

PROYECTO DE TRAZADO. CLAVE: AC/10/071.00

AUTOPISTA AP-9. ENLACE EN PK 70

MEMORIA

	Pág.
1. OBJETO DEL PROYECTO	1
2. ANTECEDENTES ADMINISTRATIVOS.....	1
3. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	2
3.1. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS	2
3.2. CONDICIONANTES DE TRAZADO	2
3.3. DESCRIPCIÓN DEL TRAZADO	4
3.4. CARTOGRAFÍA Y TOPOGRAFÍA	4
3.5. GEOLOGÍA.....	6
3.6. EFECTOS SÍSMICOS	7
3.7. CLIMATOLOGÍA E HIDROLOGÍA	7
3.8. PLANEAMIENTO URBANÍSTICO	7
3.9. TRÁFICO	8
3.10. GEOTECNIA	11
3.13. FIRMES.....	21
3.14. DRENAJE	25
3.15. ESTRUCTURAS	28
3.16. SEÑALIZACIÓN, BALIZAMIENTO Y DEFENSAS	30
3.15. SOLUCIONES AL TRÁFICO DURANTE LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS.....	31
3.16. ORDENACIÓN ECOLÓGICA, ESTÉTICA Y PAISAJÍSTICA	33
3.17. PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL	34
3.18. PATRIMONIO CULTURAL	34
3.19. REPLANTEO	35
3.20. SERVICIOS AFECTADOS.....	35
3.21. EXPROPIACIONES E INDEMNIZACIONES.....	35
3.22. JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS.....	36

3.23. PLAN DE OBRA.....	36
4. PRESUPUESTOS	37
5. DESGLOSE DE ACTUACIONES.....	38
6. NORMAS E INSTRUCCIONES CONSIDERADAS	39
7. CUMPLIMIENTO DE LA LEGISLACIÓN.....	40
7.1. REAL DECRETO 1098/2001	40
7.2. ACCIONES SÍSMICAS	40
8. DOCUMENTOS QUE SE INCLUYEN EN EL PROYECTO DE TRAZADO.....	40
9. CONCLUSIÓN	42

1. OBJETO DEL PROYECTO

El presente documento tiene por objeto describir las actuaciones contempladas dentro del Proyecto de Trazado de un enlace en el PK 70+000 de la Autopista del Atlántico AP-9, enlace de conexión con el complejo Cidade da Cultura de Galicia, localizado en el Monte Gaiás, y con la ciudad de Santiago de Compostela.

En el presente proyecto se describen los criterios de diseño geométrico que se han seguido para definir el trazado propuesto, tanto en planta como en alzado y en la coordinación entre ambos. Además, se analiza y justifica el diseño del trazado tanto en lo que respecta al tronco como a los ramales que articulan su conexión con la infraestructura viaria existente, esto es, con la glorieta sur de acceso a la Cidade da Cultura.

Por otro lado, también es objeto de este documento la descripción de los condicionantes más reseñables que han influido en el diseño de la solución adoptada y realizar un análisis detallado de cada uno de ellos, así como el estudio de las diversas secciones transversales con los criterios de diseño geométrico que se han considerado para el diseño del trazado.

2. ANTECEDENTES ADMINISTRATIVOS

El proyecto y construcción del complejo Cidade da Cultura de Galicia, situado en el Monte Gaiás, en Santiago de Compostela junto a la Autopista AP-9, lleva aparejada la necesidad de un viario de acceso al complejo. En este marco se plantea la construcción del enlace objeto del presente proyecto.

El primer documento en el que se refleja la necesidad de un nuevo enlace en el PK 70 de la Autopista AP-9, de acceso a Santiago de Compostela y al complejo Cidade da Cultura de Galicia, es el Plan Sectorial de la Red Viaria de Santiago, Ames y Teo, redactado por Macla ingenierías en 2002. En este documento se planteaba un diseño de enlace con tipología de trompeta, con un paso sobre la AP-9 en las proximidades del Monte Gaiás.

A partir de este diseño previo, se redactó el *“Proyecto de Construcción. Enlace Centro PK 70 de la AP-9 en Santiago de Compostela”*, realizado por la empresa Ciisa para la Consellería de Política Territorial, Obras Públicas e Vivenda de la Xunta de Galicia en marzo de 2004.

Con posterioridad a este proyecto, se han desarrollado las actuaciones de ampliación de capacidad de la Autopista AP-9 en Santiago de Compostela, recogidas en el *“Proyecto de ampliación de la capacidad de la Autopista AP-9. Tramo: Santiago Norte – Santiago Sur”*, realizado por Eptisa para Autopistas del Atlántico, Sociedad Concesionaria de la AP-9, y cuya información pública fue aprobada en diciembre de 2010 (BOE 317, de 30 de diciembre de 2010).

Con objeto de coordinar y engarzar las actuaciones de ampliación de capacidad de la AP-9 con la concepción de un nuevo enlace de acceso al complejo Cidade da Cultura de Galicia, la Dirección Xeral de Infraestructuras de la Consellería de Medio Ambiente, Territorio e Infraestructuras de la Xunta de Galicia inicia en abril de 2010 el expediente de la actuación AC/10/071.00, correspondiente a la redacción del proyecto de trazado y construcción de un enlace en el PK 70+000 de la Autopista del Atlántico AP-9, enlace de conexión con el complejo Cidade da Cultura de Galicia, localizado en el Monte Gaiás, y con la ciudad de Santiago de Compostela. El contrato correspondiente a la redacción del citado proyecto de trazado fue adjudicado a Eptisa, Servicios de Ingeniería, S.L., el 6 de Julio de 2011.

3. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

3.1. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS

Con objeto de definir la solución a desarrollar se ha desarrollado un estudio previo de alternativas con dos alternativas de trazado, las cuales presentan una funcionalidad y características muy similares. Ambas comparten la conexión de la Autopista AP-9 con las glorietas de acceso a la Cidade de Cultura de Galicia, llevándose a cabo la construcción de un Paso Superior sobre la AP-9 en el PK 70,1.

A continuación se describen las alternativas planteadas:

Alternativa 1:

La Alternativa 1 presenta una tipología de trompeta, conectándose los 4 ramales de la misma a la Glorieta Sur de acceso a la Cidade da Cultura de Galicia. Los ramales de la calzada izquierda conectan a través del ya mencionado paso sobre la AP-9 en el PK 70,1. Los ramales directos presentan un radio mínimo de 100 metros, mientras que los 2 lazos presentan un radio mínimo de 46 m. La pendiente longitudinal máxima de los ramales es del 7%.

Alternativa 2:

La Alternativa 2 presenta también tipología de trompeta en el margen izquierdo de la AP-9, pero en este caso los ramales de la calzada derecha conectan con la Glorieta Norte de acceso a la Cidade de Cultura de Galicia, quedando cada una de las 2 glorietas de acceso conectada a una calzada de la autopista. Al igual que en la Alternativa 1, los ramales de la calzada izquierda conectan a través del ya mencionado paso sobre la AP-9 en el PK 70,1.

Los ramales directos presentan un radio mínimo de 55 metros, en la conexión con la Glorieta Norte de acceso a la Cidade da Cultura de Galicia, mientras que el lazo existente en el margen izquierdo presenta un radio mínimo de 46 m. La pendiente longitudinal máxima de los ramales es del 6,5%.

El análisis comparativo realizado muestra que la Alternativa 1 presenta unas características más favorables para la ejecución del enlace, debido fundamentalmente a las causas siguientes:

- La ejecución de los ramales de la calzada derecha de la Alternativa 2 obligarían a construir un muro de contención de dimensiones importantes para evitar la afección del carril de deceleración sobre el núcleo de O Viso. Asimismo, para la reposición de un camino que conecta este núcleo con la zona de monte situada en el margen izquierdo de la AP-9 sería necesario ejecutar también un paso del citado camino sobre el ramal de salida del enlace, así como otro muro de contención.
- La compensación de tierras en la Alternativa 1 es notablemente mejor que en la Alternativa 2.

- La señalización de los accesos a la AP-9 en las glorietas de acceso a la Cidade da Cultura de Galicia será más confusa en la Alternativa 2, puesto que los vehículos que se dirigen al sur (Pontevedra-Vigo) tendrían que acceder a la Autopista a través de la Glorieta Norte, mientras que los que se dirigen al norte (A Coruña-Ferrol) tendrían que hacerlo a través de la Glorieta Sur. Sin embargo, los vehículos procedentes del norte acceden a la Cidade da Cultura de Galicia a través de la Glorieta Norte y los procedentes del sur a través de la Glorieta Sur. En la Alternativa 1 todos los movimientos se articulan a través de la Glorieta Sur. La configuración del enlace en la Alternativa 1 es más compacta e intuitiva para los usuarios.
- El impacto visual del nuevo enlace será superior en la Alternativa 2 que en la 1, puesto que los ramales de conexión con la calzada derecha de la AP-9 se encuentran en la visual de las edificaciones de la Cidade da Cultura de Galicia.
- El presupuesto estimado de la Alternativa 1 es inferior al de la Alternativa 2.

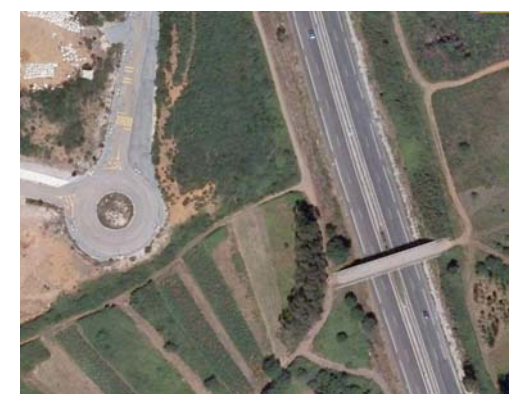
A tenor de lo expuesto en los apartados anteriores, y teniendo en cuenta los condicionantes que han determinado el desarrollo de la presente actuación, se considera que la Alternativa 1 constituye la solución más adecuada técnicamente, y que dicha solución cumple con los requisitos mínimos de comodidad y seguridad exigibles a todo nuevo enlace viario.

3.2. CONDICIONANTES DE TRAZADO

Los condicionantes más reseñables que han influido en el proceso de diseño del trazado propuesto son:

- Conexión con glorieta sur de la Cidade da Cultura de Galicia

El trazado propuesto se conectará a la glorieta sur existente de acceso a la Cidade da Cultura, que deberá ser ampliada en su emplazamiento actual. Así, los cuatro ramales del enlace están condicionados por su ubicación.



- Cruce sobre la autopista AP-9

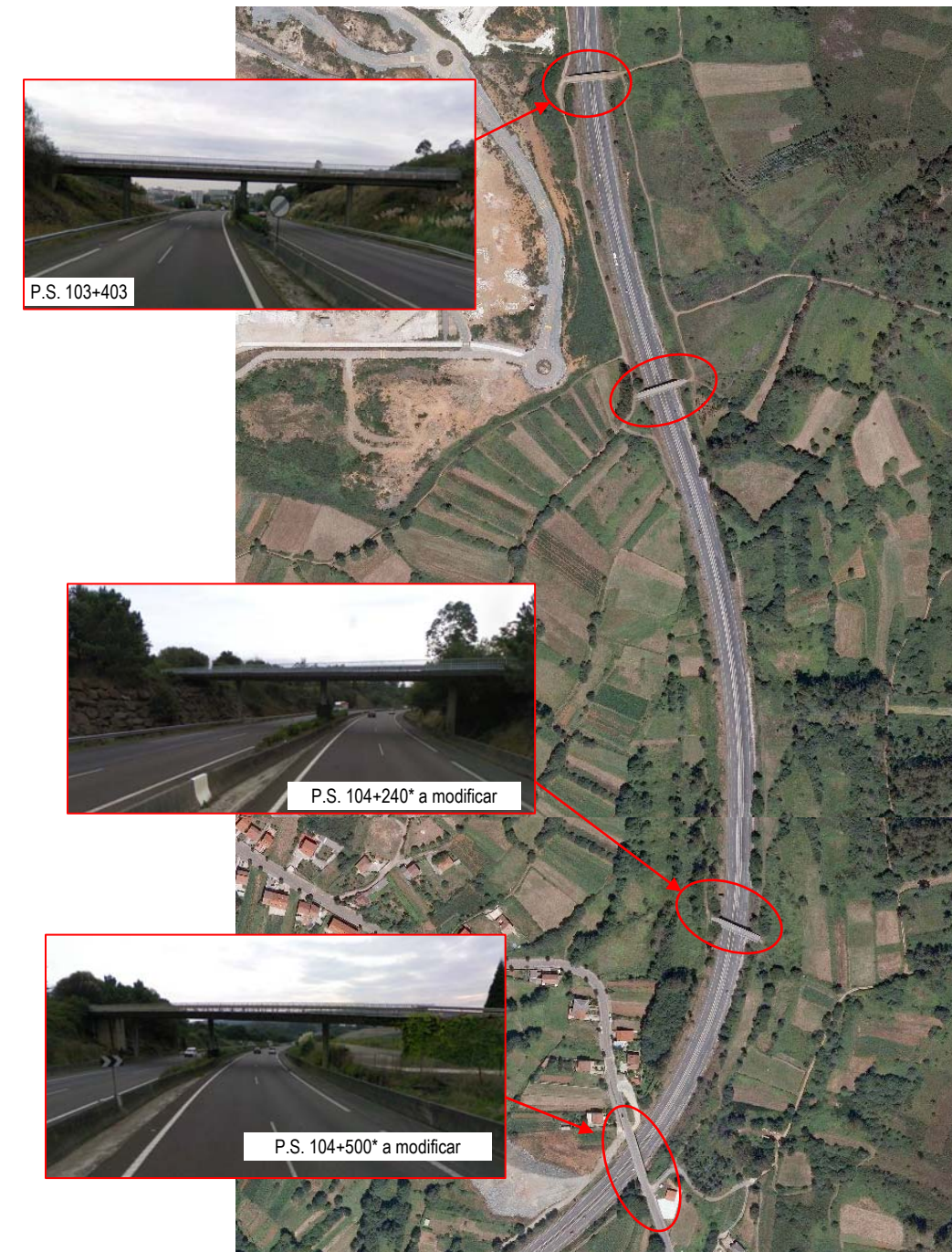
El enlace de conexión con la AP-9 implica un paso superior de nueva ejecución, en sustitución del localizado en el PK 103+733 (referido al *Proyecto de Construcción: Ampliación de capacidad de la AP-9. Tramo: Santiago Norte-Santiago*

Sur), de en torno a 70,00 metros de longitud, y a disponer ligeramente esviado respecto del tronco de la autopista. La orientación esviada de la obra de fábrica está condicionado por la existencia de la glorieta sur de la Cidade da Cultura, a la que se conectará tras su previa ampliación.



- Presencia de pasos superiores.

La presencia de varios pasos superiores sobre la Autopista del Atlántico en el ámbito de proyecto – asociados a los ppkk 103+403, 104+240* y 104+500* (ubicaciones referidas al *Proyecto de Construcción: Ampliación de capacidad de la AP-9. Tramo: Santiago Norte-Santiago Sur*), además de la obra de fábrica a reemplazar en el PK 103+733- condicionan en parte la sección transversal y longitud de los carriles de entrada/salida a la autopista AP-9.



3.3. DESCRIPCIÓN DEL TRAZADO

3.3.1. ENLACE EN PK 70

El enlace proyectado presenta una tipología de semi-trompeta en el margen izquierdo y semi-trébol en el margen derecho, conectándose los 4 ramales de la misma a la glorieta sur, que será ampliada previamente, y que permite el acceso a la Cidade da Cultura de Galicia.

La ampliación de la glorieta se ha llevado a cabo minimizando la afección a las obras ya ejecutadas en los accesos a la Cidade da Cultura (construcción de un paso inferior y urbanización del entorno del aparcamiento del complejo), definiéndose la geometría de forma consensuada con la Fundación Cidade da Cultura de Galicia.

Los ramales de la calzada izquierda conectarán con la mencionada glorieta a través de un paso superior a disponer sobre el punto kilométrico 70,1 de la AP-9 –obra de fábrica de nueva ejecución en sustitución de la existente localizada en el pk 103+733 (ubicación referida al *Proyecto de Construcción: Ampliación de capacidad de la AP-9. Tramo: Santiago Norte-Santiago Sur*)-.

Por otra parte, y en cuanto a las principales características geométricas de diseño del trazado, los ramales directos presentan un radio mínimo de 75 metros (eje 6), mientras que los 2 lazos presentan un radio mínimo de 53 m (eje 8). La pendiente longitudinal máxima de los ramales es del 7%.

La actuación incluye 3 estructuras, de las cuales una es de nueva construcción (Paso Superior del Enlace) y 2 son ampliaciones de los pasos superiores existentes en la Autopista AP-9.

Las características geométricas principales del enlace son las siguientes:

Vp=	60 km/h
R mín. =	53 m
R máx. =	1.395 m
Pte. mín. =	0,72 %
Pte. máx. =	7,00 %
Kv cóncavo mín. =	800 m
Kv cóncavo máx. =	7.500 m
Kv convexo mín. =	650 m
Kv convexo máx. =	3.500 m

3.4. CARTOGRAFÍA Y TOPOGRAFÍA

Para la redacción del presente proyecto la base topográfica empleada ha sido parte de la cartografía a escala 1:1.000 realizada por la empresa Geotop S.A., de fecha de diciembre de 2007, para la realización del *“Proyecto de Construcción: Ampliación de capacidad de la AP-9. Tramo: Santiago norte – Santiago sur”*, redactado por la empresa EPTISA para AUDASA y cuya información pública fue aprobada en diciembre de 2010 (BOE nº 317, de 30 de diciembre de 2010).

Se ha complementado la información cartográfica adquirida con un levantamiento topográfico de detalle realizado por topografía clásica desarrollado por la misma empresa, Geotop S.A., de fecha de agosto de 2011, *“Levantamiento topográfico de la zona para enlace de la AP-9 (P.K. 70) con la Cidade da Cultura en Santiago de Compostela”*, que ha servido para incorporar la glorieta sur del complejo Cidade da Cultura, y confeccionar la base cartográfica definitiva del presente proyecto.

3.4.1. VUELO FOTOGRAMÉTRICO

Para la redacción del *“Proyecto de Construcción: Ampliación de capacidad de la AP-9. Tramo: Santiago norte – Santiago sur”*, de fecha diciembre de 2007, se realizó un vuelo fotogramétrico para la materialización de la cartografía, con posterior restitución y actualización de la cartografía a escala 1/1.000.

La cartografía se restituyó en el sistema ED-50, por lo que en su momento se procedió –mediante el método de los 7 parámetros- a su transformación del sistema ED-50 al sistema ETRS-89:

3.4.2. RED TOPOGRÁFICA BÁSICA

Para el *“Proyecto de Construcción: Ampliación de capacidad de la AP-9. Tramo: Santiago norte – Santiago sur” (diciembre 2007)* se implantó una Red Básica o principal que sirviera de base o almacén de los trabajos, ya que al tratarse de una obra lineal, las poligonales a establecer en la fase del levantamiento del detalle deben apoyarse en los vértices de esta Red Básica para garantizar la precisión necesaria en este tipo de trabajos.

Así pues, se diseñó la Red Básica utilizando como origen de los trabajos los vértices de la red geodésica **Montouto (9490) y Castelo (9522)**, que sirvieron de referencia para el enlace de las coordenadas de todo el trabajo y para la calibración de los equipos G.P.S. Se implantaron grupos de tres bases, en los extremos y otros dos grupos distribuidos a lo largo de la traza objeto del estudio. De esta forma, la zona a levantar quedó dividida en tres tramos con el fin de encuadrar sendas poligonales de la Red Secundaria entre los vértices implantados de esta Red Principal.

Cada vértice de esta Red, goza de visual directa a los otros dos del mismo grupo, de forma que las poligonales a implantar puedan disponer de comprobaciones de orientación en el arranque y en el cierre. Las bases de esta Red Básica fueron levantadas sus coordenadas mediante tecnología G.P.S. utilizando para la observación el método Estático Relativo,

permaneciendo un mínimo de diez minutos de estacionamiento en cada una para obtener las precisiones exigidas. La materialización de sobre el terreno se realizó con clavos de acero (tipo GEOPUNT).

El cálculo fue realizado en post-proceso con el programa de TRIMBLE TGOFFICE, tomando como referencia las coordenadas de los vértices geodésicos ya mencionados que además han servido para calibración del equipo G.P.S. Todas las bases fueron pintadas con su número de orden correspondiente siendo la numeración de aquellas bases empleadas en el presente proyecto las siguientes: **5053 - 5054**. El cálculo de las bases ha sido realizado en coordenadas UTM (ED-50).

Con el fin de disponer de puntos de referencia de coordenadas U.T.M. en la zona de afección del proyecto que no quedaba cubierta por la cartografía del proyecto de ampliación de capacidad de la AP-9, asociada a la Glorieta Sur de la Cidade da Cultura, y para que sirvan de soporte en posteriores procesos topográficos de inferior rango, se han realizado los trabajos de *“Levantamiento topográfico de la zona para enlace de la AP-9 (P.K. 70) con la Cidade da cultura en Santiago de Compostela” (agosto 2011)*, en los que se ha implantado una Red de Bases de replanteo, que han sido materializadas sobre el terreno con clavos de acero (tipo GEOPUNT), incrustados en asfalto, ubicadas convenientemente de manera que cada una de ellas tiene visibilidad a otras dos al objeto de que puedan establecerse itinerarios de poligonación con elementos de orientación tanto en la salida como en el cierre. Así mismo, desde estas bases se pueden levantar puntos por radiación distanciométrica siempre que sea necesario, y también realizar replanteos por coordenadas polares.

3.4.3. RESTITUCIÓN CARTOGRÁFICA

Se ha confeccionado la cartografía mediante restitución fotogramétrica digital a escala 1:1000 con equidistancia entre curvas de nivel de 1metro, a partir del vuelo fotogramétrico digital y su correspondiente apoyo de campo.

Se han empleado dos restituidores digitales DIGI 3D, trabajando sobre el sistema digital DIGI, que asegura la continuidad numérica de las líneas o entidades que pertenezcan a diferentes pares, el cierre analítico de figuras cerradas y la continuidad de líneas que se apoyan en otras ya existentes.

Las orientaciones interna y las relativas y absolutas de cada par estereoscópico se han realizado con la máxima meticulosidad, estando siempre dentro de tolerancias, como puede comprobarse en los partes de orientación. Una vez realizadas las orientaciones, se ha procedido a su restitución mediante la toma y almacenamiento de registros tridimensionales en el sistema informático.

La restitución planimétrica se ha efectuado punto a punto, posicionándose en las líneas poligonales en cada uno de los puntos de inflexión, registrando sus coordenadas y código numérico correspondiente. Las líneas curvas se han restituido también punto a punto para garantizar su máxima precisión. Los planos reflejan todos los detalles planimétricos del terreno

que son visibles e identificables en el vuelo, y que tienen representación a la escala del plano. Además de las curvas de nivel, figuran cotas altimétricas en puntos que por su situación o condiciones ha convenido definir.

3.4.4. IMPLANTACIÓN Y OBSERVACIÓN DE LA RED SECUNDARIA

Durante los trabajos cartográficos y topográficos de ampliación de capacidad de la AP-9, y encuadradas entre los vértices o bases de la red principal, se implantaron las bases de la Red Secundaria que fueron observadas con estación total tomando como origen y final de las poligonales las bases de la red principal mencionadas. La observación de las poligonales se realizó con estación total LEICA 1105 de 10 cc. de apreciación angular, y el enlace de estaciones se ha realizado utilizando la regla de Bessel, tomando la medida de las distancias en los dos sentidos, reiterando las medidas en cada sentido varias veces y tomando como definitiva la media de los valores.

De las 46 bases de replanteo materializadas en el terreno, la gran mayoría con clavos de acero incrustados en asfalto sobre el arcén y las restantes en zonas hormigonadas, **9 BASES** se aprovechan para el presente proyecto:

16 – 17 – 18 – 19 – 20 – 21 – 22 – 23 - 24

Los datos de campo tomados con estación total han sido registrados electrónicamente, siendo procesados posteriormente utilizando el programa TOPCAL 21. El cálculo ha sido realizado en coordenadas U.T.M. (ED-50).

3.4.5. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

La realización del levantamiento topográfico de detalle de los elementos necesarios para la formación de la cartografía base del proyecto, se llevó a cabo desde las bases implantadas, tomando por radiación distanciométrica todos los puntos que permiten definir una perfecta configuración del terreno tanto planimétrica como altimétricamente, utilizando los mismos equipos y técnicas de observación G.P.S. utilizados para la obtención de las coordenadas de las Bases de Replanteo.

Los puntos topográficos se tomaron con densidad suficiente para dibujar los planos a **escala 1/1.000** y con equidistancia de curvas de nivel de 0,50 m. (para la zona del tronco de la AP-9) y de 1,00 m (en el levantamiento de la glorieta sur de la Cidade da Cultura), para formar un buen modelo digital del terreno que permita el curvado con la mayor precisión y definición posibles en función de la escala y la equidistancia de curvas de nivel.

Los datos de las coordenadas de la nube de puntos obtenidos directamente en campo y registrados en el colector de datos GPS, fueron volcados en oficina al ordenador y procesados para configurar la planimetría y la altimetría definitivas – geenrando un modelo digital del terreno a partir del cual se realiza el curvado- utilizando los programas AUTOCAD, y MDT-TCP. El cálculo ha sido realizado en coordenadas U.T.M. (ED-50).

3.5. GEOLOGÍA

3.5.1. ENTORNO GEOLÓGICO

Los materiales que aparecen en el ámbito de actuación se pueden clasificar en tres grupos con características geológico – geotécnicas diferentes:

- Suelos cuaternarios, de escaso desarrollo a lo largo del trazado estudiado, incluyendo suelos coluviales, aluviales y rellenos.
- Suelos eluviales o residuales, procedentes de la alteración del sustrato rocoso subyacente, estos suelos pueden alcanzar espesores superiores a los diez metros.
- Sustrato rocoso, formados por rocas metamórficas y plutónicas, de edad Precámbrico – Paleozoico.

El sustrato metamórfico está constituido por varios complejos, de los cinco en los que se divide la zona de Galicia y Norte de Portugal:

- Esquistos con algunos niveles de cuarcita, de edad Precámbrica - Silúrica, que forman parte del dominio migmatítico y de las rocas graníticas, grupo de Lage.
- Esquistos y paraneises, de edad Precámbrica – Cámbrica, del dominio del borde externo del complejo de Órdenes y del complejo de Noya, cabalgan sobre los anteriores.
- Rocas básicas. Anfibolitas y anfibolitas granatíferas, de edad Precámbrica, y pertenecientes al dominio de Órdenes.

3.5.2. GEOMORFOLOGÍA

La geomorfología del área de Santiago de Compostela está condicionada por las relaciones tectónicas, además del clima y la litología del sustrato rocoso.

El ámbito se localiza dentro de una zona de relieve desigual, caracterizada por la existencia de amplios interfluvios con relieve suave y alomado, y entre ellos, valles fluviales estrechos y encajados. Esta morfología es el resultado de la degradación de la Superficie Principal de Galicia, que fue una gran penillanura formada por intensos procesos erosivos que niveló series metamórficas y rocas plutónicas dando lugar a una alternancia de lomas suaves y vaguadas redondeadas situadas casi a la misma cota. El encajamiento de la red hídrica sigue directrices estructurales, estando condicionada por variaciones litológicas. El ámbito de actuación se localiza entre los casi 300 metros en su zona más alta y los 260 metros en la más baja.

Como formas geomorfológicas destacables cabe citar los relieves suaves que corresponden con espesores importantes de alteración del sustrato anfibolítico, los tramos sanos corresponden con relieves más acusados. Modelan definitivamente el territorio los depósitos de ladera de espesor inferior a cuatro metros, que suavizan el paisaje.

Esta morfología original, se ha visto alterada debido a la acción humana: vertidos incontrolados (en general muy localizados y de escaso espesor al inicio del tramo), y en mucha mayor medida obras civiles de gran envergadura (actual AP-9, calles y carreteras secundarias, líneas de FFCC), y edificaciones principalmente.

3.5.3. HIDROGEOLOGÍA

Atendiendo a la bibliografía hidrogeológica, el tramo discurre por formaciones generalmente impermeables o de muy baja permeabilidad, que pueden albergar acuíferos superficiales por alteración o fisuración, en general poco extensos y de baja productividad. En muchos casos, estos materiales, aunque no constituyen acuíferos en el sentido estricto de la palabra, pueden contener aguas subterráneas en zonas alteradas o fisuradas que atiendan a pequeños consumos (con caudales raramente superiores a 1 – 1.5 l/s.).

Por tanto, la permeabilidad primaria del sustrato rocoso es prácticamente nula cuando el macizo se encuentra sano, y muy baja cuando se encuentra alterado (grado de meteorización IV o superior). La permeabilidad secundaria, debida a fracturas, no alcanza valores importantes en el tramo. Por tanto, los pozos que se puedan observar corresponden a pequeños consumos muy localizados.

Los depósitos cuaternarios no presentan espesores importantes, y solamente serán capaces de albergar acuíferos confinados de escasa representatividad, además de encontrarse muy afectados por las variaciones estacionales. La precipitación media anual es de 1300 mm.

3.5.4. TECTÓNICA

El trazado discurre por un tipo de terreno formado por anfibolitas, rocas básicas con una esquistosidad en los bordes de las franjas muy acusada. Esta orientación disminuye en la parte central del tramo cartografiado. Las fases de la deformación que conforman la estructura actual han sido fundamentalmente las hercínicas, aunque existió una fase de deformación antehercínica, que afectó a las anfibolitas del complejo de Órdenes, que actualmente se conservan escasos rasgos, borradas por etapas de deformación posteriores.

Por tanto, se diferencian 2 fases de deformación hercínica, además de la deformación relacionada con el emplazamiento de los mantos de cabalgamiento, de dirección N-S, constituidos por las rocas del Dominio del Complejo de Órdenes, según las hipótesis aloctonista admitida en este estudio.

La primera fase de deformación hercínica, da lugar a pliegues subverticales de dirección N-S y ejes subhorizontales. La esquistosidad originada durante esta fase invita a pensar que los pliegues deberían ser isoclinales vergentes hacia el Este, con planos axiales subhorizontales de dirección N-S. La esquistosidad S_1 es el plano de anisotropía más frecuente, ya que aparece representado en todas las rocas antehercínicas de la zona. Resulta difícil determinarlas en anfibolitas masivas o cuando S_1 alcanza su máxima intensidad (borrando la esquistosidad S_1).

La segunda fase de deformación hercínica presenta pliegues asociados a cizallas importantes, que explicaría las direcciones opuestas de diversos pliegues.

3.6. EFECTOS SÍSMICOS

La consideración de la influencia de la sismicidad sobre el proyecto, construcción y mantenimiento de edificaciones y obras civiles en España está delimitada en la NORMA DE CONSTRUCCIÓN SISMORRESISTENTE. Ésta se divide en dos partes, por un lado la PARTE GENERAL Y EDIFICACIÓN (NCSE-02), aprobada por el Real Decreto 997/2002 de 27 de septiembre, y por otro lado la parte de PUENTES (NCSP-07), aprobada por el Real Decreto 637/2007 de 18 de mayo.

El ámbito del enlace en el PK 70+000 de la Autopista del Atlántico AP-9, enlace de conexión con el complejo Cidade da Cultura de Galicia, discurre en su totalidad por la provincia de A Coruña, y más concretamente, en el término municipal del Santiago de Compostela, sobre terrenos para los que el valor de la aceleración sísmica básica (a_b) es inferior a $0,04 \cdot g$, siendo g la aceleración de la gravedad. Resulta, por tanto, que *no es necesaria la consideración de las acciones sísmicas en el diseño y cálculo de las estructuras del presente proyecto.*

3.7. CLIMATOLOGÍA E HIDROLOGÍA

3.7.1. CLIMATOLOGÍA

Para el análisis climatológico se ha optado por la Estación de Santiago de Compostela “Labacolla” – 1428 , por ser la estación más próxima al área de estudio, tanto en términos de proximidad como de altitud, y teniendo en cuenta también que la misma cubriese todas las cuencas vertientes hacia el corredor de estudio

Se consideran como características más representativas del clima el frío invernal con inviernos lluviosos y el calor estival, con veranos secos, con temperaturas más bajas en los meses de noviembre, diciembre, enero, febrero y marzo, y temperaturas más altas en los meses de junio, julio y agosto. Las precipitaciones, abundantes, se reparten principalmente entre el otoño y la primavera, con una reducción significativa en los meses de julio y agosto.

Según las clasificaciones climáticas habituales, la zona de estudio se puede clasificar de la siguiente manera:

- ✓ Índice de Dantin-Revenga: 0,69, lo que pone de manifiesto que la zona de estudio presenta un clima húmedo.
- ✓ Índice de Lang : 144,127, lo que representa que la zona se incluye dentro de la Zona húmeda de bosques densos
- ✓ Índice de Martonne: 80,35 que indica que la zona se incluye dentro de la Zona per-húmeda

3.7.2. HIDROLOGÍA

Se han analizado las cuencas interceptadas por la obra objeto de proyecto a escala 1:5.000 y 1:1.000. A partir de este análisis, se han discretizado 7 cuencas de aportación a la traza con características hidrológicas bastante uniformes, caracterizadas por tener pendientes suaves o medias y grandes superficies de pastos y cultivos, alternando con bosques de pinos , lo que hace que a pesar de ser bastante impermeables su capacidad de retención y regularización del caudal de las corrientes sea bastante grande.

Para la obtención de los caudales de cálculo, se ha realizado un estudio de pluviosidad en la zona, obteniéndose las siguientes precipitaciones de cálculo:

PERIODOS RETORNO	Pd (mm)_ PRECIPITACIONES DE CALCULO
2	78,70
5	107,40
10	126,30
25	150,30
50	168,10
100	185,80
200	203,40
500	226,60

3.8. PLANEAMIENTO URBANÍSTICO

El instrumento de planeamiento urbanístico vigente en el término municipal de Santiago de Compostela es el Plan General de Ordenación Municipal de fecha 3 de octubre de 2007 -aprobación definitiva parcial-, y aprobado de manera definitiva por la Xunta de Galicia el 1 de septiembre de 2008.

En cuanto al análisis de cómo las actuaciones recogidas en este proyecto de nuevo enlace pueden afectar al planeamiento vigente, éstas se localizan mayoritariamente en torno a suelos de ámbito rústico -tanto de protección como de protección de infraestructuras-, existiendo una pequeña franja de suelo de núcleo rural localizada en la conexión de los ramales con la glorieta existente en el viario de acceso a la Cidade da Cultura.

Por otra parte, el planeamiento consultado no recoge la existencia de ningún elemento relevante en el ámbito de estudio en cuanto al patrimonio histórico-artístico o de otra consideración.

3.9. TRÁFICO

Se ha desarrollado un estudio de tráfico del nuevo enlace propuesto en la AP-9 en el PK 70, que dotará a la ciudad de Santiago de Compostela de un nuevo acceso que permitirá descargar parcialmente de tráfico a los enlaces actualmente existentes, además de dar acceso a la Cidade da Cultura de Galicia ubicada en el Monte Gaiás.

De acuerdo con la Orden Ministerial FOM 2873/2007, es requisito para la autorización por parte del Ministerio de Fomento de un nuevo enlace en una carretera su titularidad la presentación de un estudio de tráfico y capacidad en el que se analice la incidencia de los desarrollos urbanísticos en el nivel de servicio de la carretera. En dicho estudio se incluirá expresamente el análisis de la capacidad de los enlaces para atender la demanda de salida de la carretera en horas punta.

El objeto del presente anejo es caracterizar la influencia que tendrá la construcción de un nuevo enlace en el PK 70 de la autopista AP-9 en el tráfico de la propia autopista, en el tráfico que circula por los actuales enlaces de los PK 67 (Santiago Norte), 72 (Santiago Este) y 75 (Santiago Sur), así como en el propio enlace propuesto en el PK 70, desde el punto de vista de la capacidad.

3.9.1. TRÁFICO ACTUAL

La estación que se ha considerado representativa y que luego valdrá para extrapolar los datos de la campaña de campo es una estación secundaria situada en la ronda de circunvalación SC-20. La razón de considerar una estación de esta carretera (concretamente la C-260 sita en el P.K. 61+400) como estación afín se debe a que el tráfico que circula por la Autopista AP-9 es principalmente un tráfico de largo recorrido que no se comporta igual que el tráfico de agitación que utiliza este tramo de Autopista libre de Peaje, y porque las fluctuaciones de tráfico que experimentan los enlaces tienen un comportamiento más parecido a lo que ocurre en el Periférico, que a lo que ocurre en la Autopista.

La carretera SC-20 en la estación C-260 cuenta en el año 2009 con un tráfico ligeramente inferior a 40.000 vehículos/día, adjuntándose en la siguiente tabla los valores de IMD y de porcentaje de pesados de la estación desde el año 2007 (primer año de funcionamiento de la misma) y el 2009.

EVOLUCIÓN DE LA INTENSIDAD DE TRÁFICO Y DEL PORCENTAJE DE PESADOS

Carretera	IMD 2007	IMD 2008	IMD 2009	% Pesados 2007	% Pesados 2008	% Pesados 2009
SC-20	42.358	44.074	38.950	5,24%	3,17%	2,6%

Del análisis realizado se pueden extraer las siguientes conclusiones:

- El mes que más tráfico registra coincide con el mes de julio, mes con mayor afluencia turística, con valores que superan los 40.200 vehículos al día.
- El tráfico es muy similar de lunes a viernes, siendo la IMD superior a 40.000 veh./día. Por el contrario, el fin de semana el tráfico disminuye registrándose domingo 31.334 vehículos al día.
- Respecto a la variación horaria, las puntas de tráfico corresponden con el inicio y final de la jornada laboral.

3.9.2. CAMPAÑA DE CAMPO

Con el fin de poder obtener una matriz Origen / Destino de los viajes que desde la AP-9 se dirigen a Santiago de Compostela, se ha procedido a realizar una campaña de campo consistente en la realización de aforos manuales en los tres enlaces existentes actualmente. La duración de estos aforos ha sido de seis horas (8 a 14 horas) a lo largo de los días 7 y 8 de junio de 2011.

De los valores obtenidos se pueden extraer una serie de conclusiones:

- El volumen de tráfico que emplea la autopista como bypass de la ciudad de Santiago es relativamente importante. En el enlace de Santiago Norte, de 18.886 vehículos que emplean al día el enlace para salir de la autopista, 10.220 (el 54 %) no se dirigen hacia la ciudad sino hacia el polígono del Tambre o continúan por la carretera N-550 o por la N-634. Esto se corresponde con el mayor volumen de tráfico procedente del sur del enlace (15.472 vehículos) que del norte (3.415 vehículos).
- En el enlace de Santiago Sur, por su parte, se produce una importante entrada de tráfico procedente de la autovía Santiago–Brión, que da acceso a la zona de Bertamiráns, y también existe un efecto bypass de la ciudad, relacionado con el tráfico pasante que se detecta en el enlace de Santiago Norte. En este enlace tenemos que salen de la autopista al día 13.014 vehículos, de los cuales se dirigen hacia Santiago 3.582 (el 27,5%), y el resto se reparten entre los que se dirigen a la autovía Santiago–Brión y los que se dirigen a la N-550 al sur de Santiago.
- El movimiento de tráfico hacia la ciudad desde cada enlace es:

	Desde AP-9 Norte	Desde AP-9 Sur	Total
Santiago Norte	1.567	7.099	8.666
Santiago Este	1.641	2.736	4.377
Santiago Sur	2.675	907	3.582

3.9.3. TRÁFICO GENERADO POR EL COMPLEJO CIDADE DA CULTURA DE GALICIA

Para la estimación del tráfico generado por la Cidade da Cultura, se ha contado con los datos incluidos en el “Plan de Movilidad a la Cidade da Cultura de Galicia”, elaborado en marzo de 2010. Las cifras previstas de acceso se representan en la siguiente tabla:

TRÁFICO DIARIO GENERADO POR LA CIDADE DA CULTURA DE GALICIA

Mes	Año medio (Valores de IMD)	
	Ligeros	Pesados (autobuses)
Enero	1.164	14
Febrero	1.422	18
Marzo	1.502	22
Abril	1.882	32
Mayo	2.042	36
Junio	2.090	38
Julio	2.326	46
Agosto	2.830	60
Septiembre	2.286	46
Octubre	2.006	38
Noviembre	1.526	24
Diciembre	1.314	18
Promedio	1.868	32

La máxima afluencia se produciría durante el mes de agosto, con 2.830 vehículos ligeros y 60 autobuses al día. El valor medio de IMD es de 1.868 vehículos ligeros y 32 autobuses al día.

Suponiendo una ocupación media de los autobuses de 25 personas, y del vehículo privado de 2 personas, resulta el siguiente reparto modal:

REPARTO MODAL DEL TRÁFICO DIARIO EN LA CIDADE DA CULTURA DE GALICIA

	IMD	Ocupación	Pasajeros	Porcentaje
Vehículo privado	1.868	2	3.736	82,36%
Autobús	32	25	800	17,64%
Total	1.900		4.536	

El reparto modal entre vehículos ligeros y autobuses es pues de un 82,36% de los visitantes utilizando vehículo ligero, y un 17,64% utilizando autobús. Se ha determinado también el tráfico generado en hora punta por la Cidade da Cultura, que será de 905 vehículos ligeros y 16 autobuses.

3.9.4. ZONIFICACIÓN Y ASIGNACIÓN DE TRÁFICOS A LA RED FUTURA

Dado que el objeto del estudio no es caracterizar el comportamiento general del tráfico en la ciudad de Santiago de Compostela y su entorno, sino analizar el comportamiento del tráfico que actualmente circula por la autopista AP-9 y por sus enlaces en el entorno de Santiago (en los PKs 67, 72 y 75), se ha realizado una zonificación del área de estudio acorde con este objeto.

A partir del trabajo de campo realizado y de los resultados obtenidos en el mismo, se han obtenido las matrices Origen Destino para el tráfico que con origen la AP-9 Norte o la AP-Sur se dirige en los tres enlaces existentes (Enlace de Santiago Norte; Enlace de Santiago Este; y Enlace de Santiago Sur) a cada una de los nodos definidos para las zonas en las que se ha dividido Santiago de Compostela.

Una vez conocido el tráfico en la situación actual, se introduce en el modelo desarrollado la nueva infraestructura, de modo que habrá una distribución de los tráfico como consecuencia de las captaciones que el nuevo Enlace de Santiago Centro causará en los existentes.

Con objeto de no ser deterministas y considerar no solo la capacidad de la conexión actual, que limita la captación posible, sino la captación potencial de tráfico en función de la posible futura conexión con el vial SC-20, se han considerado tres escenarios de captación:

- Un **escenario optimista** en la que se estima que las captaciones del nuevo enlace son considerables y del orden del 90% en aquellos movimientos en los que resulta lógica tal captación. Este escenario se correspondería con la existencia de un vial de alta capacidad de conexión entre el enlace de Santiago Centro en la AP-9 y el enlace de Fontiñas en el vial SC-20, que hiciera del enlace de Santiago Centro una mejor alternativa para la entrada a la ciudad que los actuales enlaces de la autopista (especialmente el enlace de Santiago Norte).
- Un **escenario medio** en el que se estiman unas captaciones de tráfico en el entorno del 50% de las potenciales en aquellos movimientos en los que resulta razonable la captación (por tiempos de recorrido). Este escenario se corresponde con una situación en la que la conexión con el vial SC-20 es mejor que la actual (aunque no tan buena como la considerada en el escenario optimista), de forma que el empleo del enlace de Santiago Centro resulta aceptable para un porcentaje intermedio de los vehículos que actualmente utilizan los enlaces existentes.
- Un **escenario pesimista** en la que se consideran captaciones mucho más restrictivas y del orden del 10%-25% de las potenciales. Este escenario se corresponde con una situación similar a la actual, en la que no existe una conexión directa con el vial SC-20.

La distribución del tráfico de entrada a la ciudad se modifica, quedando de la siguiente manera:

VOLUMEN DE TRÁFICO DE ENTRADA A SANTIAGO EN LOS ENLACES DE LA AUTOPISTA

Enlace	Actual	Escenario optimista	Escenario medio	Escenario pesimista
Santiago Norte	8.666	727	3.637	6.587
Santiago Centro	0	9.795	6.061	2.437
Santiago Este	4.377	3.392	3.830	4.199
Santiago Sur	3.582	2.711	3.098	3.402
Total	16.625	16.625	16.625	16.625

Si además consideramos en los enlaces el resto de movimientos, el volumen de tráfico por enlace es el siguiente:

VOLUMEN DE TRÁFICO EN LOS ENLACES DE LA AUTOPISTA (SENTIDO SALIDA DE LA AUTOPISTA)

Enlace	Actual	Escenario optimista	Escenario medio	Escenario pesimista
Santiago Norte	18.886	10.947	13.857	16.807
Santiago Centro	0	9.795	6.061	2.437
Santiago Sur	13.014	12.143	12.530	12.834

(No se incluye el enlace de Santiago Este, por no disponer de datos de las entradas y salidas de los ramales directos de conexión con la autopista Santiago – Ourense).

Si consideramos que existe una simetría entre los movimientos de entrada y los de salida en cada enlace de la autopista, tendremos los movimientos totales en cada enlace como dos veces los movimientos de salida calculados:

VOLUMEN DE TRÁFICO EN LOS ENLACES DE LA AUTOPISTA (AMBOS SENTIDOS)

Enlace	Actual	Escenario optimista	Escenario medio	Escenario pesimista
Santiago Norte	37.772	21.894	27.714	33.614
Santiago Centro	0	19.590	12.122	4.874
Santiago Sur	26.028	24.286	25.060	25.668

De estos resultados se desprende que la construcción del enlace de Santiago Centro supondrá una reducción (que resulta importante en el escenario optimista) en el tráfico que actualmente utiliza el enlace de Santiago Norte, y una reducción menos significativa en los tráficos de los enlaces de Santiago Este y Santiago Sur.

La disminución del tráfico en el enlace de Santiago Norte contribuirá a disminuir la congestión y mejorar el nivel de servicio en el enlace, lo que redonda por tanto en una mejora sustancial respecto a la situación actual.

3.9.5. PROGNOSIS DE TRÁFICO

Conocidas las matrices Origen / Destino en los enlaces de la situación actual y futura para el año base (2011), se ha procedido a continuación a calcular el tráfico que circulará por los mismos en los veinte años siguientes. Para ello se han empleado los crecimientos que figuran en las *Medidas Específicas para las Mejora de la Eficiencia en la Ejecución de*

las Obras Públicas de Infraestructuras Ferroviarias, Carreteras, Puertos y Aeropuertos del Ministerio de Fomento, y que se adjuntan a continuación.

Período	t.c.a.a.
2011 - 2012	1,08%
2013 – 2016	1,12%
> 2017	1,44%

Este cálculo se ha realizado para las dos hipótesis consideradas en el estudio, la optimista y la pesimista y para el año de puesta en servicio (2015), diez años después (2025) y veinte años después (2035).

A los tráfico obtenidos de la asignación se le suman los tráfico generados por inducción derivados de la propia Cidade da Cultura de Galicia. La siguiente tabla refleja la IMD total en el enlace de Santiago Centro (obtenida como suma del tráfico inducido más el tráfico captado desde el resto de enlaces existentes).

IMD EN EL ENLACE DE SANTIAGO CENTRO

Año	Escenario optimista	Escenario medio	Escenario pesimista
2015	22.373	14.568	6.994
2025	25.446	16.469	7.758
2035	29.064	18.708	8.658

Se puede observar en los resultados obtenidos que en función de la conexión realmente existente entre el enlace de Santiago Centro y el vial SC-20, el nivel de tráfico alcanzado varía sensiblemente, desde valores en el entorno de los 7.000 vehículos al día, a valores superiores a 20.000 vehículos al día.

3.9.6. ANÁLISIS DE CAPACIDAD EN LOS CARRILES DE CAMBIO DE VELOCIDAD DE LA AP-9

El cálculo de los Niveles de Servicio en el tronco de las autovías debido a la existencia de carriles de cambio de velocidad (ramales de aceleración y de deceleración) se ha calculado según la metodología que define el Manual de Capacidad, Highway Capacity Manual (HCM) en su edición del año 2000.

Se observa que para este año, y tras la apertura del nuevo enlace de Santiago Centro con las captaciones estimadas en el Estudio, los Niveles de Servicio en el tronco de la vía en la zona que coincide con los carriles de cambio de velocidad (de aceleración y deceleración), son aceptables (B o C) para los enlaces de Santiago Norte, Santiago Centro y Santiago Este.

Mientras que en el enlace de Santiago Sur, se alcanza dicho año un Nivel de Servicio D en tres movimientos (en los dos carriles de aceleración, y en carril de deceleración con origen AP-9 Sur).

Se calcula para estos tres movimientos, el Nivel de Servicio en el año 2025, que son diez años después de la puesta en servicio de la nueva infraestructura, observándose que para dicho año los Niveles de Servicio sí son aceptables ya que es C en los tres casos.

3.9.7. ANÁLISIS DE CAPACIDAD EN LOS TRAMOS DE TRENZADO CREADOS EN LA AP-9

Entre el Enlace de Santiago Este y el nuevo enlace de Santiago Centro, existe un tramo de trenzado en ambas márgenes de más de 1.000 metros de longitud. Se estudia a continuación si la capacidad de este tramo es adecuado, para lo cual se empleará la metodología descrita en el Manual de Capacidad en su edición del 2000 (HCM 2000).

Se obtiene en ambos tramos de trenzado (tanto en el de la calzada derecha como en el de la izquierda) y para el año 2035 un Nivel de Servicio B, es decir, el tramo de trenzado funcionará adecuadamente según las condiciones de tráfico consideradas.

3.10. GEOTECNIA

3.10.1. TRABAJOS REALIZADOS

El estudio geotécnico comenzó con el análisis de la documentación disponible; proyectos en el área de estudio, bibliografía existente y cartografía geológica publicada a lo largo del corredor.

Para la redacción del presente proyecto se han realizado las labores específicas que se incluyen a continuación:

- Realización de una cartografía geológica – geotécnica a escala 1:5.000
- Edición de un perfil longitudinal geológico-geotécnico a lo largo de la traza, con la inclusión de una completa guitarra geotécnica. El perfil geotécnico se ha realizado siguiendo las zonas de afección de la traza, y por tanto, no se trata de un perfil por el eje, ya que en este caso, no aportaría información adicional al proyecto
- Caracterización geotécnica del terreno a partir de las prospecciones y ensayos disponibles
- Estudio de la estabilidad global de desmontes excavados en roca muy alterada o suelos y terraplenes mediante el empleo de los ábacos de Hoek y Bray (estabilidad global por círculos de rotura) en terrenos homogéneos, que se puede adaptar a los casos concretos analizados
- Análisis de rotura estructural de los taludes excavados en roca, mediante los programas DIPS, SWEDGE 4.0 y un programa auxiliar

- Estudio específico del aprovechamiento de los materiales excavados a lo largo de la traza
- Condiciones de cimentación de terraplenes Proyectados

La revisión y análisis realizados han sido rigurosos, permitiendo una mayor aproximación y ajuste para la compensación de tierras, de la reutilización más idónea de cada uno de los litotipos a excavar, y de las explanadas naturales en fondos de excavación. En resumen, de todos aquellos aspectos relacionados con una aproximación real a las necesidades de la obra en proyecto.

En síntesis, los trabajos de investigación geotécnica realizados son los siguientes:

- 3 sondeos mecánicos a rotación (S) que totalizan 62,1 m de perforación
- 3 penetrómetros dinámicos tipo BORRO
- 2 calicatas mecánicas
- Ensayos de laboratorio

Además, en el siguiente subapartado se incluyen 3 fichas de taludes en desmontes existentes a lo largo de la traza (actual AP-9).

El cuadro siguiente incluye las principales características de los sondeos perforados:

PROSPECCIÓN N°	COORDENADAS	COTA (m.s.n.m.)	PROF. (m)	N.F. (m)	INCL. (°)
S-5	X: 539258.621 Y: 4746910.194	295.0	21.0	8.20	90
S-6	X: 539361.295 Y: 4746073.943	263.0	25.7	10.30	90
S-7	X: 539319.628 Y: 4745799.980	254.0	15.4	9.10	90

En el cuadro siguiente se incluye las principales características de las penetraciones dinámicas realizadas:

PROSPECCIÓN N°	COORDENADAS	COTA (m.s.n.m.)	PROF. RECHAZO(m)	N.F. (m)	TIPO
P-5	X: 539341.642 Y: 4746545.285	280.0	12.0	9.0	BORRO
P-6	X: 539402.802 Y: 4746022.741	264.5	2.0	N.D.	
P-7	X: 539236.565 Y: 4745811.759	250.0	7.2	N.D.	

Se han realizado un total de 2 calicatas mecánicas. En el cuadro siguiente se muestran sus principales características:

PROSPECCIÓN N°	COORDENADAS	COTA (m.s.n.m.)	PROF. (m)	N.F. (m)
C-3	X: 539204.818 Y: 4746808.978	280.0	1.2	N.D.
C-4	X: 539244.953 Y: 4746572.794	289.0	3.1	N.D.

Las muestras tomadas en calicatas y sondeos fueron trasladadas al laboratorio y registradas. Sobre ellas se realizaron y están realizando los correspondientes ensayos de identificación y caracterización para su empleo como materiales de relleno, así como para poder determinar las características geotécnicas medias de las distintas formaciones geológicas diferenciadas.

Los distintos ensayos realizados se describen a continuación:

- Granulometría por tamizado
- Límites de Atterberg
- Humedad natural
- Densidad seca y aparente
- Contenido en materia orgánica

- Contenido en sales solubles y yesos
- Hinchamiento libre
- Colapso
- Próctor Modificado
- C.B.R.
- Rotura a comprensión simple de roca

3.10.2. CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA DE LOS MATERIALES

Con objeto de completar la caracterización geotécnica, se ha utilizado la información aportada por sondeos y calicatas realizados en las mismas formaciones que las aquí estudiadas, aunque la situación en algunos casos se aleje relativamente del trazado actual.

Se diferencian los siguientes niveles geotécnicos:

3.10.2.1. ANFIBOLITAS

La naturaleza original puede ser de tipo gabroideo. Las diversas etapas de metamorfismo que han sufrido han provocado cambios en su mineralogía y han destruido sus estructuras primarias. La mineralogía principal es anfíbol, hornblenda y plagioclasa, además aparecen en porcentajes inferiores piritas, granate y otros accesorios. Dentro de esta formación distinguiremos los niveles sanos (con grado de meteorización del macizo rocoso III o inferior), de los niveles alterados (grado de meteorización IV o superior).

- Anfibolitas sanas (Grado de Meteorización inferior a III): estos materiales se identificaron en el sondeo 6, a profundidad bajo un substrato muy alterado, midiéndose un valor del R.Q.D. comprendido entre el 0% y el 100%, con una media del 40%. El grado de meteorización observado es III a I.
- Anfibolitas alteradas (Grado de Meteorización IV ó V): Estos materiales se identificaron en los sondeos 5, 6 y 7, y calicatas 3 y 4, con diferentes espesores y cubiertas bajo suelos de carácter coluvial o aluvial. El valor del R.Q.D. en todos los casos es del 0% y el grado de meteorización observado es IV y V (suelo residual).

3.10.2.2. SUELOS COLUVIALES

Formados a partir de la erosión de relieves próximos con transporte rápido y corto, acumulándose sobre las laderas o al pie de las mismas. Se han detectado entre los P.K. 103+470 y P.K. 105+020. El espesor máximo detectado de esta formación es de 4.0 metros. Se sitúan en zonas alomadas, de naturaleza granular y cohesiva, grava limosa y arena

limosa, de plasticidad alta, tonos marrones y flojos a medianamente densos e los casos granulares y firmes en los cohesivos.

3.10.2.3. SUELOS ALUVIALES Y MIXTOS

Se trata de pequeños cauces que cruzan o se encuentran próximos a la traza, siguiendo en general direcciones estructurales. Se han detectado espesores poco representativos, entre 1 y 3 m.. Se tratan de suelos de naturaleza cohesiva moderadamente firmes a firmes muy contaminados. Los depósitos de fondo de valle son depósitos mixtos, de origen coluvio-aluvial que se acumulan en el fondo de la mayor parte de las vaguadas.

3.10.2.4. RELLENOS ANTRÓPICOS

A lo largo del trazado se han detectado rellenos antrópicos procedentes de explanaciones en edificaciones u obras lineales y vertidos. Los rellenos antrópicos compactados corresponden a terraplenes de vías de comunicación o edificaciones que se hayan correctamente compactados, mientras que los rellenos antrópicos vertidos son fundamentalmente acopios de materiales sin compactar, muy heterogéneos, que suelen incluir localmente enclaves de escombros.

En el caso de los rellenos vertidos, desde un punto de vista geotécnico, se trata de suelos heterogéneos muy compresibles y de baja capacidad portante, que, por lo general, deberán ser saneados íntegramente cuando queden situados en el área de cimiento de los rellenos, y retirarse a vertedero; mientras que en los rellenos compactados, éstos ya funcionan como material constituyente de terraplenes o explanaciones, por lo que su capacidad portante queda puesta de manifiesto.

3.10.3. EXPLANADA

Esta clasificación de explanada, en lo referente a suelos, se ha realizado a partir de los ensayos realizados, de acuerdo con el PG-3.

A lo largo de la traza se han determinado los siguientes tipos de fondo de explanada:

- Marginal (IN): en las zonas con suelo residual anfibolítico (grado V) de naturaleza cohesiva y alta plasticidad.
- Tolerable (0): para niveles granulares de los suelos residuales anfibolíticos (grado V y IV).
- Roca (R): Para los niveles sanos o alterados del sustrato ígneo o metamórfico, grado IV o inferior. En este punto hay que aclarar, que si bien, el material excavado con grado IV puede considerarse un suelo, debido al proceso de extracción, transporte, acopio y posterior compactación; el material "in situ", presenta propiedades de roca.

A partir del análisis detallado de los materiales de estos grupos, se establece como categoría de explanada prevista una explanada E3.

Con la adopción de explanada tipo E3, en los fondos de desmontes en suelos marginales (IN), se deberá realizar una estabilización de 50 cm. in situ (S-estab1) y optar a una estabilización con cemento, o tomar de horizontes granulares anfibolíticos, neísicos o esquistosos y graníticos que se clasifiquen como suelos adecuados o seleccionados, procedentes de desmontes próximos, y coronar con este material granular para optar a una estabilización con cemento (S-estab3).

En el caso de fondos de desmonte en suelos tolerables (0), bastará con tomar suelos adecuados o seleccionados de materiales situados en desmontes próximos y estabilizar con cemento (S-estab3).

Los fondos de desmonte en roca, bastará con una capa de hormigón H-20, de al menos 15 cm. de espesor.

3.10.4. COEFICIENTES DE PASO MATERIAL EXCAVADO / PUESTO EN OBRA

Los coeficientes de paso estiman los coeficientes o relaciones entre los volúmenes que ocupan los materiales "in situ" y puesto (compactado) en obra. Si V es el volumen de material "in situ", y V_c es el que ocupa formando parte de un relleno, el coeficiente de paso viene dado por la relación V_c/V .

Por otra parte, $V_c = P_s / \gamma_{d,c}$

$V = P_s / \gamma_{d,i}$

donde: P_s = Peso de los sólidos

$\gamma_{d,c}$ = Densidad seca del material compactado

$\gamma_{d,i}$ = Densidad seca del material "in situ"

El coeficiente de paso puede expresarse entonces por: Coef. de paso = $\gamma_{d,i} / \gamma_{d,c}$

Es decir, que el coeficiente de paso compactado "in situ" viene dado por la relación entre las densidades secas del material "in situ" y compactado respectivamente.

Durante la excavación de los desmontes, se van a extraer suelos limo-arenosos procedentes de la descomposición de esquistos y "jabres", producto de la erosión de los granitos. En menor medida se extraerán esquistos y granitos rocosos.

Los coeficientes de paso adoptados para los materiales considerados en el presente proyecto son los siguientes:

MATERIALES TIPO SUELO: Se trata de las anfibolitas alteradas en grado IV o V. Considerando el cociente γ_d/γ_{max} PM el valor del mismo sería C.P. = 0.94.

MATERIALES TIPO ROCA: Se trata de las anfibolitas sanas. Se ha considerado el correspondiente a pedraplén, esto es C.P. = 1,25.

3.10.5. PRÉSTAMOS

La construcción del enlace en el PK 70 de la AP-9 constituye una actuación deficitaria en tierras. Estando la rasante de los ramales condicionada por la rasante de la autopista y por la de la glorieta de conexión, no es posible modificar la rasante para tratar de compensar el movimiento de tierras.

El volumen de material necesario para préstamo a emplear en núcleo de terraplén se obtendrá de los sobrantes de excavación de las obras de la Cidade da Cultura, anexas al enlace.

En cuanto al material necesario para préstamo a emplear en formación de la explanada (suelo adecuado, S-EST3) se obtendrá de alguna de las canteras de la zona. En el anejo 3, Geología y Geotecnia, se recogen las canteras próximas a la zona de estudio. Para la obtención del material considerado en el presente anejo, se propone el empleo de las canteras CA-01 o CA-02, por ser las más próximas a la zona de proyecto (Cantera de Santiago, situada en Santiago de Compostela, y Cantera Camilo Carballal, situada en Teo).

3.10.6. ESTABILIDAD DE TALUDES

3.10.6.1. ESTUDIO DE DESMONTES

Para la caracterización geotécnica de los desmontes a ejecutar se ha estudiado:

- La estabilidad del talud propuesto frente a los movimientos masivos (estabilidad global) y a la degradación progresiva del frente.
- La posible reutilización de los materiales excavados.
- Las explanadas naturales en fondos de desmontes.
- Las medidas adicionales necesarias para su adecuado comportamiento en servicio.
- La excavabilidad propia del desmonte.

Desmontes en suelos

El análisis se ha realizado con ayuda de los ábacos de Hoek y Bray (1977). Estos ábacos proporcionan un límite inferior del factor de seguridad obtenido, con las tensiones normales en la superficie de deslizamiento se concentran en un único punto.

Desmontes en roca

En este caso, el análisis de rotura estructural de los taludes se refiere a la posibilidad de que la estructura de la fracturación independice volúmenes de roca inestables.

En los desmontes que se sitúan en roca, con distinto grado de alteración, cabe esperar que se produzcan roturas a favor de las juntas primitivas del macizo rocoso (mecanismos de rotura por vuelco o “toppling”, deslizamiento plano y deslizamiento de cuñas, definidos por Hoek y Bray). El análisis cinemático se realiza a partir de los datos aportados por las fichas de taludes, utilizando la proyección estereográfica, con ayuda del programa DIPS.

En este estudio, se ha analizado, a partir de las familias de juntas presentados, en cada caso, las intersecciones de juntas o esquistosidades que pudieran originar cuñas o bloques inestables, calculando el coeficiente de seguridad frente al peso propio de la cuña.

Este cálculo se realiza siguiendo la metodología de análisis de Hoek y Bray (1981), que permite obtener el coeficiente de seguridad al deslizamiento a partir de la geometría de los planos que forman la cuña y el ángulo de fricción y la cohesión (en este caso nula), de las superficies que definen las juntas. Como herramienta de cálculo se utiliza el programa SWEDGE (Versión 4.0) y un programa auxiliar.

El análisis de estabilidad se ha realizado basándonos en el comportamiento de los taludes existentes, ya que los desmontes proyectados se realizarán en los mismos materiales que han sido excavados en las principales vías de comunicación del entorno, de modo que se ha establecido un modelo geotécnico del terreno que parte de un análisis estadístico, realizado a partir de la observación de otros taludes existentes en el entorno. Analizando el comportamiento de dichos taludes mediante un análisis retrospectivo, se ha podido obtener una serie de parámetros geotécnicos característicos aproximados, en los cuales poder basar los cálculos para los nuevos desmontes. Los resultados presentados no son exactos ya que llevan limitaciones referentes principalmente a la utilización de parámetros resistentes aproximados.

Para la obtención de los parámetros resistentes de los materiales afectados por los desmontes, se han realizado estaciones de observación en taludes en zonas accesibles en las que afloraban suelos de alteración y materiales rocosos. Los afloramientos rocosos, cabe destacar, que son escasos en este entorno y de baja calidad, dado su carácter superficial y elevada fracturación.

A continuación se presenta un cuadro resumen con las recomendaciones dadas para cada desmonte:

N°	SITUACIÓN (P.K. de proyecto)	FICHA INVENTARIO DE TALUDES	H máx (m)		Unidad litológica	Excavabilidad E: excavable R: ripable V: voladura/ martillo picador	Pendiente actual		Pdte. recomendada	Reutilización/ Coef. paso	Explan. natural	Medidas adicionales			Observaciones
			T.I.	T.D.			Según transversales	Medida campo				Bulonaje	Cuneta coronación revestida	Limpieza talud	
	102+790- 103+830	FT-3 FT-18	12		102+790- 103+370 A GM IV 103+300- 103+830 0.0-4.0: Q _c >4.00: A G.M. V	E	≈50°	60°	1H:1V (P.K. 103+330103+790) Resto igual a la existente	102+790- 103+300 S. adecuado/0.94 103+300- 103+830 S. marginal/0.94	102+790- 103+300 (0) 103+300- 103+830 (IN)		Si	Si	Limpieza de talud en cabeza en zona de deslizamiento y colocación de espaldón de escollera (P.K. 2+920- 2+960), empotrado 1 m. en el substrato, con 3 m. de ancho en base y 2 m. en coronación y 6 m. de altura. Cuneta de pie revestida de hormigón
	103+390- 103+810	FT-3 FT-18		7	0.0-4.0: Q _c >4.00: A G.M. V	E	40°	60°	1H:1V	S. marginal/0.92	(IN)				
	104+050- 104+710	FT-4	15		A G.M. V y V-IV	E	≈50°	60°	1H:1V	S. tolerable/0.94	(0)		Si	Si	Se deberá disponer una berma de pie de suficiente anchura (3 m.) con cuneta revestida de hormigón para evitar la caída de derrubios en la calzada
	104+230- 104+610	FT-4		8	A G.M. V y V-IV	E	45°	60°	1H:1V	S. tolerable/0.94	(0)			Si	Cuneta de pie revestida de hormigón

3.10.6.2. ESTUDIO DE TERRAPLENES

En la construcción de un terraplén existen varias causas fundamentales que pueden originar problemas en el comportamiento de la infraestructura construida sobre éste, y básicamente son:

- Asientos diferenciales debidos a una mala cimentación o al empleo de materiales inadecuados. Excepto los suelos residuales anfibolíticos y los depósitos coluviales (cuyo empleo se recomienda en núcleos de terraplenes menores a 10 metros, siempre que el tramo no sea excedentario en materiales), el resto de materiales se clasifican como tolerables, además de excavarse un volumen importante de materiales tipo todo – uno o pedraplén, apoyando, en todos los casos, en sustratos alterados; este problema será prácticamente inexistente.
- Aparición de agua de escorrentía o surgencias bajo la base del terraplén.
- Construcción sobre laderas más o menos inestables que producen deslizamientos y originan deformaciones en la margen.
- Estabilidad intrínseca del terraplén que vendrá definida por sus características geométricas y de calidad geotécnica del material empleado.

En general, todos los materiales excavados se podrán emplear en núcleo de rellenos. En cimientó, espaldón y coronación sólo los materiales clasificados como mínimo como tolerables. Los materiales a emplear en núcleo de terraplenes serán fundamentalmente los suelos residuales anfibolíticos, clasificados como suelos tolerables.

Si el ámbito estudiado fuera excedentario en tierras, se enviarán a vertedero los suelos marginales procedentes del sustrato muy alterado anfibolítico y depósitos coluviales. Los niveles algo menos alterados (grado de meteorización III-IV), se podrán emplear en coronación de terraplén como suelos adecuados a seleccionados. Los niveles sanos anfibolíticos se podrán emplear, de forma general, en la constitución de rellenos tipo pedraplén.

Debido al volumen de excavación a realizar, y a la naturaleza del terreno, se podrán diseñar rellenos empleando material de óptimas condiciones.

Los terraplenes del enlace presentan una altura máxima de 11,3 m, y podrán ejecutarse con material clasificado como suelo tolerable, con taludes 3H:2V, ejecutando un saneo bajo el terraplén de aproximadamente 2 metros de altura.

3.11. TRAZADO

3.11.1. DESCRIPCIÓN DEL TRAZADO GEOMÉTRICO

El enlace proyectado presenta una tipología de semi-trompeta en el margen izquierdo y semi-trébol en el margen derecho, conectándose los cuatro (4) ramales de la misma a la glorieta sur, que será ampliada previamente, y que permite el acceso a la Cidade da Cultura de Galicia.

La ampliación de la glorieta se ha llevado a cabo minimizando la afección a las obras ya ejecutadas en los accesos a la Cidade da Cultura -construcción de un paso inferior y urbanización del entorno del aparcamiento del complejo-, definiéndose la geometría de forma consensuada con la Fundación Cidade da Cultura de Galicia.

Los ramales de la calzada izquierda conectarán con la mencionada glorieta a través de un paso superior a disponer sobre el punto kilométrico 70,1 de la AP-9 –obra de fábrica de nueva ejecución en sustitución de la existente localizada en el pk 103+733 (ubicación referida al *Proyecto de Construcción: Ampliación de capacidad de la AP-9. Tramo: Santiago Norte-Santiago Sur*)-.

El movimiento principal del enlace -asociado a la AP-9- será la circulación por la referida infraestructura viaria. El ramal que parte de la glorieta sur y entronca con la AP-9 en la calzada derecha (dirección sur) se corresponde con un movimiento directo. Existirá un movimiento semidirecto asociado a la salida desde la calzada izquierda (dirección norte) de la AP-9 y que conecta, tras pasar por encima de la AP-9, con la glorieta sur.

Finalmente, existirán dos movimientos en lazo –asociados al semi-trébol del margen derecho del enlace-; uno se corresponde con el ramal que diverge de la calzada derecha de la AP-9 (dirección sur) y conecta con la glorieta sur, y otro que parte de la glorieta sur, y tras cruzar sobre la AP-9, se une a la calzada izquierda de la AP-9 (dirección norte).

Por otra parte, y en cuanto a las principales características geométricas de diseño del trazado, los ramales directo y semidirecto presentan un radio mínimo de 75 metros (eje 6), mientras que los 2 lazos presentan un radio mínimo de 53 m (eje 8).

Las alineaciones circulares están dotadas de curvas de transición (clotoides) cumpliendo los requisitos de la "Instrucción 3.1-IC Trazado".

La actuación incluye tres (3) estructuras, de las cuales una es de nueva construcción -paso superior del Enlace- y 2 son ampliaciones de los pasos superiores existentes en la Autopista AP-9.

En cuanto al trazado en alzado, destacar los valores de inclinaciones; pendiente longitudinal máxima del -7% y rampa máxima del 6%.

Las características geométricas principales del enlace son las siguientes:

Vp=	60 km/h
R mín. =	53 m
R máx. =	1.395 m
Pte. mín. =	0,72 %
Pte. máx. =	7,00 %
Kv cóncavo mín. =	800 m
Kv cóncavo máx. =	7.500 m
Kv convexo mín. =	650 m
Kv convexo máx. =	3.500 m

Como peraltes para los distintos viales se han adoptado los establecidos en la Instrucción de Trazado 3.1.-IC.

Todas las transiciones de peraltes se han realizado con los criterios de la Instrucción antedicha.

3.11.2. TRAZADO EN PLANTA Y ALZADO

En el anejo nº 8 de trazado geométrico se han incluido los siguientes listados:

- Listado de las alineaciones: En él figuran las coordenadas de los vértices de las alineaciones, sus longitudes y azimuts, y los puntos de tangencia con sus coordenadas y puntos kilométricos. Además en los elementos curvos se indican las coordenadas del centro y el radio o parámetro.
- Datos de entrada: Se incluyen los datos que se han introducido en el programa de trazado ISTRAM para la definición de los ejes proyectados.

Trazado en alzado:

- Estado de rasantes: Incluye la relación de vértices de las alineaciones del alzado, su punto kilométrico, cota, parámetro y longitud, así como los puntos de entrada y salida del acuerdo.

Puntos en alzado:

- Puntos del eje en alzado (cada veinte metros): Aparecen los puntos de los distintos ejes cada 20 metros. Se han incluido sus coordenadas, azimuts y puntos de tangencia. Además figuran datos referentes al alzado, como la cota y la pendiente de cada punto, así como los vértices y puntos de tangencia de los acuerdos verticales.

3.11.3. CUMPLIMIENTO DE LA INSTRUCCIÓN 3.1-IC

El trazado definido en la presente actuación no presenta ningún incumplimiento de los parámetros establecidos en la Instrucción de Carreteras, Norma 3.1-IC, Trazado.

No obstante, se han llevado a cabo los siguientes análisis, para la comprobación del cumplimiento de las longitudes de los carriles de cambio de velocidad y las distancias entre entradas y salidas consecutivas.

3.11.3.1. Carriles de cambio de velocidad

Los carriles de cambio de velocidad a ejecutar en su conexión con la autopista AP-9, proyectados para facilitar los movimientos de entrada y salida de los vehículos, serán de tipo directo para el carril de aceleración desde Santiago Centro hacia Santiago Norte (eje 2), y de tipo paralelo para el carril de deceleración desde Santiago Norte hacia la glorieta sur de la Cidade da Cultura (eje 4).

Por su parte, tanto la entrada al enlace desde la AP-9 –desde Santiago Sur- como la salida desde Santiago Centro en dirección Santiago Sur, lo que se corresponde con los ejes 3 y 5 respectivamente, se plantean mediante carriles de trenzado, resultado de prolongar el carril exterior desde el Viaducto de Angrois hasta el tramo donde se plantea el enlace.

En cuanto a las *dimensiones* de los carriles de cambio de velocidad, éstas cumplen con la normativa:

- carril de entrada a enlace desde Santiago Norte (eje 4) -tipo paralelo- de 3,5 m de anchura
- disposición de arcenes derechos iguales al de la calzada principal; 2,5 m de anchura
- longitud de cuña triangular de transición en carril de entrada a enlace desde Santiago Norte (eje 4), para una velocidad de proyecto de 100 km/h, de 83 metros

La longitud de los carriles de cambio de velocidad resulta:

- en carriles de aceleración (eje 2) superior a 100 metros
- en carriles de deceleración (eje 4) superior a 200 metros

La *pendiente transversal* es la misma que la de la calzada principal, en el tramo comprendido entre el punto de unión de ambas calzadas y la sección característica.

3.11.3.2. Distancias de seguridad entre entradas y salidas consecutivas

A efectos de aplicación de la norma de referencia, las distancias entre entradas y salidas consecutivas de ramales de enlaces y vías colectoras-distribuidoras, dotadas de carriles de cambio de velocidad, medidas entre secciones características, son las siguientes:

- la distancia entre el final de un carril de aceleración y el principio del de deceleración consecutivo es como mínimo de mil doscientos metros (1.200 m); para este proyecto 2.315,861 m y 1.869,309 m, distancias asociados a calzadas izquierda y derecha, respectivamente, entre los enlaces Santiago Norte y Santiago Centro

- al no ser posible lo anterior entre los enlaces de Santiago Centro y Santiago Sur, se unen ambos carriles de velocidad de forma que la longitud mínima resultante es superior a mil metros (1.000 m); para este caso 1.170,0 m y 1.015,0 m, distancias asociados, respectivamente, a calzadas izquierda y derecha

3.11.3.3. Estudio del tramo de trenzado en la AP-9 en sentido Vigo

Como se puede observar en los esquemas viarios presentados en el apartado correspondiente del anejo nº 8, el tramo de trenzado resultante de la inclusión del Enlace en el PK 70 de la AP-9 en la configuración de esta vía presenta unas características singulares, puesto que se trata de una configuración de calzada con 5 carriles por sentido.

En sentido A Coruña, tal y como es usual, los 4 carriles situados a la izquierda pertenecen al tronco de autovía, mientras que el derecho constituye un tramo de trenzado entre la entrada del Enlace Santiago Este y la salida del nuevo enlace. La longitud del tramo de trenzado es de 1.170,00 metros, superior a los 1.000 metros establecidos en la Instrucción 3.1-IC.

Sin embargo, en sentido Vigo, el tronco de la AP-9 dispone 4 carriles hasta el Enlace de Santiago Este, en el cual se bifurca el carril derecho. Además, procedente del Enlace en el PK 70 se incorpora el carril de aceleración, el cual se trenza con un segundo carril de la bifurcación de Santiago Este, configurando un trenzado bilateral (según denominación del Manual de Capacidad de Carreteras. En este caso la longitud de trenzado es de 1.015,00 metros, también superior a los 1.000 metros establecidos en la Instrucción 3.1-IC.

3.11.4. CUMPLIMIENTO DE LAS RECOMENDACIONES PARA EL PROYECTO DE ENLACES

Se analizan en el presente apartado las características geométricas de los ramales de enlace asociadas a autopistas y autovías en zona rural.

Velocidad específica de proyecto [Apdo. 4.4.1 de las Recomendaciones]

La velocidad específica de ramales debería ser al menos igual a la velocidad media de circulación de las carreteras que se confluyen en el enlace, pero limitaciones de espacio y coste obligan a proyectarlos para velocidades específicas menores a las deseables. Para el caso de ramales semidirectos y lazos, se tiene en cuenta también que un aumento del recorrido a realizar, impuesto por el desarrollo en planta necesario para mantener una mayor velocidad, no compensa a los propios conductores.

Así, las características geométricas -radio- y las recomendaciones de referencia, en función de la velocidad específica media de las carreteras contiguas, imponen una velocidad específica mínima, para el proyecto de referencia de en torno a 50 km/h en ramal directo, 55 km/h en ramal semidirecto y de en torno a 40 km/h en lazos.

Sección transversal [Apdo. 4.4.2]

Los ramales se han proyectado con previsión de adelantamiento a un vehículo momentáneamente parado, con una anchura tal que:

- en ramal unidireccional; 3,50 más sobreancho, no siendo nunca inferior a 4,0 metros
- en ramal bidireccional (también en paso superior); 4,0 metros para cada carril

El ancho de arcenes dispuestos -de 2,50 m en lado derecho de la calzada de ramales y de 1,00 m a la izquierda- es compatible con los valores recogidos en las Recomendaciones de referencia. Por otra parte, para el paso superior, cuya longitud es inferior a cien metros, el ancho de arcenes se mantiene en 2,50 m, cumpliendo con las exigencias recogidas en la Norma 3.1-IC, en su apartado 7.4.2.1.

Los ramales se proyectan con arcenes del lado derecho pavimentados, de forma que puedan servir de resguardo para la parada de vehículos averiados.

Por otra parte, las bermas en ramal unidireccional presentarán un ancho de 1,30 y 0,75 m, borde interior y exterior respectivamente; mientras que en ramales bidireccionales serán de 1,30 m a ambos lados.

Trazado en perfil [Apdo. 4.4.3]

Las rasantes dispuestas adoptan como valor máximo, teniendo en cuenta una situación de ramales cortos y tráfico ligero, del 7,0 %.

En los metros finales de los ramales, antes de su unión con la glorieta sur de la Cidade da Cultura –y al existir una condición de parada- se limita la rasante a un valor entorno al 2,0%.

Trazado en planta [Apdo. 4.4.4]

Los radios mínimos de las curvas horizontales en función de la velocidad específica del ramal resultan:

- en ramal directo (eje 5); radio de 75 metros para velocidad específica del ramal de 48,55 km/h
- en ramal semidirecto (eje 3); radio de 100 metros para velocidad específica del ramal de 55 km/h
- en lazos (ejes 2 y 4); radios de 51 y 40 m para velocidades específicas de 40,94 y 40,60 km/h, respectivamente

Visibilidad [Apdo. 4.4.5]

El trazado en planta y perfil, se ha proyectado para una distancia mínima de visibilidad de parada correspondiente a una velocidad específica de 50 km/h.

3.11.5. CUMPLIMIENTO DE LAS RECOMENDACIONES SOBRE GLORIETAS

Se analizan en el presente apartado las características de la glorieta sur ampliada para su conexión con los ramales, en lo referente a la disposición de carriles segregados.

La glorieta sur de conexión presenta un radio de 25,0 metros con espaciamiento de tramos de acceso a la misma.

Carriles segregados para giro a la izquierda [Apdo. 4.5]

De cara a facilitar a los vehículos su salida de la glorieta sur de la Cidade da Cultura por la siguiente a la de su entrada sin tener que ceder el paso se disponen carriles segregados.

La anchura de los carriles segregados, a pesar de que se recomienda limitarla a valores comprendidos entre 3,0 y 3,5 m para no inducir a grandes velocidades, se dispone de 4,0 metros para acomodarse a vehículos largos.

El carril segregado para giro a la derecha se incorpora, cediendo el paso, con el resto de vehículos que abandonan la glorieta dentro de 50 m a partir de ésta, de forma que las velocidades en la convergencia son aún moderadas.

La segregación se materializa por marcas viales, con una anchura no inferior a 1,0 metro.

3.11.6. SECCIONES TRANSVERSALES

Las secciones transversales diseñadas en el presente proyecto se enumeran a continuación:

RAMAL UNIDIRECCIONAL DE ENLACE

- Calzada: 3,50 m + sobreancho (4,00 m mínimo)
- Arcén exterior / interior: 2,50 m / 1,00 m
- Berma exterior / interior: 1,30 m / 0,75 m

RAMAL BIDIRECCIONAL DE ENLACE

- Calzada: 4,00 m
- Mediana: 0,60 m
- Arcén exterior / interior: 2,50 m / 1,00 m
- Bermas de 1,30 m

PASO SUPERIOR RAMAL BIDIRECCIONAL DE ENLACE

- Calzada: 2 X 4,00 m
- Mediana: 0,60 m
- Arcenes exteriores / interiores: 2,50 m / 1,00 m

- Bermas de 1,30 m

GLORIETA SUR

- Calzada: 2 X 4,50 m
- Arcén exterior / interior: 1,00 m / 0,50 m
- Berma exterior / interior: 1,30 m / 0,50 m

ENTRONQUE RAMALES DE ENLACE CON AUTOPISTA AP-9

La sección proyectada del ramal se contempla desde el cebreado variable que establece el entronque:

- Calzada: variable de 3,50 m a 4,00 m
- Arcén exterior de 2,50 m
- Berma de 1,10 m

RAMAL UNIDIRECCIONAL DE ACCESO A GLORIETA

- Calzada: variable (3,50 m mínimo)
- Arcén exterior / interior-isleta: 1,00 m / 0,50 m
- Berma exterior: 1,30 m

RAMAL BIDIRECCIONAL DE ACCESO A GLORIETA

- Calzada: 2 x 3,50 m
- Arcén exterior / interior-isleta: 1,00 m / 1,00 m

VARIANTES (pasos superiores) P.K. 104+261 y P.K. 104+500

- Calzada: 2 x 3,50 m
- Arcén exterior / interior: 1,00 m / 1,00 m

CAMINOS

- Calzada: 2 x 2,50 m

3.12. MOVIMIENTO DE TIERRAS

3.12.1. BALANCE DE TIERRAS

Para realizar el balance de tierras se ha considerado la excavación válida (desmonte en tierra y en roca) para su empleo en rellenos (cimiento, coronación y núcleo de terraplén) según el criterio establecido en el Anejo nº3: Geología y Geotecnia.

Los materiales producto de la excavación se han clasificado como inadecuados, tolerables, adecuados y pedraplén y son válidos para la construcción del cimiento, núcleo y coronación de los terraplenes y con una compactación adecuada que alcance el 100% de la densidad máxima del ensayo Proctor Modificado, y con el contenido de la humedad óptima obtenida en dicho ensayo. Parte de los materiales son fácilmente excavables, y se podrán extraer por medios mecánicos, mientras que en otros será necesario disponer de medidas especiales de excavación.

A partir del cuadro resumen del movimiento de tierras que figura en el Anejo nº9, y usando los coeficientes de paso C.P. (suelo) = 0,94 y C.P. (roca) = 1,25, se obtiene el siguiente balance de tierras:

EXCAVACIONES	VOLUMEN	COEF PASO	COMENTARIOS	APLICACIÓN	VOLUMEN
T VEGETAL TOTAL	34.513,30	1,00	Tierra vegetal total	Revegetación	34.513,30
DESMONTE TOTAL	157.421,80	0,94	95% suelo tolerable	Núcleo de terraplén	140.577,67
		1,25	5 % excavación roca	Formación de explanada	9.838,86
INADECUADO	21.717,90	1,00	Material coluvial y aluvial	A vertedero	21.717,90

RELLENOS	VOLUMEN (m3)	COMENTARIOS	PROCEDENCIA	EXCAV	PRÉST
ADECUADO	20.047,90	Para formación de la explanada	De excavación y préstamo	9.838,86	10.209,04
S-EST3	7.895,60	Para formación de la explanada.	De préstamo		7.895,60
TERRAPLEN TOTAL	178.064,50	Formación núcleo de terraplén	De excavación y préstamo	140.577,67	37.486,83
			TOTAL	150.416,53	55.591,47

3.12.2. PRESTAMOS

Tal y como se observa en el apartado anterior, la actuación es deficitaria en tierras. Estando la rasante de los ramales condicionada por la rasante de la autopista y por la de la glorieta de conexión, no es posible modificar la rasante para tratar de compensar el movimiento de tierras.

El volumen de material necesario para préstamo se obtendrá de los sobrantes de excavación de las obras de la Cidade da Cultura, anexas al enlace.

3.12.3. VERTEDEROS

Como resultado de la ejecución del enlace, es necesario retirar una serie de suelos que no será posible aplicar en la formación de explanada. Se trata de suelos inadecuados procedentes de saneos, que será necesario llevar a vertedero.

Al igual que en el caso de los préstamos, se ha tratado de verter de los mismos en zonas correspondientes a interiores de ramales o zonas de escaso valor adyacentes a la calzada que se amplía. También se considera factible su aplicación en el relleno de préstamos que se lleven a cabo.

3.13. FIRMES

3.13.1. CATEGORÍAS DE TRÁFICO PESADO

Según la Norma de Carreteras de Secciones de Firme 6.1-IC la estructura del firme se deberá adecuar entre otros factores a la acción prevista del tráfico pesado durante la vida útil del firme, es decir, depende de la intensidad media diaria de vehículos pesados (IMDp) que se prevea en el carril de proyecto en el año de puesta en servicio, que en el presente proyecto es el año 2015.

A efectos de aplicación de la Norma 6.1-IC 'Secciones de firme' se definen ocho categorías de tráfico:

CATEGORÍA TRÁFICO PESADO	T00	T0	T1	T2	T31	T32	T41	T42
IMDp (Vehículos pesados / día)	≥ 4.000	3.999 – 2.000	1.999 - 800	799 - 200	199 - 100	99 - 50	49 - 25	< 25

Se ha considerado el escenario denominado como "Medio" de los empleados en la asignación de tráfico.

El tráfico esperado en los ramales del enlace se muestra en la siguiente tabla e imagen:

Ramal	IMD (veh / día)	% Vehículos pesados considerado	IMDp carril de proyecto (veh / día)	Categoría de tráfico pesado
AP-9 sur – Santiago	4.794	9,00 %	431	T2

Centro				
Santiago Centro – AP-9 Sur	4.794	9,00 %	431	T2
AP-9 Norte – Santiago Centro	1.540	9,00 %	139	T31
Santiago Centro – AP-9 Norte	1.540	9,00 %	139	T31

Por homogeneidad, se ha considerado la **categoría de tráfico T2** a efecto de dimensionamiento del firme de los ramales del enlace objeto del presente proyecto.

En el “Proyecto de ampliación de la capacidad de la Autopista AP-9. Tramo: Santiago Norte – Santiago Sur”, el firme del tronco de la autopista AP-9 se ha diseñado para una **categoría de tráfico T00** (más de 4.000 vehículos pesados al día por carril de proyecto en año de puesta en servicio). Se ha considerado esta categoría de tráfico para los tramos en los que los ramales entroncan con el tronco de la autopista.

3.13.2. SECCIONES ESTRUCTURALES ANALIZADAS

Para el predimensionamiento de las secciones de firme y el planteamiento de alternativas se ha hecho uso de la “Instrucción de Carreteras 6.1-IC, Secciones de Firme”. Como consideraciones iniciales se han hecho las siguientes:

- Categorías de tráfico T00 y T2 en función del elemento considerado.
- Dada la disponibilidad de materiales para conseguir suelo estabilizado y siguiendo la indicación de la vigente norma 6.1-IC “Secciones de firme”, de que “... con carácter general, para la capa superior utilizada en la formación de las explanadas, por razones de durabilidad y uniformidad de la capacidad estructural en toda la traza, se recomienda al ingeniero proyectista la consideración preferente de los suelos estabilizados in situ, con cal o cemento, frente a una aportación directa de suelos sin tratar...”, se utilizará, cuando sea preciso para la formación de la explanada, la estabilización in situ de los suelos.
- El “Proyecto de ampliación de la capacidad de la Autopista AP-9. Tramo: Santiago Norte – Santiago Sur” dispone una explanada E3 obtenida en función del sustrato inferior:
 - o Si el sustrato es un suelo marginal o inadecuado, se disponen 50 cm de suelo estabilizado con cemento S-EST 1 en dos capas, y sobre ellas una capa de 30 cm de suelo estabilizado con cemento S-EST 3.

- o Si el sustrato es un suelo tolerable, se disponen 50 cm de suelo adecuado o 30 cm de suelo seleccionado, y sobre ellos se disponen 30 cm de suelo estabilizado con cemento S-EST 3.
- o El material necesario para la formación de explanada (suelo adecuado o seleccionado para la capa inferior en el caso de sustrato tolerable, y para las estabilizaciones con cemento) se obtiene de los desmontes existentes en la traza.
- Teniendo en cuenta el párrafo anterior y el estudio geotécnico se consideran las siguientes posibilidades para formar la explanada:
 - o En el caso del entronque de los ramales de enlace con el tronco de la autopista AP-9, se considera la misma formación de explanada que la dispuesta en el “Proyecto de ampliación de la capacidad de la Autopista AP-9. Tramo: Santiago Norte – Santiago Sur”
 - o En el caso de los ramales de enlace se considera la disposición de explanada E3 formada por:
 - o Para suelos de la explanación o de las obras de tierra subyacente marginales e inadecuados se formará la explanada mediante la disposición de dos capas de suelo estabilizado con cemento S-EST1 de 25 cm de espesor cada una, sobre la que se dispondrá una capa de suelo estabilizado con cemento S-EST3 de 30 cm de espesor (espesor total de 80 cm)
 - o Para suelos de la explanación o de las obras de tierra subyacente tolerables se formará la explanada mediante la disposición de una capa de 50 cm de suelo adecuado, sobre la que se dispondrá una capa de 30 cm de suelo estabilizado con cemento S-EST3.

Tal y como puede verse, la parte superior de la explanada está formada por materiales estabilizados con cemento, por lo que se considera se incluyen dentro del caso F (explanada de baja permeabilidad) según se indica en el Orden Circular 17/03, Recomendaciones para el Proyecto y Construcción del drenaje subterráneo en obras de carretera.

- Se descartan del estudio las secciones rígidas debido a las mayores limitaciones que presentan estas unidades a la hora de ser ejecutadas en tramos de fuerte pendiente, las peores condiciones de rodadura y su mayor coste de ejecución.
- Se consideran preferentemente las bases de suelo-cemento frente a las de zahorra, ya que esta solución presenta las siguientes ventajas:
 - permite disponer un menor espesor de mezclas bituminosas frente a secciones con bases de zahorra
 - el suelo-cemento resulta un material más insensible al agua, en contraposición a la zahorra

- una solución a base de suelo-cemento constituye una capa más rígida y no erosionable, al presentar mayor resistencia a flexión y fatiga. Se asegura, por tanto, una mayor durabilidad de la sección estructural de firme
- al fabricarse en central el suelo-cemento, la solución final presentaría mejor acabado y regularidad superficial
- De este modo, se considera que las secciones a tener en cuenta serán aquellas formadas por mezclas bituminosas en capa de rodadura, intermedia y base, con subbase de suelo cemento o granular.

CATEGORÍA DE TRÁFICO	CATEGORÍA DE EXPLANADA	SECCIÓN TIPO
T00	E3	0032: 25 cm MB + 30 cm SC (**) (***)
T2	E3	232: 15 cm MB + 20 cm SC (**) (***)

Abreviaturas empleadas: MB: Mezclas bituminosas

SC: Suelo Cemento

(**) Capas tratadas con cemento que deberán prefisurarse con espaciamientos de 3 a 4 m de acuerdo con el artículo 513 del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales (PG 3)

(***) Para proyectar esta solución será preceptivo que la capa superior de la explanada E3 esté estabilizada con cemento

3.13.3. DESCRIPCIÓN DEL FIRME PROPUESTO

Los firmes dispuestos en cada una de las secciones tipo existentes son los siguientes:

Ramales de enlace

La sección propuesta tendrá como base la sección 232 del catálogo de la Norma 6.1-IC, con 20 cm de sub-base de suelocemento sobre la que se colocan 15 cm de mezclas bituminosas en capas de base, intermedia y rodadura.

Así pues, la sección de firme constará de las siguientes capas:

- Capa de rodadura: 3 cm de mezcla bituminosa en caliente tipo BBTM 11BM-3b B (antigua M-10)
 - Riego de adherencia ECR-1-t con emulsión termoadherente (dotación: 0,5 kg/m²)
- Capa intermedia: 5 cm de mezcla bituminosa en caliente tipo AC 22 bin B 50/70 S (antigua S-20)
 - Riego de adherencia ECR-1-t con emulsión termoadherente (dotac: 0,5 kg/m²)
- Capa de base: 7 cm de mezcla bituminosa en caliente tipo AC 32 base B 50/70 G (antigua G-25)

- Riegos de curado ECR-1 (dotac: 0,6 kg/m²) y de adherencia termoadherente ECR-1-t (dotac: 0,5 kg/m²)

- Capa de subbase: 20 cm de suelocemento.

Sección 232 –RAMALES ENLACE	
Capa	e (cm)
BBTM 11BM-3b B (M-10)	3
AC 22 bin B 50/70 S (S-20)	5
AC 32 base B 50/70 G (G-25)	7
Suelocemento (SC)	20

Sobre la subrasante o coronación de la explanada mejorada –suelo estabilizado in situ S-EST3- y previamente a la subbase se dispondrá un riego de curado ECR-1 (dotac: 0,6 kg/m²).

Entronque con tronco de AP-9

La sección tipo definida para el entronque con el tronco de la autopista tendrá como base la sección 0032 del catálogo de la Norma 6.1-IC, con 30 cm de sub-base de suelo cemento sobre la que se colocan 25 cm de mezclas bituminosas en capas de base, intermedia y rodadura. Para proyectar esta solución se considera la formación de la explanada E3.

Así pues, la sección de firme constará de las siguientes capas:

- Capa de rodadura: 3 cm de mezcla bituminosa discontinua tipo BBTM 11 BM-3c B (antigua M-10)
 - Riego de adherencia ECR-1m-t con emulsión modificada termoadherente (dotación: 0,5 kg/m²)
- Capa intermedia: 7 cm de mezcla bituminosa en caliente tipo AC 22 bin B 50/70 D (antigua D-20)
 - Riego de adherencia ECR-1-t con emulsión termoadherente (dotac: 0,5 kg/m²)
- Capa de base 2: 7 cm de mezcla bituminosa en caliente tipo AC 32 base B 50/70 G (antigua G-25)
 - Riego de adherencia ECR-1-t con emulsión termoadherente (dotac: 0,5 kg/m²)
- Capa de base 1: 8 cm de mezcla bituminosa en caliente tipo AC 32 base B 50/70 G (antigua G-25)
 - Riegos de curado ECR-1 (dotac: 0,6 kg/m²) y de adherencia termoadherente ECR-1-t (dotac: 0,5 kg/m²)
- Capa de subbase: 30 cm de suelo cemento

Sección 0032 –ENTRONQUE AUTOPISTA AP-9	
Capa	e (cm)
BBTM 11BM-3c B (M-10)	3
AC 22 bin B 50/70 D (D-20)	7

AC 32 base B 50/70 G (G-25)	7
AC 32 base B 50/70 G (G-25)	8
Suelo cemento (SC)	30

Sobre la subrasante o coronación de la explanada mejorada -suelo estabilizado in situ S-EST3- y previamente a la subbase se dispondrá un riego de curado ECR-1 (dotac: 0,6 kg/m²).

Reposición de carreteras locales

En cuanto a la reposición de las variantes situadas en los PK 104+260 y 104+500, asociada a la carretera provincial AC-261, se plantean las siguientes capas:

- Capa de rodadura: 5 cm de mezcla bituminosa en caliente AC 16 surf 50/70 D (antigua D-12)
 - Riego de imprimación ECI (dotación: 1 kg/m²)
- Capa de base: 35 cm de zahorra artificial (ZA)

Para el paso superior sobre la AP-9 a reemplazar, asociado a la variante, se proponen las siguientes capas:

- Capa de rodadura: 5 cm de mezcla bituminosa en caliente AC 16 surf 50/70 D (antigua D-12)
 - Riego de imprimación ECI (dotación: 1 kg/m²)
- Capa de impermeabilización de tablero

Caminos de servicio

Para la reposición y definición de los nuevos caminos de servicio, asociados al margen izquierdo de la futura vía de alta capacidad, y que darán acceso a fincas y propiedades del entorno, se plantea disponer una sección de firme formada por las capas que a continuación se indican:

- Doble tratamiento superficial (DTS)
- Capa granular de 30 cm de zahorra artificial
- La explanada estará formada por una capa de 30 cm de suelo adecuado

Obras de paso. Viaductos

En el caso de las obras de paso o estructuras será de aplicación la *Instrucción sobre las acciones a considerar en el proyecto de puentes de carreteras (IAP)*, de tal manera que según lo expuesto en el apartado 3.2.1 Acciones permanentes en lo relativo a espesores de pavimento de mezcla bituminosa, el espesor máximo del pavimento proyectado y construido sobre tableros de puentes, incluida la preceptiva capa de impermeabilización y la eventual capa de regularización, no será en ningún caso superior a diez (10) centímetros.

En general, sobre el tablero de las estructuras se dispondrán una o varias capas de mezclas bituminosas en caliente. Estas capas serán, en la medida de lo posible, continuación de las definidas en la calzada adyacente, de modo que se consiga una mayor homogeneidad en toda la plataforma.

Así, sobre el paso superior del enlace se dispondrá una sección del firme con una capa de rodadura BBTM 11B M (antigua M-10) de 3 cm, más una capa intermedia de AC 16 surf D (antigua D-12) de 4 cm, a disponer sobre una capa de impermeabilización del tablero y regularizando los peraltes con una cuña de hormigón ligero:

- Capa de rodadura: 3 cm de mezcla bituminosa discontinua tipo BBTM 11B 60/70 B (antigua M-10)
 - Riego de adherencia ECR-1m-t con emulsión modificada y termoadherente (dotación: 0,5 kg/m²)
- Capa intermedia de regularización: 4 cm de mezcla bitum. en caliente tipo AC 16 surf B 50/70 D (antigua D-12)
 - Riego de adherencia termoadherente ECR-1-t (dotac: 0,5 kg/m²)
- Capa de impermeabilización de tablero.

En cuanto a la impermeabilización de los tableros de las estructuras, se dispondrá sobre el hormigón del tablero y bajo el afirmado proyectado, un recubrimiento impermeable y elástico a base de poliuretano bicomponente, libre de brea y alquitrán, consistente en una primera capa a base de poliuretano, mezclado con un 5% de xileno o tuleno y una segunda capa a base de poliuretano con 1,3 kg /m² de dotación.

Consideraciones sobre arcenes

Arcén en ramales de enlace

La sección del arcén asociada a los distintos ramales de enlace que se presentan consistirá -a pesar de que la norma propone otra solución en función de que anchura sea inferior o superior a 1,25 m- en la prolongación de las capas bituminosas así como de la capa de subbase, lo que se justifica por razones constructivas.

Arcén en entronque con tronco AP-9

La sección del arcén asociado al tronco de la autopista AP-9 constará de las siguientes capas (coincidente con propuesta recogida en el “*Proyecto de ampliación de la capacidad de la Autopista AP-9. Tramo: Santiago Norte – Santiago Sur*”):

- Capa de rodadura: 3 cm de mezcla bituminosa discontinua tipo BBTM 11B (antigua M-10)
 - Riego de adherencia ECR-1m-t con emulsión modificada termoadherente (dotación: 0,5 kg/m²)
- Capa intermedia: 7 cm de mezcla bituminosa en caliente tipo AC 22 bin S (antigua S-20)
 - Riegos de curado ECR-1 (dotac: 0,6 kg/m²) y de adherencia termoadherente ECR-1-t (dotac: 0,5 kg/m²)
- Capa de base: 15 cm de suelo cemento SC

- Riego de curado ECR-1 (dotac: 0,6 kg/m²)

- Capa de subbase: 30 cm de suelo cemento SC

Sobre la subrasante o coronación de la explanada -mejorada a base de suelo estabilizado in situ S-EST2- y previamente a la subbase se dispondrá un riego de curado ECR-1 (dotac: 0,6 kg/m²).

ARCÉN ENTRONQUE CON TRONCO AUTOPISTA	
Capa	e (cm)
BBTM 11B (M-10)	3
AC 22 bin S (S-20)	7
Suelo cemento (SC)	15
Suelo cemento (SC)	30

Dotaciones

Los porcentajes de betún y filler de aportación en las mezclas bituminosas cumplirán con las dotaciones mínimas especificadas para cada una de ellas en el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes (PG-3).

Las dotaciones empleadas para los betunes y riegos en las distintas mezclas son:

Tipo de Mezcla	Dotación betún/ligante (%)	Tipo betún/ligante (denom. UNE EN)
BBTM 11B [M-10]	5,0	BM-3c (entronque); BM-3b (ramales); B 50/70 (resto)
AC 22 bin S [S-20]	4,5	B 50/70
AC 22 bin D [D-20]	4,5	B 50/70
AC 32 base G [G-25]	3,8	B 50/70
AC 16 surf D [D-12]	4,8	B 50/70

Tipo de Riego	Dotación emulsión/ligante (kg/m ²)
Riego de adherencia ECR-1-m-t	0,5
Riego de adherencia ECR-1-t	0,5
Riego de curado ECR-1	0,6
Riego de imprimación ECI	1,0

3.14. DRENAJE

Para el cálculo y diseño del Drenaje se siguen las directrices de la Instrucción 5.2.- IC "Drenaje Superficial" (Dirección General de Carreteras, Julio 1990), y de Augas de Galicia. El dimensionamiento de los elementos de drenaje figura en el Anejo 11: Drenaje.

Los datos de partida para la determinación de los parámetros climatológicos e hidrológicos de las cuencas se toman de los anteriores apartados de Climatología e Hidrología, y se desarrollan y complementan de acuerdo con los requerimientos específicos de este estudio.

Para el cálculo y dimensionamiento de los elementos de drenaje transversal se ha considerado un periodo de retorno de 500 años y para el drenaje longitudinal se ha considerado un periodo de retorno de 25 años.

Los datos de partida para la determinación de los parámetros climatológicos e hidrológicos de las cuencas se toman del Anejo 5: Climatología e Hidrología, en el que se habían limitado las cuencas y calculado los caudales de aportación.

3.14.1. DRENAJE TRANSVERSAL

Se distinguen dos tipos de obras de drenaje transversal:

- Obras de drenaje transversal situadas en los puntos de intersección de los cauces naturales de drenaje con la traza de la carretera (O.D.T.).
- Obras transversales necesarias para el desagüe de los dispositivos de drenaje longitudinal (O.D.T.L).

Como criterios generales para la disposición de las O.D.T., se han seguido los indicados en el apartado 5.2.2. de la Norma.

Se ha comprobado la capacidad de las obras de drenaje existentes y se ha analizado la necesidad de prolongarlas o no. En aquellos casos, en los que, debido a las obras de ampliación de la plataforma, es necesaria la prolongación de las obras, se ha hecho respetando las dimensiones y pendientes de las existentes.

A continuación se adjunta un cuadro resumen en el que se muestra una relación de las obras de drenaje proyectadas, indicando para cada una de ellas su situación y su sección geométrica. Debido a la longitud de las ODT se dimensionan todas las nuevas ODT's con un diámetro mínimo de 1,80 m para facilitar las labores de mantenimiento.

CUENCA	Q (T = 100)	Q (T = 500)	P. K ACTUAL	P.K ESTADO DIMENSIONES	DIMENSIONES	OBRA NUEVA O EXISTENTE	H (MARCO) Ó DIAMETRO (TUBO)	L (m)
1	1,101	1,600	Camino N° 1 _ P.K 0 +197	-----	1 THA Ø 1,80	O.D.T. NUEVA	1,80	6,749
2	4,106	5,842	Cuneta de Guarda a Drenaje Existente (Viaducto Angrois)	-----	-----	-----	-----	-----
3	0,129	0,178	Mediante Bajante B1 a Cuneton	-----	-----	-----	-----	-----
4	0,293	0,399	Eje 7	-----	2 THA Ø 1,20	O.D.T NUEVA	1,20	15,455
			104+040	106+767	2 THA Ø 1,20	O.D.T EXISTENTE	1,20	88,80
5	0,245	0,333	Eje 5 - P.K 5+454	-----	1 THA Ø 1,80	O.D.T. NUEVA	1,80	30,323
6	0,303	0,412	Eje 6 - P.K 6+251	-----	1 THA Ø 1,80	O.D.T. NUEVA	1,80	39,039
7	1,754	2,386	Cuneta de Guarda a Drenaje Existente (Viaducto Angrois)	-----	-----	-----	-----	-----
			EVACUA COLECTOR DREN ZONA "ARINES"	102+940	1 THA Ø 1,00	O.D.T EXISTENTE	1,00	88,52

El criterio para el diseño del drenaje transversal ha sido mantener las obras de drenaje existentes; evitando la sustitución por una nueva, con el fin de no realizar obras en la plataforma de la autopista existente.

Se ha comprobado el funcionamiento hidráulico de las obras, manteniendo las características iniciales de las mismas: dimensión, número de cuerpos y pendiente. Los incumplimientos detectados de velocidad máxima no se consideran relevantes, ya que estos ocurrirán durante las avenidas para un periodo de retorno de T =500 años.

En los planos de drenaje transversal se define el emplazamiento de las obras.

3.14.2. DRENAJE LONGITUDINAL

El drenaje longitudinal comprende el conjunto de dispositivos hidráulicos que recogen, canalizan y evacuan el agua de escorrentía en las proximidades de la plataforma y márgenes de la misma.

El criterio para el diseño del drenaje longitudinal es dar continuidad, en el tronco de la Autopista, a los dispositivos en el Proyecto de Construcción de la Ampliación de la AP-9 _T ramo "Santiago Norte – Santiago Sur"

DISPOSITIVOS DE DRENAJE LONGITUDINAL

Los dispositivos de drenaje superficial utilizados son los siguientes:

- Cunetas de calzada
- Cunetas de Guarda
- Cunetones

- Bajantes de desmonte
- Bajantes de terraplén y bordillo montable
- Caz Mediana
- Salvacunetas
- Arquetas

Cunetas de calzada

Las cunetas tienen como misión recoger el agua de escorrentía superficial procedente de la calzada y de los taludes de desmonte. Se ha proyectado el siguiente tipo de cuneta para la evacuación del agua del firme de la plataforma.

- Cunetas de calzada (desmonte) tienen taludes 6:1 – 6:1 y calado 0,30 m , yendo revestida en su totalidad con el fin de evitar la sedimentación , que se admite que ocurre cuando la pendiente es inferior al 1% (Tal y como se especifica en la Instrucción 5.2_IC)

Asociada a la cuneta de calzada va un dren de firme de PVC ranurado de 110 mm de diámetro para capturar las aguas infiltradas del firme.

El agua recogida por cunetas y drenes conducen el agua fuera de la explanación.

Se colocan arquetas cada 50 m para facilitar labores de mantenimiento y limpieza de colectores. La cuneta de calzada tiene igual pendiente que la rasante de la traza.

Cunetas de Guarda

Se ha diseñado una cuneta de guarda tanto para pie de terraplén como para cabeza de desmonte, en aquellos sitios que se necesita.

La sección tipo es trapecial, de base menor 0,60 m. y taludes 1(H):1(V) y 0,60 cm de profundidad. Se adopta un revestimiento de hormigón de 10 cm.

Se ha decidido adoptar una pendiente mínima del 0,50% en cualquier caso para evitar problemas de sedimentación.

La implantación de dichas cunetas responde a la necesidad de conducir los caudales procedentes de la plataforma y del terraplén que no pueden evacuarse directamente al terreno sin daños a las propiedades colindantes hacia obras de fabrica o hacia sus desagües naturales, o bien, proteger de erosiones e infiltraciones al talud, en aquellas zonas en las que la pendiente del terreno de las márgenes de la plataforma dirija el agua contra el mismo.

La ubicación de las cunetas de guarda aparece reflejada en los planos de planta del drenaje

Cunetones

Se ha proyectado cunetón de forma trapezoidal en todos los desmontes, según se indica en los planos.

- Cunetón C1: Trapecial, de base menor 1,50m. y taludes 1:1, para calados de 1,00 m.
- Cunetón C-2: Trapecial, de base menor 2,50, taludes 1:1, para calados de 1,30 m. Dichas cunetas se situaran a una distancia mínima de la arista de 1.0 m.

Se han revestido de hormigón aquellos cunetones donde así lo aconsejen las recomendaciones geotécnicas del anejo N° 7 del Anejo de Geotecnia del "Proyecto de Construcción: Ampliación de Capacidad de la AP-9 .Tramo: Santiago Norte-Santiago Sur"

Los cunetones sin revestir incluyen un dispositivo para drenaje longitudinal, bajo los mismos, compuesto por 0.75 cm de suelo permeable (arena), capa de geotextil, 0.20 cm de capa de grava de 20mm y tubo dren de PVC de 100 mm con el fin de no alterar la red natural de drenaje, convirtiendo la filtración al terreno en escorrentía directa concretada en pocos puntos.

La ubicación de los cunetones, junto con los detalles de los mismos aparece reflejada en los planos de planta y detalles de drenaje.

Pasos salvacunetas

Para dar continuidad a las cunetas cuando atraviesan caminos se proyectan pasos salvacunetas. Se han reflejado en los planos.

Los pasos que dan continuidad a las cunetas de caminos se calculan teniendo en cuenta que deben desaguar el mismo caudal que dichas cunetas, que es, de acuerdo con la formula de Manning y considerando una pendiente de 0,50 %, 0,08 m³/s.

Se han proyectado pasos salvacunetas de 600 mm de diámetro que pueden desaguar 220 l/s a mitad de capacidad, por lo que resultan suficientes.

Otros elementos

- Bordillo de coronación: En aquellas zonas donde la escorrentía de la plataforma vierta hacia el terraplén y este sea superior de 2 metros (tal y como especifica la Instrucción 5.2-IC en el Apartado 3.3.2 "Terraplenes"), se ha previsto un bordillo de coronación que canalice dicha escorrentía hacia bajantes prefabricadas dispuestas en el propio talud. Dichas bajantes distan entre sí 50 metros, tal y como recomienda la Instrucción.

- Bajantes prefabricadas: Se incluyen las bajantes prefabricadas necesarias para conducir las aguas procedentes de bordillos de terraplén o cunetas de guarda de desmonte hacia las obras de drenaje, cunetas o puntos bajos del terreno.

Las bajantes prefabricadas son de tipo B-1 ó B-3 según las dimensiones de las mismas, viniendo dada la capacidad de las mismas en función de la pendiente por las expresiones siguientes:

Tipo	Capacidad (m ³ /s)
B-1	$1,712 * j^{0,5}$
B-3	$0,140 * j^{0,5}$

Donde j es la pendiente expresada en m/m.

Se emplearán bajantes tipo **B-3** principalmente para los desagües de los bordillos de terraplén y **B-1** para recoger los caudales interceptados por cunetas de guarda de desmonte o en pasos elevados.

En el cuadro siguiente se recogen los resultados obtenidos por aplicación de las anteriores expresiones:

B-1 - DESMONTE		B-3 - TERRAPLEN	
Pendiente J (m/m)	Capacidad (m ³ /s)	Pendiente J (m/m)	Capacidad (m ³ /s)
1	1,712	1,5	0,171

- Bordillo rigola: En las gloriets e isletas, se dispone como elemento de drenaje bordillos rigola tipo B-1 y C-1 respectivamente.
- Arquetas: Estos elementos recogerán el agua del caz de mediana y de las cunetas, y cuando sea necesario, la conducirán a los colectores permitiendo, a su vez, la inspección y conservación de los dispositivos enterrados de desagüe.

Se colocara una arqueta cada 50 m para facilitar las labores de mantenimiento y limpieza de los colectores ubicados bajo las cunetas de plataforma. Su ubicación se ha reflejado en los planos.

- Badenes: dada la densidad de la red de caminos establecida, principalmente paralelos a la nueva vía, y dado que dichos caminos se adaptan a la topografía del terreno no es posible en numerosas ocasiones la introducción de una obra de paso de dimensiones similares por lo que se ha procedido a la implantación de badenes.

Estos elementos recogerán el agua y la conducirán hacia otras obras de drenaje transversal o hacia cursos de agua

Drenaje Profundo

Para el diseño del drenaje del firme se han tenido en cuenta las “Recomendaciones para el proyecto y construcción del drenaje subterráneo en obras de carretera”, O.C. 17/2003, del Ministerio de Fomento.

Teniendo en cuenta que la sección de firme proyectada consiste en capas de M.B.C sobre una base de suelo-cemento, todo ello sobre una explanada estabilizada con cemento, es previsible que la penetración del agua en la calzada se produzca mediante flujo subhorizontal.

De esta manera, para favorecer la salida de las aguas se ha dispuesto una pendiente transversal mínima de la capa que se considera de baja permeabilidad, igual o superior al dos por ciento (2%), una vez terminada y refinada.

Además para que el agua infiltrada por el borde alto en secciones peraltadas no penetre bajo calzada, se ha dotado a la explanada de una contrapendiente transversal mínima, hacia el exterior de la plataforma, del dos por ciento (2%), que se ha iniciado a un metro (1m) hacia el interior del borde pavimentado, medido según secciones transversales al eje de la carretera.

3.15. ESTRUCTURAS

Dentro del presente proyecto se incluyen tres estructuras, 3 pasos superiores sobre la Autopista AP-9, situados en los PK 103+733 (Paso Superior del Enlace de la Ciudad de la Cultura), PK 104+240 (reposición de camino) y PK 104+500 (Paso Superior de la carretera autonómica AC-261).

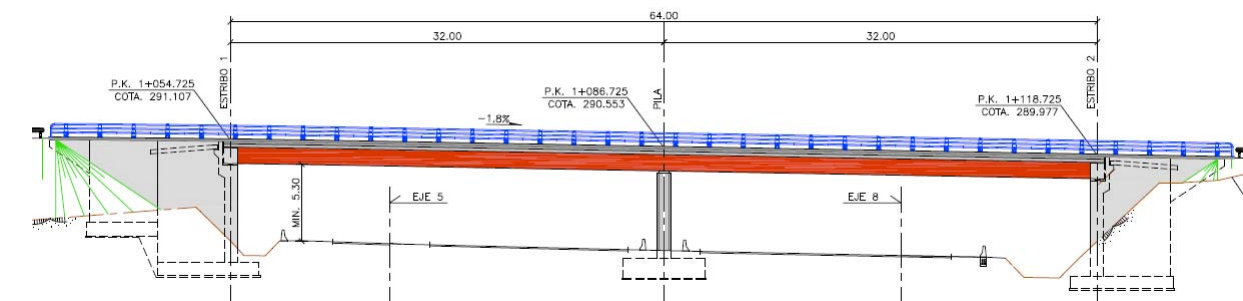
3.15.1. PASO SUPERIOR PK 103+733

Esta estructura se encuentra localizada en el PK 103+733 del proyecto de ampliación de la AP-9, que se corresponde con el PK 70+133 de la autopista AP-9. Permite el acceso al complejo Ciudad de la Cultura y a los viales del entorno, de conexión con el núcleo de Santiago.

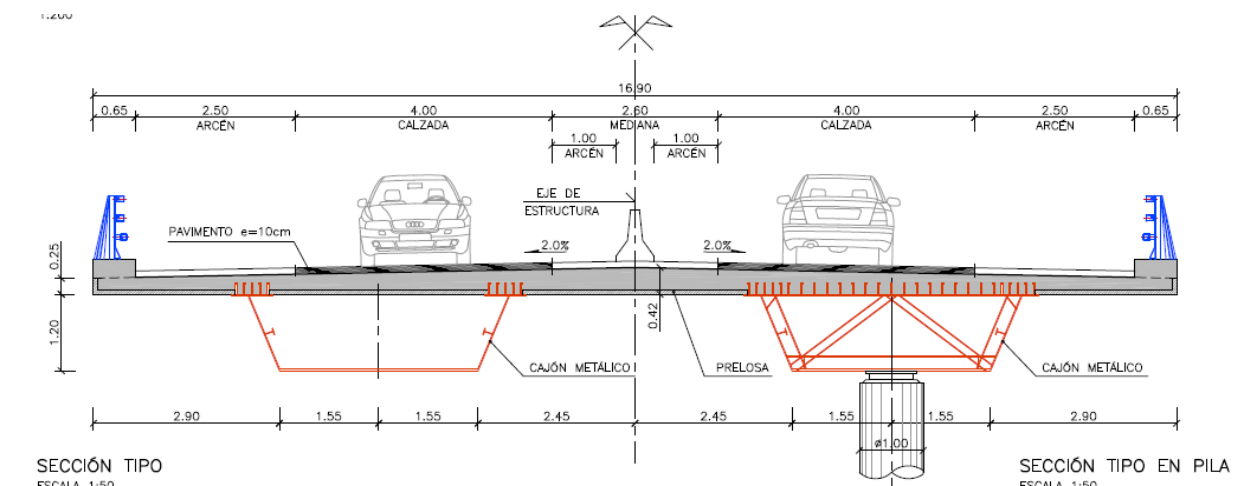
La realización del paso sobre una autovía existente hace que una solución para este paso superior de losa postesada in situ se descarte para evitar afecciones al tráfico. Una vez eliminada esta tipología caben dos opciones a estudiar: una solución mediante vigas de hormigón prefabricadas y una tipología mixta de cajón metálico y losa de hormigón.

La tipología propuesta, tanto para esta estructura como para las dos restantes, es la de una solución mixta mediante cajón metálico con losa de hormigón in situ. Esta solución propuesta tiene unas características de calidad, acabados, estética y durabilidad a largo plazo superiores a cualquier otra tipología, así como la facilidad de ejecución y eficacia de su ejecución, la cual garantiza la mínima afección al tráfico de la AP-9.

El encaje de luces propuesto es de dos vanos, con apoyo en mediana de 32,00 + 32,00 m lo cual garantiza el paso bajo da vano de los 4 carriles por sentido, el nuevo carril de ampliación de la AP-9 y las cunetas requeridas por drenaje. Este cruce tiene un ligero esviaje lo cual afecta a las luces de vanos, requiriendo unas luces un poco superiores a las definidas si fuera ortogonal.



El ancho del tablero se ha definido en 16,90 m, puesto que cubija una calzada de 4,00 m para cada sentido de circulación separadas por una mediana de 2,60 m, compuesta a su vez de dos arcenes interiores de 1,00 m y 0,60 m de barrera rígida. Los arcenes exteriores se determinan en 2,50 m y el ancho del zuncho de cada pretal a 0,65 m.



El tablero se plantea con un canto total constante de 1,50 metros, que incluye el núcleo central metálico de 1,20 m de canto, compuesto por dos cajones metálicos, sobre los que descansa una losa superior de espesor variable de 0,25 m en su lateral a 0,30 m en su unión con el cajón metálico y 0,35 m como máximo en centro sección. Estos cantos definidos garantizan un gálibo mínimo vertical de 5,30 m.

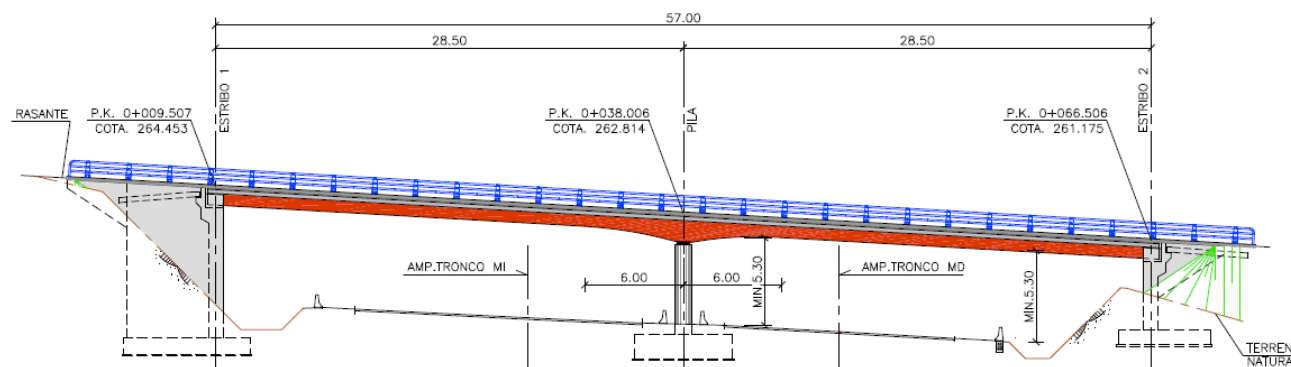
Los estribos se han definido como cerrados con muros en vuelta, de forma que el derrame de tierras no afecte a la plataforma. La pila se ha definido mediante dos fustes cilíndricos de 1,00 m de diámetro. Todas las cimentaciones se han definido superficiales.

3.15.2. PASO SUPERIOR PK 104+240

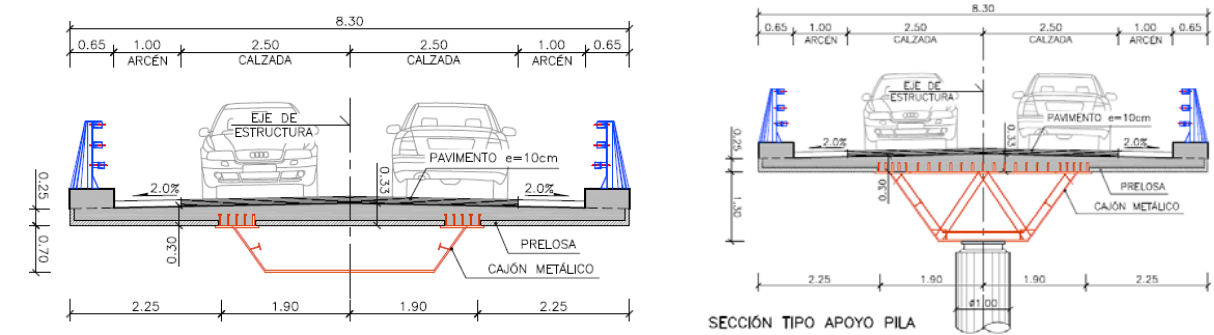
Esta estructura se encuentra localizada en el PK 104+240 del proyecto de ampliación de la AP-9, que se corresponde con el PK 70+640 de la autopista AP-9, y permite el cruce sobre esta autovía de los caminos de servicio que se plantean paralelos al tronco de la AP-9, provenientes del nuevo Enlace de Acceso a la Ciudad de la Cultura en Santiago. El paso constituye la reposición del construido en el Proyecto de Ampliación de Capacidad de la Autopista AP-9, tramo Santiago Norte-Santiago Sur, debido a la inclusión de los carriles de aceleración y deceleración del Enlace de Acceso a la Ciudad de la Cultura.

La tipología adoptada en esta estructura es la misma que la determinada para la estructura anterior, puesto que ambas tienen los mismos condicionantes. Por tanto cabe reseñar que se trata de una solución mixta mediante cajón metálico con losa de hormigón in situ. Esta solución propuesta tiene unas características de calidad, acabados, estética y durabilidad a largo plazo superiores a cualquier otra tipología, así como la facilidad de ejecución y eficacia de su ejecución, la cual garantiza la mínima afección al tráfico de la AP-9.

El encaje de luces propuesto es de dos vanos, con apoyo en mediana de 28,50 + 28,50 m, lo cual garantiza el paso bajo el ambos vanos de 5 carriles. Se ha de reseñar la casi ortogonalidad de este cruce, lo cual permite ir a soluciones más ajustadas en cuanto a luces de vanos.



El ancho del tablero se ha definido en 8,30 m que se divide en 0,65 m (pretil) + 1,00 m (arcén) + 2,50 m (calzada) + 2,50 m (calzada) + 1,00 m (arcén) + 0,65 m (pretil).



El tablero se ha definido con un canto variable, el principal condicionante es el de garantizar el mínimo gálibo vertical en 5,30 m. Este canto oscila desde el 1,00 m en centro de vano a los 1,80 m sobre pila. Debido a la anchura requerida en la estructura, únicamente se dispone un cajón metálico cuyo canto es variable, el cual pasa de 0,70 m en centro luz a 1,30 m en apoyo central. Sobre este cajón metálico descansa una losa superior de espesor variable de 0,25 m en su lateral a 0,30 m en su unión con el cajón metálico y 0,33 m como máximo en centro sección.

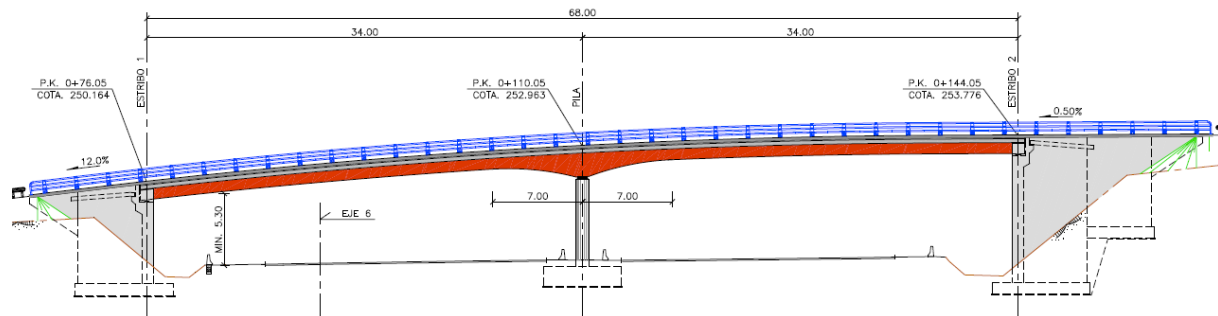
Los estribos se han definido como cerrados con muros en vuelta, de modo que el derrame de tierras no afecte a la plataforma. La pila se ha definido tipo tabique. Todas las cimentaciones se han definido superficiales.

3.15.3. PASO SUPERIOR PK 104+500

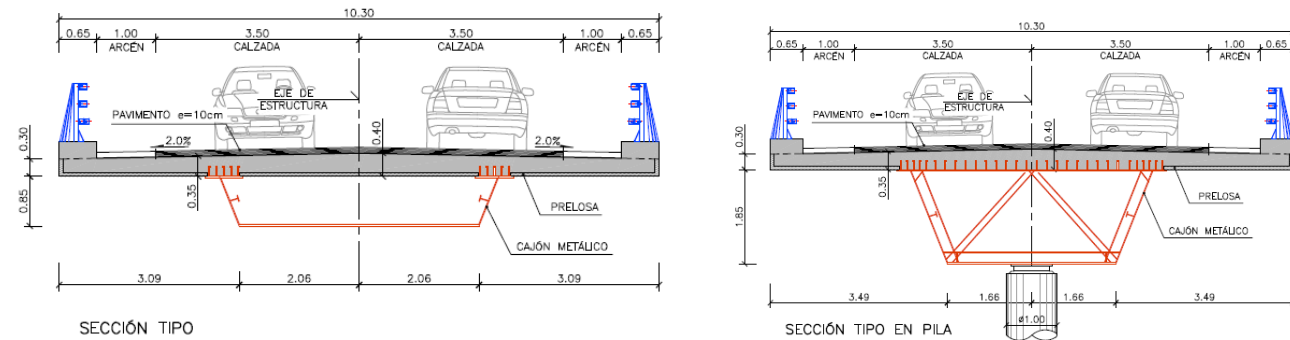
Esta estructura se encuentra localizada en el PK 104+500 del proyecto de ampliación de la AP-9, que se corresponde con el PK 70+891 de la autopista AP-9, y permite el cruce sobre esta autopista de la carretera AC-261, perteneciente a la Red Autonómica de Estradas de la Xunta de Galicia..

La tipología adoptada en esta estructura es la misma que las determinadas para las estructuras anteriores, puesto que todas tienen los mismos condicionantes. Por tanto cabe reseñar que se trata de una solución mixta mediante cajón metálico con losa de hormigón in situ. Esta solución propuesta tiene unas características de calidad, acabados, estética y durabilidad a largo plazo superiores a cualquier otra tipología, así como la facilidad de ejecución y eficacia de su ejecución, la cual garantiza la mínima afección al tráfico de la AP-9.

El encaje de luces propuesto es de dos vanos, con apoyo en mediana de 34,00 + 34,00 m. Lo cual garantiza el paso bajo ambos vanos de 5 carriles, a la vez que se garantiza la no afección a ambas cunetas dispuestas a cada lateral de la autovía. En este caso se ha de tener en cuenta el condicionante del ángulo de esviaje, el cual requiere unas luces mayores que en las anteriores soluciones.



El ancho del tablero se ha definido en 10,30 m, que se divide en 0,65 m (pretil) + 1,00 m (arcén) + 3,50 m (calzada) + 3,50 m (calzada) + 1,00 m (arcén) + 0,65 m (pretil).



El tablero se ha definido con un canto variable, el principal condicionante es el de garantizar el mínimo gálibo vertical en 5,30 m. Este canto oscila desde el 1,15 m en centro de vano a los 2,15 m sobre pila. Debido a la anchura requerida en la estructura, únicamente se dispone un cajón metálico cuyo canto es variable, el cual pasa de 0,85 m en centro luz a 1,85 m en apoyo central. Sobre este cajón metálico descansa una losa superior de espesor variable de 0,30 m en su lateral a 0,35 m en su unión con el cajón metálico y 0,40 m como máximo en centro sección.

Los estribos se han definido como cerrados con muros en vuelta talque el derrame de tierras no afecte a la plataforma. La pila se ha definido tipo tabique. Todas las cimentaciones se han definido superficiales.

3.16. SEÑALIZACIÓN, BALIZAMIENTO Y DEFENSAS

Las instrucciones y normas que se deben tener en cuenta para el desarrollo de la señalización, balizamiento y defensas del presente proyecto son las siguientes:

- Instrucción de carreteras. Norma 8.1-I.C. de Señalización Vertical. 2000.
- Instrucción de carreteras. Norma 8.2-I.C. Sobre marcas viales. 1987.
- Recomendaciones sobre sistemas de contención de vehículos. M.O.P.T.M.A. 1994.

- Orden Circular 6/2001 para la modificación de la Orden Circular 321/95 T. y P. en lo referente a barreras de seguridad metálicas para su empleo en carreteras de calzada única.
- Orden Circular 23/2008, de la Dirección General de Carreteras del Ministerio de Fomento, sobre criterios de aplicación de pretils metálicos en carretera.
- Orden Circular 1/2009 de la Dirección Xeral de Obras Públicas sobre sistemas de protección de motociclistas
- Orden Circular 28/2009 de la Dirección General de Carreteras del Ministerio de Fomento, sobre criterios de aplicación de barreras de seguridad metálicas.

Con el objeto de maximizar la Seguridad Vial en el tramo de actuación, se prevé implantar en el mismo los elementos necesarios para la minimización de los siniestros.

- Paneles Direccionales: se cumplirá lo establecido en la Instrucción de Carreteras, Norma 8.1-IC, Señalización Vertical, en lo referente a instalación de paneles direccionales. Aunque en el tronco no sea necesaria su instalación, se analizará su colocación en los ramales de enlace con objeto de evitar las posibles salidas de calzada debido a una deficiente reducción de velocidad en éstos.
- Hitos de arista: se dispondrán hitos de arista en todo el tramo, según lo establecido en la Instrucción de Carreteras, Norma 8.1-IC, Señalización Vertical.
- Captafaros y ojos de gato: con el fin de obtener una mejor apreciación del trazado de la vía, se dispondrán captafaros adosados a las barreras de seguridad y ojos de gato en la calzada, colocados sobre la superficie del pavimento pegados mediante adhesivo y con los elementos reflexivos por encima de él. Los captafaros presentarán las siguientes características:
 - o El color de reflexión será blanco en borde izquierdo y amarillo en el borde derecho. Se colocarán en ambas márgenes con una equidistancia de 25 m intercalados con los hitos de arista.
 - o El captafaro se colocará perpendicularmente al eje y separado 5 cm del borde exterior de la marca vial.

En cuanto a la señalización horizontal, para la disposición de las marcas viales se han seguido las instrucciones que se dictan en la Norma de Carreteras 8.2.-IC "Marcas viales" vigente así como las instrucciones recibidas por parte de la Dirección del Proyecto habiéndose considerado la velocidad de proyecto de la autovía de 100 km/h.

En los planos del proyecto se definen las plantas generales de señalización y los detalles y dimensiones de cada una de las marcas viales utilizadas: línea continua, discontinua, preaviso, isletas, etc.

Las características de los materiales a utilizar y la ejecución de las distintas marcas viales están definidas en el apartado correspondiente del Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares del Proyecto de Construcción, pudiéndose resumir aquí como pinturas termoplásticas en caliente para las marcas longitudinales y termoplásticas de doble componente en frío para las marcas transversales, inscripciones y símbolos.

En cuanto a la señalización vertical, Para determinar las señales necesarias, así como el punto de localización de cada una de ellas, se ha seguido la Norma de la Dirección General de Carreteras 8.1.IC/2000 Señalización vertical".

Con respecto al nivel de retrorreflexión exigido en el presente proyecto, se han seguido las especificaciones recogidas en el artículo 701 del PG-3/75. En el se indica que la selección del nivel de retrorreflexión más adecuado, para cada señal y cartel vertical de circulación, se realizará en función de las características específicas del tramo de carretera a señalar y de su ubicación.

Teniendo en cuenta que las características del tramo de actuación son las correspondientes a autovía, debe considerarse que el nivel mínimo de retrorreflexión a exigir en señalización vertical debería ser el Nivel 2, nivel que además es el mínimo exigido por la Dirección Xeral de Infraestructuras de la Xunta de Galicia. Sin embargo, en la cartelería situada en pórticos y banderolas el nivel mínimo de retrorreflexión debería ser Nivel 3.

Con respecto a las barreras de seguridad, se deberá cumplir lo estipulado en la Orden Circular 1/2009 de la Dirección Xeral de Infraestructuras sobre sistemas de protección de motociclistas y en la Orden Circular 28/2009 de la Dirección General de Carreteras del Ministerio de Fomento, sobre criterios de aplicación de barreras de seguridad metálicas, así como las Recomendaciones sobre sistemas de contención de vehículos. M.O.P.T.M.A. 1994, la Orden Circular 23/2008, de la Dirección General de Carreteras del Ministerio de Fomento, sobre criterios de aplicación de pretiles metálicos en carretera y la Orden Circular 6/2001 para la modificación de la Orden Circular 321/95 T. y P. en lo referente a barreras de seguridad metálicas para su empleo en carreteras de calzada única.

En la mediana de la autovía se instalará una barrera rígida de hormigón.

3.15. SOLUCIONES AL TRÁFICO DURANTE LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

En el presente proyecto y para la señalización de los trabajos asociados se han tenido en cuenta los criterios marcados en la Norma 8.3.-I.C. (especificaciones recogidas en la Orden de 31 de agosto de 1987, publicada en el BOE de 18 de septiembre de 1987), y en el "Manual de ejemplos de señalización de obras fijas" del Ministerio de Fomento.

Al tratarse de la construcción de un nuevo enlace asociado a un tramo de autovía existente y en servicio, las obras proyectadas tendrán únicamente incidencia sobre el tráfico de la propia Autopista del Atlántico AP-9 así como sobre

aquellas objeto de acondicionamiento para la completa ejecución del enlace, asociadas fundamentalmente al ámbito de la glorieta sur de la Cidade da Cultura.

Además, durante la ejecución de los trabajos asociados al nuevo enlace sobre la autopista AP-9, en torno al punto kilométrico 70+000 (punto kilométrico 103+700, aproximadamente, referido al *Proyecto de Construcción: Ampliación de capacidad de la AP-9. Tramo: Santiago Norte-Santiago Sur*), se afecta a viales y caminos locales, para lo cual deben preverse las operaciones necesarias que permitan conservar sus estados de servicio mientras duren las obras.

En este tipo de situaciones, la principal problemática sería mantener la conexión de los diversos núcleos de población del entorno a través de las carreteras existentes, en la medida de que esto sea posible. Ahora bien, en el ámbito de proyecto los núcleos de población no dependen de las carreteras interceptadas por lo que su afección por las obras se prevé mínima. Se definen soluciones en aquellos puntos relevantes como interferencias con carreteras existentes y caminos agrícolas importantes. El mantenimiento de la circulación se realizará con las menores perturbaciones del tráfico, y garantizando la seguridad de los usuarios.

Dadas las características de la actuación a realizar, se ha considerado necesario distinguir entre distintos tipos de vías y distintos grados de ocupación de la carretera, puesto que la señalización, balizamiento y defensa de una zona fija de obras en carretera no resultan ser los mismos cuando, por ejemplo, se está trabajando fuera de la plataforma que cuando se está ocupando parte o la totalidad de la calzada, ni tampoco es igual trabajar en vías de calzada única que de calzadas separadas o en caminos.

Con la metodología que se ha seguido se ha tratado de cubrir los siguientes objetivos para cada una de las zonas afectadas por la actuación:

- Identificar las vías interceptadas.
- Identificar las soluciones a la influencia del tráfico durante la ejecución de las obras, garantizando la menor afección posible, tanto en la solución adoptada, como en el tiempo en que esta se produce.
- Identificar si es necesaria la ejecución de desvíos durante la realización de las obras que permita mantener, o en todo caso, disminuir lo menor posible, el nivel de servicio en cada vía afectada, dentro de la situación actual.

Para conseguir estos objetivos, se debe atender antes a los siguientes datos:

- Tipo de actuación a ejecutar.
- Ubicación de la actuación a ejecutar dentro del viario actual y su afección.
- Ejecución; el posible proceso constructivo de la obra.
- Posible plan de obra; tiempo de ejecución de la obra y antecesores necesarios.

Todas estas consideraciones se han tenido en cuenta al analizar las soluciones propuestas al tráfico de las obras, de lo que resulta que la construcción de todas las actuaciones es posible, si bien se considera que las afecciones causadas sobre el tráfico serán de distinta magnitud, y previniendo la ejecución de desvíos en aquellas actuaciones que se estime oportuno para su construcción.

Se recogen a continuación, y tras lo expuesto hasta aquí, los principales puntos de conflicto:

- Ejecución de pasos superiores en torno a los PK 103+700, 104+240 y 104+500.
- Ejecución de ramales -carriles de entrada/salida- para conexión con autopista AP-9.
- Ampliación de glorieta sur del vial de acceso a la Cidade da Cultura.

En la ejecución de los pasos superiores y de los ramales de acceso, a compatibilizar, se proponen las fases que a continuación se describen:

FASE 1: a medida que avancen los trabajos –asociados a movimientos de tierras y explanación- éstos pasarán de ubicarse exteriores a la plataforma a localizarse en el arcén, momento en el que afectarán en parte a los vehículos que transitan por la AP-9. Así, durante el tiempo que duren los trabajos en estas zonas se restringirá convenientemente la circulación de la zona de obras con conos y/o marca vial naranja, advirtiéndose los mismos con una señalización adecuada y con la suficiente antelación. Así, se ejecutarán las operaciones de:

- inicio -movimiento de tierras y explanación- de carriles de entrada/salida al enlace en confluencia con AP-9.
- al mismo tiempo, se procede a la excavación de las cimentaciones de las nuevas pilas de los extremos así como de la zona de los estribos.
- ejecución de desvío provisional entre AC-261 y camino de servicio cercano a paso superior del PK 104+240.

Aprovechando la amplitud de las calzadas en ambos sentidos se prevé ocupar parte de las mimas, reduciendo a tres el número de carriles abiertos en la zona de trabajo, siendo necesario señalizar adecuadamente la reducción del carriles abiertos en los márgenes exteriores, protegiendo las obras mediante barrera rígida a 1 cara a desplazar desde los márgenes exteriores de cada calzada en la zona de obras.

La circulación por el paso superior existente inicialmente no se ve afectada durante esta fase inicial de los trabajos.

Por otra parte, los esporádicos usuarios que podrían utilizar el paso superior existente durante las fases que se describen, familiarizados con la zona, harían uso de caminos forestales del ámbito.

FASE 2: la segunda fase de los trabajos consiste en el desvío provisional del tráfico de la autopista AP-9 por la calzada contraria habilitándola en doble sentido de circulación para poder realizar las operaciones de;

- finalización (afirmado) de carriles de entrada/salida al enlace en confluencia con AP-9 en calzada izquierda,
- ejecución parcial de pasos superiores de PK 103+700 y 104+240:
 - o excavación de cimentaciones y ejecución de pilas de uno de los extremos y centrales -motivada porque la anchura en la zona de mediana podría no permitir ejecutar los trabajos de forma cómoda-,
 - o montaje de parte del tablero de los nuevos pasos superiores, y
 - o demolición de la mitad de tableros y pilas existentes, que previamente habrán sido cortados.

Los sentidos de circulación en la AP-9 se separarán mediante conos TB-6 y marca vial continua de color amarillo, los bordes de la calzada se pintarán también con marca vial continua de color amarillo. El desvío del tráfico a la calzada contraria se llevará a cabo restringiendo carriles en 300 metros en los cuales se intercalarán paneles TB-1 dotados de iluminación intermitente amarilla (TL-2) y conos TB-6. La señalización vertical de autopista estará compuesta por dos señales triangulares TP-18, cuatro señales circulares de limitación de velocidad TR-301, dos señales TR-305 de prohibido adelantar y una indicativa rectangular de reducción de carriles. Este desvío ha de ejecutarse entre los pasos de mediana localizados en los puntos kilométricos 101+880 y 104+880, referido al *Proyecto de Construcción: Ampliación de capacidad de la AP-9. Tramo: Santiago Norte-Santiago Sur.*

El tiempo que duren las obras, los usuarios que quieran hacer uso del paso superior asociado al PK 104+240 en obras serán desviados por la carretera AC-261, asociado al paso superior del PK 104+500.

Será necesario ejecutar un desvío provisional para solventar las interferencias que puedan surgir durante la ejecución de los pasos superiores sobre la autopista AP-9, asociados a los puntos kilométricos 104+240 y 104+500 (carretera AC-261). La sección de firme por la que se ha optado -considerando el tráfico a desviar durante el tiempo que se prolonguen las actuaciones que le afectan directamente- consiste en una base granular de zahorra sobre la que se dispondrá una mezcla bituminosa. El paquete de firme quedará, por tanto, de la siguiente forma:

- Capa de rodadura: 5 cm de mezcla bituminosa en caliente AC 16 surf 50/70 D (antigua D-12)
 - Riego de imprimación ECI (dotación: 1 kg/m²)
- Capa de base: 30 cm de zahorra artificial (ZA)

En cuanto a la sección transversal de la vía provisional, se propone una calzada de 6,00 metros de anchura con un carril por sentido.

FASE 3: de manera análoga a la fase 2 previa, se procederá al desvío provisional del tráfico por la calzada opuesta a la de la fase anterior, para ejecutar los trabajos de:

- continuación de carril-ramal de salida desde enlace hacia confluencia con AP-9 en calzada derecha.

- finalización de pasos superiores de pppk 103+700 y 104+240:
 - o retirada de tableros restantes y demolición de las pilas que no se demolieran en la fase anterior,
 - o finalización de montajes de los tableros de los nuevos pasos superiores

La señalización, tanto vertical como horizontal, será simétrica a la propuesta para la fase previa, trasladando los elementos de señalización a su nueva ubicación y extendiendo el pintado de marcas viales amarillas a la calzada por la que no circulaba el tráfico.

El tiempo que duren las obras, los usuarios que quieran hacer uso del paso superior asociado al PK 104+240 en obras serán desviados por la carretera AC-261, asociado al paso superior del PK 104+500.

FASE 4: se mantiene el desvío provisional de tráfico y la señalización propuesta para la fase 3, manteniendo abierta a la circulación la misma calzada que en la fase anterior, para ejecutar los trabajos de:

- finalización de carril-ramal de salida desde enlace hacia confluencia con AP-9 en calzada derecha.
- ejecución parcial de paso superior de variante pk 104+500 (carretera AC-261).
 - o excavación de cimentaciones y ejecución de pilas de uno de los extremos y central -motivada porque la anchura en la zona de mediana podría no permitir ejecutar los trabajos de forma cómoda-.
 - o montaje de parte del tablero del nuevo paso superior.
 - o demolición de la mitad de tablero y pilas existentes, que previamente habrán sido cortados.

La señalización, tanto vertical como horizontal, se mantiene en la AP-9. Por otra parte, el tiempo que duren las obras, los usuarios de la AC-261 afectados que quieran hacer uso del paso superior asociado al PK 104+500 de la AP-9 en obras, serán desviados por el paso superior localizado a la altura del PK 104+240.

FASE 5: se procederá al desvío provisional del tráfico por la calzada opuesta a la de la fase anterior, implantando una señalización y desvío del tráfico en la AP-9 idéntica a la propuesta en la fase 2, para ejecutar los trabajos de:

- finalización de paso superior de variante PK 104+500 (carretera AC-261):
 - o retirada de tablero restante y demolición de las pilas que no se demolieran en la fase anterior.
 - o finalización de montaje de tablero del nuevo paso superior.

La señalización, tanto vertical como horizontal, será simétrica a la propuesta para la fase previa (e idéntica a la propuesta en la fase 2), trasladando los elementos de señalización a su nueva ubicación y extendiendo el pintado de marcas viales amarillas a la calzada por la que no circulaba el tráfico.

El tiempo que duren las obras, los usuarios de la AC-261 afectados que quieran hacer uso del paso superior asociado al pk 104+500 de la AP-9 en obras, serán desviados por el paso superior localizado a la altura del pk 104+240.

Los ramales del nuevo enlace con la autopista AP-9 confluirán en la glorieta sur de la Cidade da Cultura que, motivada por consideraciones de capacidad, deberá ser ampliada. Destacar que su influencia sobre el tráfico es muy limitada, ya que se restringe, durante el periodo que duren las obras, a los propios usuarios de la Cidade da Cultura.

Para la ejecución de la ampliación de la citada glorieta se plantean dos fases:

FASE 1: durante la fase inicial de los trabajos se ejecutará la mayor parte de la glorieta, restringiendo una zona destinada a la circulación del resto de las obras, para lo que se emplearán conos y/o marca vial naranja.

FASE 2: la actuación concluye con la ejecución del carril segregado que da continuidad desde la glorieta norte hacia las instalaciones de la Cidade da Cultura en las inmediaciones. Su influencia sobre los vehículos será mínima, acotándose la zona de obras al tránsito, pudiendo ser necesario compatibilizar dichas obras con el paso de vehículos, situación que se considera sería puntual y se prolongaría un breve intervalo de tiempo.

.Las soluciones al tráfico en los puntos más conflictivos, expuestas en cada fase de ejecución, aparecen reflejadas en el apartado correspondiente del Documento nº 2: Planos del presente proyecto.

3.16. ORDENACIÓN ECOLÓGICA, ESTÉTICA Y PAISAJÍSTICA

De acuerdo con lo establecido en los Anexos I y II del Real Decreto 1/2008, el presente proyecto no cumple las condiciones que obligan a someterlo a Evaluación de Impacto Ambiental.

De acuerdo con la información recogida no existe en el término municipal de Santiago de Compostela ninguna zona incluida dentro de las categorías enumeradas a continuación: Áreas de montaña, Zonas costeras, Zonas húmedas, Zonas de interés general, Zonas de interés botánico, Zonas de interés faunístico, Zonas de interés geomorfológico, Humedales RAMSAR, Reservas de la Biosfera y Red Natura 2000.

Tras el análisis de los impactos potenciales, no se espera que se produzca ningún efecto grave sobre el medio ambiente en el que se desarrolla el proyecto. Sin embargo, se considera imprescindible la adopción de una serie de medidas preventivas y correctoras que aseguren la protección del medio en el entorno de la actuación.

- Prescripciones ambientales durante la fase de construcción.
- Protección del suelo.
- Protección contra incendios.
- Protección del sistema hidrológico.

- Protección contra el ruido en fase de funcionamiento.
- Protección de la vegetación.
- Protección de la fauna.
- Protección del patrimonio historico y cultural.
- Medidas de protección para el sosiego público.
- Defensa contra la erosión, recuperación ambiental e integración paisajística.

El presupuesto estimado para las medidas preventivas y correctoras asciende a CIENTO VEINTISIETE MIL SETECIENTOS OCHENTA Y SIETE EUROS CON DIECISIETE CENTIMOS (127.787,17 €), los cuales se desglosan en las siguientes partidas:

7	ORDENACION ECOLOGICA, ESTETICA Y PAISAJISTICA	127.787,17
7.1	PROTECCIÓN CALIDAD DEL AIRE	3.356,00
7.2	PROTECCIÓN DE SUELOS	44.732,12
7.2.1	ANTES DEL INICIO DE LAS OBRAS	1.789,86
7.2.2	MEDIDAS CORRECTORAS	42.942,26
7.2.2.1	TRATAMIENTO EN DESMONTES Y TERRAPLENES	39.858,99
7.2.2.2	RESTAURACIÓN DE INSTALACIONES AUXILIARES, ÁREAS EN DESUSO O DEGRADADAS DURANTE LAS OBRAS	1.591,48
7.2.2.3	TRATAMIENTO EN GLORIETAS E ISLETAS DE ENLACES	1.491,79
7.3	PROTECCIÓN DEL SISTEMA HIDROLÓGICO	54.589,48
7.4	PROTECCIÓN DE LA VEGETACIÓN	109,57
7.5	GESTIÓN DE RESIDUOS	25.000,00

3.17. PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL

Se establece también un Programa de Vigilancia Ambiental (PVA), cuyo objetivo es velar para que, en relación con el medio ambiente, la actividad se realice según el proyecto y según las condiciones en las que se hubiera autorizado, al tiempo que se determina la eficacia de las medidas preventivas y correctoras propuestas y se detectan las deficiencias no previstas, de forma que se posibilite una rápida actuación.

Así, los objetivos del Programa de Vigilancia Ambiental son los siguientes:

- Verificar que las medidas preventivas y correctoras propuestas para las distintas fases del proyecto se desarrollan correctamente.
- Controlar la evolución de los impactos residuales o la aparición de los no previstos e inducidos, para proceder en lo posible a su reducción, eliminación o compensación.
- Proporcionar información acerca de la calidad y oportunidad de las medidas preventivas y correctoras adoptadas.

En el Anejo nº 15, Ordenación Ecológica, Estética y Paisajística se ha incluido un Programa de Vigilancia Ambiental con la siguiente estructura:

1. Aspectos e indicadores del seguimiento
2. Actuaciones de comprobación y/o seguimiento antes del inicio de las obras
3. Actuaciones de vigilancia ambiental durante las obras
4. Actuaciones de vigilancia ambiental durante la fase de explotación
5. Contenido de los informes técnicos del PVA.

El presupuesto total asociado al Programa de Vigilancia Ambiental asciende a VEINTITRÉS MIL TRESCIENTOS SETENTA EUROS CON NOVENTA Y DOS CÉNTIMOS (23.370,92 €).

3.18. PATRIMONIO CULTURAL

Para la realización del inventario del patrimonio cultural presente en el ámbito de la actuación se han consultado las siguientes fuentes:

- Normas Subsidiarias Provinciales de A Coruña.
- Planeamiento Base 20/07/1994.
- Plan Xeral de Ordenación Municipal de Santiago de Compostela con aprobación inicial el día 26 de Octubre de 2006 (en adelante P.X.O.M).
- Inventarios arqueológicos y arquitectónicos de la Dirección Xeral de Patrimonio (Consellería de Cultura).
- Trabajo de campo para verificar la información recogida (desarrollado en el Proyecto de Construcción: Ampliación de la capacidad AP-9. Tramo: Santiago Norte – Santiago Sur.)

De acuerdo con estas fuentes, en una banda de 200 metros a ambos lados de la actuación no existe ningún elemento del patrimonio arqueológico ni del patrimonio etnográfico y arquitectónico.

Los elementos más próximos a la actuación son elementos del patrimonio etnográfico y arquitectónico localizados en los lugares de O Viso y Angrois.

El importe de los trabajos de seguimiento arqueológico a desarrollar durante las obras asciende a **CATORCE MIL EUROS (14.000,00 €)**.

3.19. REPLANTEO

En el Anejo nº 2, Cartografía, Topografía y Replanteo, se recogen los datos necesarios para replantear los ejes de los distintos elementos de la vía. En el mencionado anejo se adjunta un listado de las bases de replanteo utilizadas. En el Documento nº 2, Planos, se representa un plano a escala 1:1.000 con la situación de las bases. En el anejo se incluye los listados de replanteo de los ejes del tronco, ramales, gloriets, variantes de carreteras y caminos.

El sistema utilizado para obtener los datos del replanteo de cada eje ha sido, para cada punto a replantear, el de coordenadas polares dadas desde un par de bases. A partir de estas bases se lanzan visuales a los puntos del eje a replantear, situados cada 20 m y a todos los puntos singulares, midiéndose la distancia al punto de replanteo y el azimut de la visual.

Para el replanteo de los puntos se adjuntan unos listados con la siguiente información:

- Tipo de alineación en planta.
- Punto kilométrico replanteado.
- Estación desde la que se realiza la medición.
- Acimut de la visual desde la base y distancia desde esta al punto a replantear.
- Ángulos Ω_{12} que forman la línea de unión de cada par de bases, con la visual desde la base al punto a replantear, medido en sentido horario a partir de la línea de unión entre bases.

Se han empleado 9 bases de replanteo cuyas coordenadas se recogen en el Anejo 2.

3.20. SERVICIOS AFECTADOS

Se han mantenido contactos con las empresas de servicios afectadas, además de realizarse visitas a campo con el objetivo de determinar las instalaciones existentes afectadas por el proyecto.

Se han detectado afecciones de líneas de comunicaciones propiedad de las empresas Telefónica y Cable R, líneas eléctricas de Unión Fenosa, líneas de alumbrado y canalizaciones de abastecimiento. En el Anejo nº21, Reposición de Servicios figuran los planos correspondientes a las líneas existentes y a la reposición prevista para los servicios mencionados.

El presupuesto de reposición de los servicios afectados de titularidad pública asciende a **SESENTA Y DOS MIL NOVECIENTOS CINCUENTA EUROS (62.950,00 €)**. El Presupuesto para Conocimiento de la Administración del conjunto de reposiciones de servicios afectados de titularidad privada asciende a la cantidad de **97.900,00 € (NOVENTA Y SIETE MIL NOVECIENTOS EUROS)**.

3.21. EXPROPIACIONES E INDEMNIZACIONES

El ámbito de actuación del presente proyecto se encuentra comprendido en el término municipal de Santiago de Compostela, en la provincia de A Coruña.

La situación urbanística vigente en el término municipal de Santiago de Compostela se rige por el Plan General de Ordenación Municipal, con una primera aprobación definitiva parcial condicionada, de fecha 03/10/2007, publicada en el BOP el 30/11/2007 y en el DOG el 22/10/2007.

Con fecha 1 de Septiembre de 2008 se aprueba definitivamente el Documento de Cumplimiento de la Orden 3/10/2007 de la Consellería de Política Territorial, Obras Públicas e Transportes (C.P.T.O.P.T) con fecha de publicación en el DOG el 24/09/2008.

Los criterios para la fijación del límite de expropiación se ha fijado en base a lo indicado en el Artículo 30 de la Ley de Estradas de Galicia, Ley 4/1994 publicada en el **BOE 20/12/1994** y en el **DOG el 31/10/94**, según la cual:

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

Por otra parte, se recogen ocupaciones temporales, a modo de franjas de terreno –las estrictamente necesarias- a 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 las mismas, y que en este caso se ha considerado de 9 meses. Estas zonas se ocuparán para llevar acoger instalaciones auxiliares de obra y los desvíos provisionales de tráfico.

A partir de todos los datos recabados, se han realizado los planos parcelarios correspondientes, en los que se delimita la franja de expropiación, calculando la superficie afectada a cada parcela.

El presupuesto estimado del suelo y bienes de la presente expropiación, debido a ocupaciones derivadas del trazado, teniendo en cuenta para su cálculo la situación básica del suelo, su clasificación urbanística y su aprovechamiento agrícola en los términos municipales afectados, aplicando los precios recogidos en el anejo correspondiente, sumándole la partida destinada a ocupación temporal y otros, y aplicándole el Premio de Afección regulado por el Art. 47 LEF alcanza el valor total de **OCHOCIENTOS SIETE MIL SETECIENTOS DIECISEIS EUROS CON DOCE CÉNTIMOS (807.716,12 €)**.

3.22. JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

Para estimar los precios de las unidades de obra que intervienen en el presupuesto de ejecución de material del proyecto de han tenido en cuenta las siguientes consideraciones:

- El precio de ejecución material de las unidades de obra se obtiene mediante la fórmula, expresada en la Orden del Ministerio de Obras Públicas de 12 de Junio de 1986 del MOPU, mediante la fórmula:

$$Pu = \left(1 + \frac{k}{100}\right) \cdot Cu$$

En la que:

Pu = Precio de ejecución material de la unidad de obra en pesetas

K = porcentaje correspondiente a "costes indirectos"

Cu = coste directo de la unidad de obra en pesetas

Los costes directos son los relativos a mano de obra, maquinaria, materiales, que se han obtenido de la siguiente forma:

- El coste de la mano de obra corresponde a los salarios base de los Convenios Colectivos para el sector de Edificación y Obras Públicas de la provincia de Lugo.
- La fijación de los costes de la maquinaria que interviene en la ejecución de cada una de las unidades de obra del presente proyecto se ha establecido en base a los precios habituales del mercado en la zona. Estos costes

unitarios medios de maquinaria incluyen todos los gastos de maquinaria, en particular mano de obra para su manejo, combustibles, aceites, seguros, impuestos, repuestos, conservación, etc.

- El coste de los materiales engloba el coste de adquisición, consultado a posibles suministradores de la zona, el coste de transporte, carga y descarga, teniendo en cuenta la distancia media, y el posible coste por mermas, pérdidas o roturas durante la manipulación que oscila entre el 1 y el 5%.

Se ha calculado el porcentaje de costes indirectos para esta obra, resultando ser K=6.

3.23. PLAN DE OBRA

Para la realización de las obras objeto del presente proyecto, se ha estimado una duración de 9 (nueve) meses. En el Anejo 18, Plan de Obra, aparece reflejado el diagrama de Gantt del programa de trabajos propuesto.

4. PRESUPUESTOS

Por aplicación de los precios unitarios a las mediciones de las distintas unidades de obra, resultan los siguientes presupuestos:

Presupuesto de Ejecución Material:

El importe del **Presupuesto de Ejecución Material (PEM)** para este proyecto asciende a la cantidad de CUATRO MILLONES SETECIENTOS OCHENTA Y SIETE MIL CIENTO DIECISIETE EUROS CON NOVENTA Y UN CÉNTIMOS (4.787.117,91 €).

Presupuesto Base de Licitación (PBL):

Incrementado el Presupuesto de Ejecución Material en un 13% de Gastos Generales y un 6% de Beneficio Industrial, resulta que el importe del *Presupuesto Base de Licitación* para las obras asciende a la cantidad de CINCO MILLONES SEISCIENTOS NOVENTA Y SEIS MIL SEISCIENTOS SETENTA EUROS CON TREINTA Y UN CÉNTIMOS (5.696.670,31 €).

Presupuesto Base de Licitación (PBL) + IVA:

Aplicando un 18% de I.V.A. al Presupuesto Base de Licitación resulta que el importe del **Presupuesto Base de Licitación + IVA (PBL+IVA)** para las obras asciende a la cantidad de **SEIS MILLONES SETECIENTOS VEINTIDÓS MIL SETENTA EUROS CON NOVENTA Y SIETE CÉNTIMOS (6.722.070,97 €)**.

El Presupuesto para Conocimiento de la Administración se obtiene sumando al Presupuesto Base de Licitación el IVA, el presupuesto para expropiaciones, el presupuesto para reposición de servicios de titularidad privada, el presupuesto para seguimiento ambiental durante las obras y el presupuesto para seguimiento arqueológico durante las obras, como se refleja en la siguiente tabla:

PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL [PEM]		4.787.117,91 €
GASTOS GENERALES [13 %]	622.325,33 €	
BENEFICIO INDUSTRIAL [6 %]	287.227,07 €	
PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN [PBL]	5.696.670,31 €	6.722.070,97 €
I.V.A. [18 %]	1.025.400,66 €	
PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN + IVA [PBL+IVA] (1)		
ELECTRICIDAD [Unión FENOSA]	26.150,00 €	97.900,00 €
TELEFONÍA [Telefónica S.A.]	31.500,00 €	
TELECOMUNICACIONES [Cable R]	40.250,00 €	
REPOSICIÓN DE SERVICIOS NO INCLUIDOS EN PBL+IVA (2)		
VALORACIÓN DE EXPROPIACIONES (3)		807.716,12 €
PLAN DE VIGILANCIA AMBIENTAL (4)		23.370,92 €
PROGRAMA DE SEGUIMIENTO ARQUEOLÓGICO (5)		14.000,00 €
PRESUPUESTO CONOCIMIENTO DE ADMINISTRACIÓN		7.665.058,01 €

Asciende el **Presupuesto para Conocimiento de la Administración** -también denominado **Presupuesto de Inversión**- de las obras incluidas en el presente proyecto (incluidas las valoraciones de reposición de servicios, de expropiaciones y plan de vigilancia ambiental y programa de seguimiento arqueológico) a la cantidad de **SIETE MILLONES SEISCIENTOS SESENTA Y CINCO MIL CINCUENTA Y OCHO EUROS CON UN CÉNTIMO (7.665.058,01 €)**.

5. DESGLOSE DE ACTUACIONES

Como ya se ha indicado anteriormente, la presente actuación se apoya en la ampliación de capacidad de la Autopista AP-9 recogida en el “*Proyecto de ampliación de la capacidad de la Autopista AP-9. Tramo: Santiago Norte – Santiago Sur*”, siendo necesaria la ejecución de dichas obras para la construcción del enlace tal y como está proyectado.

Esta actuación de ampliación implica la demolición y nueva construcción de los Pasos Superiores de las variantes situados en los PK 104+261 y 104+500, así como la ampliación de plataforma en el tronco de la AP-9 en ambos márgenes de las calzadas actuales.

La ejecución de las obras de ampliación de capacidad en una primera fase y de la presente actuación en una segunda implicaría la demolición de los pasos actuales y su reconstrucción en el proyecto de ampliación de capacidad, y una posterior nueva demolición de los recién construidos para dar lugar a una segunda ampliación de plataforma.

Se considera que esta opción carece de sentido, siendo más adecuada la incorporación de estas actuaciones (ampliación completa de los pasos superiores y ejecución de los carriles de aceleración y deceleración del enlace) al proyecto de ampliación de capacidad de la AP-9.

En estas condiciones, se ha llevado a cabo un desglose de las actuaciones del presente proyecto que deberían contemplarse en el “*Proyecto de ampliación de la capacidad de la Autopista AP-9. Tramo: Santiago Norte – Santiago Sur*”, y aquellas que serían susceptibles de ser ejecutadas con posterioridad por parte de la Consellería de Medio Ambiente, Territorio e Infraestructuras.

La valoración de las actuaciones a incluir en el “*Proyecto de ampliación de la capacidad de la Autopista AP-9. Tramo: Santiago Norte – Santiago Sur*”, sería la siguiente:

Presupuesto de Ejecución Material:

El importe del *Presupuesto de Ejecución Material (PEM)* para este proyecto asciende a la cantidad de UN MILLÓN QUINIENTOS SETENTA Y UN MIL CUATROCIENTOS NOVENTA Y SIETE EUROS CON SIETE CÉNTIMOS (1.571.497,07 €).

Presupuesto Base de Licitación (PBL):

Incrementado el Presupuesto de Ejecución Material en un 13% de Gastos Generales y un 6% de Beneficio Industrial, resulta que el importe del *Presupuesto Base de Licitación* para las obras asciende a la cantidad de UN MILLÓN OCHOCIENTOS SETENTA MIL OCHENTA Y UN EUROS CON CINCUENTA Y UN CÉNTIMOS (1.870.081,51 €).

Presupuesto Base de Licitación (PBL) + IVA:

Aplicando un 18% de I.V.A. al Presupuesto Base de Licitación resulta que el importe del Presupuesto Base de Licitación + IVA (PBL+IVA) para las obras asciende a la cantidad de DOS MILLONES DOSCIENTOS SEIS MIL SEISCIENTOS NOVENTA Y SEIS EUROS CON DIECIOCHO CÉNTIMOS (2.206.696,18 €).

La valoración de las actuaciones a incluir en el “*Proyecto de trazado de Enlace en PK 70 de la Autopista AP-9*”, sería la siguiente:

Presupuesto de Ejecución Material:

El importe del *Presupuesto de Ejecución Material (PEM)* para este proyecto asciende a la cantidad de TRES MILLONES DOSCIENTOS QUINCE MIL SEISCIENTOS VEINTE EUROS CON OCHENTA Y CUATRO CÉNTIMOS (3.215.620,84 €).

Presupuesto Base de Licitación (PBL):

Incrementado el Presupuesto de Ejecución Material en un 13% de Gastos Generales y un 6% de Beneficio Industrial, resulta que el importe del *Presupuesto Base de Licitación* para las obras asciende a la cantidad de TRES MILLONES OCHOCIENTOS VEINTISEIS MIL QUINIENTOS OCHENTA Y OCHO EUROS CON OCHENTA CÉNTIMOS (3.826.588,80 €).

Presupuesto Base de Licitación (PBL) + IVA:

Aplicando un 18% de I.V.A. al Presupuesto Base de Licitación resulta que el importe del Presupuesto Base de Licitación + IVA (PBL+IVA) para las obras asciende a la cantidad de CUATRO MILLONES QUINIENTOS QUINCE MIL TRESCIENTOS SETENTA Y CUATRO EUROS CON SETENTA Y OCHO CÉNTIMOS (4.515.374,78 €).

Teniendo en cuenta que gran parte de las obras a ejecutar dentro de la valoración de las actuaciones a incluir en el “*Proyecto de ampliación de la capacidad de la Autopista AP-9. Tramo: Santiago Norte – Santiago Sur*” ya se encuentran contempladas en el citado proyecto (ampliación de pasos superiores, elementos de drenaje longitudinal, etc.), el sobre coste que supondrá la inclusión de estas actuaciones en el citado proyecto será muy reducido.

6. NORMAS E INSTRUCCIONES CONSIDERADAS

En las obras comprendidas en este proyecto serán de aplicación las siguientes normas e instrucciones:

- Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes de la Dirección General de Carreteras (PG-3) de 1.975, aprobado por O.M. del 6/2/76, y sus sucesivas modificaciones y actualizaciones.
- Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para la recepción de cementos, RC/08.
- Instrucción de hormigón estructural EHE-08.
- Instrucción 3.1- I.C. de 1.999. "Trazado", aprobada por O.M. de 27 de diciembre de 1999.
- Instrucción 5.1- I.C. "Drenaje". Vigente en la parte no modificada por la Instrucción 5.2- I.C. "Drenaje Superficial".
- Instrucción 5.2- I.C. "Drenaje Superficial", aprobada por O.M. de 14 de Mayo de 1.990.
- Orden Circular 17/2003, sobre Recomendaciones para el proyecto y construcción del drenaje subterráneo en obras de carretera.
- Orden FOM/3460/2003, de 28 de noviembre, por la que se aprueba la Norma 6.1-IC. "Secciones de Firme", de la Instrucción de Carreteras.
- Instrucción 8.1- I.C de "Señalización vertical", aprobada por O.M. de 28 de diciembre de 1999.
- Instrucción 8.2- I.C. "Marcas Viales", aprobada por O.M. de 16 de julio de 1.987.
- Instrucción 8.3- I.C. "Señalización de Obras", aprobada por O.M. de 31 de Agosto de 1.987.
- Recomendaciones para el Proyecto de Enlaces de la Dirección General de Carreteras.
- Recomendaciones para la iluminación de carreteras y túneles.
- Orden Circular 5/01 sobre Mezclas Bituminosas Discontinuas en caliente para capas de rodadura.
- Orden Circular 321/95 T. y P. "Recomendaciones sobre sistemas de contención de vehículos".
- NSCP-07, "Norma de construcción sismorresistente: Puentes", aprobada por Real Decreto 637/2007, de 18 de Mayo.
- NCSR-02, "Norma de construcción sismorresistente: Parte general y edificación". aprobada por Real Decreto 997/2002, de 27 de Septiembre.
- Instrucción sobre las acciones a considerar en el proyecto de puentes de carretera (IAP), aprobada por Orden del Ministerio de Fomento de 12 de Febrero de 1998.
- Orden Circular 6/2001 para la modificación de la Orden Circular 321/95 T. y P. en lo referente a barreras de seguridad metálicas para su empleo en carreteras de calzada única.
- Orden Circular 23/2008, de la Dirección General de Carreteras del Ministerio de Fomento, sobre criterios de aplicación de pretilas metálicas en carretera.
- Orden Circular 1/2009 de la Dirección Xeral de Obras Públicas sobre sistemas de protección de motociclistas
- Orden Circular 28/2009 de la Dirección General de Carreteras del Ministerio de Fomento, sobre criterios de aplicación de barreras de seguridad metálicas.
- Real Decreto Legislativo 1/2008, texto refundido de la Ley de Evaluación de Impacto Ambiental.
- Real Decreto 105/2008, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.
- Real Decreto 842/2002, de 2 de Agosto, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.
- Ley 30/07, de Contratos del Sector Público.
- Real Decreto 817/2009 por el que se desarrolla parcialmente la Ley de Contratos del Sector Público.
- Real Decreto 1098/2001, de 12 octubre, por el que se aprueba el Reglamento General de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas.
- Real Decreto 1627/1.997, por el que se establecen las condiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Ley 25/1988, de Carreteras.
- Real Decreto 1812/1994, por el que se aprueba el Reglamento General de Carreteras.

7. CUMPLIMIENTO DE LA LEGISLACIÓN

7.1. REAL DECRETO 1098/2001

El proyecto presente se refiere a una obra completa, susceptible de ser entregada al uso público dándose con ello cumplimiento a los artículos 125 y 127 del Decreto 1098/2001 de 12 de octubre por el que se aprueba el Reglamento General de Contratación del Estado.

7.2. ACCIONES SÍSMICAS

De acuerdo con lo recogido en el 'Real Decreto 997/2002, por el que se aprueba la Norma de Construcción Sismorresistente: *Parte general y edificación* (NCSR-02)' y en el 'Real Decreto 637/2007, por el que se aprueba la Norma de Construcción Sismorresistente: *Puentes* (NCSP-07)', la aceleración sísmica básica de las obras incluidas en el presente proyecto es inferior a 0,04 g. De acuerdo con el artículo 2.8 "Consideración de la acción sísmica" de la segunda norma indicada, cuando la aceleración sísmica básica sea inferior a 0,04 g, siendo g la aceleración de la gravedad, no será necesaria la consideración de las acciones sísmicas.

8. DOCUMENTOS QUE SE INCLUYEN EN EL PROYECTO DE TRAZADO

DOCUMENTO Nº 1: MEMORIA Y ANEJOS

MEMORIA

ANEJOS A LA MEMORIA

- ANEJO Nº 1: ANTECEDENTES TÉCNICOS Y ADMINISTRATIVOS
- ANEJO Nº 2: CARTOGRAFÍA, TOPOGRAFÍA Y REPLANTEO
- ANEJO Nº 3: GEOLOGÍA Y GEOTECNIA
- ANEJO Nº 4: EFECTOS SÍSMICOS
- ANEJO Nº 5: CLIMATOLOGÍA E HIDROLOGÍA
- ANEJO Nº 6: PLANEAMIENTO URBANÍSTICO
- ANEJO Nº 7: TRÁFICO
- ANEJO Nº 8: TRAZADO
- ANEJO Nº 9: MOVIMIENTO DE TIERRAS
- ANEJO Nº 10: FIRMES Y PAVIMENTOS
- ANEJO Nº 11: DRENAJE
- ANEJO Nº 12: TIPOLOGÍA DE ESTRUCTURAS
- ANEJO Nº 13: SOLUCIONES AL TRÁFICO DURANTE LAS OBRAS
- ANEJO Nº 14: SEÑALIZACIÓN, BALIZAMIENTO Y DEFENSAS
- ANEJO Nº 15: ORDENACIÓN ECOLÓGICA, ESTÉTICA Y PAISAJÍSTICA
- ANEJO Nº 16: OBRAS COMPLEMENTARIAS
- ANEJO Nº 19: COORDINACIÓN CON OTROS ORGANISMOS Y SERVICIOS
- ANEJO Nº 20: EXPROPIACIONES
- ANEJO Nº 21: REPOSICIÓN DE SERVICIOS
- ANEJO Nº 22: PLAN DE OBRA
- ANEJO Nº 24: ESTIMACIÓN DE PRECIOS
- ANEJO Nº 25: PRESUPUESTO PARA CONOCIMIENTO DE LA ADMINISTRACIÓN
- ANEJO Nº 26: DESGLOSE DE ACTUACIONES

DOCUMENTO Nº 2: PLANOS

1. SITUACIÓN
2. ESTADO ACTUAL Y REPLANTEO
3. PLANTA GENERAL DE CONJUNTO Y DISTRIBUCIÓN DE HOJAS

4. PLANTA DE TRAZADO
5. PERFILES LONGITUDINALES
6. SECCIONES TIPO
7. PERFILES TRANSVERSALES
8. DETALLES DE REPLANTEO
9. DRENAJE
 - 9.1. DRENAJE LONGITUDINAL
 - 9.1.1. PLANTA
 - 9.1.2. DETALLES
 - 9.2. DRENAJE TRANSVERSAL
 - 9.2.1. OBRAS DE DRENAJE TRANSVERSAL
 - 9.2.2. DETALLES
10. ESTRUCTURAS
11. REPOSICIÓN DE SERVICIOS AFECTADOS
 - 11.1. LÍNEAS ELÉCTRICAS
 - 11.2. LÍNEAS TELEFÓNICAS
 - 11.3. CABLE R
 - 11.4. ABASTECIMIENTO
 - 11.5. ALUMBRADO
12. ORDENACIÓN ECOLÓGICA, ESTÉTICA Y PAISAJÍSTICA
13. OBRAS COMPLEMENTARIAS
 - 13.1. CERRAMIENTO
 - 13.2. DESVÍOS PROVISIONALES
 - 13.2.1. AMPLIACIÓN GLORIETA SUR
 - 13.2.2. EJECUCIÓN DE PASOS SUPERIORES Y RAMALES

- 3.3. PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN
- 3.4. DESGLOSE DE ACTUACIONES

DOCUMENTO N° 3: PRESUPUESTO

1. MEDICIONES
 - 1.1. MEDICIONES AUXILIARES
 - 1.2. MEDICIONES GENERALES
2. ESTIMACIÓN DE PRECIOS
3. PRESUPUESTOS
 - 3.1. PRESUPUESTOS PARCIALES
 - 3.2. PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL

9. **CONCLUSIÓN**

Entendiendo que el presente proyecto tiene el alcance y contenido establecido por el Reglamento General de Carreteras (RD 1812/1994) y cumple las condiciones establecidas por la Orden de Estudio, Pliego de Prescripciones Técnicas para su redacción y por la normativa técnica y legal vigente, se propone para su aprobación y efectos oportunos.

A Coruña, Octubre de 2011

El Ingeniero Autor del Proyecto

El Ingeniero Director del Proyecto

Iñaki Cubillo Bueno

Carlos Lefler Gullón