

DOCUMENTO N° 1: MEMORIA

Índice

MEMORIA:

1. Memoria.....5

1.1. Introducción5

1.2. Objeto y justificación del Estudio5

1.3. Antecedentes9

1.4. Análisis de la situación actual10

1.5. Definición de alternativas13

1.6. Evaluación del Impacto de las Infraestructuras viarias en la Seguridad Viaria21

1.7. Comparación de alternativas22

1.8. Concepción global de la opción seleccionada24

1.9. Aspectos considerados en el Estudio37

1.9.1. Parámetros básicos de diseño37

1.9.2. Cartografía y topografía.....37

1.9.3. Geología40

1.9.3.1. Geología general de la zona de proyecto40

1.9.3.2. Tectónica41

1.9.3.3. Sismicidad.....42

1.9.3.4. Geomorfología42

1.9.3.5. Hidrogeología.....42

1.9.3.6. Geología general de la traza43

1.9.3.7. Yacimientos, canteras y préstamos43

1.9.3.8. Balance de tierras 44

1.9.3.9. Vertederos..... 44

1.9.4. Climatología e hidrología 45

1.9.4.1. Climatología 45

1.9.4.2. Hidrología superficial..... 47

1.9.5. Estudio socioeconómico 48

1.9.6. Información urbanística..... 49

1.9.7. Trazado..... 49

1.9.8. Geotecnia 54

1.9.8.1. Caracterización geotécnica 54

1.9.8.2. Terraplenes 55

1.9.8.3. Explanada adoptada 55

1.9.8.4. Cimentación de Viaductos y pasos inferiores isostáticos 56

1.9.9. Movimiento de tierras..... 56

1.9.9.1. Clasificación de los materiales 56

1.9.9.2. Excavabilidad 56

1.9.9.3. Resumen de mediciones 57

1.9.9.4. Préstamos, canteras y vertederos 58

1.9.9.5. Transporte de materiales en obra 59

1.9.10. Drenaje 60

1.9.10.1. Caudales de diseño..... 60

1.9.10.2. Periodos de retorno a considerar 61

1.9.10.3. Drenaje transversal	61
1.9.10.4. Drenaje longitudinal	63
1.9.11. Demanda y funcionalidad	65
1.9.12. Secciones tipo y firmes.....	66
1.9.12.1. Secciones tipo.....	66
1.9.12.2. Firmes.....	69
1.9.13. Estructuras	71
1.9.14. Servicios afectados	72
1.9.15. Expropiaciones	72
1.10. Resumen del Estudio de Impacto Ambiental	73
1.11. Resumen y conclusiones	74

1. Memoria

1.1. Introducción

El objetivo de la presente Memoria es la realización de un resumen de los principales contenidos y conclusiones del presente “*Estudio Informativo de la ampliación de la Ronda Litoral (B-10). Tramo Zona Franca – El Morrot*”. La estructura seguida es la siguiente:

- ✓ En la presente **Introducción** se realiza un resumen de la estructura de la Memoria.
- ✓ En un segundo apartado se define tanto el **Objeto del Estudio** como su **delimitación territorial**.
- ✓ En un tercer apartado se incluyen los **Antecedentes** que han sido considerados para la realización del presente Estudio Informativo.
- ✓ En el cuarto apartado se presentan los resultados más relevantes deducidos del **Análisis de la Situación Actual**, desde dos puntos de vista diferenciados: funcional y territorial.
- ✓ A partir del diagnóstico se concretan las diferentes alternativas en el apartado 5, denominado **Definición de Alternativas**.
- ✓ Dentro del apartado 6, se realiza la “**Evaluación del Impacto de las Infraestructuras viarias en la Seguridad Vial**”.
- ✓ Posteriormente se incluye un resumen de la **comparación y selección de las alternativas** analizadas, mostrando los principales datos de la alternativa seleccionada.
- ✓ Seguidamente, se incluye un resumen de los **aspectos** que integran el Estudio Informativo propiamente dicho; se ha incluido tras este punto un apartado **resumen del Estudio de Impacto Ambiental**.
- ✓ Finalmente, en el apartado de **Resumen y Conclusiones** se sintetizan los principales contenidos del presente documento resumiendo las principales conclusiones del estudio.

1.2. Objeto y justificación del Estudio

La ciudad de Barcelona, como gran área metropolitana, se encuentra caracterizada por la gran densidad de tráfico que presentan sus accesos viarios, muchos de ellos totalmente saturados a ciertas horas punta del día.

Este hecho es apreciable en el corredor que permite el acceso a Barcelona por la zona sur a través de la Ronda Litoral (B-10), con intensidades cercanas a los 100.000 vehículos diarios que en algunos casos han de discurrir por secciones de dos carriles por sentido de circulación (tal y como ocurre en el tramo a analizar dentro del presente Estudio Informativo) con una punta de tráfico muy marcada durante la mañana que genera colas que interfieren en el correcto funcionamiento del tronco de la Ronda y de los diferentes enlaces.

El tramo en Estudio, está comprendido entre los P.K. 11,5 y 18 de la Ronda Litoral con una longitud de 6,5 kilómetros. Se inicia en el entorno del enlace de acceso a la Zona Franca y al Puerto de Barcelona desde la salida 18 de la Ronda y concluye en las proximidades de la estación ferroviaria de mercancías de El Morrot, punto a partir del cual la Ronda discurre de forma soterrada bajo el Moll de la Fusta durante aproximadamente 1,5 kilómetros para proseguir bordeando el entramado urbano de Barcelona en dirección la localidad de Besos.

Cabe destacar que en los terrenos ubicados a ambos márgenes del tramo en Estudio se está llevando a cabo una profunda renovación urbanística (con desarrollos previstos en terrenos liberados al oeste de la Ronda) e industrial (con la implantación de la nueva ZAL -Zona de Actividades Logísticas-) del Puerto de Barcelona al este de la Ronda).

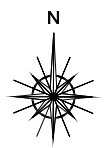
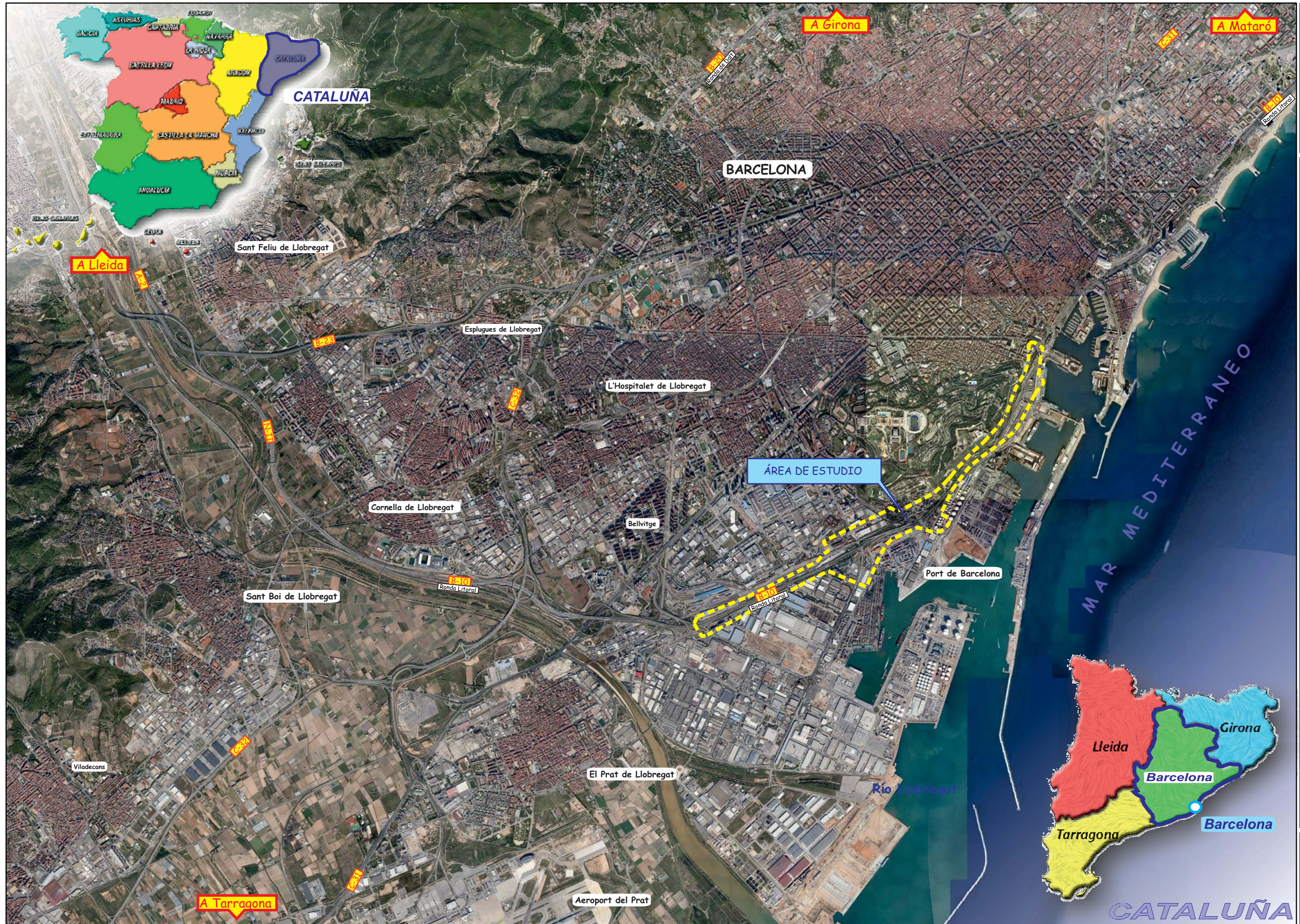
La nueva configuración prevista representará un aumento considerable del número de vehículos que discurren diariamente por la Ronda Litoral, por lo que resulta imprescindible el aumento de capacidad de dicha infraestructura buscando alternativas que permitan satisfacer la nueva demanda generada por dicho proceso de renovación.

El **objeto** del presente contrato por tanto, consiste en desarrollar, a nivel de Estudio Informativo, la alternativa más adecuada que permita aumentar la capacidad actual de la Ronda Litoral (B-10) resolviendo los problemas de funcionalidad existentes en la actualidad y los que se prevén como consecuencia de los desarrollos comentados. Esta alternativa surgirá como resultado del análisis comparativo de las diferentes opciones viables consideradas dentro del Estudio.

A continuación se incluye un gráfico donde puede apreciarse el tramo objeto de Estudio comentado.



Seguidamente se incluye un plano con el área de Estudio.



ESTUDIO INFORMATIVO
 AMPLIACIÓN DE LA RONDA LITORAL (B10)
 TRAMO: ZONA FRANCA - EL MORROT

PLANO DE ÁREA DE ESTUDIO

Original en A3
 Hoja 1 de 1

1.3. Antecedentes

Los principales documentos que pueden considerarse como antecedente al presente “Estudio Informativo de la Ampliación de la Ronda Litoral (B-10). Tramo: Zona Franca – El Morrot” son los siguientes:

- ✓ *Proyecto de Trazado y Construcción de ampliación de capacidad de la Ronda Litoral en el tramo entre la Zona Franca y El Morrot.*

Inicialmente el objeto de este Proyecto consistía en el aumento de capacidad de la Ronda Litoral mediante la ejecución de un tercer carril por sentido de circulación, así como la adecuación de los enlaces afectados y las actuaciones complementarias para la mejora de conexión con la red viaria local de L`Hospitalet de Llobregat. Durante la redacción, el Proyecto fue modificado reduciéndose notablemente su alcance para convertirse en un Proyecto de Mejoras Locales de la Ronda Litoral con objetivo principal de aumentar el nivel de seguridad de los usuarios.

Este ajuste fue motivado por la disconformidad manifestada por el Ayuntamiento de Barcelona a las actuaciones del proyecto frente al futuro escenario urbano y las líneas de actuación solicitadas por el mismo.. Asimismo se consideró que la mejor figura para analizar la capacidad realmente necesaria de acuerdo con la funcionalidad futura de la Ronda era la de un Estudio Informativo.

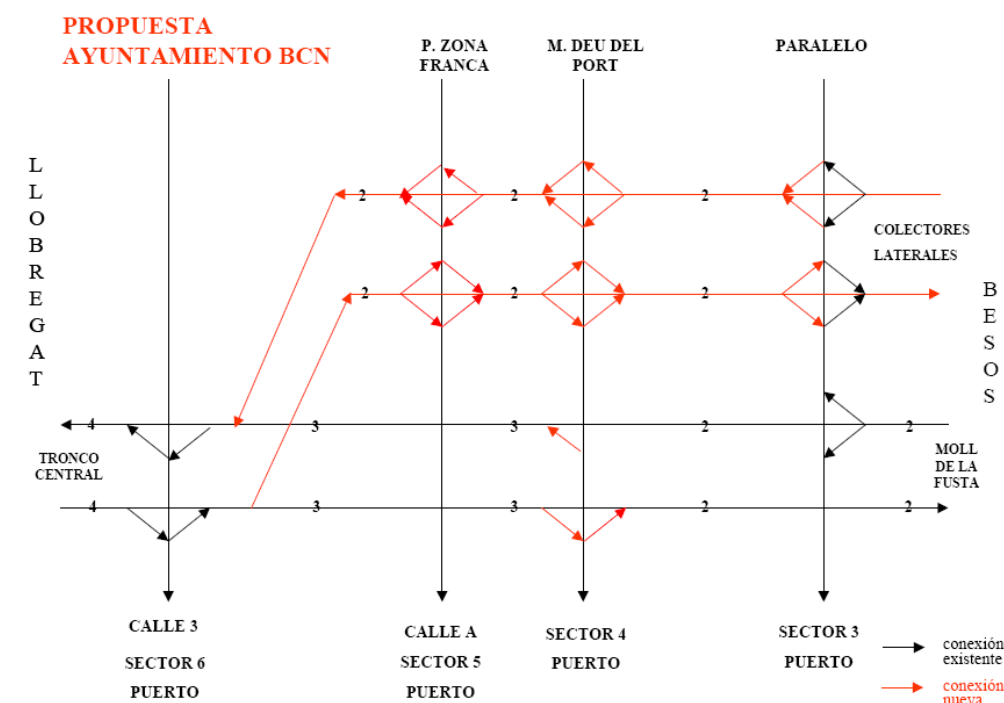
- ✓ *Proyecto de Calzadas Laterales del Ayuntamiento de Barcelona elaborado por Barcelona Regional*

A fin de resolver los problemas de capacidad de la Ronda Litoral dentro del tramo en Estudio, el Ayuntamiento de Barcelona elaboró una propuesta que tenía un doble objetivo; por un lado, establecer un tronco central libre de interferencias para el tráfico de paso, y por otro, crear unos laterales que recojan los movimientos de entrada y salida a la Ronda y por donde circule el tráfico más urbano de conexión interna de la ciudad.

Inicialmente la propuesta planteada por el Ayuntamiento consistía en eliminar todos los accesos en los dos sentidos al tronco central de la Ronda Litoral desde el Paseo de la Zona Franca y la calle A del polígono industrial, hasta las proximidades de la Pl. Drassanes, donde se mantiene

la salida al Sector 3 del Puerto en sentido Sur. La propuesta planteaba nuevos accesos a la Ronda, en los dos sentidos, desde el sector 4 del Puerto. Los movimientos suprimidos se han de realizar a través de los colectores laterales de nueva creación que cuentan con una sección de dos carriles por sentido de circulación.

La sección del tronco central es de tres carriles desde el nudo viario de la calle 3 hasta la entrada al Sector 4 del Puerto, a la altura de Mare de Déu del Port, donde el tercer carril nace y muere. Es decir, desde este punto en adelante la sección del tronco central de la Ronda se mantiene como en la actualidad, con una sección de 2 carriles por sentido de circulación.



- ✓ *Anteproyecto de Reunificación de las puertas 28 y 29 del Puerto de Barcelona.*

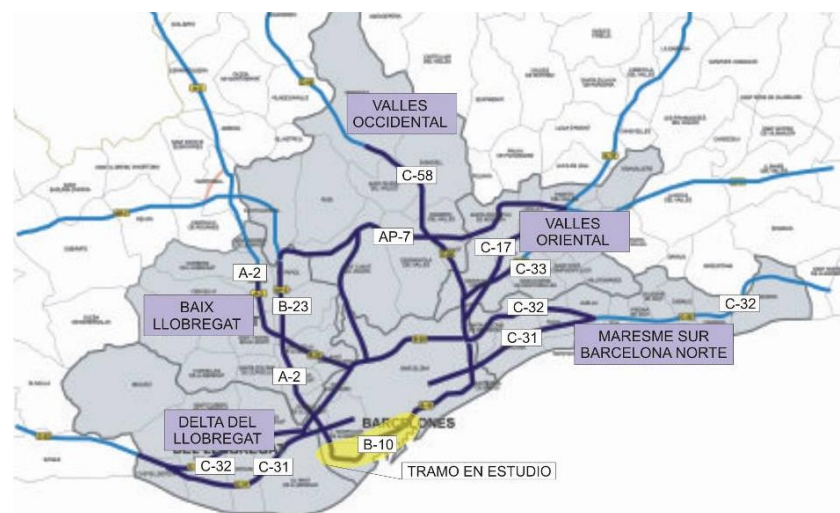
El objeto del Anteproyecto consiste en analizar la posibilidad de fusionar las puertas 28 y 29 del Puerto de Barcelona en un único acceso, aumentando su capacidad global, mejorando igualmente la conexión Puerto-Ronda Litoral, de forma que se eviten afecciones (colas derivadas de la actividad del Puerto) a la Ronda Litoral (B-10). Dentro del mismo se estudiaron en detalle 3 posibles soluciones tomándose como referencia para el presente Estudio Informativo, la opción seleccionada (solución 2)

1.4. Análisis de la situación actual

Dentro del presente apartado, se realiza la caracterización de la red viaria actual ubicada en las proximidades de la zona de actuación, describiendo sus principales características en materia de tráfico.

La red viaria en el entorno metropolitano de Barcelona puede agruparse en dos categorías claramente diferenciadas. Por un lado, se encuentran los cinco corredores viarios principales de penetración que permiten conectar las poblaciones externas con la zona metropolitana de Barcelona, y por otro, se encuentra la red viaria interna, que distribuye el tráfico de estos corredores hacia los diferentes destinos dentro del entramado urbano.

La Ronda Litoral forma parte del segundo grupo, pero con una particularidad fundamental ya que conecta la red de Carreteras del Estado con el Puerto de Barcelona. Concretamente, el tramo en Estudio, acoge básicamente los tráficos provenientes de dos corredores: *el corredor del Delta del Llobregat*, formado por las autovías C-32 y C-31, cuyo tráfico es generado por las poblaciones del litoral sur costero, aeropuerto, etc..., y *el corredor del Baix Llobregat*, formado por la autovía A-2, la cual canaliza el tráfico de largo recorrido procedente del centro y sur de la península.



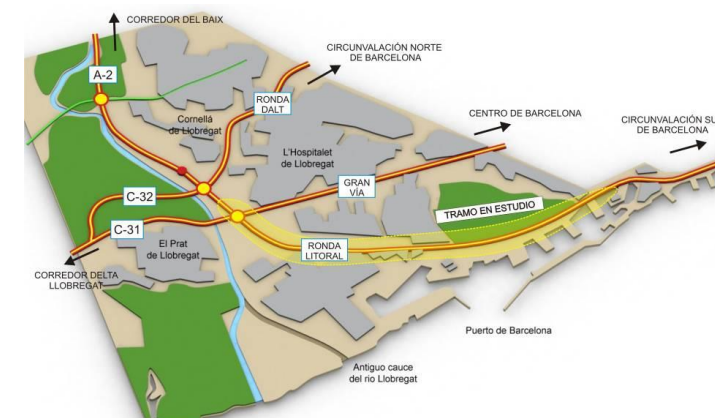
Las tres autovías mencionadas, al aproximarse a la ciudad, presentan funciones bien diferentes.

- La autovía **A-2**, una vez superado el enlace con la autovía C-31, pierde su denominación pasando a llamarse Ronda Litoral. A partir de este punto actúa como circunvalación sur de la ciudad, con un trazado que mayoritariamente discurre soterrado y que concluye en las proximidades

de la localidad de Besos, donde enlaza con los restantes corredores mostrados en el gráfico.

- Con respecto a las **autovías C-31 y C-32** cabe destacar que también cambian de nombre pasando a denominarse Gran Vía de las Cortes Catalanas y Ronda Dalt respectivamente. La Gran Vía de Barcelona atraviesa todo el centro de Barcelona longitudinalmente, mientras que la Ronda Dalt circunvala Barcelona por el norte.

Cabe destacar que los tres ejes urbanos descritos se encuentran interconectados entre sí mediante ejes transversales que constituyen el mallado viario principal de la ciudad. Debido a esta configuración, las Rondas tienen una función doble: por un lado sirven principalmente como ejes distribuidores del tráfico hacia el centro de la ciudad pero al mismo tiempo, actúan como corredores de paso para los movimientos de media distancia dirigidos hacia los otros corredores.



Esta doble función, motiva que ambos ejes soporten intensidades de tráfico muy elevadas. Especialmente problemático es el caso de la Ronda Litoral en el tramo que da origen al presente Estudio, ya que cuenta con un subtramo con dos carriles por sentido de circulación (ubicado entre el Cementerio de Montjuic y la salida 21 de la Ronda) que diariamente soporta más de 100.000 vehículos, con horas punta concentradas entre las 7 y las 10 de la mañana en ambos sentidos, hecho que se traduce en la formación de colas que interfieren en el correcto funcionamiento del tronco de la Ronda y de los diferentes enlaces.

Esta problemática se acrecentará en los próximos años debido a que los espacios ubicados a ambos márgenes de la Ronda (dentro del tramo en Estudio) se encuentran inmersos en un profundo proceso de renovación y crecimiento, tanto urbanístico como industrial, lo que se traducirá en un incremento significativo del número de vehículos que fluyen por la misma. El análisis de la situación actual pone de manifiesto la necesidad de **augmentar la capacidad de la Ronda en el tramo en Estudio**, a fin de dar respuesta de forma eficiente a la nueva demanda de vehículos que se espera en los próximos años. A continuación se incluye un plano con demanda de tráfico dentro del área de Estudio.



LEYENDA			
B-134-1 132.354 13,14% 136.984 12,54%	Nombre estación IMD 2012 % pes. 2.012 IMD 2013 % pes. 2.013	39-SMD-1 132.354	Nombre estación IMD 2010
■ Permanente	★ Permanente	● Estaciones Diputación	
■ Primaria	★ Primaria		
■ Secundaria			

ESTUDIO INFORMATIVO
AMPLIACIÓN DE LA RONDA LITORAL (B10)
TRAMO: ZONA FRANCA - EL MORROT

AFOROS OFICIALES
(Año 2012 y 2013)

Original en A3

1.5. Definición de alternativas

Para la definición de alternativas se ha procedido a tramificar el corredor en Estudio en las siguientes tres zonas:

- **Zona 1:** comprendida entre el enlace de Zona Franca y el enlace de Acceso al Puerto por la Puerta 29. En esta zona se ubica la conexión con el Paseo de la Zona Franca que permite conectar con la Gran Vía.
- **Zona 2:** comprendida entre el enlace de acceso al Puerto por la puerta 29 y enlace de salida por la 28, donde además se materializa la conexión con la calle Mare de Deu Port.
- **Zona 3:** comprendida entre en enlace de salida del Puerto por la puerta 28 y la salida del tronco de la Ronda Litoral hacia Barcelona



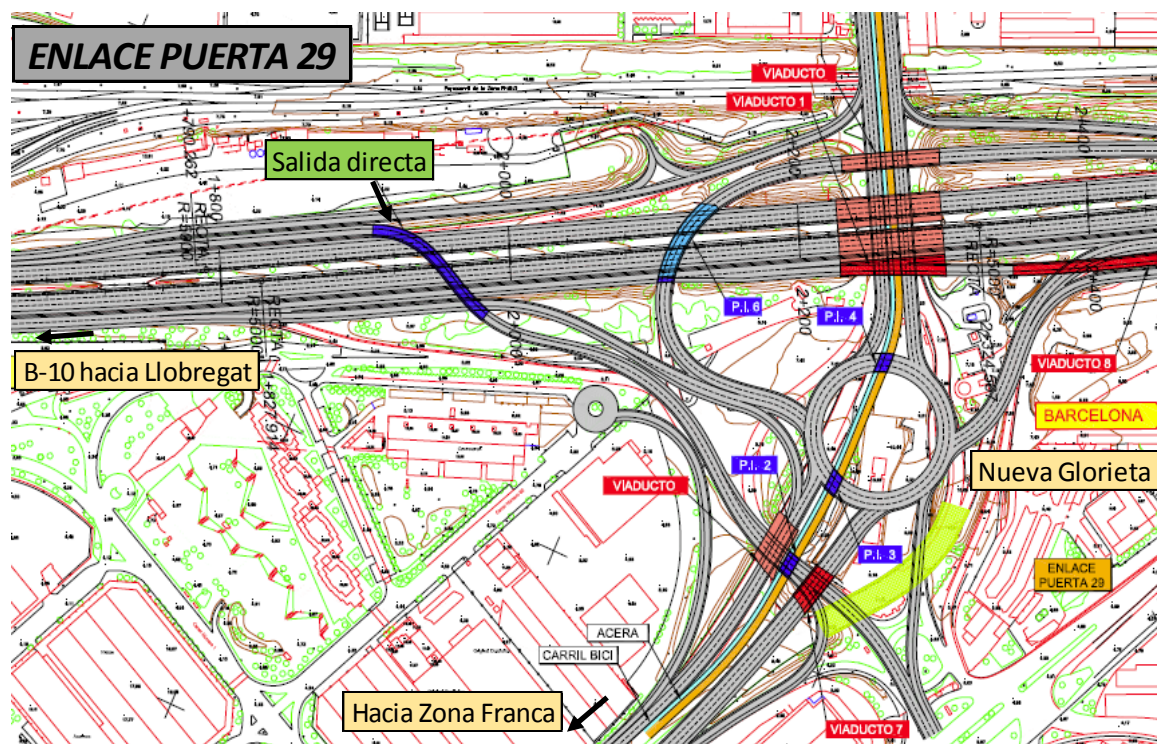
Alternativa 1

Esta alternativa toma como base de partida la solución desarrollada en el Antecedente denominado “Proyecto de Trazado y Construcción de ampliación de capacidad de la Ronda Litoral en el tramo entre la Zona Franca y El Morrot”.

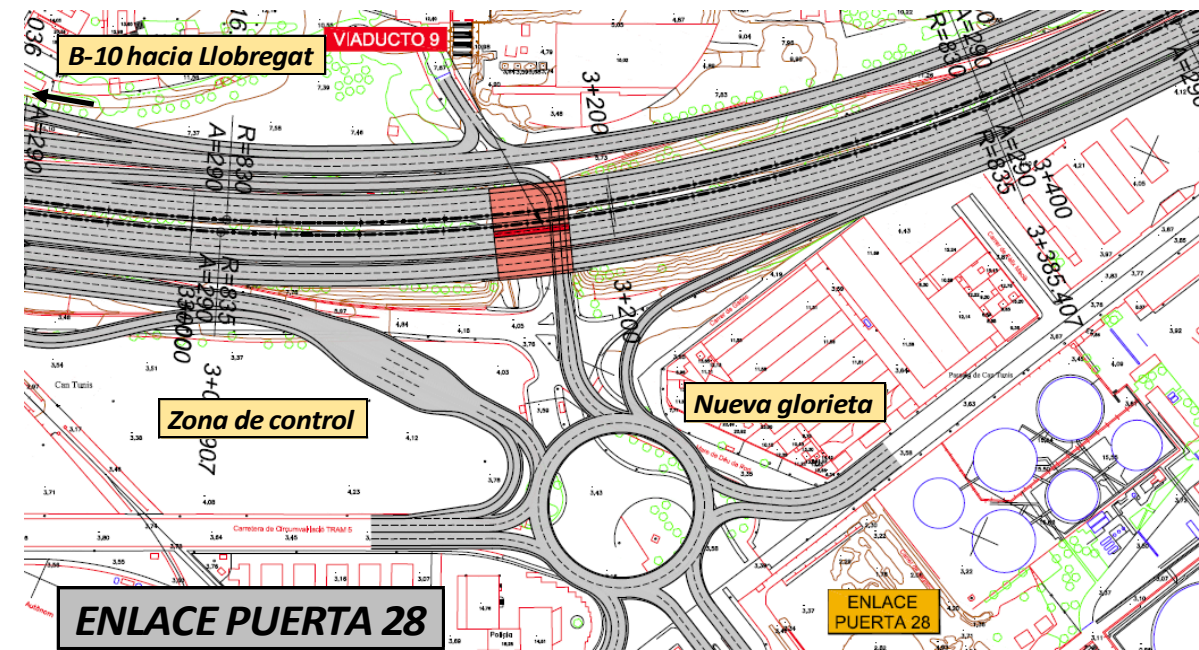
La propuesta consiste en una ampliación de capacidad del tronco de la Ronda Litoral mediante la implantación de 1 o 2 carriles adicionales por sentido de circulación, en función de la zona considerada. La ampliación de un carril por sentido en las **zonas 1 y 2** se consigue gracias a la amplia sección existente que permite crecer por mediana.

Los enlaces existentes también son remodelados con el objetivo de incrementar su capacidad y funcionalidad de forma compatible con el Anteproyecto de Reunificación del Puerto de Barcelona (elaborado por el Puerto de Barcelona y expuesto en el capítulo de Antecedentes) que plantea la entrada por la Puerta 28 y la salida por la Puerta 29.

En la zona de la **Puerta 29**, las actuaciones más significativas son la ejecución de una nueva glorieta que gestiona todo el tráfico con origen-destino la zona Franca del Puerto así como la ejecución de un ramal de salida directo del Puerto (sentido Llobregat) que permite agilizar la salida evitando cruces con otros movimientos.

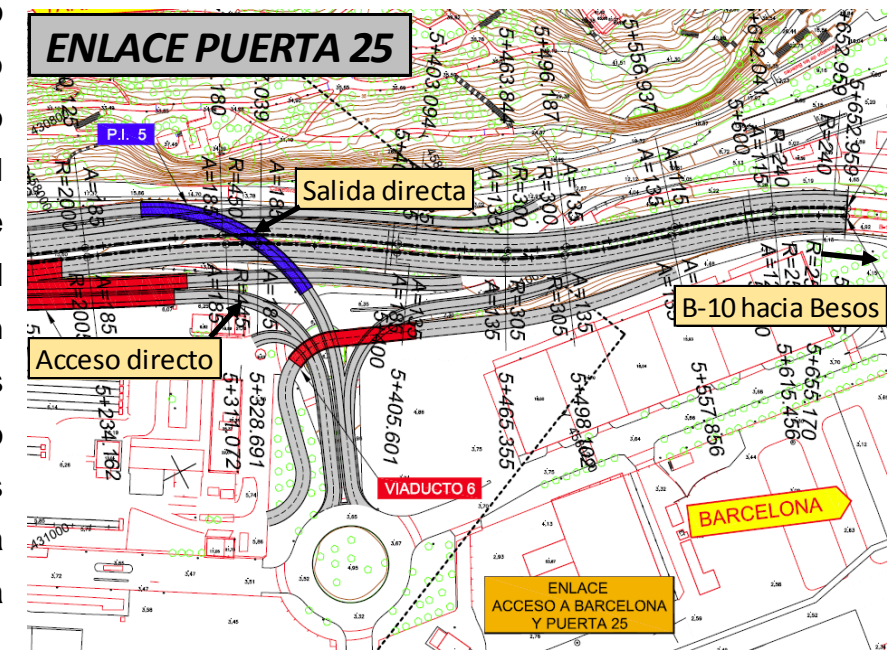


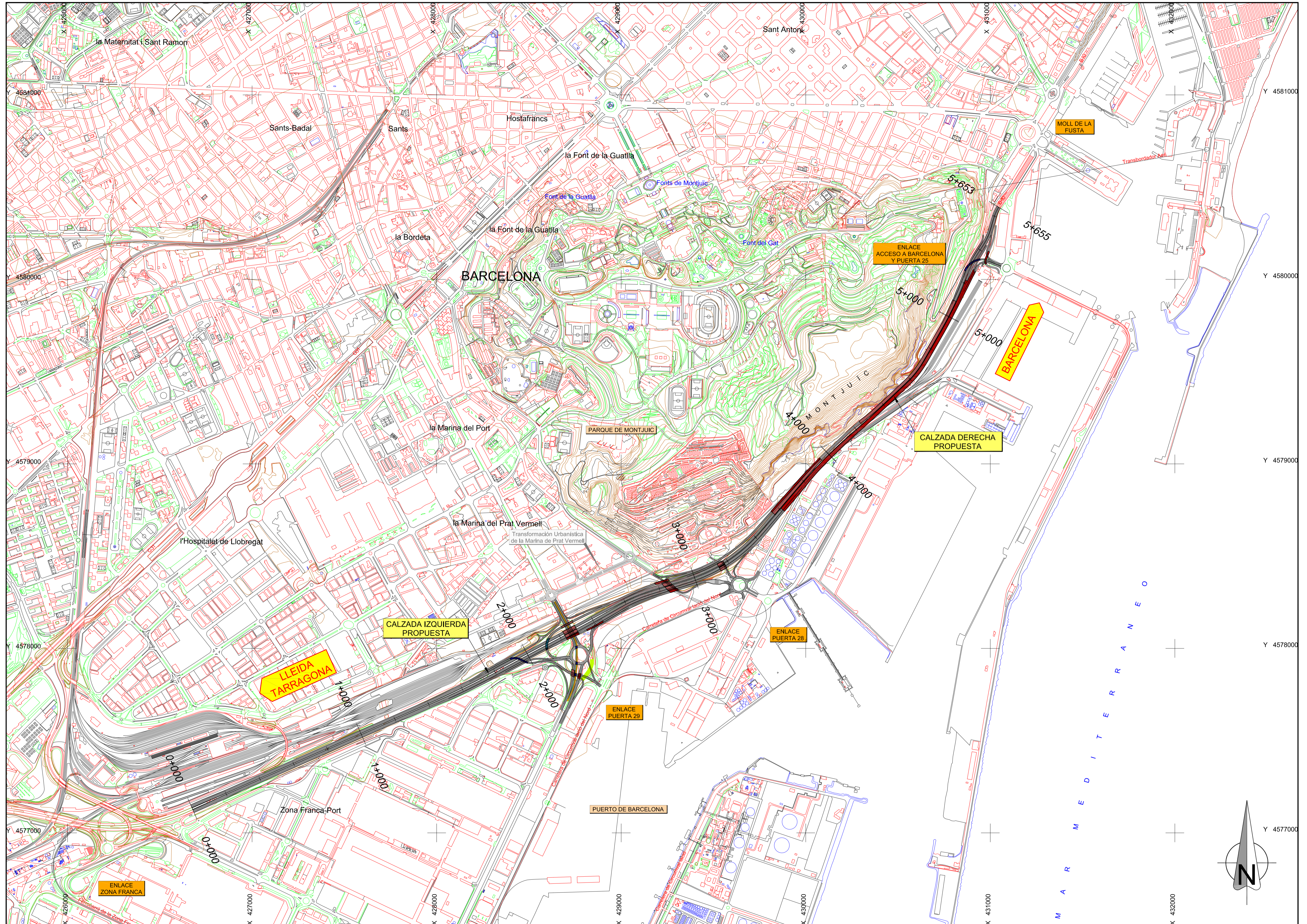
En la zona de la **Puerta 28**, se dispone el nuevo acceso al Puerto con una zona de control que da acceso a una nueva glorieta encargada de distribuir el tráfico hacia los diferentes destinos dentro del Puerto.



En la **zona 3** (sección actual en viaducto con mediana estricta), en el que se añaden dos nuevos carriles por sentido, la ampliación se materializa utilizando la calzada actual (4 carriles) para el sentido de salida de Barcelona, construyéndose un nuevo viaducto para el sentido de entrada a Barcelona.

El enlace de acceso a la Puerta 25 ha sido modificado estableciendo conexión directa con el tronco hacia/desde Llobregat. Se mantiene el acceso a la Ronda en sentido Besos suprimiéndose el acceso al Puerto desde Besos debiendo realizarse a través de la Glorieta de la Plaza del Carbón.





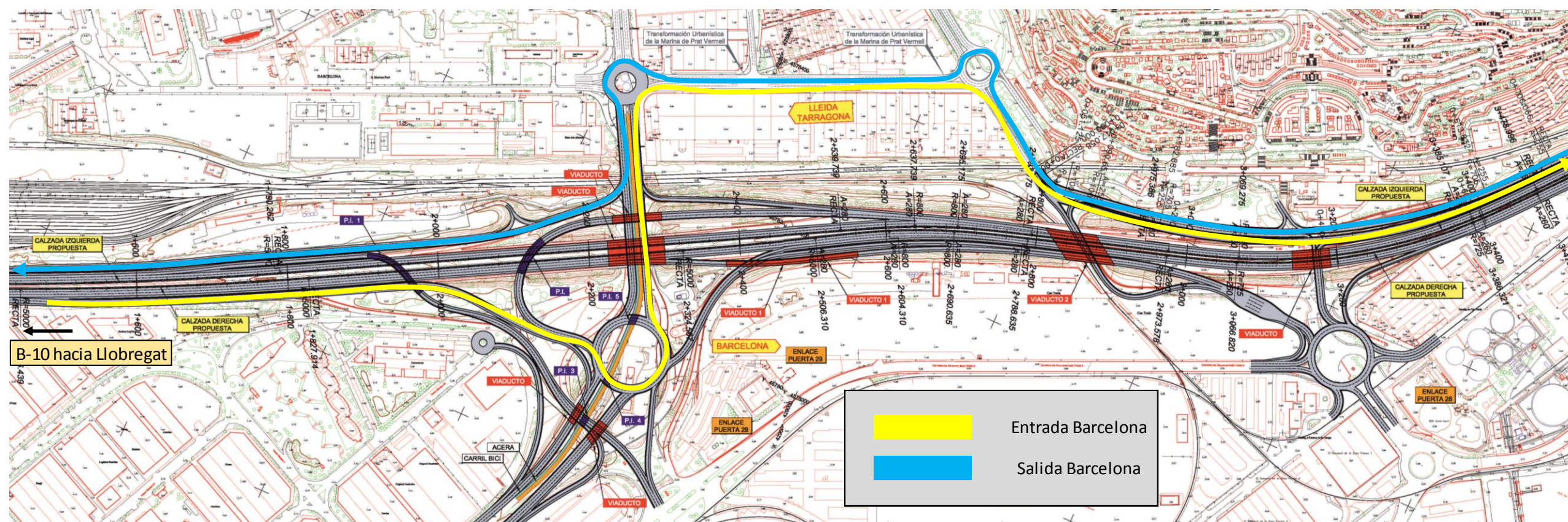
Alternativa 2

La segunda propuesta toma como base de partida la solución desarrollada en el “Proyecto de Calzadas Laterales del Ayuntamiento de Barcelona”, en el que se determina la creación de unas calzadas laterales (2 carriles por sentido de circulación) cuya configuración prevista permite dividir el tráfico entre ambos corredores, fluyendo por la Ronda fundamentalmente el tráfico de paso y de acceso al Puerto, y por las calzadas laterales el tráfico de agitación con origen/destino Barcelona.

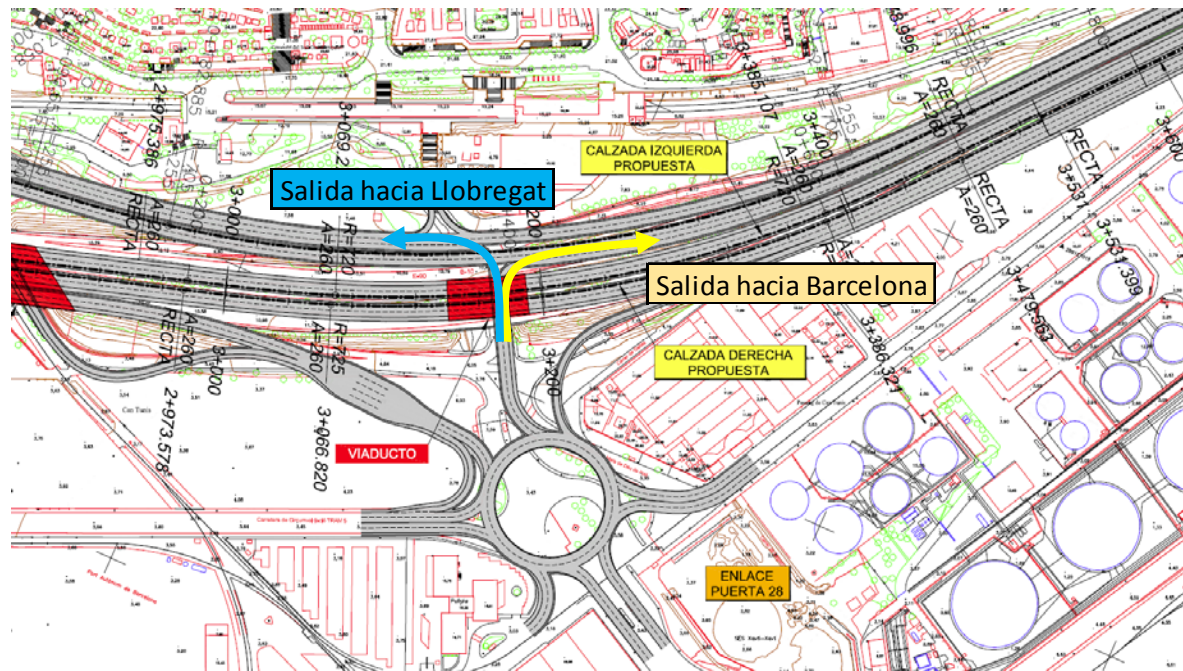
Esta alternativa cuenta con 4 carriles por sentido (al igual que la 1) en la **zona 1** previa al enlace con la Puerta 29 (manteniéndose la salida directa del Puerto hacia la Ronda Litoral, sentido Llobregat), donde está prevista la división de los tráficos que circulan por la Ronda de la siguiente forma:

- El tráfico de largo recorrido sigue por el tronco de la Ronda Litoral cuya sección va perdiendo progresivamente carriles (en sentido Barcelona) hasta quedarse en 2 por sentido (**zona 3**).
- El tráfico con destino Barcelona abandona la Ronda Litoral y a través de la nueva glorieta ubicada en la zona del Enlace con la Puerta 29 conecta con una nueva vialidad local que conecta posteriormente con las calzadas laterales hacia Barcelona. En sentido contrario (salida de Barcelona) el itinerario es similar.

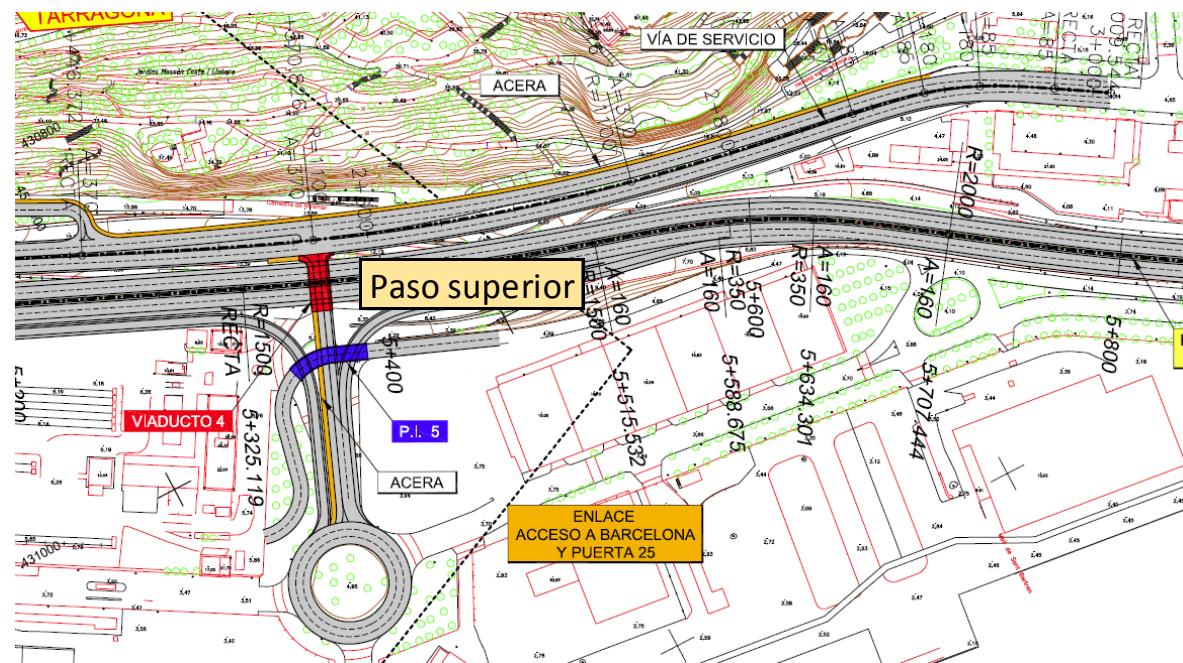
En el gráfico adjunto pueden observarse de forma esquemática los dos movimientos comentados.



En la zona de la Puerta 28 se plantea la conexión del Puerto con las calzadas laterales en ambos sentidos (Llobregat y Besos) tal y como se observa en el gráfico adjunto.

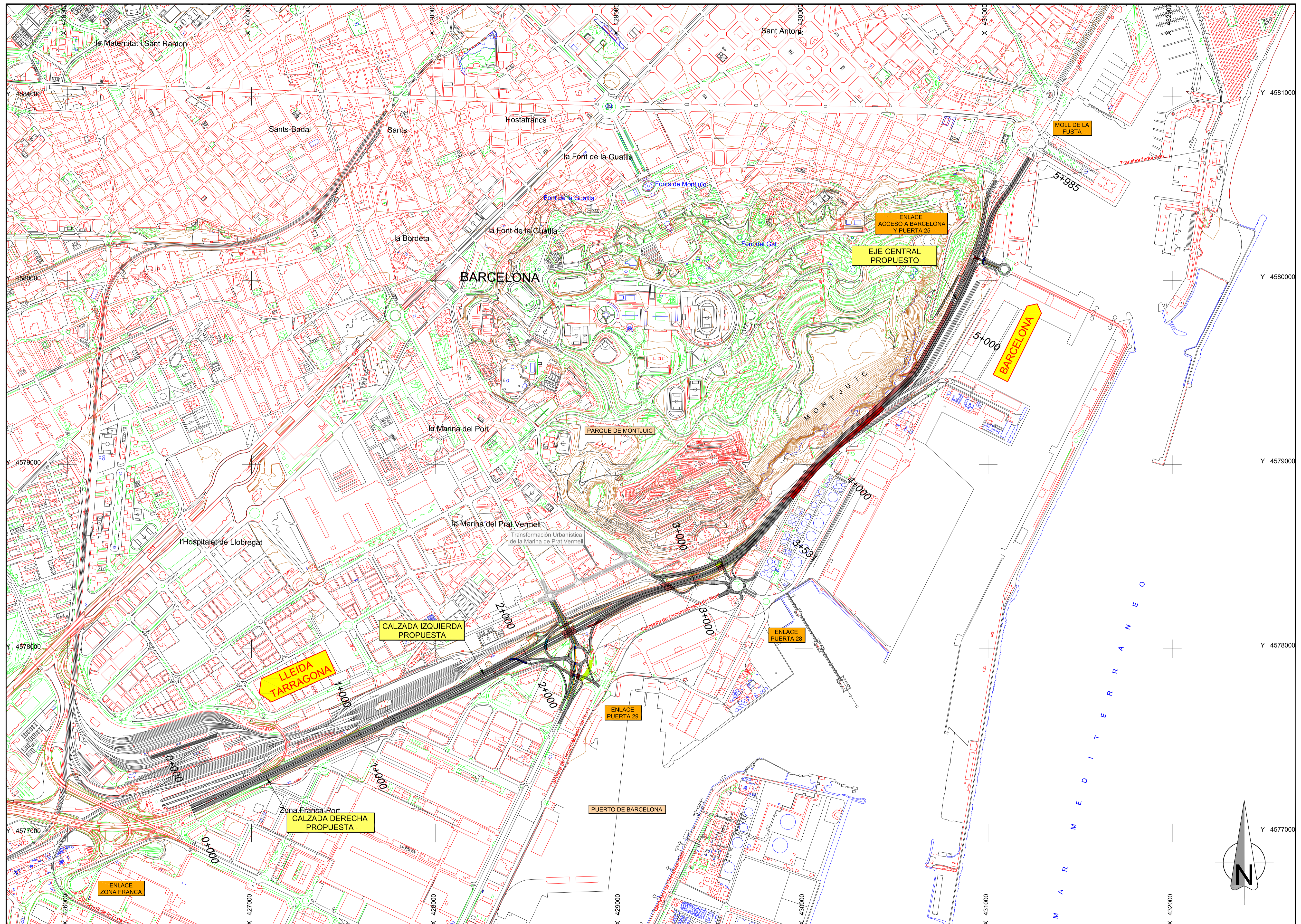


Finalmente en la zona de la Puerta 25, las principales actuaciones son la ejecución de un paso superior para permitir conectar el Puerto con las calzadas laterales en ambos sentidos así como la supresión de las conexiones hacia/desde Barcelona con la Ronda Litoral.



Una de las grandes diferencias con respecto a la alternativa 1 se produce en esta zona, en la que para posibilitar el encaje geométrico del enlace previsto es necesario bajar la rasante de la autovía para hacer posible la implantación del paso superior previsto con gálibo suficiente sobre la misma.

Esta medida afecta significativamente al funcionamiento de la estación de carga del ADIF que precisaría una reposición integral.



1.6. Evaluación del Impacto de las Infraestructuras viarias en la Seguridad Viaria

En cumplimiento de lo dispuesto en el **Real Decreto 345/2011**, de 11 de marzo, sobre gestión de la seguridad de las infraestructuras viarias en la Red de Carreteras del Estado, el Estudio Informativo incorpora en el Anejo nº5 a la memoria, una **evaluación de impacto de las infraestructuras viarias en la seguridad**” (en adelante EISV).

En esta EISV se analizan diversos factores con incidencia sobre seguridad; algunos de carácter externo, como la meteorología, el riesgo de deslumbramiento o la sismicidad, y otros internos o específicos para cada alternativa o solución.

En el caso particular del presente estudio, no se observan entre los primeros condiciones que resulten determinantes. En materia de seguridad, y en términos de comparación de alternativas, las principales diferencias derivan de las condiciones geométricas que definen cada solución de trazado.

El análisis de seguridad realizado sintetizada lo anterior en estimaciones de accidentabilidad, habiendo obtenido los siguientes resultados:

Estimación de la accidentabilidad en las alternativas

Alternativas	L	IP ₂₀₄₀	IMD ₂₀₄₀	ACV ₂₀₄₀
Alternativa 0	5,65	10,45	140.405	30,3
Alternativa 1	5,66	9,33	147.028	27,7
Alternativa 2	5,99	10,00	132.911	29,0

Siendo:

- L = Longitud (en km)
- IP₂₀₄₀ = IP₂₀₄₀ teórico para alternativa 0 * k
- IMD₂₀₄₀ = Intensidad Media Diaria estimada
- IP_n = Índice de Peligrosidad estimado para el año (n)

La tabla anterior es coherente con lo expuesto, en el sentido de que no refleja cambios sustanciales entre la situación actual y las alternativas propuestas, dado que todas están sujetas a similares afecciones y las diferencias en el trazado son

limitadas. Sin embargo, son éstas y las variaciones en las estimaciones de IMD (intensidad de tráfico) las que explican en gran medida las diferencias en la accidentabilidad previsible.

1.7. Comparación de alternativas

En el presente apartado se presenta un breve resumen del trabajo realizado dentro del *Anejo n°6. Comparación de las opciones estudiadas*, en el que se desarrolla el análisis multicriterio que permite seleccionar, de entre las dos alternativas consideradas, la óptima desde diferentes objetivos (económico, ambiental, funcional y territorial).

Así y tras definir los indicadores de referencia asociados a cada uno de los objetivos se procede a realizar el análisis ponderado de las diferentes alternativas obteniéndose un valor numérico para cada indicador.

Posteriormente se realiza el escalado (con resultado final entre 1 y 10) predefiniendo que valor se considera como cero y qué valor merece un diez. Los valores intermedios se obtienen mediante estimaciones de tipo lineal.

El último paso es la aplicación de los dos métodos de comparación seleccionados, cuyas principales características se resumen a continuación:

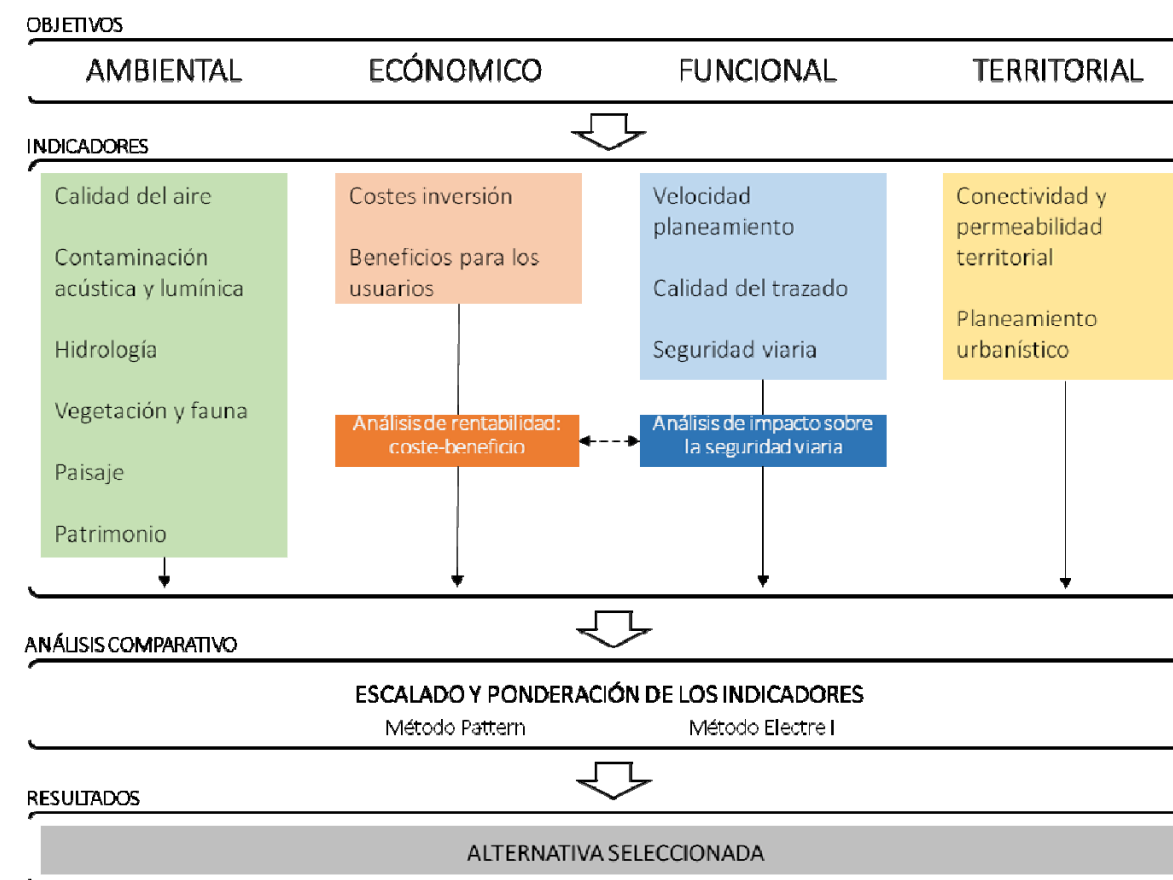
- **Método Pattern** (perteneciente al grupo de “agregación total”): tiene en cuenta tanto el peso o la importancia que la persona decisoria atribuye a los diferentes criterios (o indicadores) como las valoraciones que el analista da a cada alternativa en función de los mismos.
- **Método Electre I** (perteneciente al grupo de “agregación parcial”): su fundamento estriba en la comparación de todas las alternativas 2 a 2 de forma ordenada. Como resultado, se obtiene una síntesis de conjunto sobre un grafo.

Para que una alternativa sea superior a otra debe, cualitativamente, “superarla en muchos criterios”. Para que una alternativa sea superior a otra no debe, cualitativamente, “existir mucha diferencia en contra de ella en ningún criterio”.

La aplicación de ambos métodos dentro del presente Estudio resulta concluyente en ambos casos, **resultando seleccionada la alternativa 1**.

A continuación se incluye un esquema gráfico que resume el proceso anteriormente comentado.

Esquema básico del análisis multicriterio para la comparación de alternativas



Se adjuntan tablas con los principales resultados obtenidos:

Aplicación método PATTERN sobre valores ponderados de los Indicadores

Objetivo	Variable	Alternativa 1 Valor	Alternativa 2 Valor
Ambiental	Calidad del aire	7,50	7,50
	Situación fónica	8,50	8,50
	Contaminación lumínica	7,50	7,50
	Orografía y pendientes	8,00	7,50
	Hidrología superficial	7,50	7,50
	Hidrogeología	6,00	5,50
	Vegetación	8,00	7,50
	Patrimonio cultural	9,00	9,00
<i>Suma</i>		7,75	7,55
Económico	Rentabilidad	10,0	5,3
Funcional	Seguridad Vial y Calidad de Trazado	8,96	8,18
	Velocidad de Planeamiento	8,51	8,51
	<i>Suma</i>		8,73
Territorial	Planeamiento	7,58	7,60
	Permeabilidad y conectividad	8,00	8,50
	<i>Suma</i>		7,58
Total Pattern		8,51	7,21

Las mayores diferencias entre ambas alternativas se producen en la variable Rentabilidad como consecuencia de los ahorros en tiempo de la alternativa 1 con respecto a la 2 resultado de la mayor fluidez del tráfico en el tronco principal (4 carriles por sentido frente a 2 por sentido en la alternativa 2). No obstante, el factor determinante en la comparativa es la mayor inversión de la alternativa 2, sobre todo como consecuencia de un presupuesto de licitación superior en torno al 15% respecto a la 1.

Aplicación método ELECTRE I sobre valores ponderados de los Indicadores

Tabla resumen de aplicación del método Electre I

Criterios	Pesos	Alternativa 1	Alternativa 2
		Valor	Valor
Ambiental	0,25	7,75	7,55
Económico	0,25	10,00	5,34
Funcional	0,25	8,73	8,34
Territorial	0,25	7,58	7,60

Matriz de concordancia

	Alternativa 1	Alternativa 2
Alternativa 1	0,00	0,75
Alternativa 2	0,25	0,00

Matriz de discordancia

	Alternativa 1	Alternativa 2
Alternativa 1	0,000	0,002
Alternativa 2	0,466	0,000

Matriz de preferencias

	Alternativa 1	Alternativa 2
Alternativa 1		X
Alternativa 2		

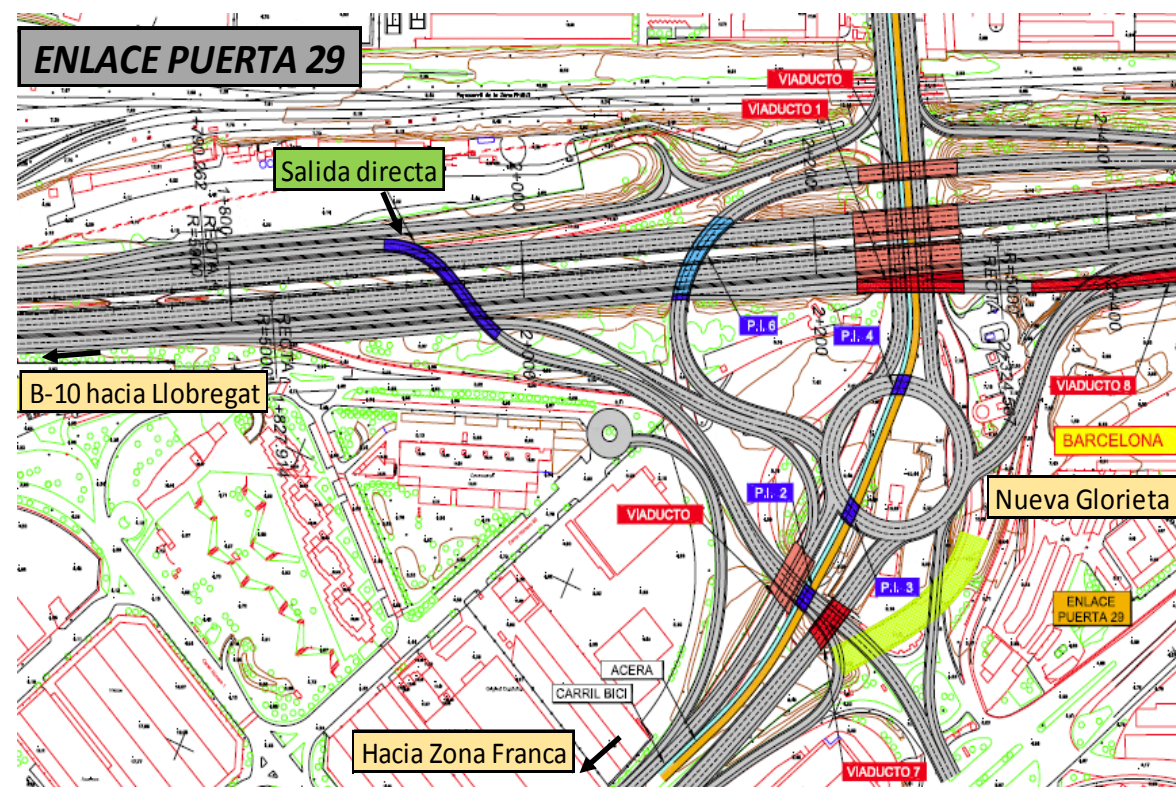
Los resultados de este método son también concluyentes tal y como se observa en la matriz de preferencias donde la X indica que se prefiere la alternativa 1 frente a la 2.

1.8. Concepción global de la opción seleccionada

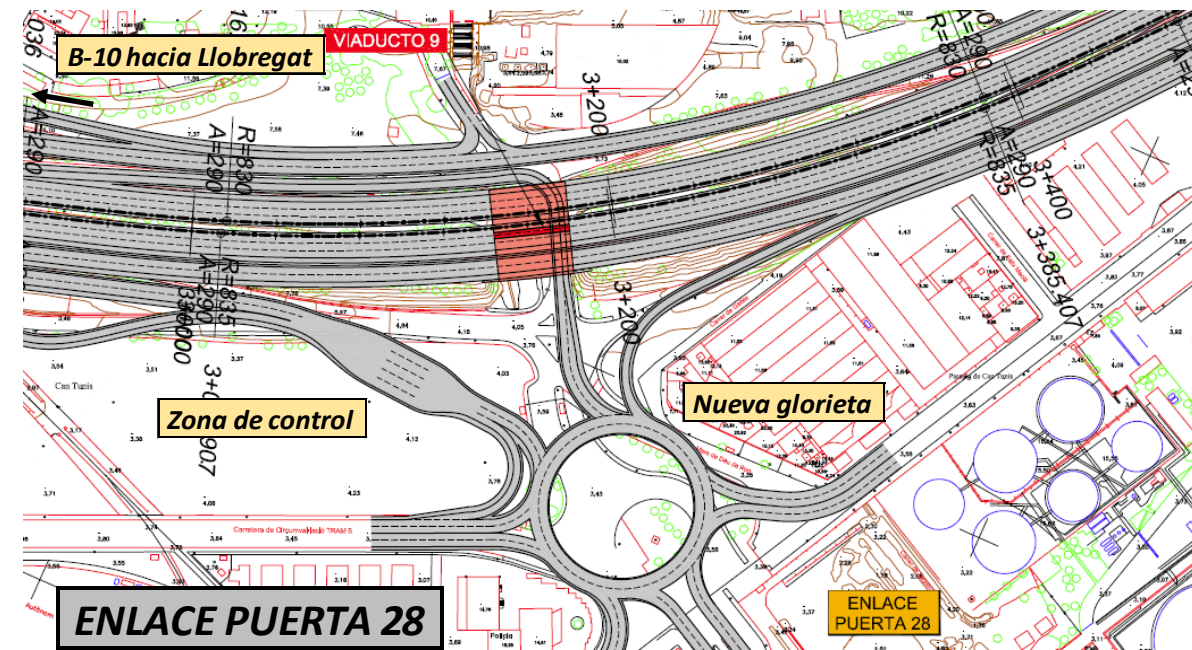
La propuesta consiste en una ampliación de capacidad del tronco de la Ronda Litoral mediante la implantación de 1 o 2 carriles adicionales por sentido de circulación, en función de la zona considerada. La ampliación de un carril por sentido en la zona inicial se consigue gracias a la amplia sección existente que permite crecer por mediana.

Los enlaces existentes también son remodelados con el objetivo de incrementar su capacidad y funcionalidad de forma compatible con el Anteproyecto de Reunificación del Puerto de Barcelona (elaborado por el Puerto de Barcelona y expuesto en el capítulo de Antecedentes) que plantea la entrada por la Puerta 28 y la salida por la Puerta 29.

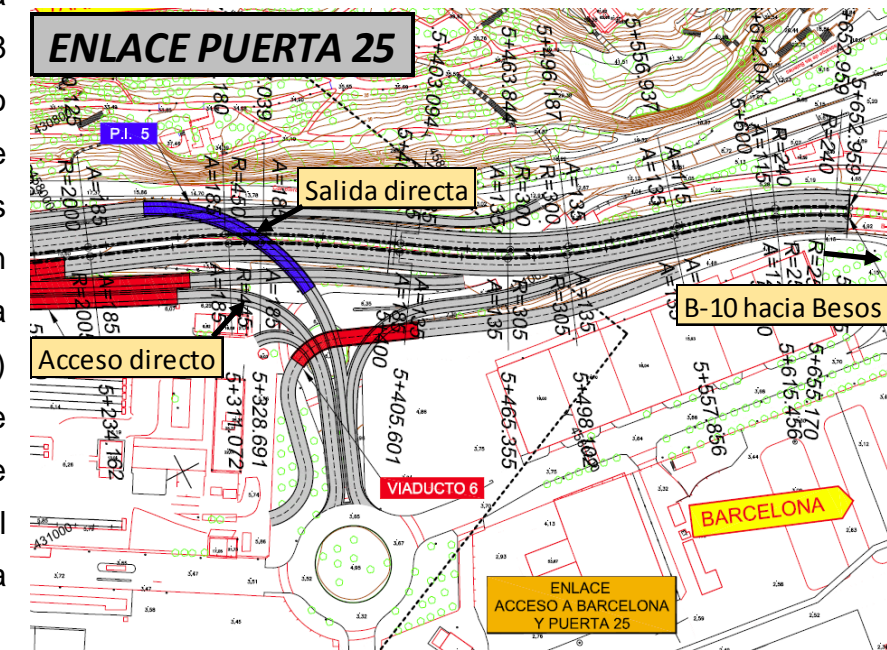
En la zona de la **Puerta 29**, las actuaciones más significativas son la ejecución de una nueva glorieta que gestiona todo el tráfico con origen-destino la zona Franca del Puerto así como la ejecución de un ramal de salida directo del Puerto (sentido Llobregat) que permite agilizar la salida evitando cruces con otros movimientos.



En la zona de la **Puerta 28**, se dispone el nuevo acceso al Puerto con una zona de control que da acceso a una nueva glorieta encargada de distribuir el tráfico hacia los diferentes destinos dentro del Puerto.



Una vez superada la zona de la Puerta 28 (sección actual en viaducto con mediana estricta), se añaden dos nuevos carriles por sentido. La ampliación se materializa utilizando la calzada actual (4 carriles) para el sentido de salida de Barcelona, construyéndose un nuevo viaducto para el sentido de entrada a Barcelona.



El enlace de acceso a la Puerta 25 ha sido modificado estableciendo conexión directa con el tronco hacia/desde Llobregat. Se mantiene el acceso a la Ronda en sentido Besos suprimiéndose el acceso al Puerto desde Besos debiendo realizarse a través de la Glorieta de la Plaza del Carbón.

Posteriormente al enlace de la Puerta 25, no se realizan modificaciones.

La sección tipo adoptada en cada eje es la siguiente:

- ✓ Calzada: Mínimo 7 m.
- ✓ Arcenes exteriores: 2,5 m.
- ✓ Arcenes interiores: 1,5 m.
- ✓ Berma desmonte / terraplén: 1 / 1.1 m.
- ✓ Talud de desmonte / terraplén: 3H:2V / 2H:1V

El número de estructuras en las que se ha de actuar es de 15 que se dividen de la siguiente manera:

- ✓ 9 viaductos
- ✓ 6 pasos inferiores

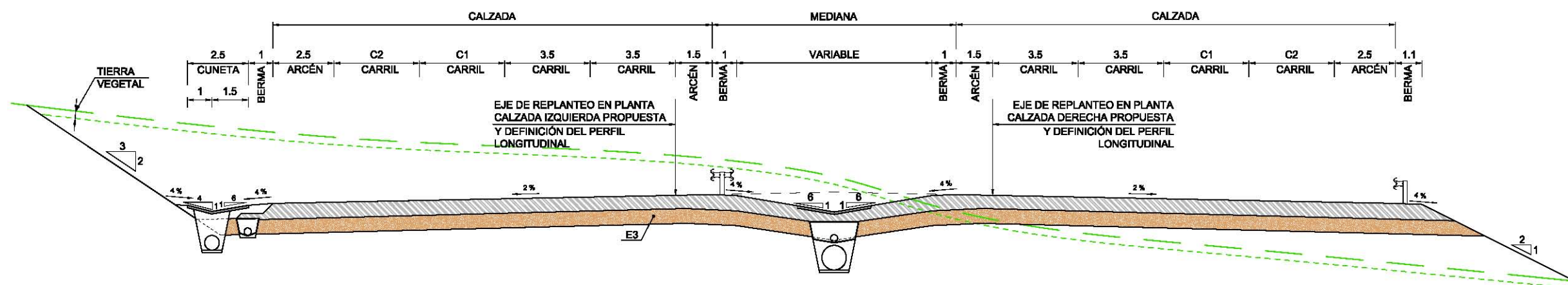
En la zona de proyección del viaducto 5 (zona del morrot) se afectarán las vías existentes pertenecientes a ADIF. Estas vías deberán ser repuestas junto con las instalaciones asociadas (catenaria, instalaciones de seguridad y comunicaciones, etc...). El presupuesto de servicios afectados es de **6.603.248,31€**

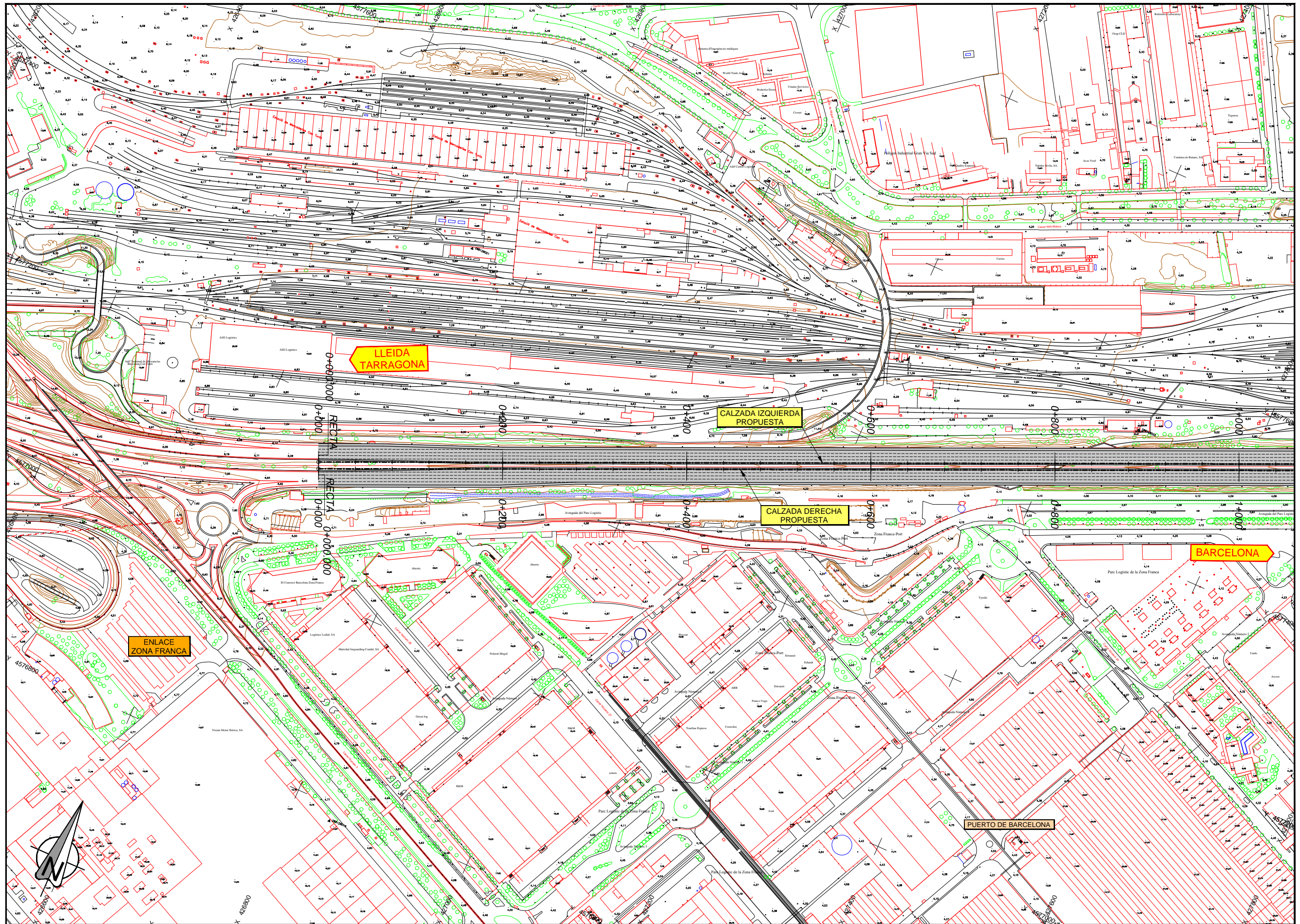
El presupuesto total de las expropiaciones necesarias para la correcta implantación de la actuación es de **8.427.960 €**

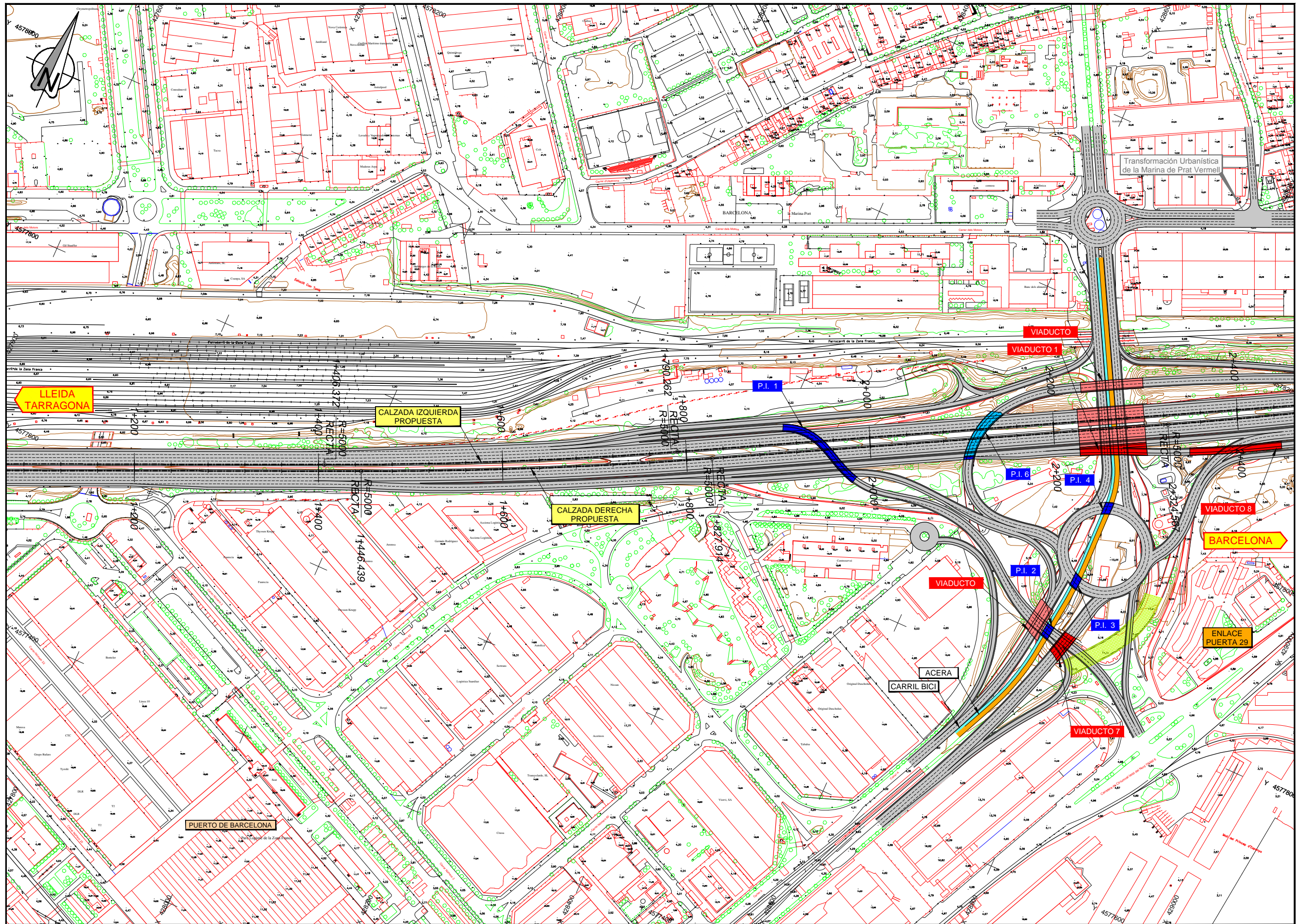
Finalmente el presupuesto de **licitación asciende a 98.810.298,71 €**

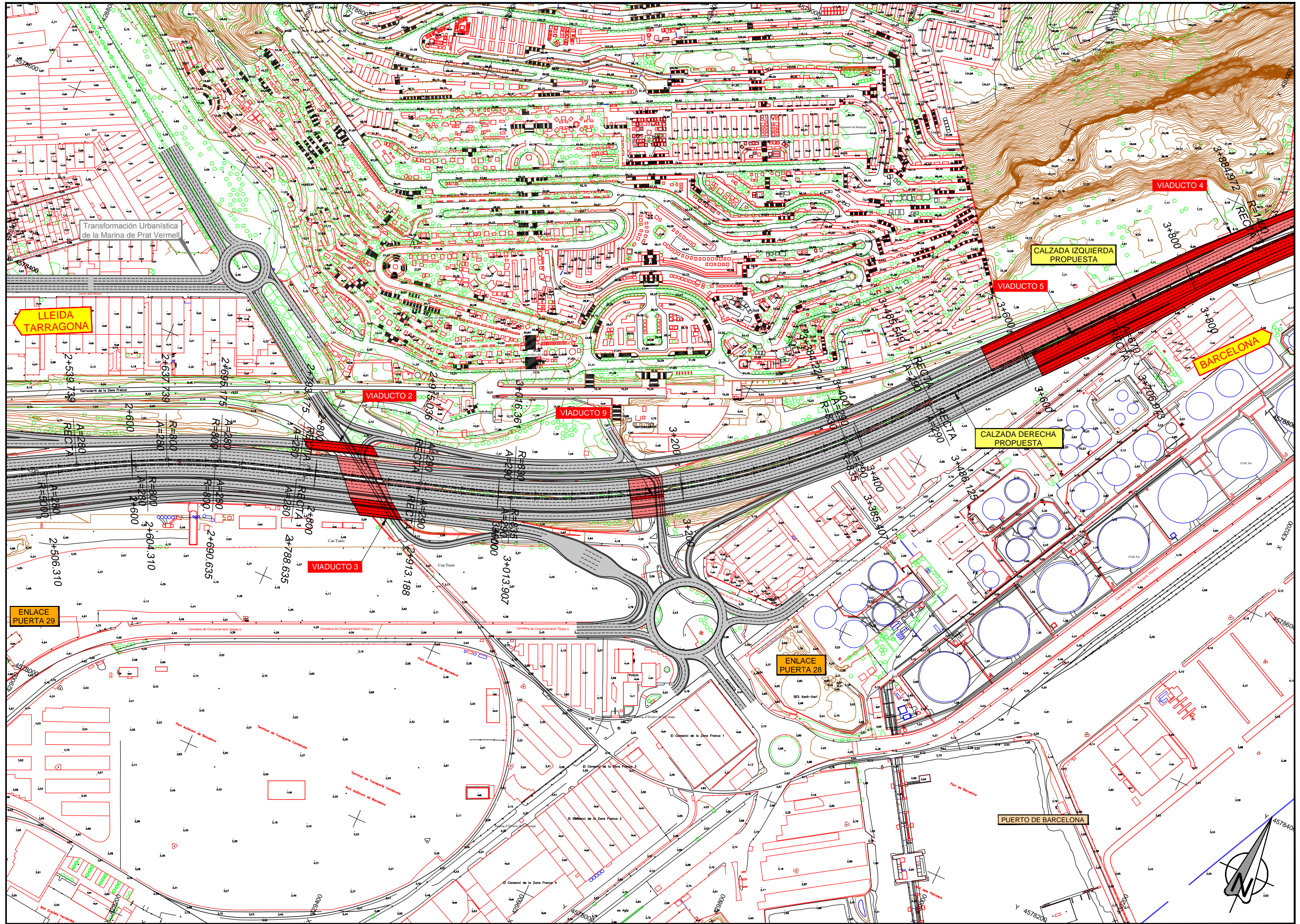
SECCIÓN TIPO (ALTERNATIVA SELECCIONADA)

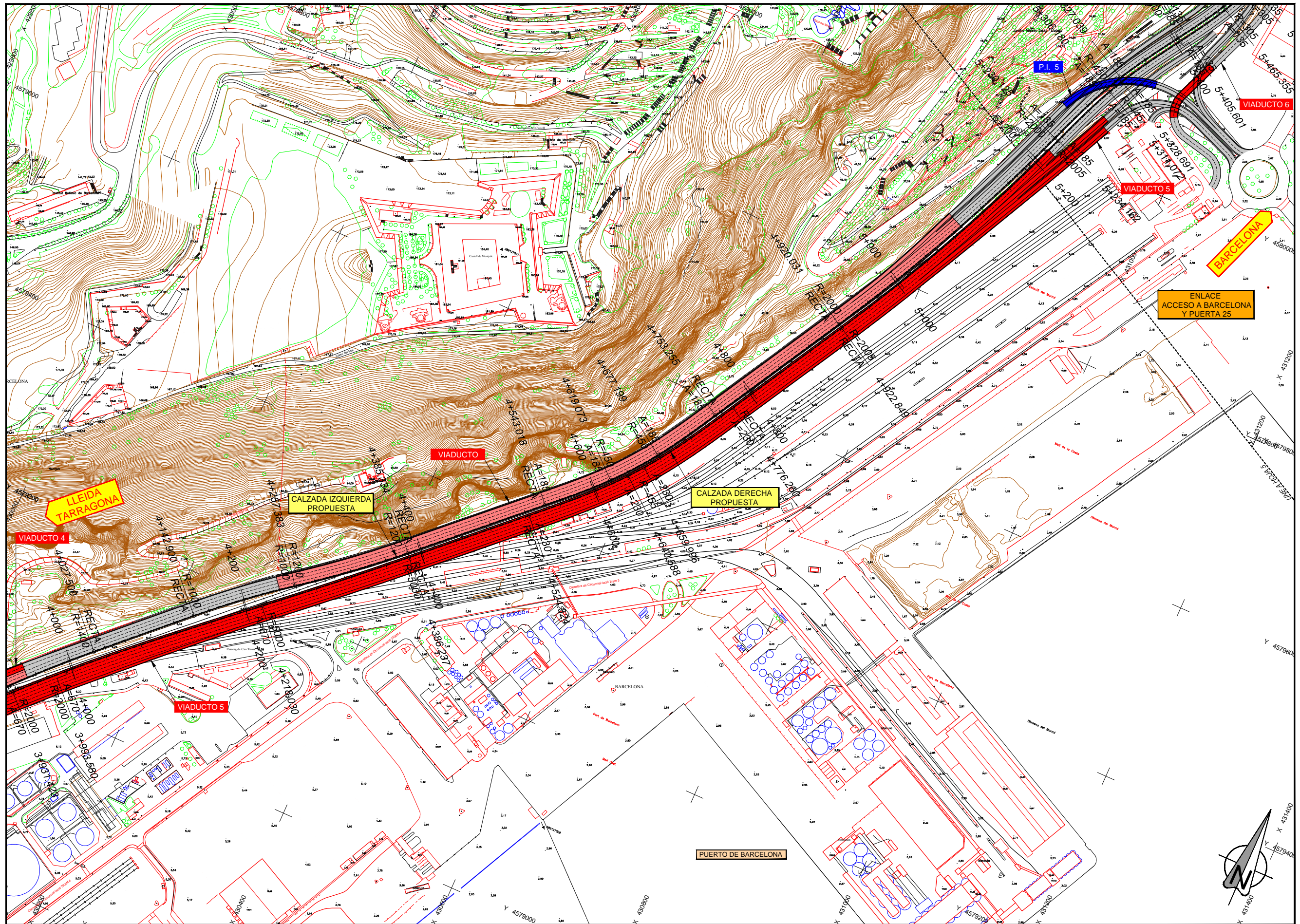
A continuación se incluye la planta general de la opción seleccionada.

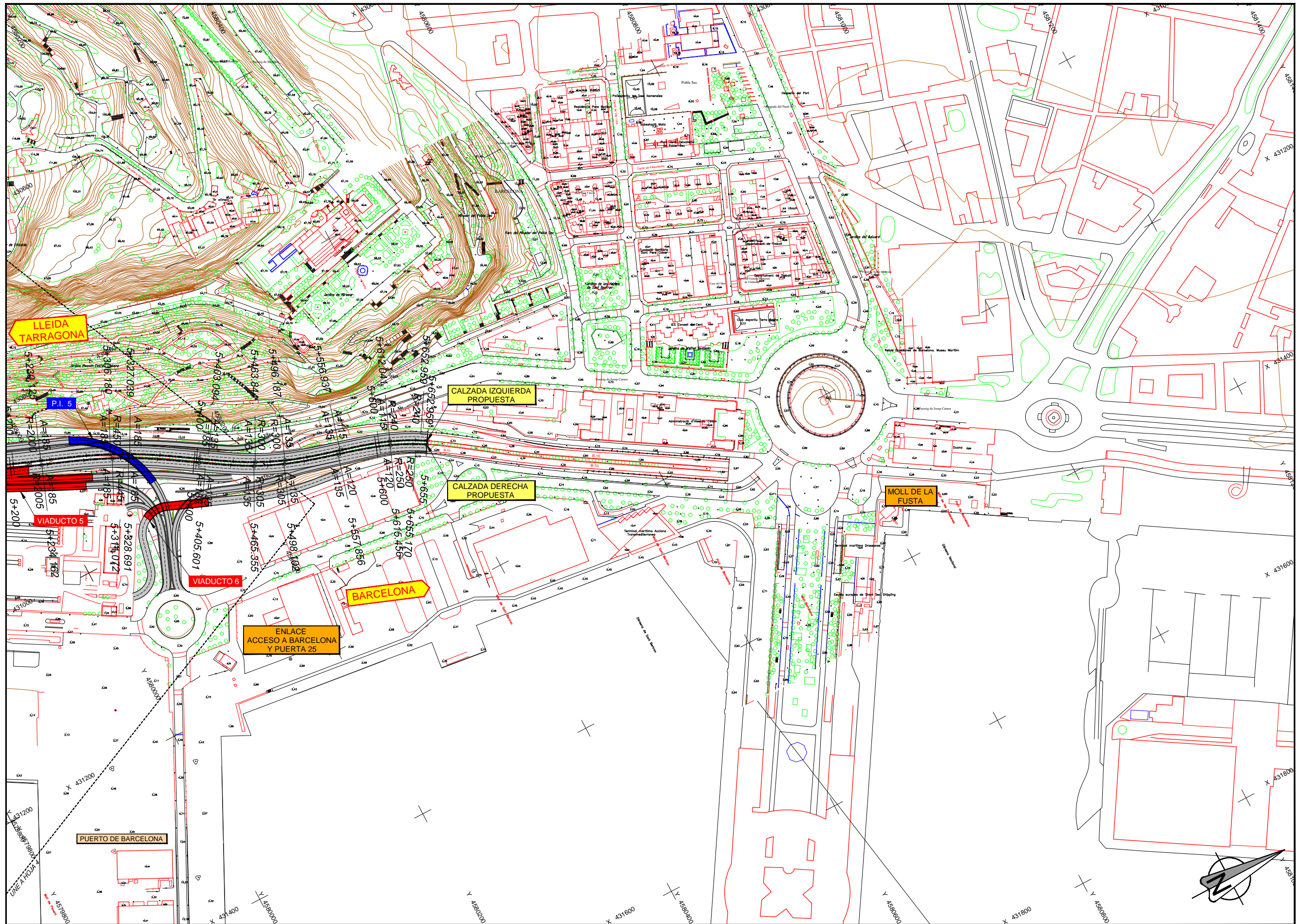












1.9. Aspectos considerados en el Estudio

1.9.1. Parámetros básicos de diseño

El trazado definido en el presente Estudio Informativo incluye actuaciones en la Ronda Litoral entre los enlaces de Zona Franca y el Morrot.

El tramo de estudio es de 6,5 km aproximadamente, de acuerdo a la Orden de Estudio. El trazado asociado a las alternativas 1 y 2 cuentan con longitudes de 5,6 y 6 km respectivamente.

El tramo a estudiar se inicia una vez pasado el enlace de acceso a la Zona Franca y al Puerto de Barcelona desde la salida 18 de la Ronda y concluye pasada la estación ferroviaria de mercancías del Morrot, antes del Túnel del Moll de la Fusta.

En la definición del trazado geométrico de la Ronda Litoral ha sido prioritario la adaptación al trazado existente, tanto en planta como en alzado. Esta circunstancia conlleva que la velocidad de proyecto se haya adecuado a la situación actual. En la siguiente tabla, se especifica la tramificación de las velocidades de los ejes de cada solución:

SOLUCION 1	V (Km/h)	P K INICIO	P K FINAL
EJE			
CLZDA. IZQUIERDA	100	0	2+700
	80	2+700	5+500
	60	5+500	5+652.959
CLZDA. DERECHA	100	0	2+700
	80	2+700	5+655.17

SOLUCION 2	V (Km/h)	P K INICIO	P K FINAL
EJE			
CLZDA. IZQUIERDA	100	0	3+533.465
CLZDA. DERECHA	100	0	3+536.278
EJE CENTRAL	100	3+531.399	4+700
	80	4+700	5+700
	60	5+700	5+984.648
VÍA DE SERVICIO	60	0	3+009.544

1.9.2. Cartografía y topografía

Las fases en las que se ha realizado la cartografía han sido las siguientes:

- Vuelo fotogramétrico
- Poligonal Básica
- Puntos de Apoyo
- Restitución

Vuelo fotogramétrico

Se realizaron dos vuelos para este trabajo. El primer vuelo se llevó a cabo el día 7 DE FEBRERO DE 2006 y el segundo vuelo en octubre de ese mismo año como ampliación del anterior. El recubrimiento es de entre un $\pm 60\%$ longitudinal y $\pm 30\%$ transversal. Las condiciones meteorológicas fueron las más favorables para este tipo de trabajo.

En ambos casos se utilizó una cámara analógica fotogramétrica

Poligonal Básica

La Red se observó con GPS y la instauración de las bases de la Poligonal Básica y debido a la orografía de la zona se prefirió dejar las bases no visibles entre sí que alejarlas de la zona de trabajo y densificarlas si posteriormente se observaran las bases de replanteo, ajustando mejor el cálculo de esta manera.

Para llevar a cabo el establecimiento de la poligonal que nos ocupa se empleó, como ya se ha comentado, el sistema G.P.S para la determinación de la planimetría y una nivelación geométrica para la altimetría. Todos los resultados se muestran en el sistema de coordenadas UTM.

Para ello se llevó a cabo un proceso de planificación de las observaciones que sirviera para asegurar la existencia de la "ventana de observación", es decir, que garantizara la viabilidad y precisión de las observaciones a realizar. Para ello se controló tanto el número de satélites visibles como la disposición de los mismos, de tal forma que los parámetros de dilución de precisión (principalmente el PDOP) no alcanzasen los valores considerados como críticos (nunca se obtuvieron valores mayores de 5). Una vez conocido el período en el que la geometría de la

constelación resultaba la adecuada, se llevaron a cabo las observaciones. Para realizar la toma de datos simplemente se situó un receptor en cada uno de los extremos del vector del cual se querían obtener incrementos de coordenadas.

El tiempo de observación para la determinación de las líneas base se obtuvo en función de las longitudes de las mismas, no siendo nunca inferior a diez minutos, con el fin de obtener la suficiente redundancia en los datos como para asegurar la determinación de las mismas con una precisión mejor que $\pm (0.015 + 5 \text{ p.p.m.})$ en las tres coordenadas.

Las observaciones G.P.S. se han hecho, con receptores LEICA de doble frecuencia. Estas observaciones se han realizado utilizando el método más preciso, el estático relativo por medida de fase, cuidando que en cada observación se recepcionen al menos cinco satélites y que el "GDOP" no exceda de 5.

En el cálculo, primeramente a partir de los ficheros de las observaciones de campo, se han obtenido las diferentes baselíneas, utilizando el software automático GEO OFICCE de LEICA, optimizando la resolución de las ambigüedades, mediante el cambio del satélite de referencia, variando la máscara de observación y desechando satélites con información deficiente.

El cálculo se ha efectuado en el sistema WGS84. Pasando a continuación éstas coordenadas al sistema local de representación cartográfica UTM (ED50) huso 31 y altitudes ortométricas.

Una vez finalizado el cálculo, se ha realizado una compensación en bloque por mínimos cuadrados en planimetría, dejando como puntos fijos los vértices de la Red Geodésica I.C.C. antes mencionados. No se realiza compensación altimétrica porque se realizara una nivelación geométrica posteriormente.

Todos los vértices implantados han sido señalizados de modo permanente con una señal permanente, mediante clavo de bronce incrustado mediante martillo neumático y recibido con resina epoxit. De todos ellos se ha realizado la correspondiente reseña que se adjunta en la presente documentación.

A continuación se listan las coordenadas de los Vértices Geodésicos utilizados:

<u>Nombre</u>	<u>X</u>	<u>Y</u>	<u>Z</u>
289126030	432097.007	4580985.815	2.839
289127019	429924.657	4579213.622	166.929
289127028	430336.559	4579175.456	6.070
289128002	429862.512	4578057.385	2.358
289128021	430465.812	4577971.811	2.629

Para la altimetría se ha realizado una nivelación geométrica doble (Ida y Vuelta), de precisión, teniendo como punto de partida la señal perteneciente a la Red de Nacional de Nivelación de Alta Precisión "SM-7".

Las observaciones de campo de la nivelación geométrica se han realizado con un nivel digital de alta precisión LEICA DNA-03 y miras con código de barras.

En el cálculo de la nivelación, una vez comprobado que los errores de cierre estaban dentro de tolerancia, se han compensado proporcionalmente a la distancia de los tramos.

Cabe destacar como en este apartado como excepción el vértice de la Red Básica "CLH", el cual por su situación (sobre un edificio) no es accesible a la nivelación geométrica. En este caso para transmitir a dicho vértice la cota geométrica se ha realizado, a partir de una señal nivelada con anterioridad, la transmisión de cota trigonométrica mediante una serie de visuales recíprocas y simultáneas.

En la tabla siguiente se incluyen las coordenadas finales de los vértices de la poligonal básica una vez realizado todo el proceso de cálculo.

Como se ha comentado con anterioridad, las coordenadas X e Y son calculadas en el Ajuste GPS. La Coordenada Z es la obtenida de la Nivelación Geométrica.

Nº Cálculo	X	Y	Z	Nombre
9103	428492.039	4577996.243	10.993	FAROLA
9117	430950.022	4580012.181	6.097	MORROT
99001	429877.399	4578638.842	18.507	CLH

Puntos de apoyo

Para permitir la correcta orientación de cada par fotogramétrico durante el proceso de restitución se procedió a observar una red de puntos de apoyo, de tal modo que existieran al menos cinco puntos en cada par. Las observaciones G.P.S. se han hecho, con receptores LEICA de doble frecuencia. Estas observaciones se han realizado utilizando la metodología G.P.S. en tiempo real (R.T.K.), obteniendo directamente las coordenadas absolutas en campo. Para ello se ha posicionado la estación de referencia en un vértice de la Red básica, situando el receptor móvil (rover) en cada uno de los puntos de apoyo previamente identificados.

El cálculo se ha efectuado en el sistema WGS84. Pasando a continuación éstas coordenadas al sistema local de representación cartográfica UTM (ED50) huso 31 y altitudes ortométricas. Las coordenadas definitivas de los puntos de apoyo una vez realizado el proceso de cálculo son las siguientes:

Nº CALCULO	X	Y	Z
1	427593.488	4578017.131	7.845
2	427934.235	4577462.042	6.723
3	427919.422	4578087.540	5.101
4	428127.890	4577811.673	7.895
5	428281.532	4577548.941	8.398
6	428320.397	4578344.566	4.005
7	428691.405	4577679.104	7.250
8	428677.988	4578531.643	8.076
9	428896.769	4578227.807	10.542
10	428991.043	4577962.233	4.906

11	429137.528	4578782.688	91.675
12	429382.710	4578222.320	3.881
13	429484.425	4578883.591	86.203
14	429702.748	4578598.905	11.785
15	429799.631	4578226.752	3.723
16	429782.399	4579108.037	153.505
17	430088.745	4578606.293	4.632
18	430008.138	4579282.371	172.394
19	430187.754	4579075.796	8.897
20	430576.164	4579059.456	3.469
21	430338.834	4579543.827	171.829
22	430748.930	4579285.539	2.741
23	430315.889	4580076.352	101.257
24	430689.081	4579839.870	42.563
25	430956.488	4579819.388	3.519
26	430679.715	4580438.074	62.494
27	431130.620	4580048.560	3.040
28	431002.161	4580240.743	9.558
29	430925.883	4580872.822	9.555
30	431239.306	4580665.633	3.612

Restitución

El proceso de restitución se ha realizado manteniendo siempre las siguientes características:

- Se restituyó a escala 1/1.000 con equidistancia de curvas de nivel de 1m y curvas directoras cada 5m.
- Se han restituido todos los detalles plani-altimétricos del terreno, teniendo especial atención a todos aquellos elementos que pudieran ser de máxima utilidad en el proyecto.

Una vez finalizado el proceso de restitución, se procedió a la edición de los datos en formato digital con el fin de asegurar la depuración de errores, la continuidad analítica de todo el trabajo, el volcado correcto de la toponimia etc.

En todo el proceso de restitución se utilizaron dos restituidores DIGI 3D.

1.9.3. Geología

Para la elaboración del apartado se ha dispuesto de la información previa procedente de la bibliografía existente. Los estudios y mapas consultados se citan a continuación:

- Mapa Geológico de España, E: 1/50.000, Hoja nº 421 Barcelona, publicado por el IGME.
- Mapa Geotécnico General, E:1/200.000, Hoja nº 35 Barcelona, publicado por el IGME.
- Mapa de Rocas Industriales escala 1:200.000, Nº 34 Hospitalet, publicado por el IGME (actualmente ITGE) en 1974.
- Mapa de Rocas Industriales escala 1:200.000, Nº 35 Barcelona, publicado por el IGME (actualmente ITGE) en 1974.
- Mapa Hidrogeològic del tram Baix del Llobregat i el seu delta 1:30.000. Generalitat de Catalunya. ICC-IGC.
- VENTAYOL, A.; PALAU, J. Y ROCA, A. (2002): "El Contexto Geotécnico de la Ciudad de Barcelona". Ingeniería del Terreno. IngeoTer 1. U.D. Proyectos. E.T.S.I. Minas. U.P.M. Madrid.
- Base de datos de actividades extractivas de la Generalitat de Cataluña.
- Proyecto de Trazado y Construcción: Mejoras Locales de la Ronda Litoral. Tramo: Enlace Bellvitge - El Morrot.

1.9.3.1. Geología general de la zona de proyecto

La zona del proyecto está emplazada, desde el punto de vista geológico, sobre los depósitos cuaternarios de origen deltáico formados en la desembocadura del río Llobregat, que, tras atravesar la cordillera Costero-Catalana, entra en la depresión litoral o plataforma. Estos depósitos deltaicos de espesor variable (de 75 a 100 m.), se disponen sobre el basamento pliocénico, y en ellos aparecen materiales correspondientes a muy variados ambientes sedimentarios (característica común de los depósitos de delta): de tipo fluvial (arenas y gravas bien rodadas), materiales de terrazas fluviales antiguas enterradas por los aluviones más modernos, y sedimentos de influencia litoral.

En el límite actual del área emergida se eleva el bloque, de Montjuïc, que en El Morrot queda cortado por otra falla normal, que da lugar al acantilado que domina el puerto. El bloque de Montjuic está constituido por sedimentos terciarios, representados por las margas y areniscas marinas y por las margas y arenas marinas pliocenas. Bajo el mar, paralelamente a la costa, otra falla normal da paso a una importante fosa submarina, conocida como fosa de Barcelona.

1.9.3.1.1. T1.- Terciario-Mioceno

Los materiales miocenos se localizan tanto en la Depresión Prelitoral como en la plataforma costera. En la Depresión Prelitoral forman fundamentalmente arcillosa, que llega a alcanzar una potencia superior a 2200 m en el centro de la fosa tectónica del Vallés-Penedés. En la plataforma costera, el Mioceno forma el pequeño promontorio de Montjuic, constituido por conglomerados y areniscas de cemento silíceo, arcosas, con intercalaciones de margas, margas arenosas y arenas sueltas, con algunas manifestaciones hidrotermales antiguas. Se puede diferenciar en la base un nivel de cuarcitas cuyo origen puede deberse a procesos metamórficos asociados a este hidrotermalismo.

1.9.3.1.2. - Depósitos cuaternarios

QA.- Cuaternario aluvial, terraza y depósitos del río Llobregat.

En el entorno del área de estudio se han caracterizado hasta cuatro terrazas fluviales, correspondientes a las distintas épocas de glaciación. Están situadas a diferentes alturas, tanto sobre como por debajo del curso actual del río Llobregat. La litología es de gravas y cantos muy bien redondeados, en general bastante uniformes; En su disposición se encuentran la mayoría de las rocas que afloran en la cuenca fluvial.

QCo.- Depósitos torrenciales y de piedemonte.

Fragmentos muy heterométricos de origen local, mezclados con arcillas rojas. A medida que los materiales se encuentran a mayor distancia de las montañas se observan cambios laterales de fácies, y se pasa de materiales gruesos a sólo matriz arcillosa.

Qm.- Depósitos deltaicos.

Están constituidos por una serie de depósitos fluviales, deltaicos y marinos de gran complejidad, debidos en parte a los cambios laterales de fácies que se producen en la zona de desembocadura del río. Dentro de los depósitos deltaicos se diferencian las siguientes unidades:

Arenas litorales: Son arenas medias, bien clasificadas. Su espesor suele ser inferior a los 5 m.

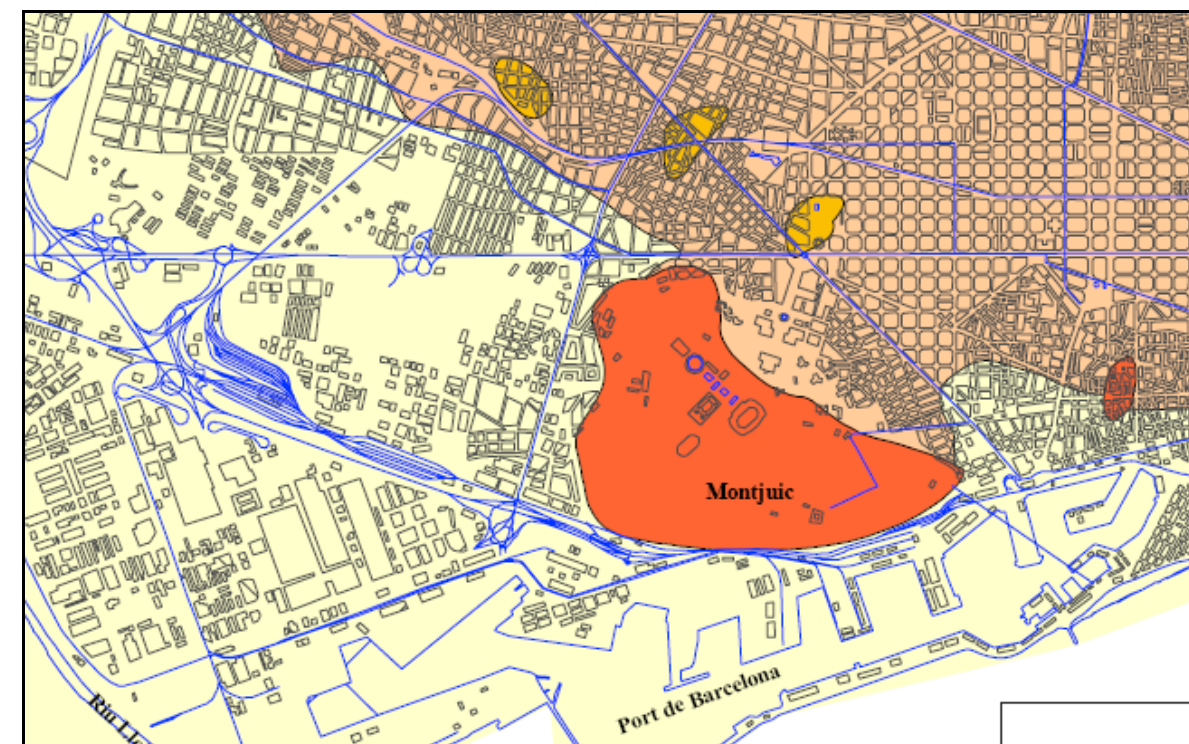
Fangos prodeltaicos: Sedimentos limosos que se encuentran con laminación fina o muy bioturbados, contienen restos vegetales e hidrocarburos.

Arenas y gravas relictas: Sedimentos detríticos gruesos, pueden estar cubiertas por un delgado nivel de sedimentos finos. En las zonas del delta, los materiales cuaternarios se encuentran apilados generalmente sobre el plioceno. El contacto entre ambos es una superficie erosiva.

QRa.- Rellenos antrópicos compactados. Una parte forman los terraplenes construidos en autopistas y otras estructuras viarias. También constituyen un caso particular de relleno los muelles del puerto y los terrenos ganados al mar, rellenos hidráulicos incluidos.

QRc.- Rellenos antrópicos no compactados. Otra gran parte de los rellenos corresponden a la colmatación de excavaciones en antiguas labores extractivas, y también al terraplenado del lecho de antiguas rieras.

A continuación, se adjunta un esquema geológico del área de estudio:

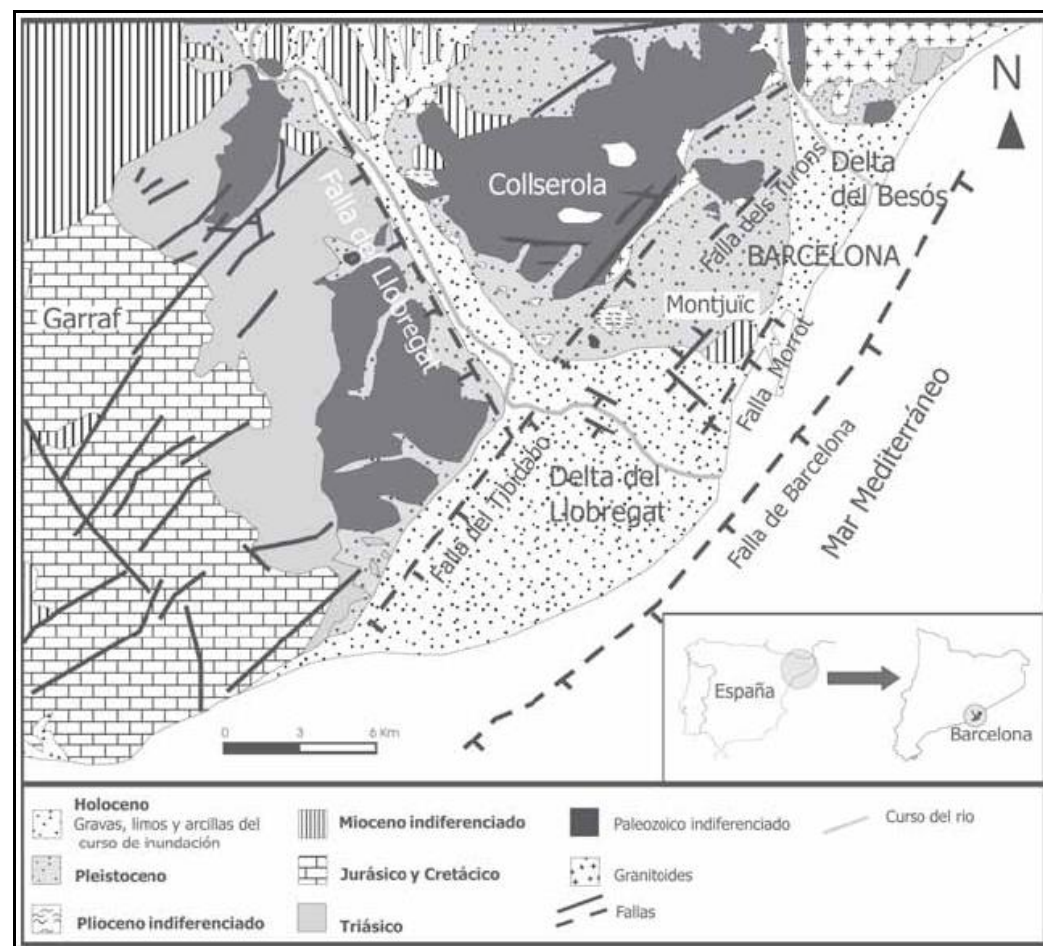


LEYENDA	
	LIMOS, ARCILLAS, ARENAS Y GRAVAS. DEPÓSITOS LITORALES, DELTAICOS Y FLUVIALES. DELTA LLOBREGAT Y DELTA BESÓS. CUATERNARIO. HOLOCENO.
	ARCILLAS ROJAS, LIMOS, COSTRAS CALCÁREAS Y GRAVAS Y ARENAS DE PIZARRA. SEDIMENTOS DE LLANURA DE PIEDEMONTE. CUATERNARIO. PLEISTOCENO.
	ARCILLITAS MARRÓN-VERDOSAS, ARENAS AMARILLENAS Y ARCILLITAS AZULES. SEDIMENTOS LITORALES (BAHÍA PROFUNDA Y SOMERA). PLIOCENO.
	ARENISCAS, CONGLOMERADOS Y ARCILLITAS. SEDIMENTOS DELTAICOS Y LITORALES. MIOCENO.

Esquema estructural y geológico de la zona de estudio

1.9.3.2. Tectónica

A continuación se adjuntan esquemas geológicos y geoestructurales del área de estudio.



Esquema 2: Esquema estructural y geológico de la zona de estudio

1.9.3.3. Sismicidad

La NCSE-02 clasifica los terrenos según sus características geotécnicas. Para la zona de estudio hay dos materiales predominantes. Los materiales rocosos del Terciario son rocas competentes que se clasifican como terreno de tipo I, para el que se asigna un coeficiente de terreno $C=1,0$. El resto de materiales cuaternarios tendrán un coeficiente de terreno $C=1,6$.

En la zona de estudio, el valor de la aceleración sísmica básica (a_b) está comprendido entre 0.04-0.08 g, siendo g la gravedad. Por tanto, es obligatoria la aplicación de la Norma sismorresistente actualmente en vigor (NCSE-02). Y deberán tenerse en cuenta también la IAP y la NCSP-07 en el caso de los puentes.

1.9.3.4. Geomorfología

Geomorfológicamente el área de estudio, enmarca zonas bien diferenciadas y relacionadas directamente con los materiales que atraviesa. Principalmente áreas de topografía abrupta con pendientes importantes correspondientes con el Monte de Montjuic y zonas planas con pendientes menores de 15%, que se corresponderían con depósitos de las llanuras deltaicas del Llobregat y Besós.

➤ Relieves Tipo 1: Modelado Fluvio-Gravitacional.

Son lomas suaves, con pequeños deslizamientos de laderas y taludes, influenciados por existencia de sistemas de diaclasas conjugados en los materiales miocenos del Montjuic.

➤ Relieves Tipo 2: Modelado Deltaico

Un delta es un depósito sedimentario construido en la desembocadura de un río por delante de la línea de costa. Las sedimentaciones en los deltas son muy potentes, varios centenares de metros. Los fragmentos más gruesos se depositan cerca de la desembocadura, mientras que los finos llegan a zonas más alejadas. Los depósitos con partículas más gruesas forman las capas de fondo y las capas frontales. Forman un cono aplanado de arenas y limos, y son la parte emergida del delta.

1.9.3.5. Hidrogeología

El sistema hidrogeológico del área de estudio es la sede de numerosos acuíferos, alguno de ellos muy importante, tanto desde el punto de vista del suministro de agua, como también por los problemas hidrológicos y geotécnicos que plantea su presencia.

Se describen a continuación las diferentes unidades geológicas que constituyen acuíferos en el entorno de la zona de estudio:

➤ Materiales acuíferos Paleozoicos:

Las rocas sedimentarias y metamórficas paleozoicas pueden albergar algunos acuíferos, generalmente de extensión e importancia reducida. Las pizarras, filitas, esquistos y otras rocas metamórficas son en general poco permeables, su permeabilidad es por fisuración, a través de los planos de

diaclasas u otras discontinuidades. Sin embargo, es relativamente frecuente que en las zonas más superficiales, y por lo tanto más alteradas de la roca, puedan haber pequeños flujos de agua. Las calizas devónicas también pueden tener pequeños acuíferos, con procesos cársticos asociados. En el contacto entre las calizas y los niveles pizarrosos subyacentes, en general menos permeables, se pueden generar fuentes.

➤ *Terciario:*

Los materiales de edad Pliocena, constituyen el primer acuífero realmente importante. En efecto, las arenas amarillentas o verdosas de la parte superior de la serie pliocena constituyen un medio acuífero poroso, bastante permeable, y con una extensión lateral amplia en el subsuelo, en resumen bajo la cobertera de sedimentos arcillosos cuaternarios se encuentran estas arenas, que, a su vez, descansan sobre las margas azules que forman su base impermeable.

➤ *Cuaternario. Deltas*

Las gravas profundas que forman la base de los deltas del Besós y del Llobregat, y también la capa de arenas superiores, constituyen dos acuíferos muy importantes, con un volumen de almacenamiento notable, y una permeabilidad y transmisividad también muy elevadas.

En general, se pueden diferenciar dos acuíferos, que, aguas arriba de los deltas, donde la cuña de arcillas y limos del prodelta desaparece, se unifican en uno solo.

El acuífero superior es en general de tipo libre, si bien a veces las arcillas superficiales pueden causar un efecto de confinamiento. Por otro lado, el acuífero profundo es de tipo cautivo, confinado por el acuitado relativo de las arcillas ya citadas de la cuña intermedia.

Nivel freático en la zona de proyecto

Durante la ejecución de los trabajos de campo se detecta la presencia de nivel freático en los sondeos a profundidades que oscilan entre 3.0 y 13 m de profundidad. Por otro lado se ejecutaron también 4 calicatas mecánicas que alcanzaron profundidades máximas de estudio de 3.5 m no detectándose en ninguna de ellas la presencia de nivel freático.

1.9.3.6. Geología general de la traza

En el tramo denominado Calzada Derecha. Zona Franca, la traza se dispone en su totalidad sobre la plataforma actual y sobre depósitos de tipo llanura deltáica constituida por los depósitos del Delta del Llobregat. La plataforma de la Ronda Litoral en este sector se dispone en rellenos de alturas moderadas de entre 2 y 4 m excepto en las inmediaciones de los estribos de las estructuras donde se alcanzan elevaciones mayores para ganar la altura necesaria.

La segunda parte del trazado discurre en el contacto entre los relieves Miocenos de naturaleza areniscosa con intercalaciones de conglomerados y cuarcitas, y la llanura deltáica del Llobregat. En la zona de contacto es muy posible que existan espesores importantes de derrubios de ladera procedentes de la denudación del antiguo acantilado de Montjuïc. Así mismo y como ocurre en prácticamente todo el trazado esta zona está fuertemente antropizada.

En la traza planteada se puede concluir que los materiales más importantes y que condicionarán las actuaciones son los rellenos antrópicos, especialmente los empleados en la formación de plataformas de viales.

1.9.3.7. Yacimientos, canteras y préstamos

Las canteras han sido numerosas en el área cartografiada, y de ellas se ha extraído roca que ha sido utilizada frecuentemente como material de construcción. La arenisca de Montjuïc ha suministrado gran parte del material pétreo de los edificios antiguos de la ciudad.

En el entorno estudiado se han inventariado canteras que explotan: calizas devónicas de los Serrats de la Rovira, también han sido explotados los afloramientos de granito existentes al pie de Collserola. Cabe destacar las canteras de calizas que explotan las colinas triásicas de Badalona y la del turó de Montcada.

En cuanto a las Graveras existentes de la franja litoral, es importante citar que en relación a los deltas del Besós y del Llobregat, han sido frecuentes las extracciones de áridos para la construcción, básicamente arenas y gravas.

1.9.3.8. Balance de tierras

Los volúmenes obtenidos en la alternativa 1 son menores que los de la alternativa 2.

El material excavado, correspondiente en su gran mayoría a materiales superficiales de mediana y taludes de terraplenes actuales, se deberá retirar a vertedero.

Los materiales necesarios de aporte externo serán 218.970,66 m³ para terraplén en la alternativa 1 y 268.483,4 m³ para terraplén en la alternativa 2.

El volumen de material excavado no aprovechable se muestra a continuación para las dos alternativas.

VERTEDERO NECESARIO ALTERNATIVA 1			
Material (m ³)	Volumen sin CP (m ³)	CP	Volumen con CP (m ³)
Excavación cajeros	150.852,40	1.20	181.022,88
Excavación escalonados	815,00	1.20	978,00
Total			182.000,88

VERTEDERO NECESARIO ALTERNATIVA 2			
Material (m ³)	Volumen sin CP (m ³)	CP	Volumen con CP (m ³)
Excavación cajeros	311.474,74	1.20	373.769,69
Excavación escalonados	804,60	1.20	965,52
Total			374.735,21

A este volumen habrá que añadirle el desbroce que asciende a 16.587,39 m³ en la alternativa 1 y 17.660,01 en la alternativa 2.

No se ha detectado en los alrededores del tramo en estudio préstamos susceptibles de proveer los materiales necesarios para la ejecución de las obras.

Para la realización del paquete de firmes del tronco del presente proyecto son necesarias también zahorras artificiales que procederán también de canteras al igual que las mezclas bituminosas.

Vistas las necesidades de suelos seleccionados y zahorras artificiales se describen en el apartado 3.3.6.5. Las canteras cercanas a la traza que pueden suministrar dichos materiales.

A partir, de los datos facilitados por las canteras visitadas se han elaborado 16 fichas de canteras, adjuntas en el Apéndice 4 al final de este documento, en las que se describen las canteras seleccionadas para suministrar áridos, su localización en planta y ensayos para contrastar la calidad de los productos de dos de ellas. El resto de canteras inventariadas no han facilitado información.

1.9.3.8.1. Aprovechamiento de los materiales de la traza

Las excavaciones de la traza serán mínimas por lo que la mayor parte del material procederá de cantera.

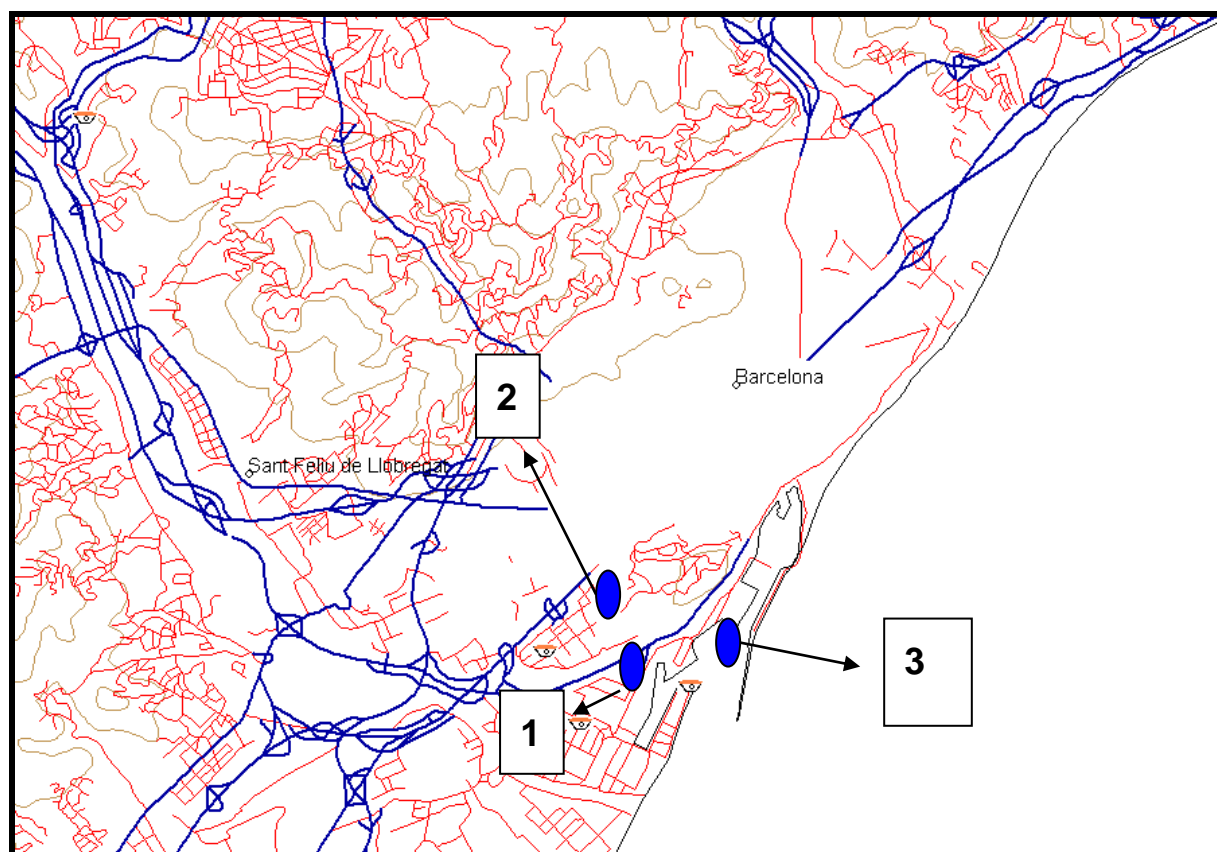
A continuación se resume en forma de tabla los coeficientes de paso estimados para los materiales que se excaven y su posible aprovechamiento:

	Unidad Geotécnica	Aprovechamiento	Coefficiente de paso
Qra	Rellenos antrópicos compactados	Núcleo terraplén	1,00
Qrc	Vertidos y rellenos no compactados	Vertedero	1,20
Qm/Qr	Arenas medias gruesas	Vertedero	1,20
Qco	Depósitos torrenciales y de pie de monte	Núcleo terraplén	0,95
Qa	Depósitos aluviales y de terraza	Núcleo terraplén	0,95

1.9.3.9. Vertederos

Como se desprende del estudio de movimiento de tierras realizado las excavaciones proyectadas, tales como, saneos, excavaciones de tierra vegetal, desbroces...etc., a lo largo de la traza producen un déficit de volumen de material que tendrá que ser compensado con materiales de aportación. No en tanto gran parte de estos materiales procedentes de las excavaciones no son aptos para la construcción de los rellenos previsto en el proyecto y cuyo destino final será desecharlos a vertedero.

Para el acopio de los materiales desechados se han buscado una serie de zonas repartidas a lo largo del trazado que pueden utilizarse para este fin, que se presentan a continuación:



Situación de las zonas de vertedero

1.9.4. Climatología e hidrología

En el apartado “3.4. Climatología e Hidrología” se ha caracterizado el área de análisis desde el punto de vista climático (termometría, pluviometría, meteoros, vientos, índices climáticos...) e hidrológico.

1.9.4.1. Climatología

Para el análisis climático de la zona de estudio, en primer lugar, se ha recogido la información existente al respecto proporcionada por diferentes organismos:

Ministerio de Fomento:

- “Datos Climáticos para Carreteras (M.O.P. 1.964)”.
- “Máximas llluvias diarias en la España Peninsular (1.999)”.

Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente:

- “Guía Resumida del Clima en España (2.004)”.
- “Mapa Forestal de España”.
- “Mapas de Cultivos y Aprovechamientos”.

Agencia Estatal de Meteorología

Se han solicitado a la Agencia Estatal de Meteorología (Centro Meteorológico Territorial en Cataluña), datos termopluiométricos, de meteoros, insolación, humedad, evaporación, y vientos, de estaciones meteorológicas situadas en la zona de estudio, que poseían un mayor número de años con datos completos en sus series de registros de datos climáticos y se localizaban a una altitud similar al área de análisis. Se han recibido datos climáticos en soporte informático de las siguientes estaciones meteorológicas:

- 0 076 “Aeroport de Barcelona `El Prat de Llobregat”
- 0 200 “Cornellá de Llobregat”
- 0 199 “L’Hospitalet de Lobregat”
- 0 201C “Barcelona `Badal-Canalejas”

- 0 2001 “Barcelona `Valldoncella”

Generalitat de Catalunya:

- Atlas Climático General de Cataluña (Departament de Medi Ambient).
- Servei de Meteorología de Catalunya.
- Agència Catalana de l’Aigua.

Tras ser considerados estos datos en su totalidad, se realizó una elección de los que realmente afectan a este estudio, definiendo las características climáticas del área de análisis.

El clima de la región de estudio presenta los rasgos típicos del clima mediterráneo, caracterizado por la sequía estival (región climática Iberia Parda de Clima Mediterráneo Levante). Atendiendo a la regionalización climática de Köppen, la zona de estudio pertenece a la clasificación de clima Mediterráneo de verano cálido.

Según la clasificación de J. Papadakis, la termometría y pluviometría del área de estudio, definen un clima Mediterráneo Marítimo, con un régimen de humedad Mediterráneo Seco y un régimen térmico caracterizado por un invierno tipo Citrus y un verano tipo Oriza.

La temperatura media de la zona se sitúa alrededor de los 15-18°C. En lo que se refiere a la pluviometría, la precipitación media anual oscila entre 500 y 700 mm.

Es de destacar la suavidad térmica registrada en la zona de estudio durante todo el año, alcanzando unos valores medios que oscilan entre los 15,8°C y los 17,9°C. Los inviernos son templados, con una temperatura media comprendida entre 9,5°C y 12,4°C y los veranos son, asimismo, largos y calurosos, con una temperatura estival que oscila entre los 22,4°C y 24°C de media.

Atendiendo al régimen pluviométrico, el clima presenta una precipitación media total anual con valores comprendidos entre los 494,8 mm y los 699,9 mm. Las precipitaciones se concentran principalmente en los meses de agosto a diciembre, destacando asimismo los meses de abril y mayo, mientras que el periodo seco más acentuado corresponde a los meses estivales de junio y julio (comienzo del verano) así como al mes de febrero (final del invierno).

El número medio anual de días de lluvia es bastante variable de unas zonas a otras dentro del área de estudio y oscila entre 42,3 días en Cornellá de Llobregat y 107 días en la zona de Badal-Canalejas. Ello supone que llueve tan solo en torno a una cuarta parte del año.

La particular situación del ámbito de estudio a orillas del Mar Mediterráneo, hace que dicho ámbito posea una insolación elevada, con unos valores medios anuales del orden de las 2.500 horas de sol al año.

La humedad relativa media posee un valor medio mínimo del 67,9% en el mes de julio y un valor máximo del 73,9% en el mes de octubre.

En la zona de estudio no suelen producirse nevadas fuertes, salvo de forma suave en los meses de enero y febrero. Asimismo, el granizo es muy poco habitual, inferior a un día al año de valor medio.

Las tormentas se producen mayoritariamente a finales del verano y a comienzos del otoño (meses de agosto, septiembre y octubre), y su ocurrencia es de aproximadamente 9 días de media anual.

La niebla se presenta del orden de 5 días al año como valor medio anual, y preferentemente, durante los meses de enero a marzo.

Con mayor frecuencia se presentan los días de rocío en la zona (en torno a 31,4 días de media anual), que se distribuyen de manera uniforme a lo largo de todo el año, con una media de 2-3 días al mes.

Finalmente, la escarcha se produce alrededor de 2 días al año, distribuidos sobre todo en el invierno (de diciembre a febrero).

Según Blair el clima puede calificarse fundamentalmente como semiárido o subhúmedo, mientras que DantiñRevenga indica que éste es árido-semiárido. En esta misma línea, Martonne clasifica al terreno como zona intermedia entre escorrentía con posibilidad de cultivos sin riego y zona de transición con escorrentías temporales, y Thornthwaite indica que la vegetación es, en general, floresta media, típica de un clima mesotermal.

Asimismo, Lang y Knoche corroboran las clasificaciones anteriores, atribuyendo al ámbito de estudio caracteres de zona árida, con aridez extrema. Por su parte, Gorezynski clasifica al clima como semimarítimo.

Para el posterior dimensionamiento de las obras y elementos de drenaje necesarios para evacuar los caudales de escorrentía de las cuencas interceptadas por la Ronda Litoral, se han empleado los datos proporcionados por la Agencia Estatal de Meteorología de las siguientes estaciones pluviométricas: “Aeroport de Barcelona ‘El Prat de Llobregat’ (0 076)”, “Cornellá de Llobregat (0 200)”, “L’Hospitalet de Llobregat (0 199)”, “Barcelona ‘Badal-Canalejas’ (0 201C)” y “Barcelona ‘Valldoncella’ (0 200I)”.

Con el fin de garantizar que los datos recogidos de las estaciones sean lo suficientemente representativos, en primer lugar, se ha realizado el oportuno proceso de selección de las estaciones meteorológicas próximas al ámbito de estudio que fuesen más representativas, y a continuación, se han determinado las precipitaciones máximas diarias asociadas a cada una de las estaciones seleccionadas, empleando los siguientes métodos:

- 1) Ajuste de una ley de distribución de Gumbel y de tipo SQRT-ETmáx a los valores de las series de registros de precipitaciones máximas diarias recogidos en las estaciones seleccionadas.
- 2) Estimación de los valores zonales de máximas lluvias diarias previsible en la zona de estudio a partir del método regional propuesto en la publicación “Máximas lluvias diarias en la España Peninsular” (1.999) de la Dirección General de Carreteras del Ministerio de Fomento.

A continuación, para cada estación y para cada periodo de retorno, se ha elegido el valor de precipitación máxima más desfavorable de los obtenidos por cada uno de los dos métodos, de forma que el valor seleccionado en cada caso esté siempre del lado de la seguridad.

Por último, se han contrastado estos valores con los obtenidos de los mapas de isomáximas de precipitación correspondientes a diferentes periodos de retorno elaborados por la Agència Catalana de l’Aigua (ACA), y en los casos en que estos últimos superaban a los valores seleccionados, se ha adoptado el valor marcado por la ACA.

1.9.4.2. Hidrología superficial

Desde el punto de vista de la hidrología superficial, la variable más importante a analizar es la red de drenaje que atraviesa el ámbito de estudio. En este sentido, el área de estudio no es atravesada por ninguna arteria fluvial relevante. No obstante, dicha zona se enmarca dentro de la “cuenca Barcelona” (denominación de la Agència Catalana de l’Aigua), ubicada entre los ríos Besòs y Llobregat. Destaca asimismo la red de canales abandonados que surca el área de análisis. La “cuenca Barcelona” se encuentra dentro de las cuencas internas de Cataluña, integradas por los ríos y rieras de la vertiente oriental, de caudales menores, que nacen dentro de Cataluña y mueren en el mar Mediterráneo.

Con una superficie de 16.261 Km2, las cuencas internas representan aproximadamente el 52% de la superficie de Cataluña. Se extienden por las provincias de Barcelona, Gerona, Tarragona y una reducida extensión de Lérida.



Principales ríos de Cataluña.



Fuente: Agència Catalana de l’Aigua.

Cuenca Barcelona.

Con motivo de la redacción del “Proyecto de Trazado y Construcción: Ampliación de Capacidad de la Ronda Litoral. Tramo: Zona Franca-El Morrot”, APIA XXI, S.A. mantuvo una serie de contactos con el Área de Planificación de la Agència Catalana de l’Aigua (ACA).

En una primera conversación telefónica se confirmó el nombre de la persona a la que dirigir las solicitudes de información en relación con los criterios o consideraciones a tener en cuenta en el diseño del drenaje, así como otros datos de interés sobre las posibles cuencas vertientes interceptadas por el trazado.

En dicha conversación, D. Luis Godé comentó que no existen cauces fluviales interceptados por el trazado de las actuaciones de mejoras locales de la Ronda Litoral (inexistencia de cuencas aforadas), y que en principio, no existen aspectos o condicionantes de relevancia que fuese necesario considerar en el proyecto.

Igualmente, señaló que las cuencas vertientes definidas en los trazados tienen un carácter urbano, y que sería aconsejable contactar también con CLABSA, que es la autoridad metropolitana en temas de planificación de aguas pluviales, porque quizá las actuaciones previstas afecten a alguna de sus infraestructuras (persona de contacto: Pere Malgrat).

Más tarde, en Enero de 2.008, se volvió a contactar tanto con la Agència Catalana de l'Aigua como con CLABSA, para verificar que la información proporcionada en contactos precedentes seguía resultando válida tras los cambios experimentados por el trazado del "Proyecto Mejoras Locales Ronda Litoral. Tramo: Enlace de Bellvitge-El Morrot", y el tiempo transcurrido. Tras finalizar los trabajos de redacción del citado Proyecto de Mejoras Locales, se volvió a contactar con la Agència Catalana de l'Aigua con el fin de solicitar el preceptivo informe.

Posteriormente, en Julio de 2010, con motivo de la redacción del presente Estudio Informativo, se contactó de nuevo con la Agència Catalana de l'Aigua, solicitando datos más recientes sobre criterios de drenaje aplicables y otros aspectos a tener en cuenta, a parte de los ya indicados por la Agència en los contactos previos mantenidos.

Todos los contactos establecidos con estos organismos, así como la información proporcionada por los mismos, se recogen en el "Apéndice N°2" del apartado "3.4. Climatología e Hidrología".

1.9.5. Estudio socioeconómico

La Ronda Litoral constituye uno de los principales accesos al Área Metropolitana de Barcelona, vía por la que circulan un número importante de vehículos y mercancías.

El ámbito de actuación constituye un espacio urbano dinámico. En sus márgenes se han desarrollado amplias superficies destinadas a actividades productivas -cuya significación económica trascienden los límites locales- y es escenario de un proceso de renovación urbana encaminado a que la Marina de Prat Vermel se convierta en un moderno ámbito residencial y comercial.

En este contexto territorial, la Ampliación de la Ronda Litoral representa una actuación de gran trascendencia en el contexto territorial y socioeconómico del Área Metropolitana de Barcelona. La incidencia directa derivada de la mejora viaria se complementa con la serie de efectos indirectos creados, con la clara repercusión positiva de los mismos en el contexto socioeconómico de la zona de estudio. La puesta en servicio de la mejora viaria ha de generar una incidencia mayor y a más largo plazo, por afectar al conjunto de los usuarios que con fines diversos se sirven de la misma para sus quehaceres personales y laborales.

En resumen, el carácter dinámico del ámbito y la función de la Ronda Litoral en el contexto de la red viaria general evidencian la necesidad de proceder a una adecuación de la misma, lo que ha de suponer un claro revulsivo para la zona. A ello cabe añadir la mejora de las condiciones de seguridad viaria y la reducción de determinados tráficlos del interior de las localidades.

1.9.6. Información urbanística

El apartado de planeamiento correspondiente tiene como fin realizar el análisis de la ordenación territorial vigente en el área de estudio, zona en la que se plantea la actuación contemplada en el presente “Estudio Informativo de la Ampliación de la Ronda Litoral (B10). Tramo Zona Franca – El Morrot.”

En el estudio se realiza una descripción del marco legal urbanístico relacionado con el proyecto y se efectúa la descripción de la situación actual de la zona objeto de análisis.

En el caso de la región metropolitana de Barcelona como ámbito de planeamiento se encuentra en vigor el Plan General Territorial de Cataluña de 1995, desarrollado en la región metropolitana por el Plan Territorial Metropolitano de 1999, y el Plan General Metropolitano (PGM) de 1976 para todos los municipios del Área Metropolitana.

El marco legislativo de la Comunidad Autónoma se ha visto ampliado mediante la entrada en vigor Decreto Legislativo 1/2010, por el que se aprueba el Texto refundido de la Ley de Urbanismo, en el que se hace hincapié en el concepto de desarrollo urbanístico sostenible (art. 3), definido como “la utilización racional del territorio y el medio ambiente y comporta combinar las necesidades de crecimiento con la preservación de los recursos naturales y de los valores paisajísticos, arqueológicos, históricos y culturales, a fin de garantizar la calidad de vida de las generaciones presentes y futuras”.

La actuación viaria que se propone implica una mejora de las condiciones actuales de accesibilidad a Barcelona y su Puerto, contribución positiva a la calidad de vida y a la seguridad de los que de manera diaria se dirigen a Barcelona por la Ronda Litoral así como a las instalaciones productivas localizadas en el área.

Desde el punto de vista urbanístico, la afección generada por el trazado se corresponde de manera mayoritaria con espacios clasificados como sistemas generales, esenciales para el funcionamiento no sólo del Área Metropolitana sino también de la realidad económica y social del resto del Estado.

1.9.7. Trazado

Se han definido dos soluciones que, ciñéndose lo máximo posible al corredor actual de la Ronda Litoral (evitando afecciones, en la medida de lo posible), permiten aumentar la capacidad de la misma.

Asimismo, estas dos soluciones propuestas son compatibles con el Proyecto de Mejoras Locales de la Ronda Litoral. Tramo: Enlace de Bellvitge - El Morrot, aprobado por el Ministerio de Fomento.

Las dos alternativas definidas en el presente “Estudio Informativo de la Ampliación de la Ronda Litoral (B-10). Tramo Zona Franca – El Morrot” tienen un esquema común definido por las siguientes actuaciones principales:

- Actuación sobre el tronco de la Ronda Litoral
- Modificación del enlace Puerta 29
- Modificación del enlace Puerta 28
- Modificación del enlace Puerta 25

Solución 1:

La Solución 1 consiste en una ampliación de la capacidad del tronco mediante la implantación de 1 o 2 carriles adicionales por sentido de la circulación tomando como referencia el Proyecto de Trazado y Construcción de Ampliación de la Capacidad de la Ronda Litoral en el tramo entre la Zona Franca y El Morrot.

Las modificaciones más significativas se localizan en los enlaces de conexión entre La Ronda y el Puerto, cambiando su tipología y en la construcción de un nuevo viaducto para la calzada de la autovía en sentido de entrada a Barcelona entre los enlaces de Puerta 28 y 25.

El trazado geométrico de la autovía se ha definido mediante sendos ejes situados en la futura banda blanca interior de cada calzada. De esta forma, los ejes empleados son los siguientes:

- Eje 2. Calzada Izquierda Propuesta (Calzada en sentido de salida de Barcelona)

- Eje 3. Calzada Derecha Propuesta (Calzada en sentido de entrada a Barcelona)

La utilización de un eje para cada sentido de circulación de la autovía permite una mayor adaptación al trazado actual y, por consiguiente, un máximo aprovechamiento de las estructuras existentes, siendo necesario la ampliación de las mismas únicamente cuando el ancho de la sección propuesta supera el existente.

A continuación se incluye un resumen de las principales características para los ejes que definen el trazado de esta solución:

SOLUCION 1	PLANTA		ALZADO		
	Radio mínimo (*)	Acuerdos verticales mínimos		Pendiente Longitudinal	
		Kv convexo	Kv cóncavo	Máxima	Mínima
EJE					
CLZDA. IZQUIERDA	450	7,500	5,000	2.80	0.20
CLZDA. DERECHA	445	7,500	5,000	2.80	0.20

(*) Salvo zona conexión actual

El trazado de la Solución 1 se divide en tres tramos:

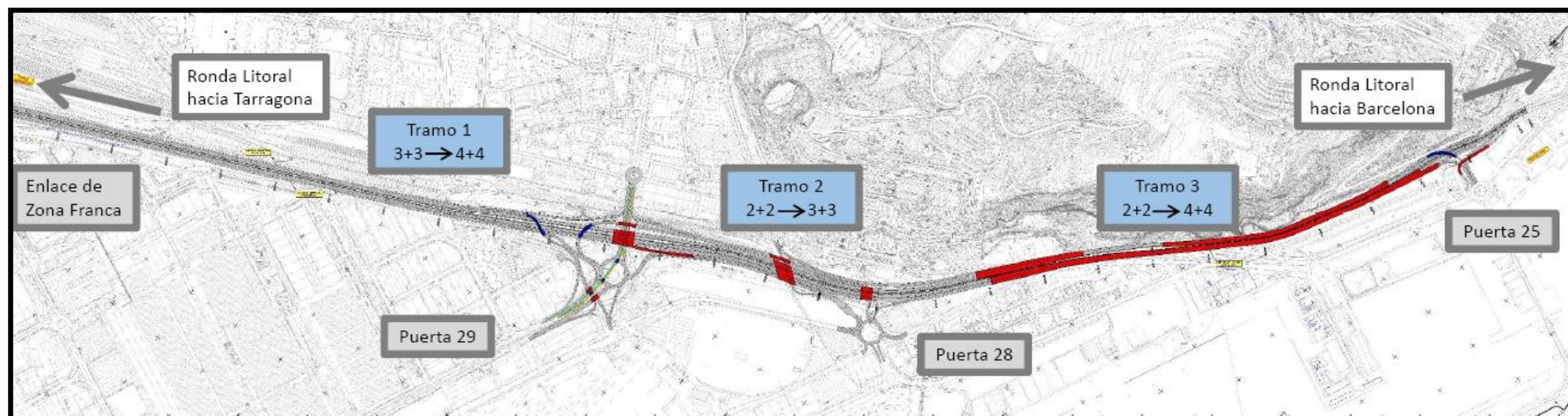
1. Tramo 1, desde el inicio de la zona de actuación en el enlace Zona Franca hasta el enlace Puerta 29. En este tramo de la Ronda, se amplía la sección existente de 3+3 carriles a una sección de 4+4.

La ampliación de la plataforma en un carril por sentido se realiza hacia el interior, dado que la amplia mediana existente así lo permite.

2. Tramo 2, comprendido entre el enlace Puerta 29 y el enlace Puerta 28, que, al igual que en el Tramo 1, presenta una mediana amplia que hace posible la ampliación de ambas calzadas por el centro, permitiendo pasar de la sección actual de 2+2 carriles a una sección propuesta de 3+3.

3. Tramo 3, desde el enlace Puerta 28 hasta el enlace puerta 25. Esta zona constituye el tramo de mayor complejidad del proyecto, puesto que el paso de la sección actual de 2+2 carriles a una sección 4+4, supone la construcción de un nuevo viaducto para la calzada de la autovía en el sentido de entrada a Barcelona.

El actual trazado de la Ronda Litoral con sección de 2+2 carriles se aprovecha para la calzada de la autovía en el sentido de salida de Barcelona, siendo necesario para ello un repintado de bandas blancas.



Solución 2:

La Solución 2 toma como referencia la solución desarrollada en el *Proyecto de Calzadas Laterales del Ayuntamiento de Barcelona*, cuyo criterio básico es el de separar el tráfico de paso del de acceso y salida a Barcelona, de forma que el primero discorra por el tronco de la Ronda litoral, circulando el segundo por las nuevas calzadas laterales.

Las modificaciones más significativas se localizan en los enlaces de conexión entre la Ronda y el Puerto, cambiando su tipología y en la construcción de un nuevo viaducto para el tronco de la autovía entre los enlaces de Puerta 28 y 25. Para la definición del trazado de esta solución se han distinguido dos zonas:

En la primera zona, hasta superar el Enlace Puerta 28 (Pk 3+530 aproximadamente), y con el objetivo de adaptarnos lo máximo posible a la Ronda Litoral, se ha definido un eje en planta por la banda blanca interior de cada calzada propuesta de la autovía.

En la segunda zona, entre el enlace Puerta 28 y el final del trazado, el tronco de la autovía, de dos carriles por sentido, es de nueva construcción, por lo que se ha definido mediante un único eje correspondiente al centro de la mediana.

Además, se define un cuarto eje para la Vía de servicio lateral de la margen izquierda.

Por tanto, tal y como se ha descrito, los ejes que se han empleado para la definición de esta solución son los siguientes:

- Eje 1. Vía de Servicio (Vía colectora 2+2)
- Eje 2 Calzada Izquierda Propuesta (Calzada de autovía en sentido de salida de Barcelona hasta pk 3+533.465)
- Eje 3 Calzada Derecha Propuesta (Calzada de autovía en sentido de entrada a Barcelona hasta pk 3+536.278)
- Eje 4. Eje Central Propuesto (desde el pk 3+530 aproximadamente hasta el final)

A continuación se incluye un resumen de las principales características para los ejes que definen el trazado de esta solución:

SOLUCION 2 EJE	PLANTA Radio mínimo (*)	ALZADO			
		Acuerdos verticales mínimos		Pendiente Longitudinal	
		Kv convexo	Kv cóncavo	Máxima	Mínima
CLZDA. IZQUIERDA	720	8,000	5,000	2.30	0.20
CLZDA. DERECHA	725	8,000	6,000	2.00	0.20
EJE CENTRAL	350	2,000	2,700	5.00	0.20
VÍA DE SERVICIO	450	1,800	800	6.00	0.50

(*) Salvo zona conexión actual

Por otra parte, hay que reseñar que en los trazados presentados se producen varios incumplimientos de la Instrucción 3.1 IC motivados por el encuadre del proyecto, esto es, el espacio restringido por los diferentes condicionantes: el trazado de Ronda Litoral ya existente, las estructuras existentes y las vías del ferrocarril. En cuanto al alzado, las rasantes con pendientes longitudinales inferiores al 0,5% deberán ser objeto de estudio en el proyecto que desarrolle el Estudio Informativo.

El trazado de la Solución 2 se divide en tres tramos:

1. Tramo 1, desde el inicio de la zona de actuación en el enlace Zona Franca hasta el enlace Puerta 29, en el que se pasa de la actual sección de autovía de 3+3 carriles a una sección propuesta de 4+4.

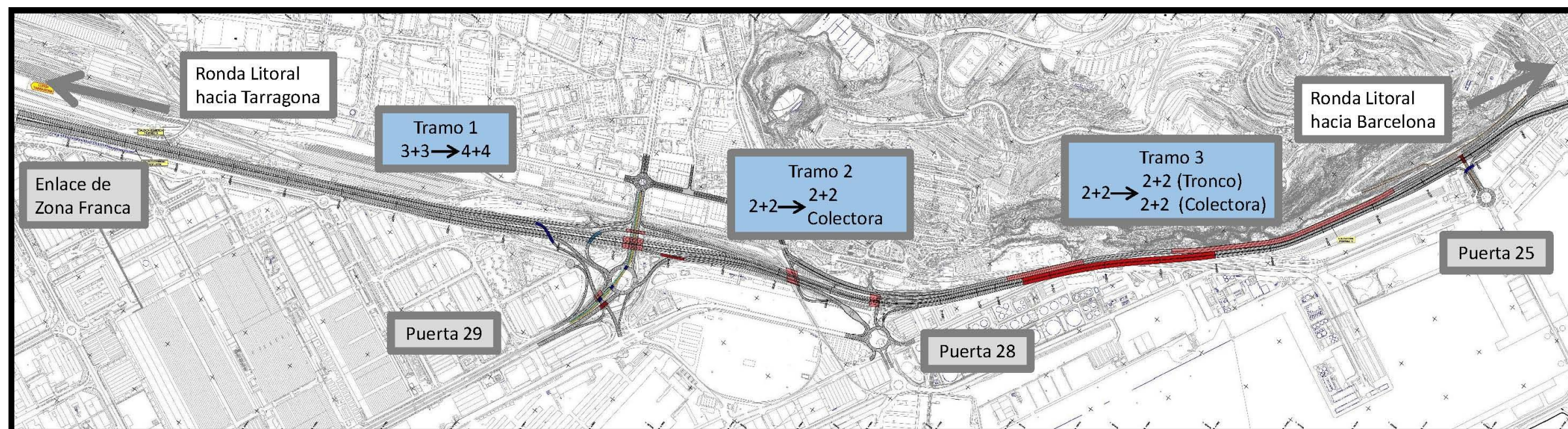
Al igual que ocurre en la Solución 1, la ampliación de la plataforma en un carril por sentido se efectúa hacia el interior.

2. En el Tramo 2, comprendido entre el enlace Puerta 29 y el enlace Puerta 28, aunque se mantiene la sección existente de la autovía de 2+2 carriles, se desplaza la plataforma derecha hacia el interior con el objetivo de dar cabida a una vía colectora en la margen derecha.

3. El Tramo 3, desde el enlace Puerta 28 hasta el enlace Puerta 25, constituye el tramo de mayor complejidad del proyecto. En esta zona, se pasa de la actual sección de 2+2 carriles a una sección de 2+2 (Tronco) + 2+2 (Vía servicio). Esta disposición conlleva la construcción de un nuevo viaducto para la autovía.

El trazado existente de la Ronda Litoral con sección de 2+2 carriles, se aprovecha como vía de servicio con 2+2 carriles.

El trazado propuesto permite un aprovechamiento de las estructuras existentes en la Ronda Litoral, siendo necesario una ampliación de las mismas en aquellos casos en los que el ancho de la sección propuesta supera al existente.



1.9.8. Geotecnia

1.9.8.1. Caracterización geotécnica

• Rellenos antrópicos (QRa)

Se trata de rellenos antrópicos compactados pertenecientes a los terraplenes y viales de la zona. Aparecen en gran parte de la traza dado que la actuación prevista se ejecuta colindante a los terraplenes existentes en la ronda actual. Están compuestos de arenas arcillosas y gravas y presentan espesores de hasta unos 7.0 m. En la siguiente tabla se resumen los parámetros de cálculo a adoptar para estos materiales:

$\Phi(^{\circ})$	C (T/m ²)	$\gamma_{Ap}(g/cm^3)$
29	1	1,9

• Vertidos (QRc)

Se trata de rellenos antrópicos poco compactados vertidos en gran parte de la zona de proyecto. Están compuestos de arenas arcillosos y bolos mezclados con numerosos restos de derribos de obra (ladrillos, azulejos,..). En conjunto se trata de un depósito heterogéneo que presenta espesores que oscilan entre 0.05 (sondeo R-33) y 5.9 m (sondeo S-4). En la siguiente tabla se indica para cada reconocimiento efectuado el espesor detectado:

Estos materiales presentan una compacidad baja tal y como se puso de manifiesto en el SPT-1 realizado en el sondeo S-4 en el que se registró un golpeo de $N_{30} = 10$. En la siguiente tabla se resumen los parámetros de cálculo a adoptar para estos materiales:

$\Phi(^{\circ})$	C (T/m ²)	$\gamma_{Ap}(g/cm^3)$
28	1	1.85

• Arenas medias gruesas (Qm1)

Las arenas de esta unidad se detectan en todos los reconocimientos efectuados hasta el momento (a excepción de la cata C-2 y de los sondeos R-33, R-34, R-35 y R-6). Las arenas tienen una coloración marrón-beige, presentan espesores de orden decamétrico y se detectan costras de espesor centimétrico intercaladas. En las catas C-1, C-3, C-4 y en el sondeo S-4 se detecta la existencia de hidrocarburos que impregnan las muestras extraídas en estos reconocimientos.

En los sondeos R-1 a R-8 efectuados en 1973 no se menciona la presencia de hidrocarburos.

Profundidad (m)	SPT (N ₃₀)	$\Phi(^{\circ})$
De 0.0 a 10.0 m	14	33
De 10.0 a 33.0 m	45	35

Por otro lado se considera la cohesión nula dado el bajo contenido en fracción arcillosa y una densidad aparente de 2.0 T/m³. El módulo elástico : Arenas medias con $N_{spt} 16= 35$ MPa, Arenas densas con $N_{spt} 50=75$ MPa

• Gravas y bolos (Qco)

Se trata de una unidad formada por gravas y bolos envueltos de una matriz arenosa. Los bolos son de composición cuarcítica, areniscas y conglomerados y constituyen un complejo detrítico de materiales de derrubios de ladera cuya profundidad oscila entre los 6.5 y los 10.5 m, según se observa en los sondeos R-33 a R-36. Los bolos presentan diámetros que en algún caso supera el metro. Presentan una compacidad elevada dada la dificultad que ofrecían a ser perforados. Por otro lado se realizó un ensayo SPT en el que se obtuvo rechazo probablemente motivado por la presencia de un bolo. En la siguiente tabla se resumen los parámetros de cálculo a adoptar para estos materiales:

$\Phi(^{\circ})$	C (T/m ²)	$\gamma_{Ap}(g/cm^3)$
35	0.0	2.0

• Margas arcillosas (T1)

Las margas arcillosas de esta unidad se detectan en los sondeos S-2 y S-3 a partir de los 17.5 m de profundidad. Se trata de margas arcillosas con horizontes arenosos intercalados que en conjunto presenta una coloración beige con tonos amarillos. Puntualmente aparecen intercalaciones centimétricas de areniscas pardo-amarillentas y presentan espesores de entre 6.8 y 9.6 m. A partir del valor de la compresión simple (q_u) se obtiene la C_u (resistencia al corte sin drenaje) de las margas según la expresión $C_u = \frac{1}{2} q_u$. De esta manera se obtiene un valor de 2.325 Kg/cm² para este material. El módulo elástico de las margas se ha estimado a partir de la expresión propuesta por Butler para arcillas sobreconsolidadas:

$$E = 200 \cdot C_u = 465 \text{ Kg/cm}^2$$

1.9.8.2. Terraplenes

En las alternativas analizadas existirán dos tipos de rellenos: de nueva ejecución con ampliación de la plataforma existente y de apoyo sobre el relleno existente.

La pendiente que se puede adoptar en los taludes de relleno será de 34°, es decir un 3H:2V. Si se requiere verticalizar más los taludes por ejemplo para evitar ocupar viales existentes, se acudirá a muretes de escollera o rellenos de suelo reforzado (geomallas, tierra armada, etc). Cuando el relleno se realice en zona de nueva ocupación se han de seguir las siguientes directrices generales:

- Retirada del espesor de tierra vegetal y saneo de 0.5 a 1 m de suelos limosos del cimientó, función de la altura del terraplén y de las condiciones reales del apoyo.
- Ejecución de escalonado en el contacto con el terraplén actual, y hasta la base, con escalones de 1 m. de alto por 2 m. de ancho y colocación de un geotextil. El escalonado será el suficiente para retirar la capa de tierra vegetal del talud, es decir del orden de los 0.4 m y conformar así una transición adecuada entre la zona ya consolidada y la de nueva ejecución.
- Definición de tiempos de espera necesarios en cada caso concreto antes de realizar el aglomerado para evitar fisuras en el contacto de los diferentes firmes por asientos post constructivos.

En el tramo objeto de estudio se cortarán zonas situadas sobre rellenos antrópicos sin compactar por lo que será necesaria la ejecución saneos y/o precargas.

Para el resto de los apoyos no se esperan asientos post constructivos importantes pero aun así es conveniente eliminar en su totalidad los limos superficiales por lo que se llevará a cabo un saneo de 0.5-1 m de forma generalizada en el nuevo cimientó.

En las zonas en las que se prevea ampliar la calzada actual con la ejecución de un nuevo terraplén sobre el antiguo; en este caso es recomendable proceder a

un escalonamiento del talud de terraplén existente de forma que el nivel inferior del terreno apoye sobre banquetas horizontales.

Este abancalamiento del terreno deberá realizarse paralelamente a las curvas de nivel con anchuras de 1-2 m. y alturas de 1 m. en lo posible, de forma que pueda realizarse una compactación fácil con maquinaria común en obra y el movimiento de tierras sea el mínimo posible. Dado que no se trata de eliminar terreno inadecuado de cimentación el material movilizado podrá ser recompactado y utilizado en el propio relleno. Los asientos son admisibles y se producirán de forma elástica al tratarse de suelos granulares de alta capacidad de drenaje. A medida que se ejecute el relleno se irán produciendo progresivamente, no obstante conviene llevar a cabo medidas topográficas continuas para garantizar que se han producido los asientos antes de colocar las capas de firme y que pudieran sufrir fisuraciones por asiento diferencial. A modo de resumen se indican los valores obtenidos

H relleno	Presión (Kpa)	H saneo	H arenas medias	H arenas densas	Asiento (cm)
5	95	1	11	30	1,32
5	95	0	10	30	1,39
10	190	1	11	30	2,65
10	190	0	10	30	2,77

1.9.8.3. Explanada adoptada

A continuación se expone el tipo de explanada que se adoptará para los viales proyectados.

En la totalidad del tronco, vías colectoras y enlaces se ha considerado una categoría de explanada E3 ($E_{v2} \geq \text{MPa}$) compuesta por:

- 30 cm de suelo estabilizado tipo S-EST3.
- 30 cm de suelo seleccionado tipo 2.

La elección de la categoría de la explanada se ha visto influida además de por la capacidad portante del terreno, por la categoría de tráfico existente en el tronco, ya que según la norma 6.1.I.C. “secciones de firme”, para una categoría de tráfico T00, sólo se pueden dimensionar las capas de firme sobre una explanada tipo E3.

1.9.8.4. Cimentación de Viaductos y pasos inferiores isostáticos

La cimentación propuesta es la realización de saneos de material pétreo y ejecución de precargas. Una vez estabilizados los asientos realizar una cimentación con cargas moderadas y control de asientos.

Cimentación recomendada de Viaductos y pasos inferiores hiperestáticos o sensibles a asientos.

Pilotes hormigonados in situ empotrados en el nivel de areniscas y margas con lontanidades de 20 a 28 m considerando un empotramiento de 1-2 diámetros en la roca según la calidad de la misma. Los pilotes se han de realizar al amparo de camisa metálica y/o lodos para evitar que las arenas con nivel freático se inestabilicen en las paredes de excavación.

Será necesario el uso de trépano para atravesar los bloques de areniscas y para llevar a cabo el empotramiento de la punta.

En los pilotes se dejarán tubos de perforación y auscultación para comprobar que la punta se ubica en sustrato y no ha quedado embebido en un bloque suelto rodeado de arenas.

Apoyos donde puede localizarse la roca superficial: cimentación directa sobre sustrato a una profundidad de 3-4 m aproximadamente con presiones admisibles de 0.5-0.6 MPa. Se ha de tener en cuenta que la excavación al localizarse cerca del vial existente puede plantear problemas de descalzamiento por lo que serán necesarias medidas especiales de contención hasta alcanzar el sustrato sano.

1.9.9. Movimiento de tierras

1.9.9.1. Clasificación de los materiales

En la traza planteada se puede concluir que los materiales más importantes y que condicionarán las actuaciones son los rellenos antrópicos, especialmente los empleados en la formación de plataformas de viales.

Las características de aprovechabilidad y coeficiente de paso de los materiales son las siguientes:

Unidad Geotécnica		Aprovechamiento	Coefficiente de paso
Qra	Rellenos antrópicos compactados	Núcleo terraplén	1,00
Qrc	Vertidos y rellenos no compactados	Vertedero	1,20
Qm/QR	Arenas medias gruesas	Vertedero	1,20
Qco	Depósitos torrenciales y de pie de monte	Núcleo terraplén	0,95
Qa	Depósitos aluviales y de terraza	Núcleo terraplén	0,95

1.9.9.2. Excavabilidad

El método de excavación empleado será el de medios mecánicos para los materiales menos competentes. Será necesaria la ayuda del martillo picador para los estratos e intercalaciones más resistentes.

1.9.9.3. Resumen de mediciones

A continuación se resumen los volúmenes de tierras de las dos alternativas:

1.9.9.3.1. Alternativa 1

Los materiales obtenidos son los siguientes:

MATERIALES OBTENIDOS		
Material	Volumen (m³)	Destino
Excavación cajeros	150.852,40	Vertedero
Excavación escalonados	815,00	Vertedero
Excavación tierra vegetal	33.174,77	Revegetado

Por otro lado los materiales que serán necesarios para la construcción de la obra serán los siguientes:

MATERIALES NECESARIOS		
Material	Volumen (m³)	Procedencia
Terraplén	218.970,66	Traza 0 m³ y Cantera 218970,7 m³
Terr. Escalonado	815,00	Cantera
Seleccionado 2	37.058,34	Cantera
Estabilizado 3	38.521,80	Cantera

La compensación de tierras se hace de la siguiente manera:

COMPENSACIÓN DE TIERRAS					
Material	Clasificación	Empleo	Volumen sin CP (m³)	CP	Volumen con CP (m³)
Excavación cajeros 150.852,40	TCN	Terraplén	0,00	1.05	0,00
	Inadecuado	Vertedero	150.852,40	1.20	181.022,88
Tierra vegetal	Tierra vegetal	Revegetado	33.174,77	1.00	33.174,77
Excavación escalonados 815,00	Inadecuado	Vertedero	815,00	1.20	978,00
Terraplén 218.970,66		Terraplén (núcleo) terr. esc.	207.728,49 815,00	1,05 1,05	218.114,91 855,75

1.9.9.3.2. Alternativa 2

En esta alternativa los materiales obtenidos serán los siguientes:

MATERIALES OBTENIDOS		
Material	Volumen (m³)	Destino
Excavación cajeros	311.474,74	Vertedero
Excavación escalonados	804,60	Vertedero
Excavación tierra vegetal	35.320,01	Revegetado

Por otro lado las necesidades de tierras se resumen en la siguiente tabla:

MATERIALES NECESARIOS		
Material	Volumen (m³)	Procedencia
Terraplén	268.483,42	Traza 0 m³ y Cantera 268483,4 m³
Pedraplén dientes	804,60	Cantera
Seleccionado 2	43.496,24	Cantera
Estabilizado 3	45.632,09	Cantera

La compensación de tierras de esta alternativa se muestra a continuación:

COMPENSACIÓN DE TIERRAS					
Material	Clasificación	Empleo	Volumen sin CP (m³)	CP	Volumen con CP (m³)
Excavación cajeros 311.474,74	TCN	Terraplén	0,00	1.05	0,00
	Inadecuado	Vertedero	311.474,74	1.20	373.69,69
Tierra vegetal	Tierra vegetal	Revegetado	35.320,01	1.00	35,320.01
Excavación escalonados 804,60	Inadecuado	Vertedero	804,60	1.20	965,52
Terraplén 268.483,42		Terraplén (núcleo) Terr. Esc.	254.893,90 804,60	1,05 1,05	267.638,5 844,83

Los volúmenes obtenidos en la alternativa 1 son menores que los de la alternativa 2.

El material excavado, correspondiente en su gran mayoría a materiales superficiales de mediana y taludes de terraplenes actuales, se deberá retirar a vertedero.

1.9.9.4. Préstamos, canteras y vertederos

1.9.9.4.1. Préstamos

No se ha detectado en los alrededores del tramo en estudio préstamos susceptibles de proveer materiales para rellenos y explanada. La zona de estudio se encuentra en un área urbanizada y únicamente en la montaña del Montjuic, que se encuentra medioambientalmente protegida, existen materiales rocosos aflorantes.

Para la realización del paquete de firmes del tronco del presente proyecto son necesarias también zahorras artificiales que procederán también de canteras al igual que las mezclas bituminosas.

1.9.9.4.2. Canteras

Las canteras seleccionadas y visitadas en esta fase de estudio han sido:

CANTERA	NOMBRE	DISTANCIA TRAZA (km)	MATERIALES
C-1	FOJ HERMANOS	26	Suelo seleccionado, zahorras, árido hormigón, árido para mezclas en capas intermedias
C-2	EL TELEGRAFO	31	Suelo seleccionado, zahorras, árido hormigón, árido para mezclas en capas intermedias
C-3	CALTITA	29	Suelo seleccionado, zahorras, árido hormigón, árido para mezclas en capas intermedias
C-4	MONTAU II	27	Suelo seleccionado, zahorras, árido hormigón, árido para mezclas en capas intermedias
C-5	LA PONDEROSA	120	Suelo seleccionado, zahorras, árido hormigón, árido para mezclas en capas intermedias y rodadura

Las canteras seleccionadas tienen capacidades similares con producciones anuales de áridos entorno a los 600.000 m³ (producciones diarias de 3000 Toneladas) y reservas superiores a los 4 millones de metros cúbicos.

Para el aporte de materiales se empleará la cantera de Foj Hermanos por criterios de proximidad, salvo para árido de rodadura (pórfido-granodiorítico) que podrá traerse de La Ponderosa.

Alternativamente se pueden emplear las plantas de machaqueo de áridos, de suministro de hormigón y de suministro de mezclas asfálticas, que se encuentran en las proximidades de Barcelona. La información de estas instalaciones está en el apartado de Geología y Procedencia de Materiales.

Los materiales necesarios de aporte externo serán 218.970,66 m³ para terraplén en la alternativa 1 y 268.483,4 m³ para terraplén en la alternativa 2.

1.9.9.4.3. Veederos

Como se desprende del estudio de movimiento de tierras realizado las excavaciones proyectadas, tales como, saneos, excavaciones de tierra vegetal, marginales, inadecuados, excavaciones en mediana y escalonados en terraplenes actuales, a lo largo de la traza producen materiales no aptos para la construcción de los rellenos previstos en el proyecto y cuyo destino final será desecharlos a vertedero.

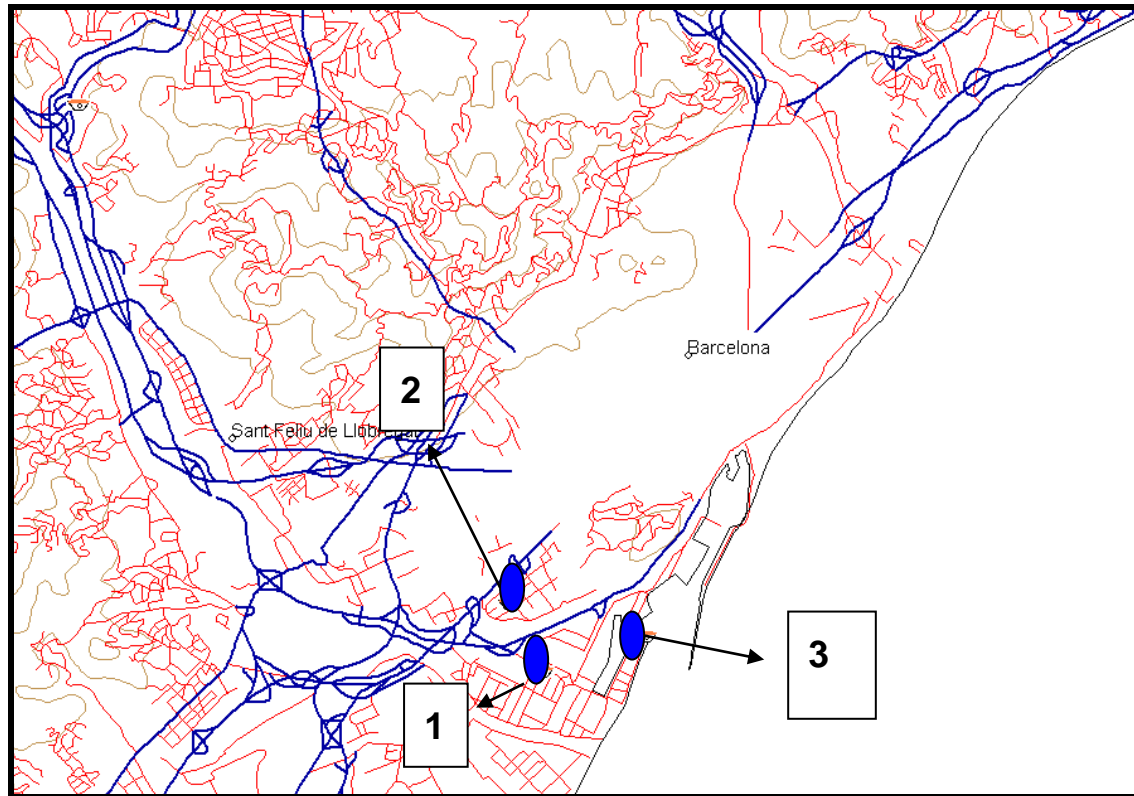
El volumen de material excavado no aprovechable se muestra a continuación para las dos alternativas.

VERTEDERO NECESARIO ALTERNATIVA 1			
Material (m ³)	Volumen sin CP (m ³)	CP	Volumen con CP (m ³)
Excavación cajeros	150.852,40	1.20	181.022,88
Excavación escalonados	815,00	1.20	978,00
Total			182.000,88

VERTEDERO NECESARIO ALTERNATIVA 2			
Material (m ³)	Volumen sin CP (m ³)	CP	Volumen con CP (m ³)
Excavación cajeros	311.474,74	1.20	373.769,69
Excavación escalonados	804,60	1.20	965,52
Total			374.735,21

A este volumen habrá que añadirle el desbroce que asciende a 16.587,39 m³ en la alternativa 1 y 17.660,01 en la alternativa 2.

Para el acopio de los materiales desechados se han buscado una serie de zonas repartidas a lo largo del trazado que pueden utilizarse para este fin, que se presentan a continuación:



Situación de las zonas de vertedero

1.9.9.5. Transporte de materiales en obra

El movimiento de los equipos de transporte por el trazado no presenta dificultades apreciables, ya que se dispone de la propia Ronda del Litoral, que será ampliada, para poder realizar el trasiego de materiales.

Las entradas y salidas de materiales de cantera y vertedero se realizarán por alguno de los enlaces disponibles en la Ronda Litoral

1.9.10. Drenaje

Uno de los aspectos importantes a considerar al proyectar obras lineales es el relativo al estudio y definición de las obras y elementos de evacuación de las aguas de escorrentía superficial que inciden sobre el trazado de dichas obras lineales, tanto por intersección de los cauces naturales o artificiales que discurren por la zona, como por afluencia lateral de dichas escorrentías desde los terrenos adyacentes.

Para ello, en el apartado “4.4. Drenaje”, en primer lugar se han determinado los caudales de diseño que se precisan para el dimensionamiento de las obras y elementos de drenaje que aseguren un correcto funcionamiento de las distintas soluciones adoptadas.

La metodología utilizada en el estudio de drenaje se basa fundamentalmente en la “Instrucción 5.2.-I.C.: Drenaje Superficial” del M.O.P.U. (1.990), en la “Instrucción 5.1.-I.C.: Drenaje”, en las “Recomendaciones para el proyecto y construcción del drenaje subterráneo en obras de carretera” (Orden Circular 17/2.003) del Ministerio de Fomento, y en los datos pluviométricos obtenidos en el apartado “3.4. Climatología e Hidrología”.

En la redacción del Estudio Informativo también se han tenido en cuenta los requerimientos del Pliego asociado al mismo, así como otras indicaciones de carácter técnico.

Asimismo, se han tenido presentes los criterios de diseño para el drenaje de la Agència Catalana de l'Aigua (Guía Técnica “Recomanacions tècniques per al disseny d'infraestructures que interfereixen amb l'espai fluvial”), así como las indicaciones al respecto de la Demarcación de Carreteras del Estado en Barcelona (Ministerio de Fomento). Igualmente se ha cuidado que todos los cálculos y procedimientos a emplear sean acordes con la normativa estatal vigente.

En dicho apartado “4.4. Drenaje” se incluye el cálculo de caudales de diseño asociado a las cuencas vertientes, y a continuación, se aborda la definición del drenaje transversal y longitudinal vinculado a las alternativas proyectadas. Por último, a modo de Apéndice, se recoge un inventario de elementos de drenaje existentes.

1.9.10.1. Caudales de diseño

Para la determinación de los caudales de diseño, en primer lugar, se han delimitado y definido las características físicas de todas las cuencas interceptadas por la Ronda Litoral y se han representado éstas sobre planos a escalas 1:20.000, 1:5.000 y 1:2.000.

Los cálculos hidrológicos efectuados siguen las recomendaciones de la vigente “Instrucción 5.2.-I.C.: Drenaje Superficial” del M.O.P.U. (1.990) y el resto de publicaciones específicas para el cálculo de caudales máximos en cuencas naturales (“Método Hidrometeorológico de J. R. Témez para el Cálculo de Caudales” (versión de la Dirección General de Carreteras de España, 1.991), etc.), así como las Guías Técnicas editadas por la Agència Catalana de l'Aigua.

Por cuestiones de tipo metodológico, la “Instrucción 5.2.-I.C.: Drenaje Superficial”, establece una diferenciación entre cuencas de pequeña y mediana extensión, por una parte, y cuencas de gran extensión, por otra. La frontera entre ambos tipos de cuencas corresponde aproximadamente a un tiempo de concentración de seis horas.

El ámbito de estudio es de carácter fundamentalmente urbano, por lo que en la delimitación de las cuencas se ha tomado como base el estudio “Planificación del drenaje urbano en l'ámbito del Área Metropolitana”, el cual forma parte del Plan Director de Aguas Pluviales en el ámbito de la Entitat Metropolitana de Serveis Hidràulics i Tractament de Residus (EMSHTR).

De acuerdo a la clasificación metodológica de la “Instrucción 5.2.-I.C.”, todas ellas son de pequeña o mediana extensión ya que poseen un tiempo de concentración inferior a 1 hora (< 6 h).

En la tabla que se adjunta a continuación se resumen las principales características de cada una de las cuencas delimitadas por la Ronda Litoral, con indicación de los caudales de diseño para el drenaje asociados a cada una de ellas.

Características físicas y caudales de diseño de las cuencas interceptadas por la traza.



Nº cuenca	Area (Km ²)	Long (Km)	Pendiente (tanto por uno)	T _c (horas)	Q ₂ (m ³ /s)	Q ₅ (m ³ /s)	Q ₁₀ (m ³ /s)	Q ₂₅ (m ³ /s)	Q ₅₀ (m ³ /s)	Q ₁₀₀ (m ³ /s)	Q ₅₀₀ (m ³ /s)	Q ₁₀₀₀ (m ³ /s)
1 - SEAT	1,569	1,370	0,009	0,239	16,898	29,803	39,958	54,980	67,034	80,507	113,206	128,632
2 - Amadeu Torner	4,473	6,740	0,053	0,582	34,645	57,887	76,335	102,078	121,124	144,090	200,093	223,257
3 - Riera Blanca	9,499	7,430	0,045	0,632	65,562	110,371	146,883	196,727	232,205	277,233	387,722	429,601
4 - PG Zona Franca	6,295	5,630	0,009	0,691	35,892	63,896	86,515	118,694	142,660	172,068	244,987	274,053
5	0,366	0,770	0,134	0,181	6,599	10,284	13,207	17,110	19,867	23,363	31,920	35,159
6	0,139	0,490	0,227	0,116	3,088	5,052	6,391	8,401	10,033	11,809	16,353	18,425
7	0,059	0,300	0,440	0,075	1,296	2,323	3,019	4,105	5,011	5,976	8,453	9,615
8	0,098	0,450	0,382	0,121	1,394	2,670	3,564	4,986	6,189	7,468	10,778	12,342
9	0,039	0,320	0,519	0,089	0,679	1,280	1,695	2,354	2,908	3,499	5,020	5,735
10	0,035	0,340	0,518	0,087	0,647	1,201	1,581	2,179	2,684	3,217	4,598	5,247
11	0,032	0,310	0,581	0,079	0,624	1,154	1,518	2,092	2,574	3,085	4,404	5,026
12	0,028	0,360	0,500	0,090	0,499	0,933	1,232	1,703	2,098	2,521	3,608	4,122
13	0,138	0,490	0,355	0,139	1,571	3,151	4,287	6,121	7,687	9,371	13,741	15,794
14	0,099	0,580	0,231	0,135	1,643	2,945	3,827	5,204	6,353	7,577	10,717	12,190

1.9.10.2. Periodos de retorno a considerar

Los periodos de retorno utilizados para el dimensionamiento de todos los elementos de drenaje son los que se recogen en la siguiente tabla.

Periodos de retorno a considerar en el diseño del drenaje.

TIPO DE ELEMENTO	PERIODO DE RETORNO
Elementos de drenaje superficial de la plataforma y márgenes	25 años
Pasos inferiores con dificultad para desaguar por gravedad	50 años
Estructuras y obras de drenaje transversal del tronco de la autovía y de los ramales de enlace	100 años

- En el diseño del drenaje transversal se tendrá en cuenta un periodo de retorno de 100 años, siguiendo las recomendaciones de la Agència Catalana de l'Aigua.
- Los caudales tributarios de la plataforma y desmontes se calcularán para un periodo de retorno de 25 años, que se corresponde con el exigido para los elementos del drenaje longitudinal encargados de recogerlos y canalizarlos hacia las distintas obras de drenaje transversal.

1.9.10.3. Drenaje transversal

La zona de estudio se caracteriza por un alto grado de desarrollo urbano, donde los cursos naturales de agua existentes ya han sido modificados en gran medida. Las principales cuencas han sido delimitadas en base a la información proporcionada por la Agència Catalana de l'Aigua, dado que se trata de cuencas urbanas. En estos casos se ha producido una alteración del curso natural de los cauces, muchos de los cuales se encuentran canalizados.

En el estudio del drenaje transversal se ha efectuado, en primer lugar, una caracterización de la red de drenaje existente a partir de la información proporcionada por la Agència Catalana de l'Aigua (límites de las cuencas urbanas) y por Clavegueram de Barcelona, S.A. (red de alcantarillado). Asimismo, se ha tenido en cuenta la visita de campo realizada y los proyectos existentes en el área de afección de la Ronda Litoral.

Como complemento al estudio del drenaje transversal existente, se ha realizado un análisis del nivel alcanzado por la lámina de agua respecto a la Ronda Litoral en las zonas potencialmente inundables. Para ello, se ha hecho uso de la información recogida en la publicación “Delimitación de Zonas Inundables de las Cuencas Internas de Cataluña” de la Agència Catalana de l’Aigua.

Tras el análisis de la diversa documentación a la que se ha hecho referencia, se concluye que **las cuencas urbanas atravesadas por la Ronda Litoral resuelven su drenaje transversal a través de la red de alcantarillado de la zona. En la actualidad solo existe una obra de drenaje transversal en la zona de actuación, que se procederá a su prolongación y adecuación en los casos que sea afectada por las alternativas planteadas, no siendo preciso la implantación de obras nuevas.**

De esta forma, la solución de drenaje a adoptar en el área de estudio se fundamenta en la adecuación de la citada obra de drenaje (cuando sea necesario), y la definición de una red de drenaje longitudinal para la calzada. El sistema de drenaje a proyectar, se conectará, al igual que el actual, a la red de alcantarillado existente en el ámbito Zona Franca-El Morrot.

Asimismo, en caso de que el estudio de servicios afectados así lo determine, se procederá a la reposición de algunos elementos de la red de alcantarillado si resulta preciso.

Por último, se resumen las características de las soluciones de drenaje a adoptar:

- **Adecuación y prolongación de obras de drenaje transversal en el ámbito de estudio.**

Tras la visita de campo a la Ronda Litoral en el entorno de las actuaciones definidas, y una vez consultados los proyectos existentes asociados a dicha vía, se confirma que la única obra de drenaje transversal localizada (PK 2+490 aproximadamente), se trata de un caño de hormigón de 2.000 mm de diámetro, cuya capacidad de desagüe no se ve afectada por las obras contempladas en el Estudio Informativo. La solución de drenaje consiste en una adecuación de la obra de drenaje existente en el caso de la Alternativa 1 (15 m de prolongación del caño

de hormigón \varnothing 2.000 mm y adecuación de la embocadura de salida), mientras que con el trazado de la Alternativa 2 la obra existente no se ve afectada.

- **No resulta necesario disponer nuevas obras de drenaje transversal.**

La zona de actuación se sitúa fuera de la línea de inundación que se define en el documento “Delimitación de Zonas Inundables de las Cuencas Internas de Cataluña” de la ACA, para el periodo de retorno de 100 años. Por lo tanto, no existe ningún tramo con riesgo de inundación que implique la necesidad de definir una nueva obra de drenaje transversal para garantizar la permeabilidad de la zona.

- **Mantenimiento de la solución de drenaje transversal existente.**

Las cuencas urbanas atravesadas por la Ronda Litoral resuelven su drenaje transversal a través de la red de alcantarillado de la zona. El sistema de drenaje a proyectar, se conectará, al igual que el actual, a la red de alcantarillado existente en el ámbito Zona Franca-El Morrot.

En caso de que el estudio de servicios afectados así lo determine, se procederá a la reposición de algunos elementos de la red de alcantarillado si resulta preciso. Las posibles reposiciones de la red de alcantarillado de la zona se recogen en el apartado “4.10. Servicios Afectados”.

Asimismo, indicar que como complemento a los elementos de drenaje transversal existentes, a lo largo del trazado se localizan en la actualidad una serie de estructuras, pasos que colaboran en la permeabilidad transversal de la traza en situaciones de avenida, contribuyendo dar continuidad a las aguas de escorrentía para las situaciones de avenida con caudales elevados. Esta permeabilidad transversal se mantendrá tras la ampliación prevista de la Ronda Litoral.

- **Definición de una red de drenaje longitudinal para la ampliación de la Ronda Litoral proyectada.**

Será preciso definir todos aquellos elementos que sean necesarios para asegurar el correcto drenaje longitudinal de la plataforma (cuneta de mediana, bajantes, colectores, etc.). Sus tipologías serán coincidentes con las existentes actualmente en la Ronda Litoral.

1.9.10.4. Drenaje longitudinal

La red de drenaje longitudinal diseñada permite evacuar la escorrentía superficial de la plataforma y de los márgenes que vierten hacia ella, mediante un sistema de cunetas que desaguan en régimen libre. Para el diseño de los mismos, se han tenido en cuenta los criterios que respecto a tipología y características de elementos se definen en la citada “Instrucción 5.2.-I.C.”. Esta red mantiene las tipologías ya existentes en la Ronda Litoral.

Además de las cunetas de desmonte que permiten el drenaje del desmonte, de las cunetas de mediana y de las cunetas de guarda, la red de drenaje se complementa con otros elementos como colectores, drenes subterráneos, arquetas de dren-colector, arquetas sumidero para desagüe transversal, etc.

En general, las cunetas se diseñan con la misma pendiente longitudinal que la rasante salvo que sea necesario modificar dicha pendiente para mejorar la capacidad de desagüe. Además, las salidas de las cunetas se proyectan con una distancia máxima de 500 m, y se resuelven mediante arquetas de hormigón, desagües por medio de bajantes, o bien a través de obras transversales para drenaje longitudinal. Cuando la sección hidráulica de la cuneta se agota, el caudal transportado se introduce por medio de una arqueta a un colector de hormigón de diámetro variable (mínimo 600 mm). La rasante del colector de mediana se toma igual a la rasante de calzada de la autovía.

La cota inferior del vértice de la cuneta se dispone 20 o 30 cm por debajo de la cota inferior de la berma (según el tipo de cuneta), y siguiendo las “Recomendaciones para el proyecto y construcción del drenaje subterráneo en obras de carretera (Orden Circular 17/2.003)” se coloca una red de drenaje de las capas del firme, que evacue el agua que se filtra desde la superficie.

El dimensionamiento de las cunetas y demás elementos de drenaje longitudinal se realiza a partir de la fórmula de Manning.

Las secciones tipo y los detalles de todos los elementos que integran el sistema de drenaje longitudinal, se incluyen en los Planos de Drenaje del “Documento N°2: Planos”.

DRENAJE DEL DESMONTE

- Cuneta de Desmonte:

Como cuneta de desmonte en el tronco de la Ronda Litoral, se adopta una sección triangular asimétrica con una anchura total de 2,5 m, taludes 6H/1V en el lado de la calzada y 4H/1V en el lado del desmonte, y una altura de revestimiento de 25 cm. En la misma sección transversal, bajo la berma-cuneta se implanta una tubería drenante de \varnothing 150 mm con la doble misión de intercepción del agua que se infiltre en el firme y ayuda al eventual rebaje del nivel freático.

En el caso de los ramales de enlace, se proyecta una cuneta de desmonte revestida de sección triangular de 1,5 m de anchura, con taludes 4H/1V en el lado de la calzada y 2H/1V en el lado del desmonte, y una altura de revestimiento de 25 cm.

Dichas secciones tipo cumplen con los objetivos de recogida y conducción de caudales, así como con las condiciones de franqueamiento seguro del perfil transversal de la misma por los vehículos que se salgan de la plataforma.

- Cuneta de Guarda: En los casos en los que el terreno natural vierte hacia los taludes del desmonte se coloca una cuneta de guarda revestida que impide que el agua escurra por los taludes. El extremo de la cuneta de guarda se situará a 2 metros del borde del desmonte. Ésta es simétrica, de forma trapecial, con taludes 1H/1V. La anchura de la cuneta es de 0,6 m en la base inferior, 1,2 m en coronación y posee una altura de 0,3 m.

DRENAJE DEL TERRAPLÉN

Se coloca bordillo en el terraplén sobre el que vierte la calzada cuando la altura de dicho terraplén es igual o superior a 2 m. La altura del bordillo no excede de 10 cm con objeto de que sea montable. Asimismo, teniendo en cuenta la Instrucción 5.2.-I.C. y la Orden Circular 321/95 “Recomendaciones sobre Sistemas de Contención de Vehículos”, el bordillo se coloca delante del poste de sujeción de la barrera metálica. La separación entre bajantes se toma aproximadamente de 50 m.

De igual forma, se colocan bordillos en los pasos superiores que cruzan la Ronda Litoral de forma que el agua depositada sobre éstos no caiga a la vía principal proyectada. El caudal de estos bordillos se evacúa a través de bajantes que discurren por el terraplén ubicado a la salida de los pasos superiores.

Teniendo en cuenta las características del drenaje longitudinal existente, se han considerado dos tipos de bajantes. Para los casos en que se encuentra asociada a bordillo en terraplén, se define la bajante tipo B3. Ésta presenta unas dimensiones inferiores a la bajante empleada para la conexión de los colectores de desagüe transversal con el terreno (bajante tipo B1).

Como sección de la cuneta de pie de terraplén se utiliza también una sección trapecial simétrica con taludes 1H/1V, de 0,6 m en su base inferior, 1,2 m en coronación y 0,3 m de profundidad.

DRENAJE DE LA MEDIANA

- Cuneta de mediana: Para el drenaje de la mediana se dispone una cuneta triangular revestida. Los taludes de la cuneta de mediana son constantes y de valor 6H/1V, resultando una cuneta simétrica de 3 m de anchura total y 25 cm de profundidad de revestimiento. Por debajo de la cuneta de mediana se coloca una tubería drenante de 150 mm de diámetro, con la doble misión de intercepción del agua que se infiltre en el firme y ayuda al eventual rebaje del nivel freático. La existencia de este dren obliga a disponer unas arquetas para facilitar su mantenimiento.
- Sumidero continuo: Para aquellos tramos en los que por limitaciones de espacio no resulta posible disponer la cuneta de mediana descrita con anterioridad, se opta por la definición de un sumidero continuo. Cuando la capacidad de este sumidero se agota, se efectúa el desagüe del mismo a un colector de diámetro variable (mínimo 600 mm). Por esta razón, se decide desaguar el sumidero cada 50 m mediante una arqueta sumidero a un colector. Por debajo del sumidero se dispone una tubería drenante de 150 mm de diámetro con la doble misión de interceptar el agua que se infiltra en el firme y ayuda al eventual rebaje del nivel freático (sistema separativo drenaje superficial-drenaje subterráneo).

DRENAJE DEL TABLERO DE LAS ESTRUCTURAS

Con el fin de garantizar el correcto desagüe de los tableros de las estructuras, se prevé la disposición de una serie de sumideros separados una distancia inferior a 35 m.

COLECTORES

Los colectores a emplear pueden agruparse en tres categorías:

- Colectores longitudinales bajo cuneta de desmonte o mediana (cuneta y sumidero).
- Colectores transversales de desagüe de los elementos superficiales (colectores transversales para drenaje longitudinal).
- Colectores bajo viales para dar continuidad al drenaje longitudinal.

El diámetro mínimo de estos colectores se fija en 400 mm para el caso de los colectores transversales, siendo igual a 600 mm en el caso de los colectores longitudinales definidos bajo la mediana.

1.9.11. Demanda y funcionalidad

Dentro del anejo de Demanda y Funcionalidad se determina la demanda futura que experimentarán las diferentes alternativas objeto del presente estudio dentro de su periodo de vida útil, a partir de los resultados de la asignación de tráfico a la red viaria futura definida. De esta manera, con dichos resultados se comprobará el correcto dimensionamiento del tronco de las alternativas planteadas, mediante el cálculo de sus niveles de servicio.

Con tal fin, en primer lugar se presentan las diferentes modelaciones planteadas para la red viaria futura realizadas con el programa de simulación microscópica AIMSUN, así como la prognosis que será aplicada para la obtención de la intensidad de tráfico durante todo el periodo de vida útil considerado.


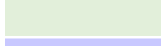




Finalmente se presentan los **niveles de servicio** obtenidos cuyo resumen principal se incluye a continuación.

Alternativa 1

		Tramo I Inicio Tramo - Enlace Puerta 29	Tramo II Enlace Puerta 29 - Enlace Puerta 28	Tramo III Enlace Puerta 28 - Enlace Puerta 25	Tramo IV Enlace Puerta 25 - Fin de tramo
Nivel de servicio	2020	C	C	C	D
	2040	D	D	C	F

Alternativa 2

		Tramo I Inicio Tramo - Enlace Puerta 29	Tramo II Enlace Puerta 29 - Enlace Puerta 28	Tramo III Enlace Puerta 28 - Enlace Puerta 25	Tramo IV Enlace Puerta 25 - Fin de tramo
Nivel de servicio	2020	C	E	E	E
	2040	D	F	F	F

	N, Servicio A
	N, Servicio B
	N, Servicio C
	N, Servicio D
	N, Servicio E
	N, Servicio F

Del estudio realizado en el presente anejo pueden extraerse las siguientes conclusiones:

- Con respecto al tronco de la Ronda Litoral, únicamente la alternativa 1 presenta niveles de servicio adecuados dentro del ámbito de Estudio (subtramos I, II y III). El IV, una vez superado el enlace de la Puerta 25 (fuera del ámbito de Estudio), presenta problemas de capacidad al contar únicamente con dos carriles.
- La alternativa 2, presenta problemas de funcionalidad en los subtramos más cercanos a Barcelona (II, III y IV).
- Con respecto a la alternativa 1, es preciso poner de manifiesto que los ramales de salida/entrada del/al tronco de la Ronda Litoral desde Barcelona presentan una funcionalidad limitada por la alta demanda de tráfico que soportan. Se recomienda por tanto una ampliación de capacidad de los dos ramales.
- Respecto a la alternativa 2, además de los problemas detectados en el tronco, se han localizado varios elementos con funcionalidad deficiente:
 - La salida de la Ronda Litoral hacia la Puerta 25 presenta un nivel de servicio F.
 - La conexión con la Ronda Litoral en el entorno del enlace con la Puerta 29 en sentido salida de Barcelona presenta un nivel de servicio F.
 - Finalmente, en el ámbito entre los enlaces con las Puertas 28 y 29, la glorieta que permite conectar con el Paseo de la Zona Franca presenta un nivel de servicio F para el acceso desde el norte.

Se deduce por tanto que **la alternativa seleccionada**, también desde el punto de vista de la funcionalidad, **ha de ser la Alternativa 1**.

1.9.12. Secciones tipo y firmes

1.9.12.1. Secciones tipo

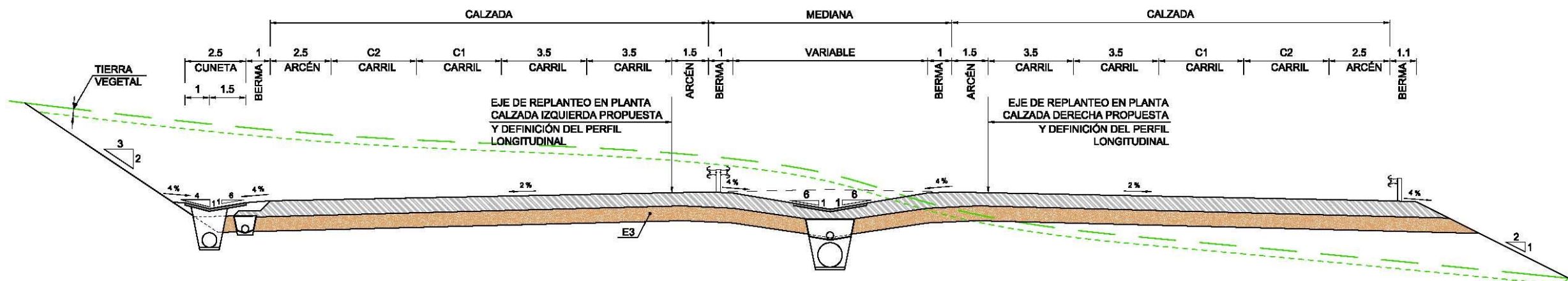
Solución 1

En esta solución, la definición del trazado se ha realizado a través de dos ejes uno por cada calzada, denominados “Calzada Derecha Propuesta” y “Calzada Izquierda Propuesta”. En cada caso, el eje en planta y la rasante se refiere a la banda blanca interior, punto que coincide con el eje de giro de los peraltes. Como consecuencia, la mediana de la Ronda Litoral será variable.

La sección tipo adoptada en cada eje es la siguiente:

- ✓ Calzada: Mínimo 7 m.
- ✓ Arcenes exteriores: 2,5 m.
- ✓ Arcenes interiores: 1,5 m.
- ✓ Berma desmonte / terraplén: 1 / 1.1 m.
- ✓ Talud de desmonte / terraplén: 3H:2V / 2H:1V

Se incluye un esquema que indica lo expuesto anteriormente



Solución 2

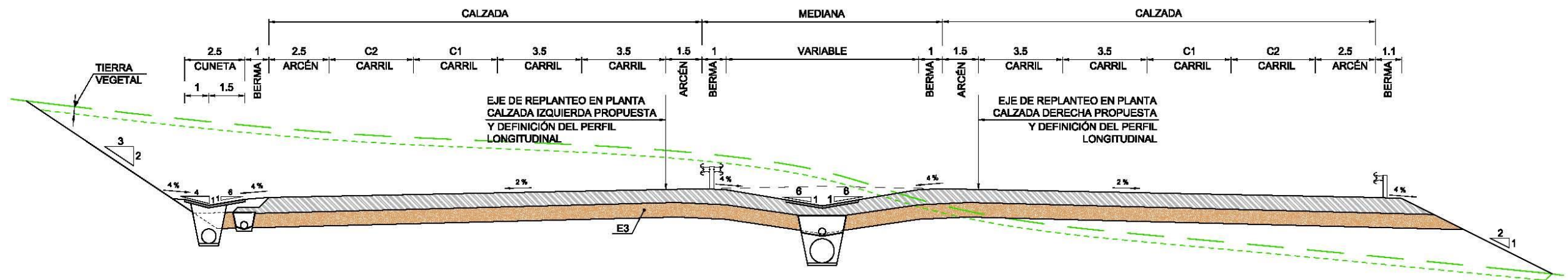
Para la definición del trazado de esta solución se han distinguido dos zonas:

En la primera zona, hasta superar el Enlace Puerta 28, el trazado se ha definido a través de dos ejes, uno por cada calzada de la autovía, denominados “Calzada Derecha Propuesta” y “Calzada Izquierda Propuesta”. En cada caso, el eje en planta y la rasante se refiere a la banda blanca interior, punto que coincide con el eje de giro de los peraltes. Como consecuencia, la mediana de la Ronda Litoral será variable.

La sección tipo adoptada para cada uno de estos ejes es la siguiente:

- ✓ Calzada: Mínimo 7 m.
- ✓ Arcenes exteriores: 2,5 m.
- ✓ Arcenes interiores: 1,5 m.
- ✓ Berma desmonte / terraplén: 1 / 1.1 m.
- ✓ Talud de desmonte / terraplén: 3H:2V / 2H:1V

Se incluye un esquema que indica lo expuesto anteriormente:



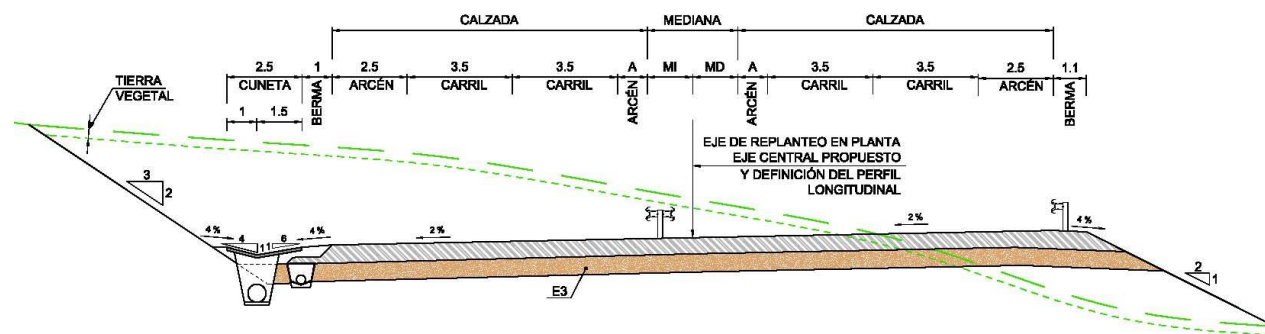
En la segunda zona, entre el enlace Puerta 28 y el final del trazado, el tronco de la autovía se ha definido mediante un único eje correspondiente al centro de la mediana.

La sección tipo adoptada en este tramo es la siguiente:

- ✓ Calzada: 2x 7 m.
- ✓ Arcenes exteriores: 2,5 m.
- ✓ Arcenes interiores: 1,5 ó 1 m.
- ✓ Mediana: Variable.
- ✓ Berma desmonte / terraplén: 1 / 1.1 m.
- ✓ Talud de desmonte / terraplén: 3H:2V / 2H:1V

En el grupo 5 del “Documento n°2 Planos” se han reflejado en las tablas incluidas en las secciones tipo las distintas variaciones.

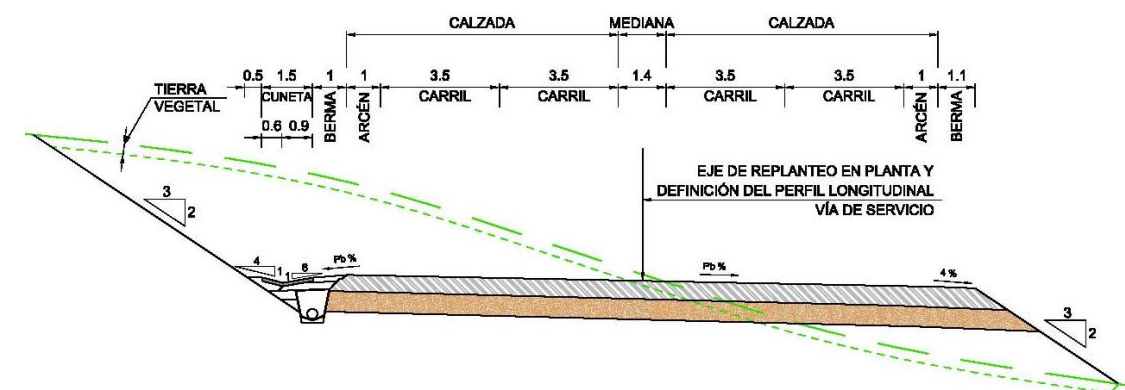
Se incluye un esquema que indica lo expuesto anteriormente:



Además, se define un eje para la Vía de servicio lateral de la margen izquierda, correspondiente al centro de la mediana y que presenta la siguiente sección tipo:

- ✓ Calzada: 2x 7 m.
- ✓ Arcenes exteriores: 1 m.
- ✓ Mediana: 1,4 m.
- ✓ Berma desmonte / terraplén: 1 / 1.1 m.
- ✓ Talud de desmonte / terraplén: 3H:2V

Se incluye un esquema que indica lo expuesto anteriormente:



1.9.12.2. Firmes

Las secciones de firme se han elegido adoptando como referencia la *Norma 6.1-IC Secciones de firme* de Diciembre de 2003 y el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carretera y Puentes PG-3 con sus sucesivas modificaciones.

El dimensionamiento y diseño de las secciones de firme se realiza en función de la categoría de la explanada y del tráfico de vehículos pesados.

Categoría de explanada

Según los datos recogidos en los anejos 3.2. Geología y procedencia de materiales y 4.2. Estudio Geotécnico, se considera que los tipos de suelo de la explanación o de la obra de tierra subyacente son Suelos Tolerables (0).

Debido a que la Categoría de Tráfico Pesado considerada para el tronco es una T00 y para los ramales es una T0 se elige una Categoría de Explanada E3 (Ev2 ≥300 MPa) sobre suelos tolerables, de acuerdo a la Norma 6.1-IC.

La explanada a disponer consta de las siguientes capas:

- ✓ 30 cm de suelo estabilizado tipo 3 (S-EST-3).
- ✓ 30 cm de suelo seleccionado tipo (SS-2)

Sección estructural de firme en tronco

La categoría del tráfico pesado del tronco es **T00**, por lo que se proyectará una **sección estructural de firme tipo 0031**, formada por **35 cm. de mezcla bituminosa en caliente y 25 cm. de zahorra artificial**, dispuestos en las siguientes capas en función del lugar de la plataforma en el que se encuentren:

- ✓ **3 cm** de capa de rodadura de mezcla bituminosa discontinua tipo **BBTM 11 B PMB 45/80-65 C** (antigua M-10).
- ✓ Riego de adherencia modificado tipo **C60BP4 ADH** (ECR-1-m).
- ✓ **8 cm** de capa intermedia de mezcla bituminosa semidensa tipo **AC22 bin BC 50/70 S** (antigua S-20).

- ✓ Riego de adherencia tipo **C60B4 ADH** (ECR-1).
- ✓ **24 cm** de capa base de mezcla bituminosa gruesa tipo **AC32 base BC 50/70 G** (antigua G-25), dispuestas en dos capas de 10 cm. y 14 cm. respectivamente con un riego de adherencia entre ellas tipo C60B4 ADH (ECR-1).
- ✓ Riego de imprimación tipo **C50BF5 IMP** (ECI).
- ✓ **25 cm. de Zahorra Artificial (ZA)**

Para el dimensionamiento de la sección estructural de firme en los arcenes se cumplirá lo establecido en apartado 7 de la Norma 6.1-Secciones de Firme.

En los casos de **arcenes de anchura inferior a 1,25 m.**, la sección estructural de firme proyectada estará compuesta por la prolongación de la sección estructural de firme definida en la calzada adyacente.

Para los **arcenes de anchura superior a 1,25 m**, la sección estructural de firme proyectada estará compuesta por la prolongación de las capas de rodadura e intermedia, no siendo su espesor inferior a 15 cm. Por lo tanto, las capas a disponer serán:

- ✓ **3 cm** de capa de rodadura de mezcla bituminosa discontinua tipo **BBTM 11 B PMB 45/80-65 C** (antigua M-10).
- ✓ Riego de adherencia modificado tipo **C60BP4 ADH** (ECR-1-m).
- ✓ **8 cm** de capa intermedia de mezcla bituminosa semidensa tipo **AC22 bin BC 50/70 S** (antigua S-20).
- ✓ Riego de adherencia tipo **C60B4 ADH** (ECR-1).
- ✓ **10 cm** de capa base de mezcla bituminosa gruesa tipo **AC32 base BC 50/70 G** (antigua G-25).
- ✓ Riego de imprimación tipo **C50BF5 IMP** (ECI).
- ✓ **19 cm. de Zahorra Artificial Drenante (ZAD-20)**
- ✓ **20 cm. de Zahorra Artificial (ZA-25)**

Sección estructural de firme en ramales de enlace y Vías de Servicio

Los ramales tienen una categoría de tráfico pesado T0, y una categoría de explanada de tipo E3 (Ev2 \geq 300 MPa), por lo que se ha proyectado una sección estructural de firme tipo 031. Esta sección tiene un espesor total 55 cm. de los cuales 30 cm. son de mezcla bituminosa y 25 cm. son de zahorra artificial, dispuestos en las siguientes capas en función del lugar de la plataforma en el que se encuentren:

- ✓ **3 cm** de capa de rodadura de mezcla bituminosa discontinua tipo **BBTM 11 B PMB 45/80-65 C** (antigua M-10).
- ✓ Riego de adherencia modificado tipo **C60BP4 ADH (ECR-1-m)**.
- ✓ **8 cm de** capa intermedia de mezcla bituminosa semidensa tipo **AC22 bin BC 50/70 S** (antigua S-20).
- ✓ Riego de adherencia tipo **C60B4 ADH (ECR-1)**.
- ✓ **19 cm** de capa base de mezcla bituminosa gruesa tipo **AC32 base BC 50/70 G** (antigua G-25), dispuestas en dos capas de 9 cm. y 10 cm. respectivamente con un riego de adherencia entre ellas tipo **C60B4 ADH (ECR-1)**.
- ✓ Riego de imprimación tipo **C50BF5 IMP (ECI)**.
- ✓ **25 cm. de Zahorra Artificial (ZA)**

Para el dimensionamiento de la sección estructural de firme en los arcenes se cumplirá lo establecido en el Apartado 7 Arcenes de la Norma 6.1.-"Secciones de Firme".

En los casos de **arcenes de anchura inferior a 1,25 m.**, la sección estructural de firme será prolongación de las capas de firme de la calzada adyacente.

En los casos **de arcenes de anchura superior a 1,25 m.**, la sección estructural del firme en el arcén proyectada estará compuesta por la prolongación de las capa de rodadura e intermedia dispuestas en la calzada y, por tanto, de idéntica naturaleza. En definitiva, las capas que forman el arcén son:

- ✓ **3 cm** de capa de rodadura de mezcla bituminosa discontinua tipo **BBTM 11 B PMB 45/80-65 C** (antigua M-10).
- ✓ Riego de adherencia modificado tipo **C60BP4 ADH (ECR-1-m)**.
- ✓ **13 cm de** capa intermedia de mezcla bituminosa semidensa tipo **AC22 bin BC 50/70 S** (antigua S-20).
- ✓ Riego de imprimación tipo **C50BF5 IMP (ECI)**.
- ✓ **15 cm. de Zahorra Artificial Drenante (ZAD-20)**
- ✓ **24 cm. de Zahorra Artificial (ZA-25)**

Estructuras

La sección estructural de firme proyectada para las estructuras está formada por:

- ✓ **3 cm** de capa de rodadura de mezcla bituminosa discontinua tipo **BBTM 11 B PMB 45/80-65 C** (antigua M-10).
- ✓ Riego de adherencia modificado tipo **C60BP4 ADH (ECR-1-m)**.
- ✓ **7 cm de** capa intermedia de mezcla bituminosa semidensa tipo **AC22 bin BC 50/70 S** (antigua S-20).
- ✓ **3 mm.** de capa mástic de impermeabilización y adherencia, aplicada directamente sobre el tablero de la estructura.

Sobre el tablero se aplicará una capa de adherencia e impermeabilización (3 mm. de espesor), cuyas características y composición se detallan a continuación:

- ✓ Riego de adherencia o imprimación del tablero formado por una emulsión de rotura lenta con polímeros (0,8 – 1,2 Kg. /m²).
- ✓ Capa de impermeabilización, con una capa de protección para evitar que esta se dañe durante los trabajos de construcción formado por dos capas de mastico en frío (4-6 Kg./m²) compuesto por emulsión

Rehabilitación del pavimento en tronco existente.

Para conseguir un nivel adecuado de adherencia entre el neumático y el pavimento en el tronco existente se procederá a realizar el siguiente proceso. Se fresará un total de 4 cm, correspondientes a la capa de rodadura existente eliminando ésta en su totalidad. Serán repuestos por 3 cm. de capa de rodadura de mezcla bituminosa discontinua en caliente tipo **BBTM 11 B PMB 45/80-65 C**. Esta capa se ejecutará a la vez que la capa de rodadura de los tramos adyacentes dotando al trazado de absoluta continuidad superficial. La sección definitiva a reponer será la siguiente:

- ✓ **3 cm** de capa de rodadura de mezcla bituminosa discontinua tipo **BBTM 11 B PMB 45/80-65 C**.
- ✓ Riego de adherencia modificado tipo **C60BP4 ADH (ECR-1-m)**.
- ✓ Firme existente.

1.9.13. Estructuras

Con el presente estudio de tipologías estructurales se pretende únicamente orientar el diseño de las estructuras del tramo, y obtener unos ratios principales económicos y algunos condicionantes genéricos para su consideración en la evaluación de las diferentes alternativas de trazado.

Los viaductos incluidos en el presente proyecto se enumeran en la siguiente tabla:

SOLUCION 1	TIPOLOGÍA	LONGITUD (m)	ANCHURA (m)
VIADUCTO 1	AMPLIACIÓN	72	VARIABLE (17.8-20.6)
VIADUCTO 2	NUEVA CONSTRUCCIÓN	76	11.5
VIADUCTO 3	AMPLIACIÓN	44	17.5
VIADUCTO 4	AMPLIACIÓN	380	VARIABLE
VIADUCTO 5	NUEVA CONSTRUCCIÓN	1660	VARIABLE
VIADUCTO 6	NUEVA CONSTRUCCIÓN	70	9
VIADUCTO 7	NUEVA CONSTRUCCIÓN	VARIABLE (32.33-25.7)	15
VIADUCTO 8	NUEVA CONSTRUCCIÓN	100	8.5
VIADUCTO 9	AMPLIACIÓN	35	3

SOLUCION 2	TIPOLOGÍA	LONGITUD (m)	ANCHURA (m)
VIADUCTO 1	NUEVA CONSTRUCCIÓN	MIXTO	86
VIADUCTO 2	AMPLIACIÓN	VIGAS PREFABRICADAS	44
VIADUCTO 3	NUEVA CONSTRUCCIÓN	MIXTO	700
VIADUCTO 4	NUEVA CONSTRUCCIÓN	MIXTO	24
VIADUCTO 5	NUEVA CONSTRUCCIÓN	VIGAS PREFABRICADAS	VARIABLE (32.33-25.7)
VIADUCTO 6	AMPLIACIÓN	VIGAS PREFABRICADAS	35

Las soluciones adoptadas en las estructuras de ampliación de existentes, se opta por mantener las tipologías existentes en todos los elementos estructurales, ya que se considera que no cabe definir otra solución diferente.

Las estructuras de nueva construcción, sin embargo, se resuelven mediante tableros mixtos, ya que en la elección de tipologías se considera como criterios principales de selección a los tiempos de ejecución y sistemas constructivos, que minimicen la afección a las vías de servicio existentes, así como también la facilidad de transporte e izado en caso de elementos prefabricados o piezas realizadas en taller. Por otro lado se señala que la zona de actuación del proyecto cuenta con numerosos servicios afectados, por lo que es necesario definir soluciones que minimicen su número y tiempos de afección.

Los pasos inferiores se resuelven mediante marcos cerrados, de gálibos horizontales y verticales según la vía correspondiente a la que dan continuidad.

El marco dispondrá, en sus bocas de entrada y salida, de las correspondientes aletas e impostas que evitarán el derrame de las tierras del terraplén sobre la vía inferior. El derrame del terraplén se resuelve mediante conos, situados al pie de las aletas antes descritas.

Los pasos inferiores incluidos en el proyecto se indican en la siguiente tabla:

SOLUCION 1	TIPOLOGÍA	LONGITUD (m)	ANCHURA (m)
PI 1	MARCO	95	8.3
PI 2	MARCO	15	8.8
PI 3	MARCO	14.5	8.8
PI 4	MARCO	14	8.8
PI 5	MARCO	95	8.5
PI 6	VIGAS PREFABRICADAS	11	3.76

SOLUCION 2	TIPOLOGÍA	LONGITUD (m)	ANCHURA (m)
PI 1	MARCO	95	8.3
PI 2	MARCO	15	8.8
PI 3	MARCO	14.5	8.8
PI 4	MARCO	14	8.8
PI 5	MARCO	40	8.8

1.9.14. Servicios afectados

El estudio de los servicios afectados por las alternativas de trazado a la Ampliación de la Ronda Litoral (B-10)^º. Tramo: Zona Franca-El Morrot se ha realizado sobre la base de una franja suficientemente amplia de terreno a cada lado del eje de cada alternativa.

La investigación realizada para obtener los resultados que se recogen en este apartado se ha efectuado realizando una inspección sobre el terreno de todos los servicios e instalaciones visibles, identificando cada uno de los tipos de servicio y la posible compañía propietaria.

Con los datos obtenidos se ha confeccionado el presente apartado. Éste contiene una colección de planos en los que están representados la situación actual de los servicios identificados, donde se puede ver los puntos de afección con las alternativas propuestas.

También se encuentra una tabla resumen con los servicios identificados que se ven afectados por cada alternativa propuesta.

Los servicios detectados en la zona son:

- ✓ Líneas eléctricas aéreas y soterradas de media y baja tensión pertenecientes a Fecsa Endesa
- ✓ Oleoductos propiedad de la Compañía Logística de Hidrocarburos (CLH)
- ✓ Gasoductos pertenecientes a Gas Natural Fenosa
- ✓ Conducciones de Abastecimiento bajo la titularidad de la Agencia Catalana del Agua (ACA)
- ✓ Colectores de saneamiento pertenecientes a la Agencia Catalana del Agua (ACA) y a Barcelona Cicle de l'Aigua (BCASA)
- ✓ Instalaciones de telecomunicaciones bajo la titularidad de Movistar.

1.9.15. Expropiaciones

En el apartado de expropiaciones se estima un valor aproximado de los terrenos que son necesarios para la correcta ejecución de las obras contempladas en cada alternativa estudiada. Las actuaciones previstas discurren, desde el punto administrativo, por el municipio de Barcelona, cuyo planeamiento se regula por medio del Plan General Metropolitano (PGM).

La calificación del suelo adyacente tiene la consideración de zona verde de protección de viales, suelo urbano industrial y los sistemas generales de espacios libres (Montjuïc), ferroviario (Can Tunis) y portuario (Puerto de Barcelona).

Atendiendo a la Ley 25/1988, de 29 de Julio, de Carreteras, se expropia el pleno dominio de las superficies que ocupen la explanación de la autovía, sus elementos funcionales y las instalaciones permanentes que tengan por objeto una correcta explotación.

A continuación se incluyen una tabla por alternativa en la que se detalla la superficie afectada así como su presupuesto de expropiación.

ALTERNATIVA 1

CALIFICACIÓN URBANÍSTICA	SUPERFICIE (m ²)	PRECIO UNITARIO (€/M ²)	PRESUPUESTO (€)
SUELO URBANO INDUSTRIAL	10.502	180	1.890.360
SISTEMAS GENERALES VIARIO	365.773	0	0
SISTEMAS GENERALES PORTUARIO	19.580	0	0
SISTEMAS GENERALES FERROVIARIO	40.857	0	0
ESPACIOS LIBRES	27.259	180	4.906.620
PARQUE MONTJUIC	9.061	180	1.630.980
EQUIPAMIENTOS	9.587	0	0
TOTAL AFECTADO	482.619		8.427.960

ALTERNATIVA 2

CALIFICACIÓN URBANÍSTICA	SUPERFICIE (m ²)	PRECIO UNITARIO (€/M ²)	PRESUPUESTO (€)
SUELO URBANO INDUSTRIAL	7.932	180	1.427.760
SISTEMAS GENERALES VIARIO	380.529	0	0
SISTEMAS GENERALES PORTUARIO	20.695	0	0
SISTEMAS GENERALES FERROVIARIO	44.489	0	0
ESPACIOS LIBRES	20.361	180	3.664.980
PARQUE MONTJUIC	17.144	180	3.085.920
EQUIPAMIENTOS	9.420	0	0
TOTAL AFECTADO	500.570		8.178.660

1.10. Resumen del Estudio de Impacto Ambiental

El objeto del Estudio de Impacto Ambiental es el análisis de las posibles implicaciones ambientales que la ejecución del Proyecto “*Ampliación de la Ronda Litoral (B-10). Tramo: Zona Franca – El Morrot*” pueda tener sobre el medio donde se desarrolla, de acuerdo con lo exigido en **Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental**.

Este proyecto se sometió a trámite de Consultas Previas y se inició el correspondiente trámite de evaluación ambiental, en el año 2014, en base a la legislación ambiental que estaba vigente, que correspondía al Real Decreto Legislativo 1/2008, de 11 de enero, por el que se aprobaba el texto refundido de la Ley de Evaluación de Impacto Ambiental de proyectos, modificado por la Ley 6/2010, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental.

Sin embargo, dicho trámite fue archivado por el órgano ambiental, dado que no le fue remitido el correspondiente expediente de información pública en el plazo establecido. Por este motivo, se hace necesario iniciar un nuevo trámite de evaluación de impacto ambiental, en base a la ley de Evaluación Ambiental actualmente vigente la Ley 21/2013, de 9 de diciembre.

Dado que durante el trámite finalizado, el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente resolvió mediante la notificación del 16 de junio de 2014 someter a evaluación de impacto ambiental el Proyecto (“*Notificación de decisión de someter a evaluación de impacto ambiental, comunicación del alcance del estudio de impacto ambiental, traslado de consultas y cumplimiento del artículo 9*”), se inicia este nuevo trámite de Evaluación Ambiental, a través de la redacción un Estudio de Impacto Ambiental con los contenidos exigidos Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental.

El análisis del medio realizado pone de manifiesto la inexistencia en el área de estudio de grandes valores ambientales que puedan verse afectados por la ejecución de cualquiera de las diferentes alternativas planteadas.

Además, las propias actuaciones del estudio de ampliación de la Ronda Litoral tienen muy escasa repercusión sobre las variables ambientales ya que se desarrollan sobre el propio vial existente, en un entorno urbano muy antropizado y

transformado por el desarrollo de infraestructuras viarias, ferroviarias, polígonos industriales o las instalaciones portuarias.

En el marco del inventario ambiental se han destacado los puntos o áreas con mayor valor ambiental, paisajístico o cultural, al objeto de considerarlos en la propuesta de alternativas o en el desarrollo de las medidas protectoras y/o correctoras.

Dadas las características de la zona de actuación, al pie de la montaña del Montjuic al sur del área metropolitana de Barcelona, son precisamente los valores culturales, sociales o paisajísticos los de mayor relevancia en el área de actuación. En este sentido destaca en primer lugar la Montaña del Montjuic por su valor paisajístico y cultural y como último reducto, en su ladera sudeste, de áreas naturales, en cuyos acantilados se localizan colonias nidificantes de aves rapaces, de hecho se trata de uno de los lugares de Cataluña donde se localizan más mochuelos. Asimismo destaca la presencia del halcón peregrino (*Falco peregrinus*) y cernícalo vulgar (*Falco tinnunculus*).

Por otra parte en esta montaña se localizan diversos parques y jardines de gran interés social y como ecosistemas faunísticos. De estos jardines destaca por su proximidad los *Jardines de Costa y Llobera*, situados al sur de la ladera del Morrot y dedicados a acoger plantas exóticas y tropicales.

Sin embargo, todos estos enclaves se localizan fuera del área de afección de proyecto.

El resto de condicionantes corresponden a los elementos de patrimonio histórico artístico, en su mayor parte de carácter arquitectónico localizados de forma dispersa por todo el área urbana, destacando por su proximidad, aunque fuera del área de afección, el faro de Montjuic y dentro del patrimonio arqueológico, el yacimiento de Morrot.

Asimismo se han identificado hábitats de interés comunitario HIC 6220* Zonas subestépicas de gramíneas y anuales del *Thero-Brachypodetea* también lo suficientemente alejados como para resultar afectados por las alternativas propuestas.

Se han evaluado las repercusiones que pudiera tener la ejecución de la Ampliación de la Ronda Litoral sobre el medio en el que se sitúa. Estas afecciones

no resultan significativas con respecto a las variables ambientales analizadas. Por un lado el proyecto corresponde a la ampliación de una infraestructura existente, limitándose el área de afección al entorno del corredor existente. Con su ejecución no se generarán ocupaciones del suelo significativas o la generación de grandes taludes, asimismo y a tenor del análisis realizado, tampoco se llevará a cabo la generación de afecciones a los principales valores ambientales del entorno identificados, ni al patrimonio cultural. Por lo tanto, la ejecución de cualquiera de las alternativas que se definen en el estudio no tendrá efectos adversos significativos sobre el medio.

A través del análisis multicriterio realizado se obtiene que la alternativa más favorable es la Alternativa 1, que consiste en una ampliación de la capacidad del tronco mediante la implantación de 1 o 2 carriles adicionales por sentido de la circulación.

Por otro lado, se ha establecido un conjunto de medidas preventivas y correctoras que permitirán eliminar o reducir en la medida de lo posible las afecciones previsibles y un programa de vigilancia ambiental que controle su aplicación y eficiencia.

Por lo tanto, con la ejecución de las actuaciones objeto de estudio, no se prevé una afección relevante ni una merma en la calidad ambiental de la zona de implantación. Por el contrario, no puede dejar de mencionarse el importante impacto positivo que supondrá la ejecución global. Desde el punto de vista social y económico, la principal consecuencia emanada de la ampliación prevista será una nueva redistribución del tráfico en la zona, con un incremento de la seguridad y una descongestión del tráfico que favorecerá la dispersión de los contaminantes y eliminará situaciones de riesgo.

Además durante la construcción, se creará empleo, correspondiente a la mano de obra necesaria y a los empleos indirectos, aun cuando sea de manera temporal.

Como consecuencia de todo esto se puede concluir que no hay ningún aspecto ambiental que desaconseje la ejecución del proyecto objeto del presente Estudio de Impacto Ambiental.

1.11. Resumen y conclusiones

El “*Estudio Informativo de la ampliación de la Ronda Litoral (B-10). Tramo Zona Franca – El Morrot*” tiene como **objeto principal** ampliar la capacidad existente en Ronda Litoral tratando de solucionar los problemas de congestión que se producen actualmente, especialmente en el periodo punta de mañana (7 a 10 de la mañana).

Tras fijar los objetivos del Estudio se ha realizado una caracterización del ámbito de actuación tanto desde el punto de vista medio ambiental como desde el lado de la funcionalidad y la demanda.

Tras la caracterización se ha procedido a la definición de las dos alternativas consideradas en el Estudio. La primera consistente en una ampliación de carriles del tronco central de la Ronda.

La segunda consistente en la creación de unas calzadas laterales encargadas de absorber el tráfico con origen/destino Barcelona.

Ambas alternativas se han estudiado comparativamente dentro del presente Estudio desde diferentes puntos de vista (funcional, ambiental, territorial y económico) resultando como **opción seleccionada la alternativa 1 con un presupuesto de licitación de 98.810.298,71 €.**

EL INGENIERO AUTOR DEL ESTUDIO

POR APIA XXI

D. JUAN CARLOS SALCINES BERZOSA

EL DIRECTOR

DEL ESTUDIO INFORMATIVO

D. LUIS BONET LINUESA