las dimensiones estimadas para la cimentación de los muros que estará ligeramente armada son:

- Muro H = 5,00 m: puntera 1,60 m; talón 0,40 m; canto 0,90 m; tacón 0,50 x 0,60 (A x H) m.
- Muro H = 4,50 m: puntera 1,60 m; talón 0,40 m; canto 0,90 m; tacón 0,50 x 0,60 (A x H) m.
- Muro H = 4,00 m: puntera 1,20 m; talón 0,40 m; canto 0,70 m; tacón 0,40 x 0,50 (A x H) m.
- Muro H = 3,50 m: puntera 1,20 m; talón 0,40 m; canto 0,70 m; tacón 0,40 x 0,50 (A x H) m.
- Muro H = 3,25 m: puntera 0,90 m; talón 0,40 m; canto 0,60 m; tacón 0,30 x 0,40 (A x H) m.

El proceso constructivo a realizar por bataches como medida precautoria sería:

- Desmontaje de las pantallas antirruído actuales, accediendo desde la calzada bien Puerto-Málaga bien Puerto-Glorieta.

- Demolición del muro actual a partir del P.K. 0+030 y hasta el P.K. 0+160 y retirada del relleno de su trasdós.
- Explanación de los nuevos viales Puerto-Málaga y ramal Puerto-Glorieta hasta el talud del desmonte actual con un talud vertical en el trasdós del nuevo muro y con talud similar al actual si fuera preciso reperfilarlo.
- Excavación de la cimentación del muro y ejecución de ésta.
- Construcción del muro de gravedad previa colocación sobre la cimentación del tubo dren del trasdós.
- Ejecución de la impermeabilización del trasdós del muro y relleno con material filtrante.
- Chapado del intradós del muro.
- Montaje de las nuevas pantallas antirruído.

A partir del P.K. 0+160 el espacio disponible para la construcción del muro tiene una constricción tal que imposibilita adoptar la solución reseñada, por otra parte el terreno cambia a una morfología, ahora más suave, accesible por maquinaria con lo que resulta viable la disposición de una pantalla del tipo de las utilizadas en los pasos inferiores subterráneos con un espesor que varía de 0,50 m a 0,60 m y 0,80 m. En este caso el proceso constructivo sería como sigue:

- Ejecución de las pantallas.
- Explanación del nuevo ramal Puerto-Glorieta con vaciado del terreno hasta las pantallas.
- Ejecución de la zapata corrida para la fábrica de bloques.
- Instalación de la lámina alveolada de polietileno.
- Ejecución del revestimiento de fábrica de bloques, fijándolo a medida que se gana en altura a las pantallas.

Losa sustentada por pilas para el Ramal Puerto - Glorieta

El ramal Puerto - Glorieta, cuyo desarrollo se inicia aproximadamente en el P.K. 0+030 del Ramal Puerto - Málaga y discurre por la margen derecha de esta calzada, necesita de estructuras complementarias para evitar que el movimiento de tierras de estos viales sobrepase el borde del planeamiento que limita la zona residencial adyacente.

La primera de estas dos estructuras, con la denominación del encabezamiento y que se ubica entre el muro-pantalla margen izquierda del paso inferior de la calzada Puerto-Málaga y el borde del planeamiento, no es en realidad un muro convencional, ya que la congestura del pasillo entre estos elementos no permite la implantación de una estructura de este tipo.

Se ha previsto la implantación de una estructura aneja al muro-pantalla ubicado aproximadamente entre los PP.KK. 0+250,000 y 0+375,000 del Ramal Puerto - Málaga, correspondientes a los PP.KK. 0+175,590 y 305,958 del Ramal Puerto - Glorieta, con una longitud total real de 130,368 m medidos por el borde exterior de la estructura.

Esta estructura está formada sustancialmente por una losa de hormigón de 35 cm de espesor apoyada sobre fustes cuadrados de unas dimensiones estimadas de 0,60 x 0,60 m dispuestos longitudinalmente con un intereje de 2,50 m.

Los fustes se cimentarán según se determine en la siguiente fase de proyecto de construcción en función de las características geotécnicas del terreno.

Si el terreno presentara unos parámetros geotécnicos adecuados para una cimentación directa de reducidas dimensiones y, por tanto, factible de ejecutar con maquinaria de pequeño porte se iría a este tipo de cimentación. En caso contrario, previsiblemente se iría a una cimentación de tipo profundo sobre micropilotes de 20 cm de diámetro (cuya ejecución requiere maquinaria pequeña) dispuestos en una alineación en el mismo plano que los fustes con un intereje estimado entre 1,50 y 2,50 m.

En cualquier tipo de cimentación, la cota de ésta se situaría a la cota de la valla del planeamiento, excavando entre el muro-pantalla del paso inferior y aquella. A partir de esta cota se elevarían los fustes.

Está prevista la construcción de la losa mediante el empleo de prelosas colaborantes como encofrado inferior y del lateral exterior. Las prelosas tendrían una longitud de 2,50 m y el ancho correspondiente a la plataforma útil. En su centro se dispone un agujero de 60 x 60 cm para paso de las armaduras verticales de los fustes y producir el empotramiento entre ambos elementos.

El apoyo provisional de las prelosas se efectuaría sobre el propio fuste, dotado de un pequeño capitel de 70 x 70 cm que facilita dicho apoyo y sobre piezas metálicas de doble angular cosidas a la viga de coronación de las pantallas. La losa final irá anclada a éstas mediante las correspondientes armaduras en espera.

Por el lado exterior, la losa se remata con una pequeña imposta sobre la que se dispone el pretil mixto previsto para el resto del proyecto.

Una circunstancia especial que ha incidido sobre la geometría de esta estructura es que debe valer tanto para la situación final del ramal Puerto-Glorieta como para la provisional de la fase de desvíos correspondiente, tal como consta en el Anejo nº 14 de Soluciones al tráfico.

2.2.14. Soluciones propuestas al tráfico durante la ejecución de las obras.

Al tratarse de un conjunto de actuaciones a realizar en una zona actualmente con tráfico, se produce una gran incidencia sobre la circulación existente por lo que es preciso ejecutar las obras, manteniendo el tráfico, procediendo a la construcción por fases.

En total se proyectan 7 fases diferentes. El número de fases obedece a que se ha mantenido en todas ellas todos los movimientos, no sólo los principales sino también los de los ramales, accesos y calles secundarias.

Este ha sido un criterio importante en la solución adoptada, pero también existen otros que se han respetado:

- Al ser la solución al tráfico de Acceso al Puerto, independiente para ambos sentidos, con estructuras separadas se ha elegido una solución en la que se aprovecha el túnel existente en las distintas fases de construcción.
- Los desvíos provisionales que son necesarios, deben ceñirse lo más posible a la zona ocupada por la solución definitiva y en todo caso respetar el Planeamiento Urbanístico.

La actuación se realiza en la actual autovía A-7 en un tramo a su paso por Algeciras. La A-7 tiene básicamente dos carriles por calzada y sale un acceso norte al Puerto de Algeciras en el

sentido Málaga – Puerto, continuando la autovía en dirección Cádiz. El acceso al puerto se realiza mediante un túnel con tráfico en ambos sentidos.

La autovía A-7 accede a una glorieta por la que discurre el tráfico principal y da acceso mediante un conjunto de ramales al viario urbano existente.

El proyecto afecta a la autovía A-7 en su margen izquierda en el sentido Málaga – Cádiz debido a las necesidades de incluir nuevos carriles para el tráfico que procede del puerto en sentido Puerto – Málaga.

La ampliación del ancho de plataforma de la A-7 invalidará la vía de servicio existente por la margen izquierda, por lo que deberá proyectarse una nueva.

Además, durante la construcción de los pasos inferiores para el movimiento Puerto – Málaga se afectan especialmente a los accesos a la calle Embarcadero, ya sea provisional o definitivamente.

La afección definitiva se solventa proyectando un nuevo eje para la calle Embarcadero desde la conexión del ramal Puerto – Glorieta.

Las afecciones provisionales son de alcance reducido durante la excavación de los pasos subterráneos y se repondrán manteniendo la situación original.

Con los criterios citados, la estrategia seguida ha consistido en comenzar por la construcción de rutas alternativas empleando viales secundarios (vías de servicio, ramales, etc.), que pueden servir para en fases posteriores canalizar por ellas los tráficos principales.

Así en la Fase 1 se contruirá un ramal provisional para el movimiento Puerto – Glorieta y un acceso provisional para la C/ Embarcadero desde él. Este ramal provisional compartirá con el definitivo el trazado hasta el final de la losa sustentada por pilas proyectada, de tal forma que desde el origen hasta dicho punto la construcción será definitiva.

En esta fase los tráficos se mantienen por los viales existentes mientras se ejecuta.

Una vez terminada la Fase 1 el movimiento Puerto – Glorieta pasará a realizarse por el ramal construido en dicha fase al igual que su conexión con la C/ Embarcadero.

En la Fase 2 se construye un nuevo ramal provisional Puerto – Glorieta y una nueva conexión con la C/ Embarcadero, compatibles ambos con los trabajos realizados en la fase anterior. Este ramal se construye para permitir la construcción en fases posteriores de los pasos inferiores.

En la Fase 3 el tráfico discurrirá por el nuevo ramal Puerto – Glorieta de la Fase 2 y su conexión con la C/ Embarcadero, comenzándose la construcción de los pasos subterráneos. Además, también se comienza la construcción de la Vía de Servicio A-7 Calzada Izquierda en su parte final, manteniendo el tráfico por la actual. En esta fase también se construye un desvío provisional para los movimientos Glorieta – C/ Embarcadero y C/ Embarcadero – Glorieta, así como sus conexiones con el ramal provisional Puerto – Glorieta, lo cual permitirá el avance de la construcción de los pasos inferiores.

En la Fase 4 se completa la construcción de la Vía de Servicio A-7 Calzada Izquierda, así como los pasos inferiores para el movimiento Puerto – Málaga. También se construye el tramo definitivo pendiente del ramal Puerto – Glorieta, así como su conexión con la C/ Embarcadero.

En la Fase 5 se construye el eje Puerto – Málaga desde su origen hasta el final salvo una zona en el inicio en la que se mantendrá la plataforma existente para permitir el tráfico por el túnel existente.

Se mantiene el tráfico por el desvío provisional Glorieta – C/ Embarcadero mientras se repone la parte del eje existente afectada por la construcción del paso inferior.

En la Fase 6 se completa la actuación en el origen del eje Puerto – Málaga mientras que el tráfico se distribuye por un carril del túnel existente para el acceso a puerto, sentido Málaga – Puerto, y otro de un carril por los nuevos pasos inferiores para el sentido Puerto – Málaga.

Por último en la Fase 7 se remata la actuación quedando el tráfico en su situación definitiva. En esta fase se acomete la señalización vertical y horizontal, aún no ejecutada, en especial desde la salida del túnel hasta la zona del inicio del proyecto en sentido Málaga – Puerto.

La sección tipo del firme de los desvíos provisionales es la 232 correspondiente a un tráfico T2 que es el tráfico del ramal Puerto – Glorieta, según figura en el Anejo nº 10:

- Capa de rodadura discontinua tipo BBTM 11 B PMB 45/80-65
- Capa intermedia tipo AC 32 bin B35/50 S: 5 cm
- Capa de base bituminosa tipo AC 32 B35/50 base G: 7 cm
- Suelocemento SC-40: 20 cm

2.2.15. Integración ambiental

El Anejo nº 16 recoge todos los elementos necesarios para realizar un “Análisis Ambiental” completo de la zona de Proyecto. En él se analizan los impactos producidos sobre el medio y se diseñan las medidas correctoras, así como el Programa de Vigilancia Ambiental, estando todo ello reflejado en la Memoria, Anejos, Planos, Pliego y Presupuesto.

En dicho Anejo se analizan todos los impactos ambientales generados por la infraestructura, tanto durante la fase de construcción, como durante la explotación de la misma. Se analizan los impactos sobre el clima, medio atmosférico, geología y geomorfología, sistema hidrológico, vegetación, fauna, Espacios Naturales, paisaje, medio socioeconómico y cultural. Aunque la mayoría de impactos son leves y su prevención y corrección se llevarán a cabo respetando lo indicado al respecto en el anejo.

Con mayor relevancia cabe destacar el impacto contra la erosión, recuperación ambiental e integración paisajística y la protección acústica, ya que se producirán afecciones al medio urbano debido al aumento del ruido producido por el tráfico y se afectarán pequeñas zonas que habrá que revegetar.

Estos impactos y las medidas correctoras se detallan a continuación:

Protección acústica

Se realiza una predicción de los niveles acústicos en fase de servicio. En función de los resultados obtenidos en los puntos sensibles que incluyen los directos adoptado las medidas adecuadas para corregir el impacto, definiéndose las correspondientes barreras acústicas.

Se han analizado los niveles sonoros producidos a 2m de la fachada los distintos tipos de edificaciones y en las áreas urbanas o urbanizables del Planeamiento vigente de Algeciras, comparándolos con los admisibles, en especial en terrenos urbanos.

Se han instalado pantallas protectoras en los lugares donde se superan los niveles admisibles.

Defensa contra la erosión, recuperación ambiental e integración paisajística

Se restauran y revegetan las zonas de rellenos y desmontes.

Las tipologías empleadas son:

- Tipología T. Revegetación de terraplenes
- Tipología D. Revegetación de desmontes

Se proyecta conservar adecuadamente la capa de tierra vegetal para su uso en las obras.

Se utilizan en la revegetación especies autóctonas.

Todas las medidas de restauración se incluyen en el Proyecto.

Se incluye en el Proyecto la exigencia de reponer las marras.

2.2.16. Obras complementarias

El presente proyecto contempla la iluminación de los diferentes viales, atendiendo al criterio de mantener la iluminación existente.

2.2.17. Replanteo

Se ha colocada la red de bases de replanteo, formada por 7 bases próximas a la traza, materializada en el campo mediante hitos y clavos que garantizan su permanencia.

En el Anejo nº 18 se adjuntan los listados del replanteo por bisección de todos los ejes.

El proyecto se realiza sobre una topografía a escala 1:500 de la zona de actuación, entre otros motivos por la dificultad de obtener perfiles sobre viarios existentes con gran intensidad de tráfico. Esto es igualmente válido en cuanto a los perfiles transversales.

2.2.18. Coordinación con otros Organismos y servicios

En el Anejo nº19 se pretende dejar constancia expresa de los contactos que se han mantenido con los diversos organismos, tanto de carácter público como privado, que están directa o indirecta-mente involucrados en el Proyecto. A continuación se relacionan todos ellos.

MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE. Se ha contactado con el **Instituto Nacional de Meteorología**, para conseguir la información necesaria para los estudios hidrológicos y climáticos.

CORREOS Y TELÉGRAFOS. Se han realizado consultas para solicitar información sobre posibles líneas telegráficas afectadas por la Autovía.

DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS. JEFATURA PROVINCIAL DE TRÁFICO DE CÁDIZ. Para conseguir datos de aforos de tráfico de la zona, así como todo aquello que pudiera ser interesante a la hora de redactar el proyecto.

CONSERVACIÓN DE CARRETERAS DEL ESTADO. Se han mantenido contactos para conseguir toda la documentación que posean de Conservación que pueda ser de interés.

ADIF. Se ha establecido contacto con el Administrador de Infraestructuras Ferroviarias para conseguir toda la documentación que posean que pueda ser de interés.

JUNTA DE ANDALUCÍA. Se ha establecido contacto con las siguientes Direcciones Generales y Consejerías:

Consejería de Obras Públicas y Transportes.

Consejería de Cultura.

Consejería de Agricultura y Pesca.

Consejería de Medio Ambiente. Delegación Provincial de Cádiz. Sección de Patrimonio de Vías Pecuarias. Se solicita información sobre la denominación, localización cartográfica, tipos de usos y anchura legal de todas las Vías Pecuarias localizadas en el ámbito de estudio.

Consejería de Medio Ambiente. Delegación Provincial de Cádiz. Servicio de gestión del medio natural. Se requiere información sobre vegetación, fauna, espacios naturales, recursos y equipamientos recreativo-turísticos y puntos de interés paisajístico existentes en la zona de Proyecto, así como cualquier información de carácter ambiental que pudiera ser de interés.

Consejería de Medio Ambiente. Delegación provincial de Cádiz. Servicio de gestión del medio natural. Se ha pedido información sobre vegetación, fauna, recursos forestales, agrícolas y ganaderos, cotos de caza y pesca, recursos y equipamientos recreativo-turísticos, puntos de interés paisajístico y vertederos de residuos sólidos autorizados y de residuos tóxicos y/o peligrosos en la provincia, así como cualquier información de carácter ambiental que pudiera ser de interés.

Consejería de Medio Ambiente. Delegación provincial de Cádiz. Se les ha remitido el plano de planta de la zona afectada.

Instituto Andaluz de Patrimonio Histórico. Se han realizado consultas a fin de solicitar información sobre los Yacimientos Arqueológicos, el Patrimonio Arquitectónico y Etnológico y los recursos culturales de los término municipal de Algeciras.

Autoridad Portuaria Bahía de Algeciras.

Cuenca Mediterránea Andaluza. Agencia Andaluza del Agua. Consejería de Medioambiente.

DIPUTACIÓN PROVINCIAL DE CÁDIZ.

AYUNTAMIENTO DE ALGECIRAS.

EMPRESAS PRIVADAS. Se han mantenido relaciones con las empresas propietarias de instalaciones que resultarán afectadas por la Autovía. Las más relevantes son: RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, TELEFÓNICA DE ESPAÑA, ORANGE, SEVILLANA - ENDESA, GAS NATURAL ANDALUCÍA, ONO, CLH, REPSOL YPF, TELEFÓNICA MÓVILES ESPAÑA, FRANCE TELECOM

(ORANGE), VODAFONE ESPAÑA, S.A., UNIÓN FENOSA, EMALGESA, IBERDROLA, JAZZTEL, ENAGAS, COMUNITEL TELE 2, AUNA TELECOMUNICACIONES, S.A., SEVILLANA-ENDESA DISTRIBUCIÓN MONELEG.

OTROS. Se ha establecido contacto con la Empresa Pública del Suelo de Andalucía: EPSA.

Adicionalmente se ha establecido contacto con VS Ingeniería y Urbanismo con objeto de obtener una copia del proyecto de mejora de la seguridad vial del túnel que existe actualmente en la conexión entre la A-7 y el Puerto de Algeciras.

La información facilitada por la Compañía TELEFÓNICA DE ESPAÑA es de carácter orientativo, por lo que resulta preceptivo que antes de iniciar los trabajos se contacte con el área de mantenimiento de la zona para la localización exacta de las líneas afectadas. Antes del comienzo de las obras se deberá contactar con la Compañía.

Asimismo, EMALGESA, empresa Municipal de Aguas de Algeciras S.A., propietaria de las conducciones de abastecimiento y saneamiento que se verán afectadas por las obras, ha aportado la información preliminar necesaria para la redacción del proyecto de reposición, si bien será necesario mantener contacto con los departamentos implicados antes de realizar ninguna actuación en la zona.

Como conclusión, destacar que se está pendiente de la conformidad de las Compañías afectadas y que ésta se incorporará antes de finalizar el Proyecto de Construcción.

2.2.19. Expropiaciones e Indemnizaciones

La fijación de la línea perimetral de la expropiación con relación a la arista exterior de la explanación*.1, queda estrictamente definida en los planos parcelarios a escala 1:500 que forman parte del presente Anejo.

Dicha línea perimetral se establece en función de los siguientes parámetros, establecidos en la Ley de Carreteras y su Reglamento.

¹ Se entiende por arista exterior de la explanación la intersección del talud de desmontes o terraplén con el terreno

MUNICIPIO	SUPERFICIE (m²)
Algeciras	2.625,03

Debe significarse que existen construcciones en la zona, estando constituidas por naves de uso industrial y edificaciones de uso residencial, incluidas, todas ellas, dentro de la franja destinada a viarios prevista en el Planeamiento Urbanístico vigente del Término Municipal de Algeciras.

Se define como imposición de servidumbre, las correspondientes franjas de terreno sobre los que es imprescindible imponer una serie de gravámenes, al objeto de limitar el ejercicio del pleno dominio al propietario.

Estas franjas de terreno adicionales a la expropiación tienen un ancho variable, en función de la naturaleza u objeto de la correspondiente servidumbre.

Las distancias a tener en cuenta para la servidumbre, necesarias para la reposición de los servicios afectados son:

- Líneas de tendido aéreo: se ha considerado una servidumbre longitudinal por el vuelo del cable de 4,00 m (2,00 m a cada lado del tendido).
- En tendidos subterráneos de cualquier tipología se ha considerado una servidumbre longitudinal por el trazado del tendido de 3,00 m (1,50 m a cada lado del tendido).

Hay que precisar que en la parcela 11.0048-007 (Hoja 3 de 6 en Láminas), se ha reducido la superficie de servidumbre de paso (se ha considerado una anchura de 0,77 m a un lado del tendido aéreo, en lugar de 2,00 m), para evitar la expropiación del negocio “Frutas Moreno”.

Dicha imposición de servidumbres afecta a una superficie total de 160,52 m2, con el siguiente desglose por municipios:

MUNICIPIO	SUPERFICIE (m²)
Algeciras	160,52

Se definen de este modo aquellas franjas de terrenos que resultan estrictamente necesarios ocupar, para llevar a cabo la correcta ejecución de las obras contenidas en el proyecto y por un espacio de tiempo determinado, generalmente coincidente con el periodo de finalización de ejecución de las mismas.

Dichas franjas de terreno adicionales a la expropiación tienen una anchura variable según las características de la explanación, la naturaleza del terreno y del objeto de la ocupación. Dichas zonas de ocupación temporal se utilizaran, entre otros usos para instalaciones de obra, acopios de material, y en general para todas cuantas instalaciones o cometidos sean necesarios para la correcta ejecución de las obras contempladas o definidas en el presente Proyecto. Los desvios provisionales se encuentran contenidos dentro de la zona de expropiación, por lo que no ha sido necesario ocupación temporal para este fin.

En las reposiciones de los servicios con tendidos aéreos se establece una ocupación temporal consistente en sectores circulares alrededor de los apoyos y arquetas de 25,00 m de diámetro con el fin de poder desarrollar los trabajos de reposición alrededor de los apoyos

Por otra parte también se ocupan temporalmente 0,5 metros a ambos lados de la franja de servidumbre si se soterra el servicio afectado. Al ejecutarse las estructuras sobre terrenos públicos no se ha considerado necesario establecer una superficie de ocupación temporal para la ejecución de los mismos.

Ocupaciones de terreno que recomienda la experiencia en obras similares, para que permitan el necesario movimiento de maquinaria para su ejecución, así como para acopio del material necesario para la construcción de las correspondientes instalaciones.

Se ocupan 472,05 m2 de superficie de ocupación temporal con el siguiente desglose por municipios:

MUNICIPIO	SUPERFICIE (m²)
Algeciras	472,05

El importe total de las expropiaciones asciende a 6.083.273,80 euros.

En el Anejo nº 20 “Expropiaciones e Indemnizaciones” se adjuntan los planos con todas las superficies ocupadas, así como la relación completa de bienes y derechos afectados.

2.2.20. Reposición de Servicios

En este Proyecto se ha realizado la identificación de todos los servicios que resultan afectados por la Autovía. La metodología que se ha seguido para detectar las afecciones a estos servicios y proyectar las medidas de reposición, ha consistido en: i) Realizar un encaje previo del trazado de la Autovía sobre la cartografía disponible a escala 1:1000; ii) Identificar en gabinete los servicios afectados; iii) Reconocer y localizar *in situ* los servicios afectados; iv) Contactar con los propietarios o titulares de los servicios y obtener la información más precisa posible de las características técnicas de los servicios afectados y de su reposición y valoración.

El resultado de este proceso ha permitido conocer todos los servicios que serán afectados por las obras del tramo de Autovía proyectado.

Líneas telefónicas

Las líneas telefónicas que resultarán afectadas por la Autovía en este tramo pertenecen en su totalidad a la Compañía TELEFÓNICA DE ESPAÑA. La información facilitada por la compañía es de carácter orientativo ya que pueden haberse modificado las referencias externas (cambios de bordillo, niveles de rasantes, retranqueo de fachadas, etc.), por lo que resulta preceptivo que antes de inicar los trabajos se contacte con el área de mantenimiento de la zona para la localización exacta. Las instalaciones afectadas por las obras proyectadas deberan ser previamente modificadas, por lo que se deberá solicitar la oportuna actuación de la Compañía TELEFÓNICA DE ESPAÑA en tal sentido antes del comienzo de las obras.

El inventario de las líneas, el punto de cruce de su reposición con la Autovía, así como la afección y reposición prevista, se expresan en el cuadro 1 que se incluye a continuación.

CUADRO 1. INVENTARIO DE LÍNEAS TELEFÓNICAS

Nº	PK PROYECTO	AFECCIÓN	REPOSICIÓN
LT-01	Desde Fin Eje Puerto – Málaga al 0 + 750 margen derecha	Línea subterránea de cable coaxial que discurre paralela al trazado actual por su margen izquierda suministrando servicio a las edificaciones próximas mediante acometidas aéreas de cable tipo 25-CEG sobre postes de madera.	Arquetas Nuevas: 4 uds. Comparte 2 arquetas, una con LT-02 y otra con LT-04, incluyéndose presupuestariamente en LT-01. Desmontaje Tendido Telefónico: 275 m. Montaje Nuevo Tendido Telefónico (total): 266,680 m en canalización subterránea.
LT-02	PP.KK. de cruce en autovía A-7 0 + 925 Eje Puerto – Málaga margen derecha	Línea subterránea de cable coaxial que cruza la autovía en la zona de intersección de la misma con la Avenida de la Diputación para discurrir por la margen derecha en la vía de servicio existente.	Arquetas Nuevas: 3 uds. Comparte 1 arqueta con LT-01, incluyéndose presupuestariamente en LT-01. Desmontaje Tendido Telefónico: 50 m. Montaje Nuevo Tendido Telefónico (total): 188,731 m en canalización subterránea. Protección con Tubo hormigón 1,80 m bajo autovía: 31,584 m.
LT-03	0 + 900 al 0 + 750 Margen derecha del eje Puerto - Málaga	Línea telefónica aérea sobre postes de madera, de cable tipo 25 CEG que discurre por la margen derecha del eje Puerto - Málaga. Se repone retranqueando la línea hasta el borde exterior del talud de la vía de servicio VS-CI A-7.	Postes Nuevos: 5 uds. Desmontaje de Postes: 5 uds. Desmontaje Tendido Telefónico: 160 m. Montaje Nuevo Tendido Telefónico (total): 151,71 m de línea aérea.
LT-04	0 + 750 al 0 + 500 Margen derecha del eje Puerto - Málaga	Línea subterránea de cable coaxial que discurre paralela a la autovía por la margen derecha del eje Puerto – Málaga. Se plantea su reposición llevándola por la acera de la vía de servicio VS-CI A-7; comparte una arqueta con la reposición LT-01, en donde se incluye a efectos de presupuesto.	Arquetas Nuevas: 7 uds. Comparte 1 arqueta con LT-01, en donde se incluye presupuestariamente. Desmontaje Tendido Telefónico: 300 m. Montaje Nuevo Tendido Telefónico (total): 234,877 m en canalización subterránea.

Conducciones de abastecimiento

Se han identificado conducciones de abastecimiento propiedad de la Empresa Municipal de Aguas de Algeciras, S.A. (EMALGESA), que se verán afectadas por las obras, organismo que posee la titularidad de todas las conducciones de abastecimiento afectadas, y que ha aportado la información para la redacción del proyecto de reposición, si bien dicha información debe ser considerada como preliminar, siendo necesario en todo caso, y en función del avance del proyecto, mantener contacto con los departamento implicados antes de realizar ninguna actuación en la zona.

El inventario de las conducciones que sí precisarán reponerse, su punto de cruce con la Autovía, así como la afección y reposición prevista se resumen en el cuadro 2.

CUADRO 2. INVENTARIO DE CONDUCCIONES DE ABASTECIMIENTO

Nº	PK PROYECTO	AFECCIÓN	REPOSICIÓN
AB-01	PP.KK. de cruce en autovía A-7 0+832,123 Eje Puerto – Málaga	Conducción de fundición dúctil de Ø 200 mm que cruza la autovía en la intersección con la Avenida de la Diputación para llegar a la calle Dragos. Se plantea una reposición desviando la línea hasta una zona donde no se proyecten pantallas para realizar el cruce de la autovía, cruce que se realiza en una canalización conjunta con la reposición de saneamiento SA-01.	Reposición de 182,186 m de longitud, de los cuales, 133,954 se comparten con la reposición SA-01, y 10 m se protegen con losa de hormigón al discurrir la tubería por calles con tráfico rodado. La canalización conjunta y los pozos compartidos se reparten presupuestariamente entre las dos reposiciones. El cruce bajo la autovía, 44,664 m, se realiza protegiendo esta canalización conjunta mediante tubo de hormigón de Ø1800. Se ejecutan 5 nuevos pozos de registro.

El resto de canalizaciones recogidas en los planos no se reponen al estimarse que no se ven afectadas, en unos caso por encontrarse fuera de la zona de actuación, y en otras por que la actuación a realizar consiste en un cambio de firme como consecuencia de la reordenación de los carriles de la nueva plataforma proyectada no afectando a la canalización subterránea.

Conducciones de saneamiento

Se han identificado conducciones de saneamiento propiedad de la Empresa Municipal de Aguas de Algeciras, S.A. (EMALGESA), que se verán afectadas por las obras, organismo que posee la titularidad de todas las conducciones de saneamiento afectadas, y que ha aportado la información para la redacción del proyecto de reposición, si bien dicha información debe ser considerada como preliminar, siendo necesario en todo caso, y en función del avance del proyecto, mantener contacto con los departamento implicados antes de realizar ninguna actuación en la zona.

El inventario de las conducciones, sus puntos de cruce con la autovía, así como las afecciones y las reposiciones previstas, se resumen en el Cuadro 3.

CUADRO 3. INVENTARIO DE CONDUCCIONES DE SANEAMIENTO

Nº	PK PROYECTO	AFECCIÓN	REPOSICIÓN
SA-01	PP.KK. de cruce en autovía A-7 0+832,123 Eje Puerto – Málaga	Conducción de hormigón de Ø 500 mm que cruza la autovía en la intersección con la Avenida de la Diputación para llegar a la calle Dragos. Se plantea una reposición desviando la línea hasta una zona donde no se proyecten pantallas para realizar el cruce de la autovía; la canalización hasta finalizar el cruce es conjunta con la reposición de saneamiento AB-01.	Reposición de 243,987 m de longitud, de los cuales 133,954 se comparten con la reposición AB-01, y 10 m se protegen con losa de hormigón al discurrir la tubería por calles con tráfico rodado. La canalización conjunta y los pozos compartidos se reparten presupuestariamente entre las dos reposiciones. El cruce bajo la autovía, 44,664 m, se realiza protegiendo esta canalización conjunta mediante tubo de hormigón de Ø1800. Se ejecutan 5 nuevos pozos de registro.

El resto de conducciones que se recogen en los planos, a falta de mas información por parte de la empresa propietaria, no se han repuesto bien por no considerarse afectadas, o por estimarse que forman parte del saneamiento o drenaje de la propia autovía, el cual se repondrá en el capítulo de drenaje del presente proyecto.

2.2.21. Estimación de precios

El Documento nº 3 “Presupuesto” incluye la descomposición de las distintas unidades de obra y actividades empleadas en el Proyecto de Trazado, para realizar una valoración de las obras.

En dicha descomposición se han tenido en cuenta los precios de la mano de obra, de los materiales y de la maquinaria y en general todos los elementos que son necesarios para ejecutar las distintas unidades o actividades que integran las obras.

2.2.22. Presupuestos

PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL

C.1. Movimiento de tierras	465.308,47
C.2. Afirmados	445.173,01
C.3. Drenaje	480.904,59
C.4. Estructuras	5.182.455,87
C.5. Integración Ambiental	210.259,30
C.6. Señalización, balizamiento y defensas	200.000,00
C.7. Desvíos provisionales	112.792,46
C.8. Reposición de servicios	106.828,86
C.9. Obras varias	77.000,00
C.10. Estudio de Seguridad y Salud	50.000,00
Presupuesto de Ejecución Material	7.330.722,56 euros

El presupuesto de Ejecución Material de las obras es de **SIETE MILLONES TRESCIENTOS TREINTA MIL SETECIENTOS VEINTIDÓS EUROS CON CINCUENTA Y SEIS CÉNTIMOS.**

PRESUPUESTO DE LICITACIÓN

Presupuesto de Ejecución Material	7.330.722,56 euros
13,00% Gastos Generales	952.993,93 euros
6,00% Beneficio industrial	439.843,35 euros

Total Presupuesto de Licitación 8.723.559,84 euros

21,00% I.V.A. s/SUMA PARCIAL	1.831.947,57 euros
------------------------------	--------------------

PRESUPUESTO DE INVERSIÓN

– Presupuesto de Licitación más IVA	10.555.507,41 euros
– Presupuesto de expropiaciones	6.083.273,80 euros
– Programa de Vigilancia Ambiental	127.008,00 euros
– Financiación cultural (1,50% sobre P.E.M.)	<u>109.960,84 euros</u>

Total PRESUPUESTO DE INVERSIÓN 16.875.750,05 euros

Asciende el presente Presupuesto de Inversión a la expresada cantidad de **DIECISÉIS MILLONES OCHOCIENTOS SETENTA Y CINCO MIL SETECIENTOS CINCUENTA EUROS CON CINCO CÉNTIMOS.**

2.2.23. Justificación de la solución adoptada

La solución finalmente proyectada, es la resultante de un estudio de diversas alternativas, habiéndose elegido aquella que optimiza la mejora de la situación actual atendiendo al coste económico, el espacio disponible en un entorno fundamentalmente urbano, la viabilidad técnica de la solución, la ejecución por fases manteniendo el tráfico existente y la coordinación con el Ayuntamiento y otros organismos afectados.

Como aspectos principales, cabe señalar que la solución permite independizar los movimientos Málaga - Puerto y Puerto - Málaga con dos carriles cada uno, disponiendo un nuevo paso subterráneo (cdos pasos inferiores consecutivos) para el movimiento Puerto – Málaga y manteniendo el túnel actual para el movimiento Málaga - Puerto.

Las alternativas estudiadas son las siguientes:

Alternativa N° 1.

Consisten en el aprovechamiento del túnel existente y la construcción de un nuevo túnel paralelo al anterior.

Alternativa N° 2.

Consiste en la demolición del túnel existente y la construcción de dos nuevos túneles de 2 carriles cada uno y con un trazado en planta más rectilíneo, suavizando las curvas del anterior.

Alternativa N° 3.

Consiste en la demolición del túnel existente y la construcción de dos nuevos túneles de 2 carriles cada uno y con un trazado en planta más rectilíneo, suavizando las curvas del anterior. Simultáneamente se deprime la calzada derecha de la A-7 (dirección Cádiz) soterrándola bajo la glorieta existente. La calzada izquierda (dirección Málaga) se mantiene en superficie.

Alternativa N° 4.

Consiste en la demolición del túnel existente y la construcción de dos nuevos túneles de 2 carriles cada uno y con un trazado en planta más rectilíneo, suavizando las curvas del anterior. Simultáneamente se deprime la calzada derecha de la A-7 (dirección Cádiz) soterrándola bajo la glorieta existente. La calzada izquierda (dirección Málaga) se eleva mediante una estructura tipo viaducto sobrepasando la glorieta existente sin interferencias.

Optimización de la solución adoptada

La solución definitiva se basa como se basa en, como se ha dicho anteriormente, mantener el túnel existente para el movimiento Málaga – Puerto y contruir un nuevo paso sunterráneo para el movimiento Puerto – Málaga. Esta solución disminuye considerablemente el coste de las obras, limitando la actuación a la margen izquierda de la A-7 (sentido Málaga – Cádiz) hasta la glorieta existente que se mantiene con sus características geométricas actuales.

En la solución propuesta, se han proyectado las pantallas laterales del paso subterráneo sin dintel horizontal superior donde ha sido posible, quedando, así, dos pasos inferiores consecutivos de corta longitud con un tramo intermedio sin dintel. Como resultado las longitudes finales de las zonas cubiertas permiten una solución sin túneles.

Esta solución es más económica que la solución con túneles, tanto en lo referente a costes de construcción como a los de mantenimiento. Los costes de mantenimiento son menores puesto que no exige ventilación y exige una menor iluminación y no son necesarios los elementos de seguridad propias de los túneles.

Frente a la contaminación atmosférica la solución adoptada no tiene un efecto significativo, puesto que los volúmenes de gases contaminantes totales son iguales y la dispersión de los mismos no es muy diferente a la que se produciría mediante las chimeneas de ventilación en caso de disponer túneles.

En cuanto al ruido, se a realizado el correspondiente estudio de la solución adoptada dando como resultado que no es necesaria la instalación de pantallas antirruído en las zonas abiertas ya que la propia pantalla de las rampas son suficiente ante la contaminación acústica.

3. NORMATIVA APLICADA EN LA REDACCIÓN DEL PROYECTO

En la redacción del presente Proyecto se ha tenido en cuenta la legislación vigente, que es de aplicación a los Contratos de Asistencia Técnica para la redacción de proyectos de carreteras.

En concreto, hay que mencionar:

Normativa General de Carreteras

- 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 (BOE del 26 de octubre de 2011).
- Real Decreto Legislativo 3/2011, de 14 de noviembre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Contratos del Sector Público (BOE del 16 de noviembre de 2011). Corrección de errores BOE del 3 de febrero de 2012.
- Ley 25/1988, de 29 de julio, de Carreteras (BOE del 30/7/1988, rectificaciones BOE del 12/11/1988). La Ley 24/2001, de 27 de diciembre (BOE del 31/12/2001) modifica los apartados 1 y 2 del artículo 8 y el apartado 4 del artículo 10. El Real Decreto-ley 11/2001, de 22 de junio (BOE del 23/6/2001) modifica el artículo 29. El artículo 74 de la Ley 14/2000 de 29 de diciembre (BOE del 30/12/2000) modifica los artículos 31.3 y 34. El artículo 10 del Real Decreto-ley 15/1999, de 1 de octubre (BOE del 2/10/1999) modifica el segundo párrafo del artículo 19.4. La disposición adicional 49, el artículo 121.1 y artículo 121.2 de la Ley 66/1997, de 30 de diciembre (BOE del 31/12/1997) modifica el artículo 5, añade un párrafo al artículo 11.1 y modifica el párrafo 4 del artículo 21.4, respectivamente. La disposición adicional 22.2 y la disposición adicional 22.1 de la Ley 13/1996, de 30 de diciembre (BOE del 31/12/1996) modifica el artículo 19.4 y añade el artículo 21.4, respectivamente. La disposición adicional novena.1 de la Ley 42/1994, de 30 de diciembre (BOE del 31/12/1994) modifica el artículo 34.
- Real Decreto 1812/1994, de 2 de septiembre, por el que se aprueba el Reglamento General de Carreteras)
- Real Decreto 1627/1997 de 24 de Octubre sobre obligatoriedad de incluir un “Estudio de Seguridad y Salud en el Trabajo”, en los proyectos de edificación de obras públicas.
- Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental (BOE de 11 de diciembre de 2013).
- Real Decreto Legislativo 2/2008 que aprueba el Texto Refundido de la Ley de Suelo.

Además de esta legislación, el Proyecto se ha redactado siguiendo la **Normativa Técnica vigente**, en los distintos campos que le puede afectar, entre las que se encuentran:

- 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.
- Norma 6.1-I.C. "Secciones de firme" aprobada por Orden FOM/3460/2003 de 28 de Noviembre (BOE 12 de Diciembre 2003).
- Norma 8.1 – IC Señalización Vertical, aprobada por Orden FOM/534/2014, de 20 de marzo.
- Orden FOM/475/2002, de 13 febrero, por la que se actualizan determinados artículos del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes relativos a Hormigones y Aceros.
- Real Decreto 751/2011, de 27 de mayo, por el que se aprueba la Instrucción de Acero Estructural (EAE).
- Real Decreto 997/2002, de 27 de septiembre de 2002, por el que se aprueba la Norma de Construcción Sismorresistente (NCSE - 02). Parte General y Edificación.
- Real Decreto 637/2007, de 18 de mayo de 2007, por el que se aprueba la Norma de Construcción Sismorresistente NCSP-07.
- Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes (PG-3/75) con sus diversas modificaciones, etc.
- Listado de Productos de Construcción con obligatoriedad del marcado “CE”, clasificado por temas, de Julio de 2008.
- Instrucciones (IC) de la Dirección General de Carreteras. Entre otras:
- Instrucción de Carreteras. Norma 3.1-IC (aprobada por orden de 27 de diciembre de 1999) y con modificación emitida por Orden Ministerial de 13 de septiembre de 2001
- .Instrucción 5.2-IC Drenaje Superficial (julio 1990).
- Real Decreto 956/2008, de 6 de junio, por el que se aprueba la Instrucción para la recepción de cementos (RC-08).
- Real Decreto 1247/2008, de 18 de julio, por el que se aprueba la Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08).

- Orden FOM/3053/2008, de 23 de septiembre, por la se aprueba la “Instrucción Técnica para la instalación de reductores de velocidad y bandas transversales de alerta en carreteras de la Red de Carreteras del Estado”.
- Orden FOM/2842/2011, de 29 de septiembre, por la que se aprueba la Instrucción sobre las acciones a considerar en el proyecto de puentes de carretera (IAP-11).

Órdenes Circulares de la D.G.C., entre las más recientes, las siguientes:

- . Orden Circular 35/2014 sobre Criterios de Aplicación de Sistemas de Contención de Vehículos.
- . Orden Circular 30/2012 por la que se aprueban las Directrices de los Procedimientos para la Gestión de la Seguridad de las Infraestructuras Viarias en la Red de Carreteras del Estado.
- . Orden Circular 29/2011 sobre el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes (PG-3), “Ligantes Bituminosos y Microaglomerados en Frío”, por la que se modifican los artículos 211 “Betunes Asfálticos”, 212 “Betunes Modificados con Polímeros”, 213 “Emulsiones Bituminosas” y 540 “Microaglomerados en Frío”.
- . Orden Circular 24/2008 sobre modificación de los artículos 542 “Mezclas bituminosas en caliente tipo hormigón bituminoso” y 543 “Mezclas bituminosas para Capas de rodadura; mezclas drenantes y discontinuas” del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes (PG3).
- . Orden Circular 18bis/2008 sobre “Criterios de Empleo de Sistemas para Protección de Motociclistas.
- . Orden Circular 23/2008 sobre “Criterios de aplicación de pretilas metálicas en carretera”.
- . Orden Circular 20/2006 sobre recepción de obras de carreteras que incluyan firmes y pavimentos.
 - Recomendaciones de la D.G.C.
 - Recomendaciones sobre criterios de aplicación de barreras de seguridad metálicas, aprobadas por Orden Circular 28/2009.
 - Normas sobre barreras de seguridad de la D.G.C.
 - Real Decreto 139/2011, de 4 de febrero de 2011, para el desarrollo del Listado de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial y del Catálogo Español de Especies Amenazadas.

- Real Decreto legislativo 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición (BOE de 13 de febrero de 2008).

Notas de Servicio, entre las más recientes las siguientes:

- Nota de Servicio 1/2013, de 28 de enero de 2013, Procedimiento para la tramitación de la Evaluación Ambiental de préstamos y vertederos en Estudios Informativos y Proyectos de la Dirección General de Carreteras.
- Nota de servicio 1/2006 sobre instrucciones complementarias para la utilización de elementos auxiliares de la obra en la construcción de puentes.
- 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.
- Nota de servicio 5/2006 sobre explanaciones y capas de firme tratadas con cemento.
- Nota de servicio 1/2007. Planificación y colocación de estaciones de aforo en todas las nuevas carreteras.
- Nota de servicio 4/2001. Pintura de barandas, pretilas metálicas y barandillas a utilizar en la Red de Carreteras del Estado gestionada por la Dirección General de Carreteras.
- Nota de servicio 4/2012. “Cuadro de Precios de Referencia de la Dirección General de Carreteras”.

4. CUMPLIMIENTO DEL REAL DECRETO 1098/2001 DEL REGLAMENTO GENERAL DE LA LEY DE CONTRATOS DE LAS ADMINISTRACIONES PÚBLICAS

El Proyecto que se redacta en cumplimiento con lo establecido en el artículo 125 del Reglamento General de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas, aprobado por Real Decreto 1098/2001 de 12 de octubre, ya que la obra es completa y susceptible de ser entregada y puesta en servicio.

5. DOCUMENTOS QUE COMPONEN EL PROYECTO

DOCUMENTO Nº 1: MEMORIA

1.1. 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. TRÁFICO
- ANEJO Nº 7. GEOTECNIA DEL CORREDOR
- ANEJO Nº 8. TRAZADO
- ANEJO Nº 9. MOVIMIENTO DE TIERRAS
- ANEJO Nº 10. ESTUDIO DE FIRMES Y PAVIMENTOS
- ANEJO Nº 11. DRENAJE
- ANEJO Nº 12. GEOTECNIA DE CIMENTACIONES DE ESTRUCTURAS
- ANEJO Nº 13. ESTRUCTURAS
- ANEJO Nº 14. SOLUCIONES PROPUESTAS AL TRÁFICO DURANTE LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS
- ANEJO Nº 16. INTEGRACIÓN AMBIENTAL
- ANEJO Nº 17. OBRAS COMPLEMENTARIAS
- ANEJO Nº 18. REPLANTEO
- ANEJO Nº 19. COORDINACIÓN CON OTROS ORGANISMOS
- ANEJO Nº 20. EXPROPIACIONES E INDEMNIZACIONES
- ANEJO Nº 21. REPOSICIÓN DE SERVICIOS
- ANEJO Nº 24. ESTIMACIÓN DE PRECIOS
- ANEJO Nº 25. PRESUPUESTOS

DOCUMENTO Nº 2. PLANOS

DOCUMENTO Nº 3. PRESUPUESTO

Madrid, octubre de 2014

EL INGENIERO DIRECTOR DEL PROYECTO

D. Rubén F. Galeote Espejo
INGENIERO DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

EL INGENIERO AUTOR DEL PROYECTO

D. José A. Santiso Pérez
INGENIERO DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

ANEJOS A LA MEMORIA