

ANEJO Nº 10. FIRMES Y PAVIMENTOS

ÍNDICE

10. ANEJO Nº 10. FIRMES Y PAVIMENTOS 3

10.1. ANTECEDENTES..... 3

10.1.1. DISEÑO PRECEDENTE..... 3

10.1.1.1. Documentos de referencia..... 3

10.1.1.2. Normativa aplicada 3

10.1.1.3. Categorías de tráfico pesado..... 3

10.1.1.4. Paquetes de explanada 8

10.1.1.5. Paquetes de firme..... 8

10.1.1.6. Ligantes hidrocarbonados y emulsiones bituminosas..... 9

10.1.1.7. Aprovechamiento y mejora de firmes..... 9

10.1.2. ESTADO ACTUAL DE LAS OBRAS 10

10.1.2.1. Explanaciones..... 10

10.1.2.2. Firmes..... 11

10.1.2.3. Inspección visual y análisis de necesidades..... 11

10.1.3. CAMBIOS NORMATIVOS 18

10.1.3.1. Planeamiento y proyecto 18

10.1.3.2. Firmes y pavimentos 18

10.1.3.3. Materiales de construcción..... 19

10.1.3.4. Ensayos y normas..... 19

10.1.4. ALCANCE DE LOS TRABAJOS CONTRATADOS..... 19

10.2. PROYECTO DE TERMINACIÓN 20

10.2.1. INTRODUCCIÓN 20

10.2.2. DATOS DE PARTIDA..... 21

10.2.2.1. Tráfico 21

10.2.2.2. Climatología 27

10.2.2.3. Integración ambiental 28

10.2.2.4. Explanada 28

10.2.2.5. Firmes..... 29

10.2.3. SOLUCIÓN ADOPTADA 31

10.2.3.1. Paquetes de explanada 31

10.2.3.2. Paquetes de firme..... 32

10.2.3.3. Resumen de firmes por eje 33

10.2.4. APROVECHAMIENTO DE FIRMES 34

10.1. ANTECEDENTES

10.1.1. DISEÑO PRECEDENTE

10.1.1.1. Documentos de referencia

El último documento aprobado que sirvió de base para el contrato de ejecución de las obras, es el proyecto modificado n°1 (noviembre 2011), cuyo anejo de firmas se redactó como adenda al proyecto original (constructivo de febrero de 2008). En la conjunción de estos dos documentos quedaron fijados los criterios y diseños proyectados en firmas y explanadas. Aun así, también se revisa el proyecto de liquidación en busca de posibles cambios surgidos durante la ejecución de las obras, a fin de adaptar los diseños a las circunstancias reales constatadas hasta su suspensión definitiva.

Las conclusiones deducidas tras la revisión de todos estos documentos, son las que se toman como referencia para completar el diseño de firmes y explanadas en el presente proyecto.

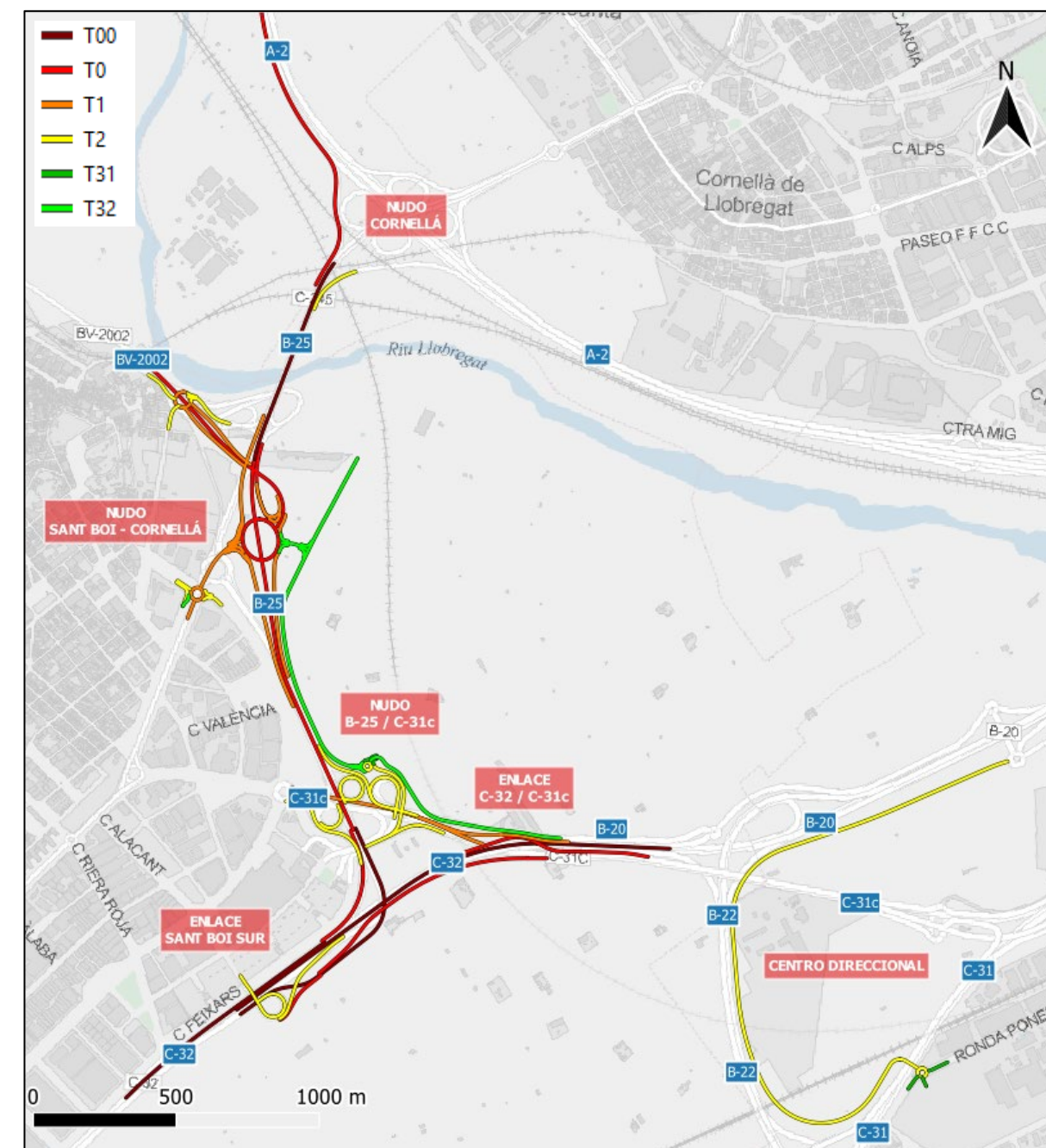
10.1.1.2. Normativa aplicada

El estudio de firmas se realizó de acuerdo con los siguientes documentos:

- Norma 6.1-IC “Secciones de Firme” de la Instrucción de Carreteras, aprobada por Orden FOM/3460/2003, de 28 de noviembre.
- El Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para obras de carreteras y puentes de la Dirección General de Carreteras (PG-3/75), aprobado por O.M. de 6 de febrero de 1976, y sus modificaciones posteriores (hasta noviembre de 2011).
- La Orden Circular 5/2001, de 15 de junio de 2001, sobre riegos auxiliares, mezclas bituminosas y pavimentos de hormigón.
- La Orden Ministerial de 16 de diciembre de 1997 por la que se regulan los accesos a las carreteras del Estado, las vías de servicio y la construcción de instalaciones de servicios.
- La Orden Circular 20/2006 de la Dirección General de Carreteras, sobre recepción de obras de carreteras que incluyan firmes y pavimentos.
- Nota de Servicio 5/2006 sobre explanaciones y capas de firme tratadas con cemento.

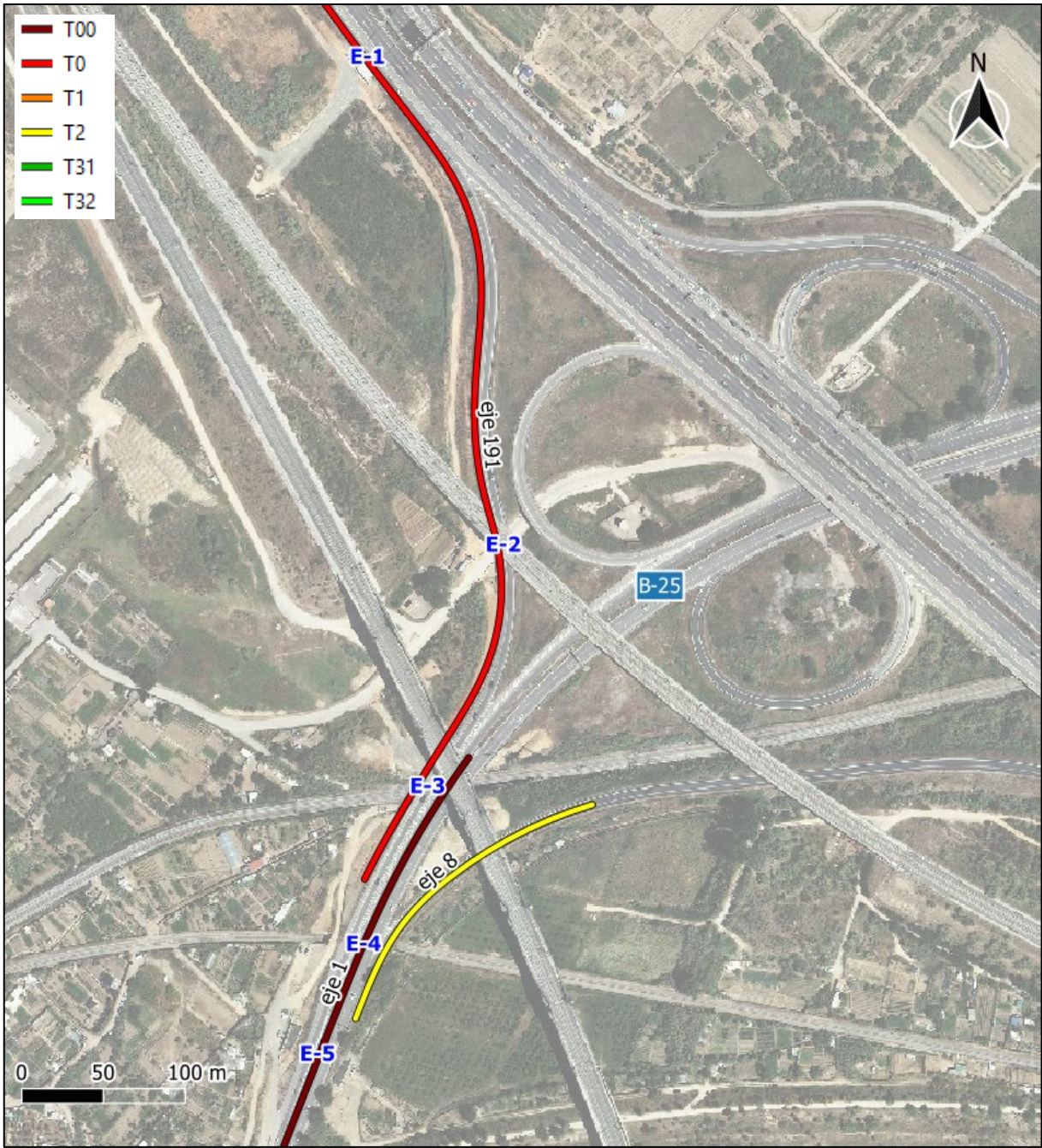
10.1.1.3. Categorías de tráfico pesado

Con el estudio de tráfico precedente, para el año de puesta en servicio 2008, se obtuvieron categorías de tráfico pesado entre T00 y T32, distribuidas sobre la red de viales primitiva del siguiente modo:

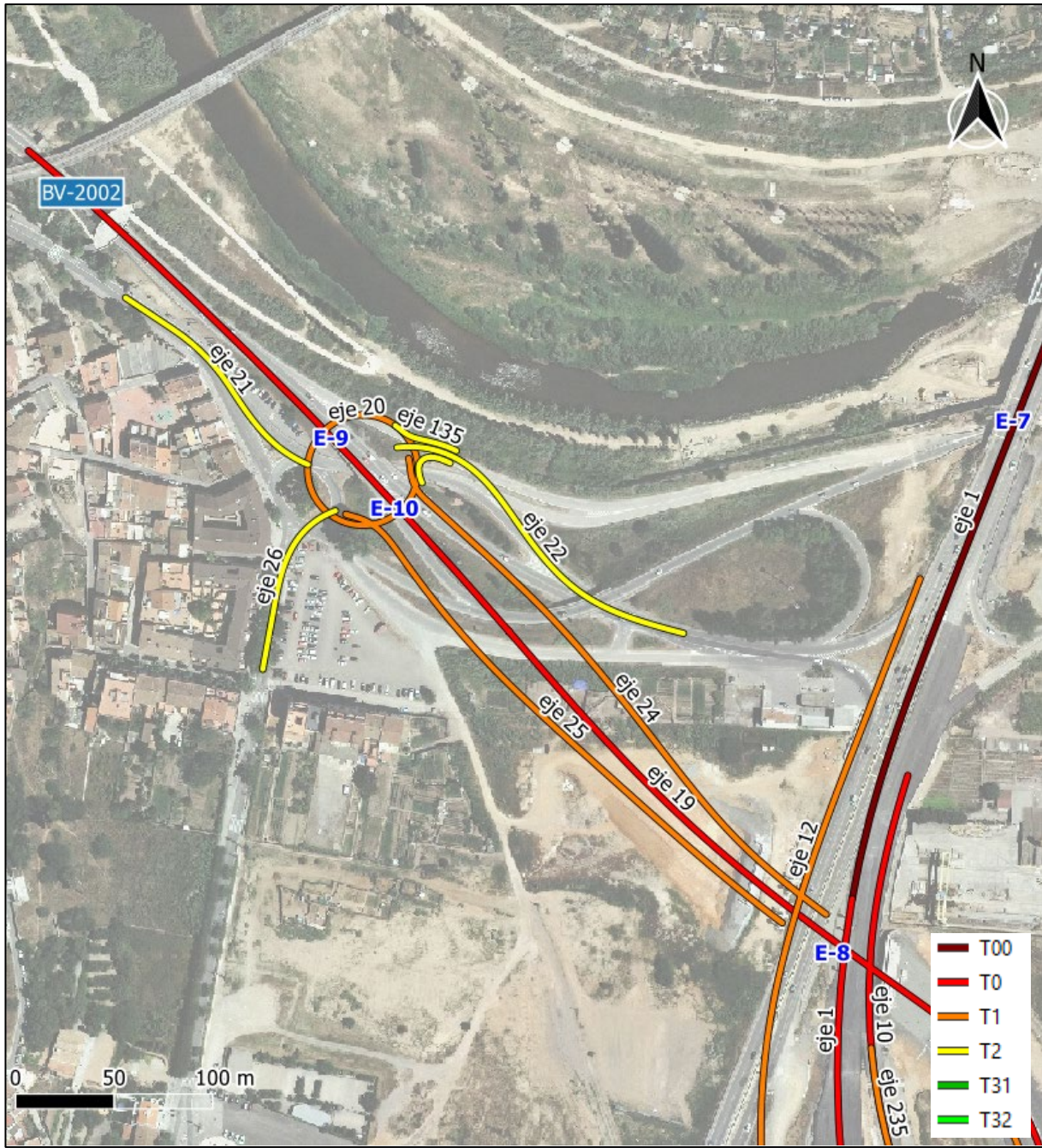


A continuación, se muestran los resultados en detalle para cada uno de los nudos:

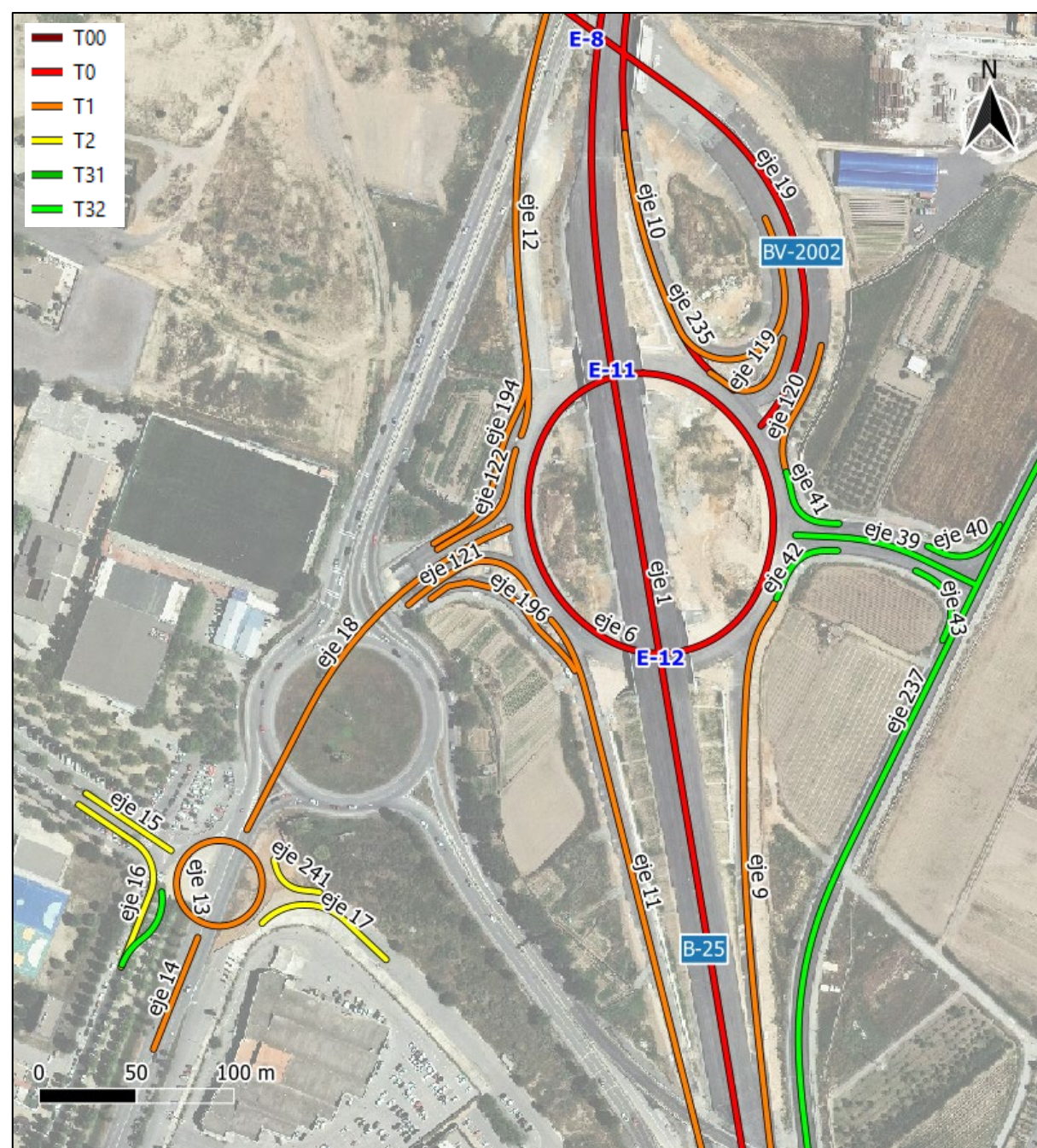
Nudo Cornellá



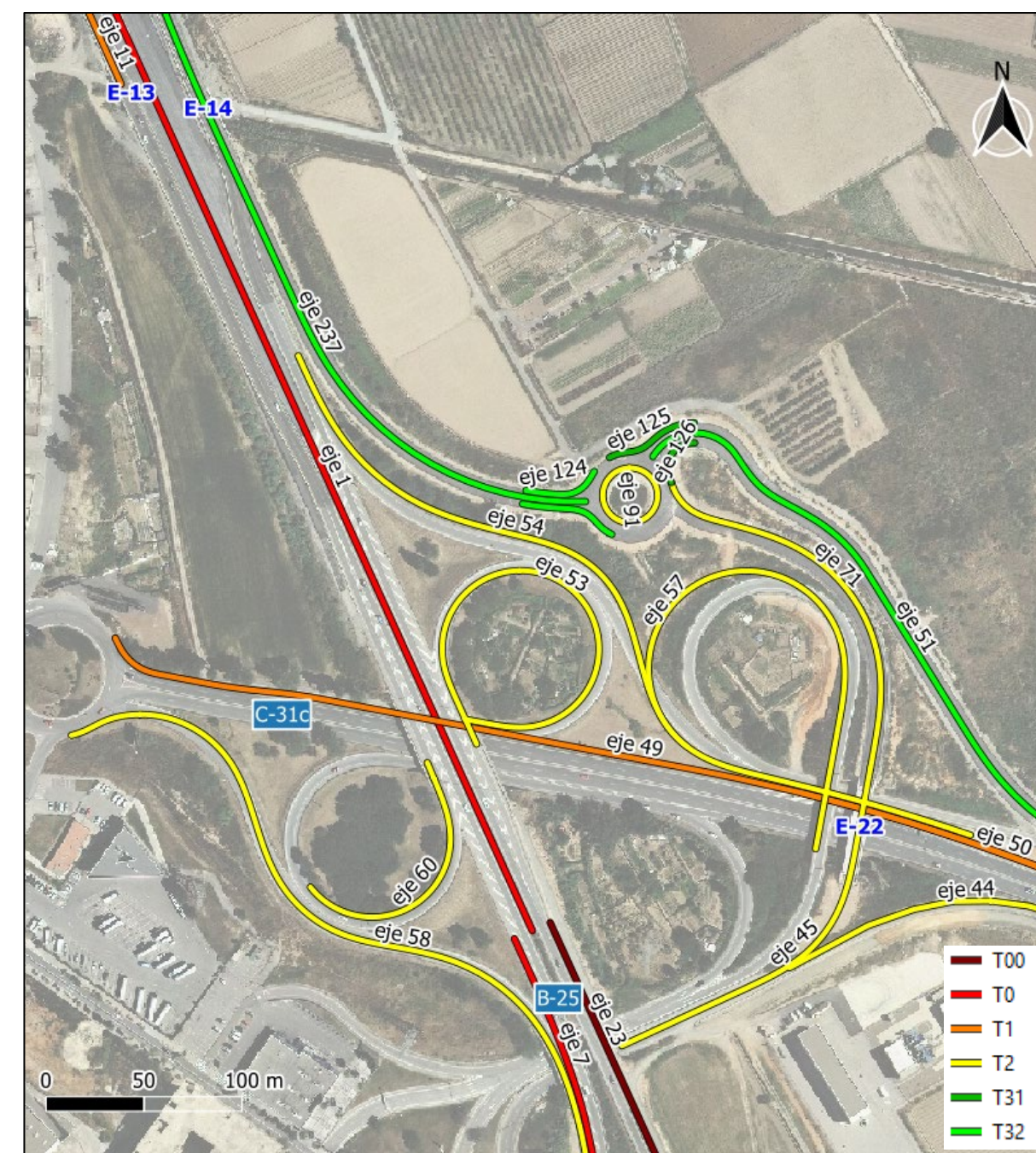
Nudo Sant Boi Norte



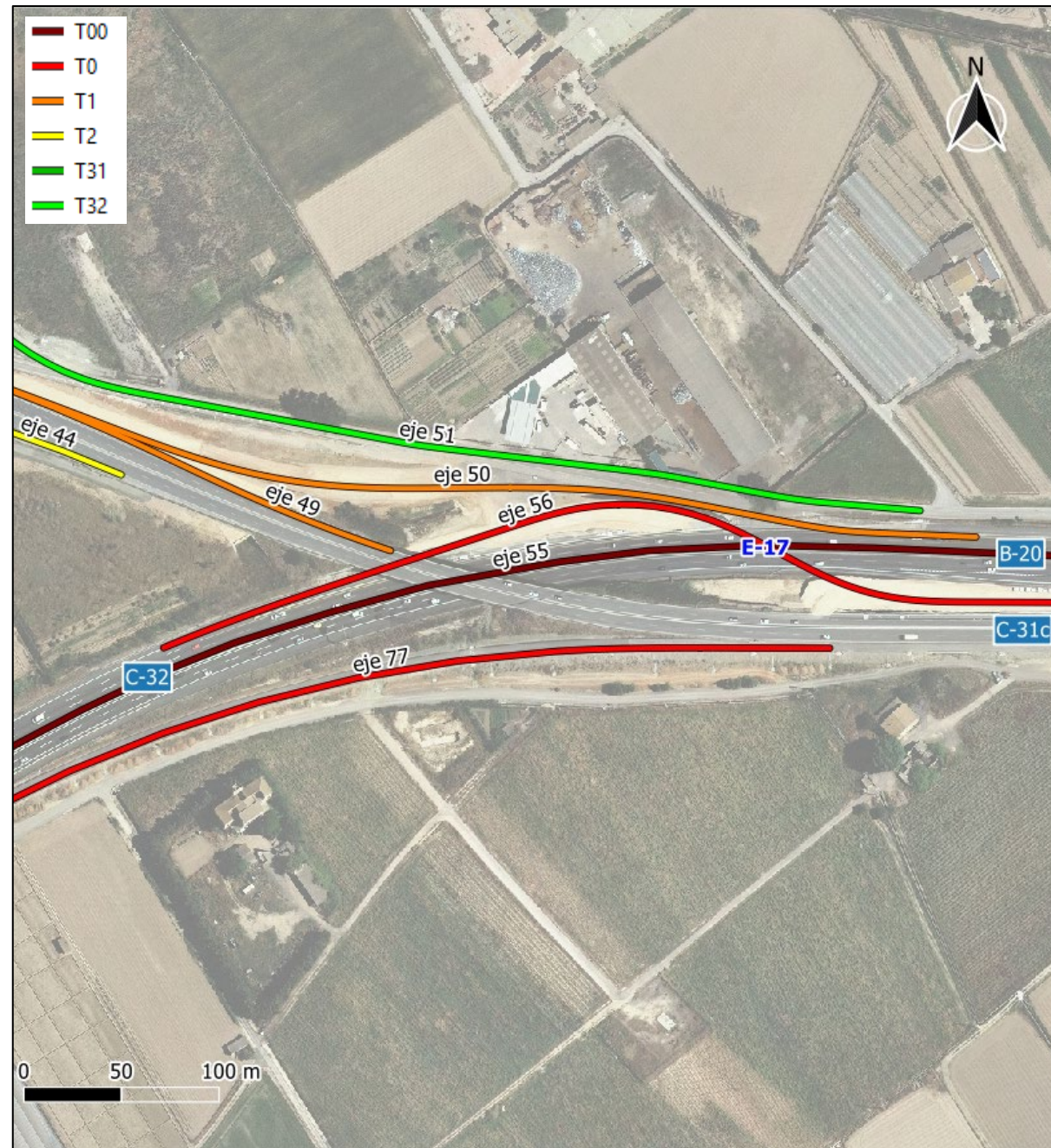
Nudo Sant Boi – Cornellá



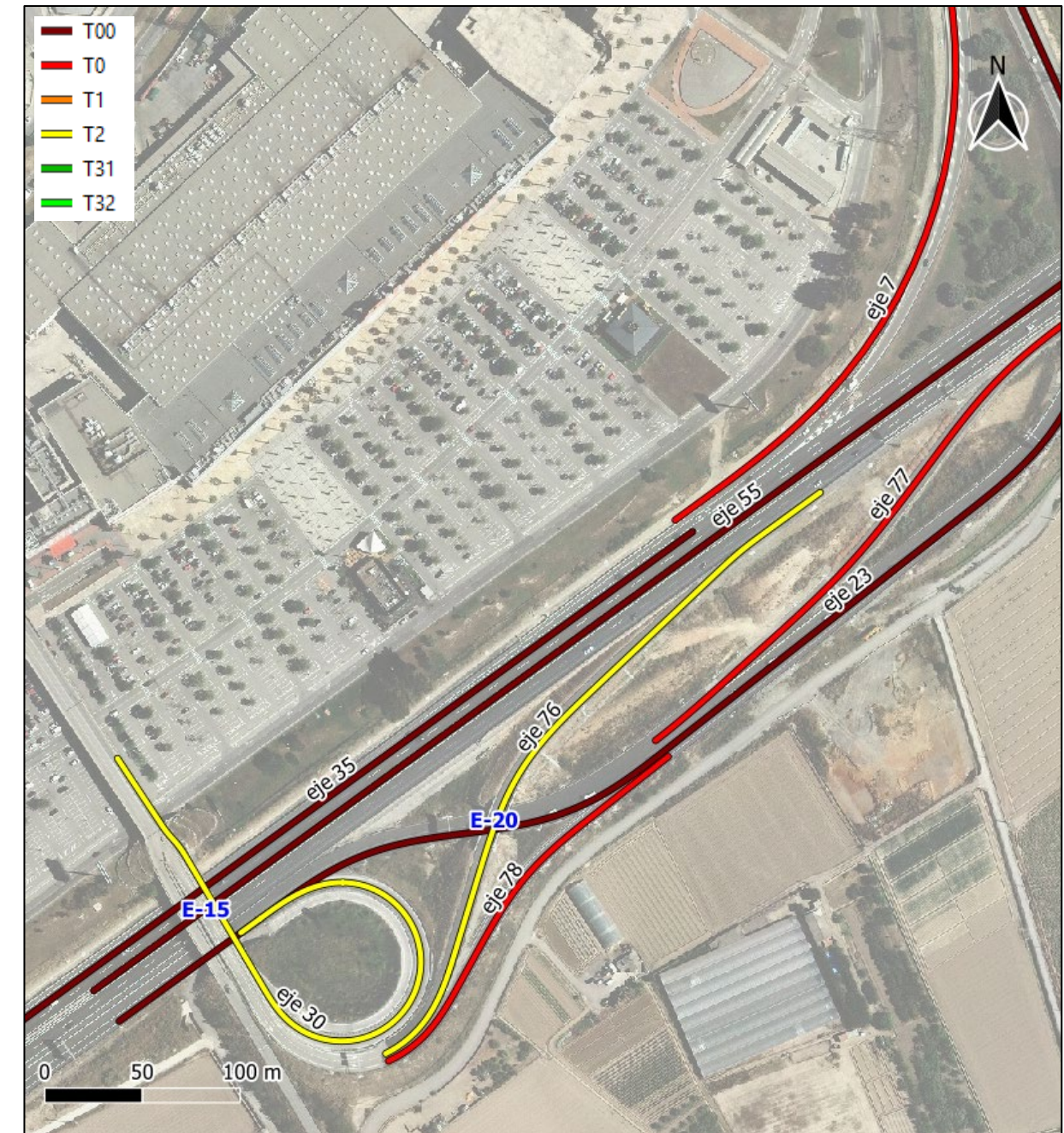
Nudo B-25 / C-31c



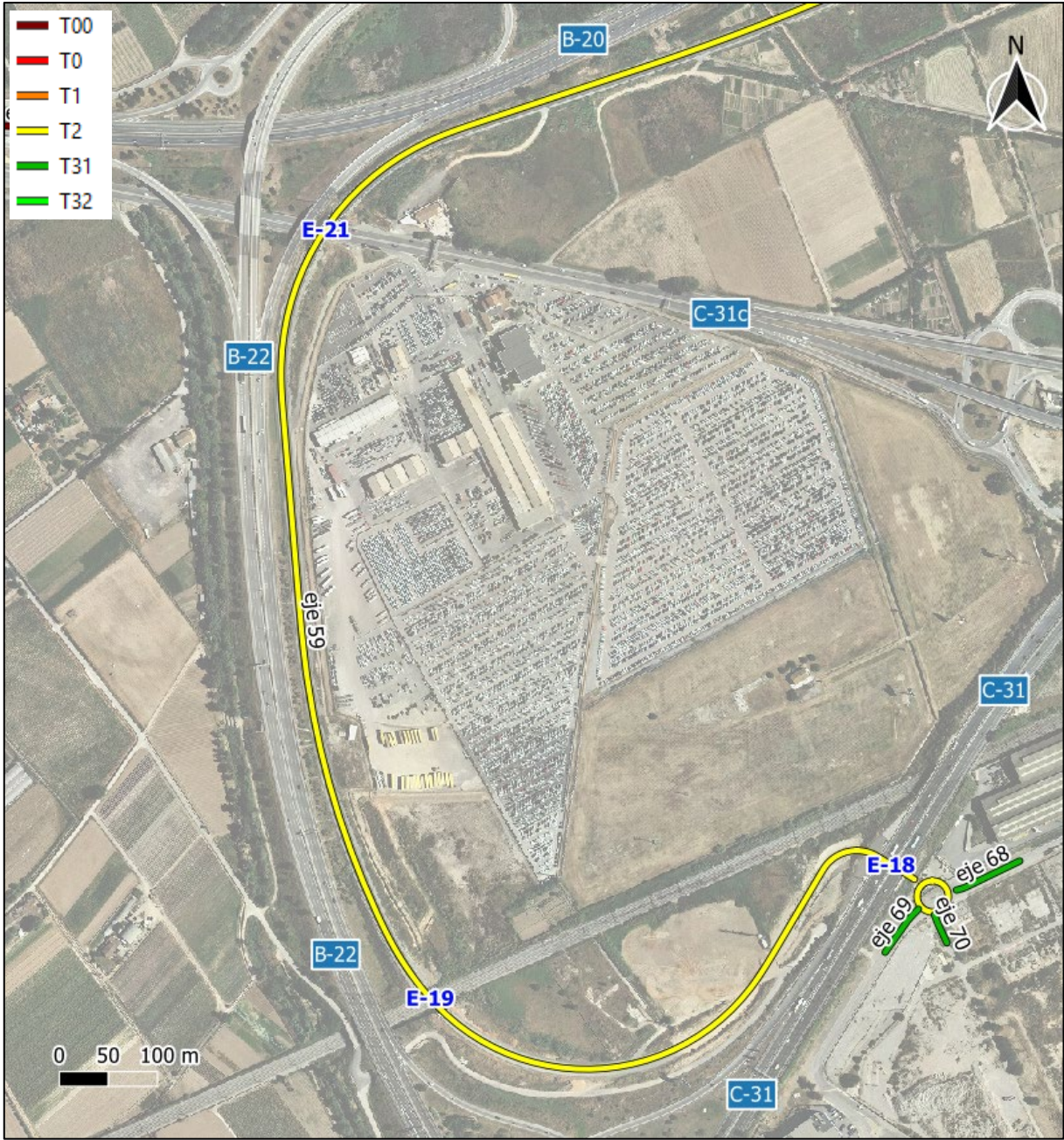
Enlace C-32 / C-31c



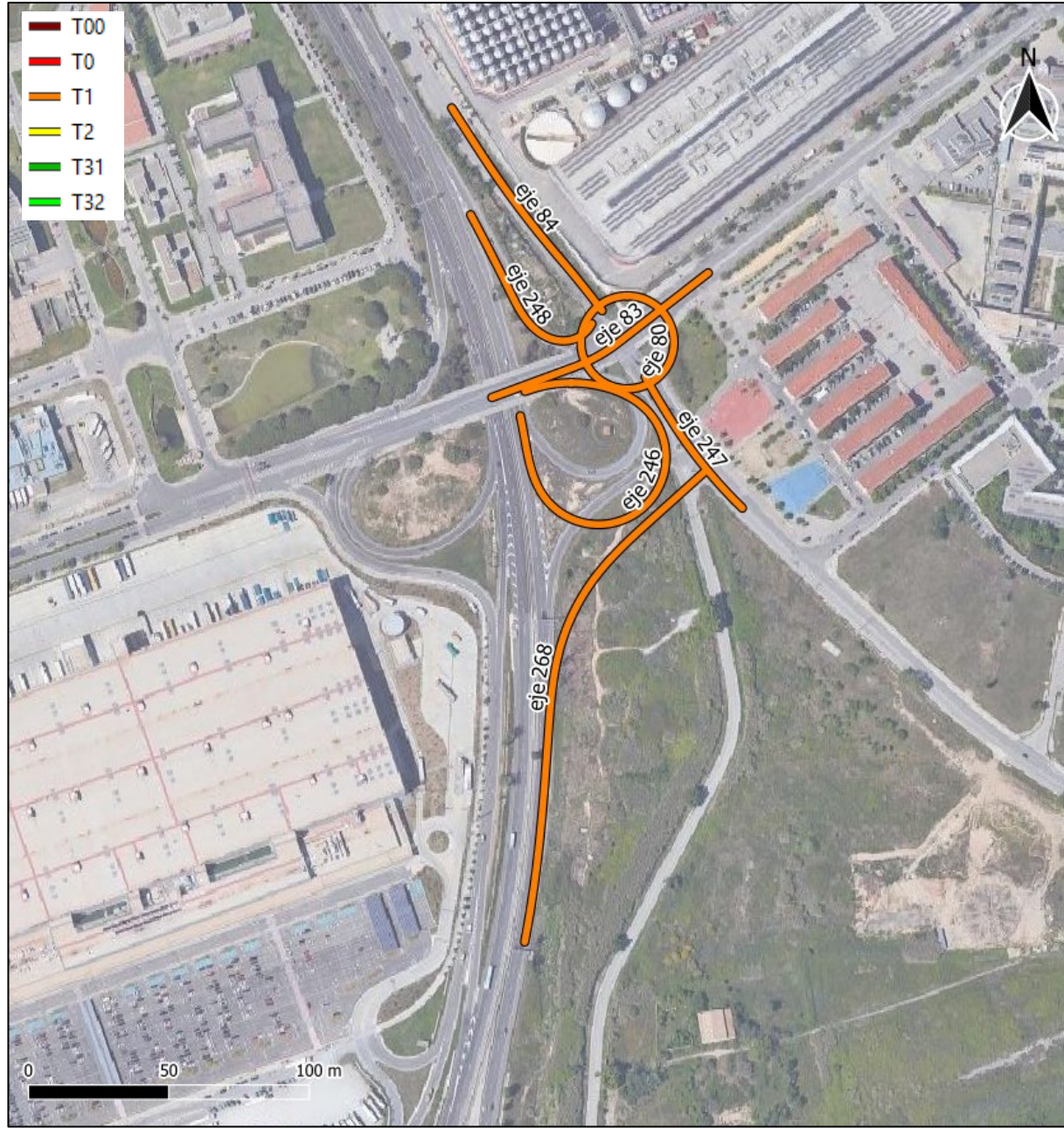
Enlace Sant Boi Sur



Centro Direccional



Enlace de Mas Blau



10.1.1.4. Paquetes de explanada

Inicialmente se proyectaron explanadas de categoría E3 para tráficos T00 y T0, y E2 para el resto, del siguiente tipo:

- E3, compuesta por 30 cm de S-EST3, sobre 30 cm de suelo seleccionado con CBR mayor o igual a 10.
- E2, compuesta por 25 cm de S-EST2 sobre 25 cm de S-EST1.

Sin embargo, durante la redacción del proyecto modificado nº1, se unificaron todas las explanadas a la misma categoría E3 por los siguientes motivos:

Tras unos primeros reconocimientos de la zona de obra y los alrededores, se detectó una gran dificultad para la obtención de material clasificado como “seleccionado” por el PG-3 en los préstamos, mientras que sí es factible lograr materiales que cumplan con el criterio de suelo “adecuado”. Por este motivo se decide modificar las explanadas inicialmente planteadas en proyecto, cambiando todas a tipo E-3, con una sección tipo compuesta por 50 cm. de suelo adecuado y 30 cm. de suelo estabilizado tipo 3. Este cambio afecta al espesor de los firmes a disponer sobre la explanada, que se reducen en aquellos ejes que cambian de explanada E-2 a E-3, ya que se mejora la capacidad portante.

10.1.1.5. Paquetes de firme

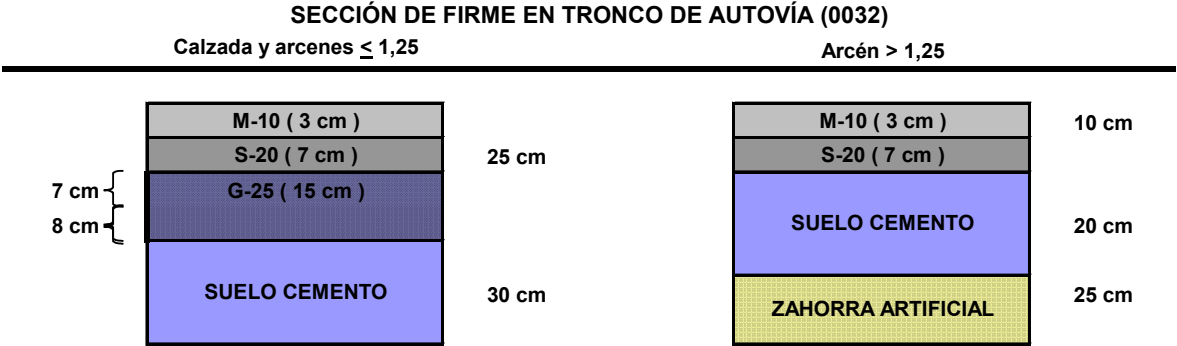
En el proyecto constructivo se realizó un estudio comparativo entre las diferentes secciones estructurales de firme para el tronco de la autovía proyectada, para categorías de tráfico pesado T0 y T00 sobre explanada E3 (0031, 0032, 0033, 0034, 031, 032, 033 y 034).

Como capa de rodadura bituminosa, se seleccionaron mezclas discontinuas tipo M por la baja pluviometría de la zona y las categorías de tráfico pesado. Se justificó la posibilidad de obtener los áridos para las mezclas bituminosas previstas, de dos canteras situadas a 17 y 116 km (para la rodadura).

Del estudio económico se concluyó que las secciones más económicas eran la 0032 y 032, por lo que se seleccionaron finalmente con la siguiente composición:

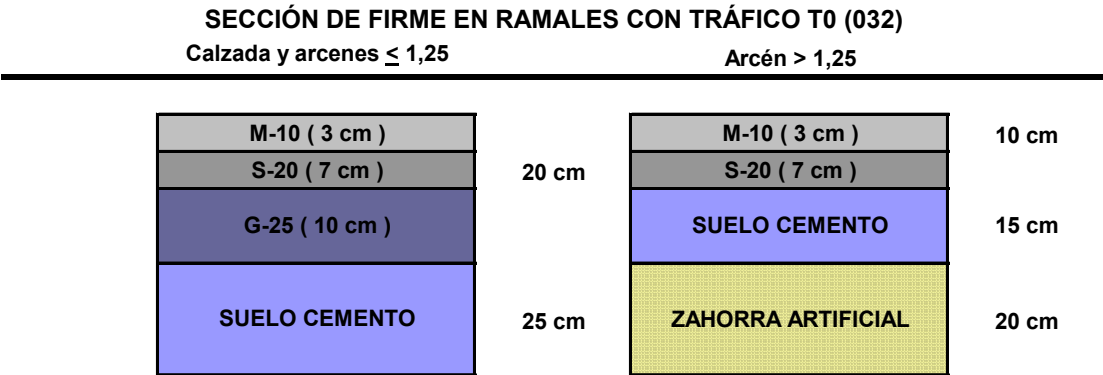
0032

- Rodadura: 3 cm de espesor de Mezcla Bituminosa discontinua en Caliente (M.B.C.), tipo M-10.
- Intermedia: 7 cm de espesor de M.B.C., tipo S-20.
- Base: 15 cm de espesor de M.B.C., tipo G-25 en 2 capas de 7+8 cm
- Subbase: 30 cm de espesor de suelocemento.
- Arcenes >1,25 m: Se prolongan las capas de rodadura e intermedia. La subbase se compone de una capa superior de suelocemento de 20 cm sobre otra de zahorra artificial de 25 cm.



032

- Rodadura: 3 cm de espesor de M.B.C., tipo M-10.
- Intermedia: 7 cm de espesor de M.B.C., tipo S-20.
- Base: 10 cm de espesor de M.B.C., tipo G-25.
- Subbase: 25 cm de espesor de suelocemento.
- Arcenes >1,25 m: Se prolongan las capas de rodadura e intermedia. La subbase se compone de una capa superior de suelocemento de 15 cm sobre otra de zahorra artificial de 20 cm.



Para el resto de ejes, se adoptaron firmes con subbases de suelocemento por similitud con la sección del tronco:

132

- Rodadura: 3 cm de espesor de M.B.C., tipo M-10.
- Intermedia: 7 cm de espesor de M.B.C., tipo S-20.
- Base: 10 cm de espesor de M.B.C., tipo G-25.
- Subbase: 20 cm de espesor de suelocemento.

- Arcenes >1,25 m: Se prolongan las capas de rodadura e intermedia. La subbase se compone de una capa superior de suelocemento de 15 cm sobre otra de zahorra artificial de 15 cm.

232

- Rodadura: 5 cm de espesor de M.B.C., tipo S-12.
- Intermedia: 10 cm de espesor de M.B.C., tipo S-20.
- Subbase: 20 cm de espesor de suelocemento.
- Arcenes >1,25 m: Se prolonga la capa de rodadura. La subbase se compone de una capa superior de suelocemento de 15 cm sobre otra de zahorra artificial de 15 cm.

3132

- Rodadura: 5 cm de espesor de M.B.C., tipo S-12.
- Intermedia: 7 cm de espesor de M.B.C., tipo S-20.
- Subbase: 22 cm de espesor de suelocemento.
- Arcenes >1,25 m: Se prolonga la capa de rodadura. La subbase se compone de una capa superior de suelocemento de 15 cm sobre otra de zahorra artificial de 14 cm.

3232

- Rodadura: 5 cm de espesor de M.B.C., tipo S-12.
- Intermedia: 5 cm de espesor de M.B.C., tipo S-20.
- Subbase: 22 cm de espesor de suelocemento.
- Arcenes >1,25 m: Se prolonga la capa de rodadura. La subbase se compone de una capa superior de suelocemento de 15 cm sobre otra de zahorra artificial de 12 cm.

Estructuras con tráfico T1 y superior

- Rodadura: 3 cm de espesor de M.B.C., tipo M-10.
- Intermedia: 5 cm de espesor de M.B.C., tipo S-20.

Estructuras con tráfico T2 e inferior

- Rodadura: 6 cm de espesor de M.B.C., tipo S-12.

La sección que se adoptó para los caminos agrícolas consiste en 30 cm de zahorra artificial sobre 30 cm de suelo adecuado, en cumplimiento de la Orden Ministerial de 16 de diciembre de 1997 sobre "Accesos a las Carreteras del Estado, Vías de Servicio y Construcción de Instalaciones de Servicios".

El relleno de bermas se planteó siguiendo la "Orden Circular 17/2003 Recomendaciones para el proyecto y construcción del drenaje subterráneo en obras de carretera", con rellenos para impermeabilización de bermas de espesor mínimo de 20 cm y bajo este, capas de material filtrante que faciliten la salida de posibles infiltraciones hacia los márgenes.

10.1.1.6. Ligantes hidrocarbonados y emulsiones bituminosas

Los betunes seleccionados para las diferentes mezclas y capas fueron:

- B 60/70 para mezclas tipo hormigón bituminoso S-12, S-20 y G-25.
- BM-3C para mezclas discontinuas tipo M-10.

Las emulsiones bituminosas seleccionadas para los diferentes riegos, fueron los siguientes:

- Adherencia bajo capas de rodadura discontinuas: ECR-M
- Adherencia entre el resto de capas bituminosas, sobre riegos de curado y sobre impermeabilizaciones de tablero en estructuras: ECR-1
- Curado de capas tratadas con cemento: ECR-1

10.1.1.7. Aprovechamiento y mejora de firmes

Los criterios seguidos para el aprovechamiento y mejora de firmes existentes, fueron los siguientes, según su transcripción literal:

- *En aquellas zonas en que el paquete de firme es completo (parte de la calzada comprendida entre los arcenes, se procede a un fresado que garantice la aplicación de un total de 10 cm de mezcla bituminosa, descompuestos en dos capas de 3 cm (M10) y de 7 cm (S20) respectivamente.*
- *En los arcenes, se procede a la demolición completa del firme y a su renovación total*
- *En las zonas de cebreado se procede a la demolición completa del firme y a su renovación total.*

Los ejes en los que se procede al aprovechamiento del firme existente son los 1, 4, 7, 8, 23, 50, 76, 78, 106, 107, 108, 191.

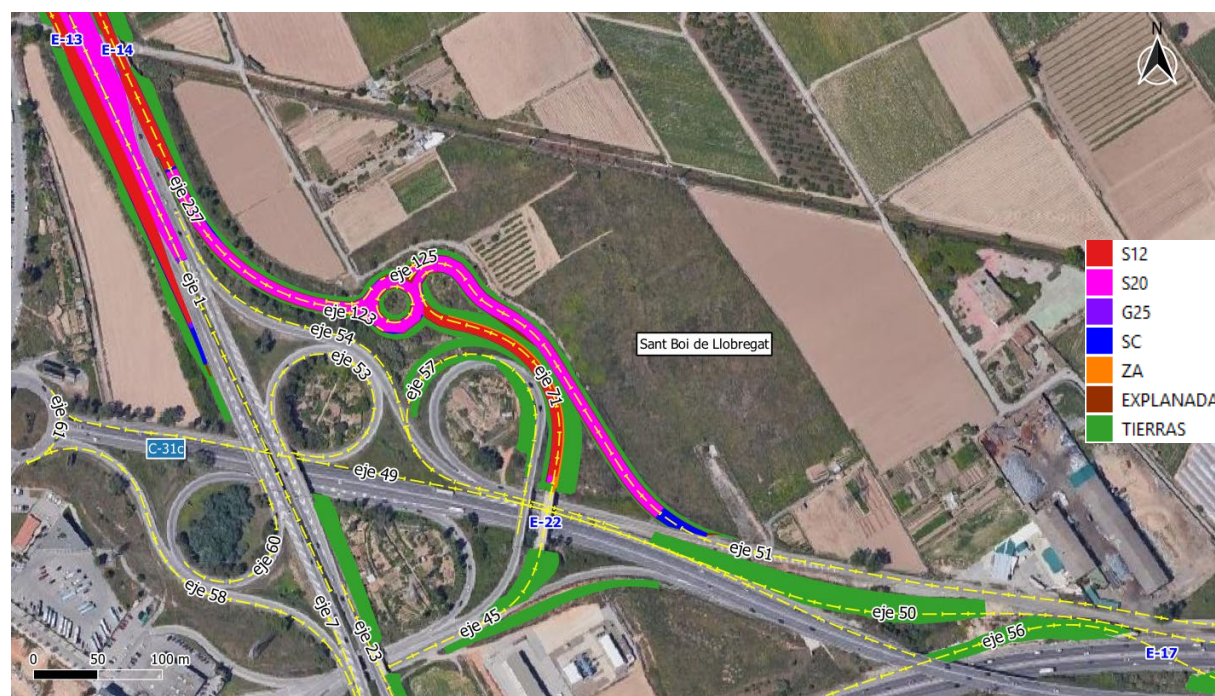
En el tronco de la C-32 se proyecta una capa de rodadura de 3 cm en toda la zona afectada por los enlaces Sat Boi Sur y C32 – B201.

10.1.2. ESTADO ACTUAL DE LAS OBRAS

10.1.2.1. Explanaciones

De forma general, se podría decir que las obras de tierras quedaron prácticamente finalizadas según el diseño del proyecto primitivo desde la estructura E-08 (cruce BV-2002 con B-25) hacia el sur, con las siguientes excepciones (ejes referidos a su numeración original):

- Enlace de "Mas Blau", donde no se llegaron a iniciar las obras.
- Ejes 64 y 68 de conexión del vial del Centro Direccional con la Ronda de Ponent en el polígono industrial Enkalene.
- Tramos iniciales de los ejes 50 (conexión B-20 con C-31c) y 51, al norte del anterior.
- Ejes 53, 54, 58, 60 e inicio del 57, ramales del enlace de la carretera B-25 con la C-31c (antiguo nudo C-32/B-201).



- Bulevar de conexión del nudo Sant Boi – Cornellá (eje 18) y la glorieta (eje 13) con todos los nuevos ejes que entroncan con el viario existente en la zona de La Parellada.
- Nuevo trazado de la carretera BV-2002 (eje 19) al oeste de la estructura E-08 y todo el nudo de Sant Boi Norte.
- Tramo inicial del eje 12, ramal del nudo Sant Boi-Cornellá, en su interferencia con la actual carretera C-245.

Al norte de la estructura E-08, solo se llegaron a ejecutar parcialmente los rellenos en el ensanche de la actual carretera C-245 (futura B-25) por el oeste, y de su ramal de acceso desde la autovía A-2 (eje 191), siendo necesario rematarlos por esta margen y ejecutarlos por completo por la margen contraria, así como el eje 8 que sirve de ramal de salida hacia la A-2 sentido Barcelona.



En los ejes donde están completados los desmontes y rellenos, en general también se llegaron a ejecutar las explanadas, con las siguientes excepciones:

- Eje 59 (vial del Centro Direccional) al sur de la estructura E-19.

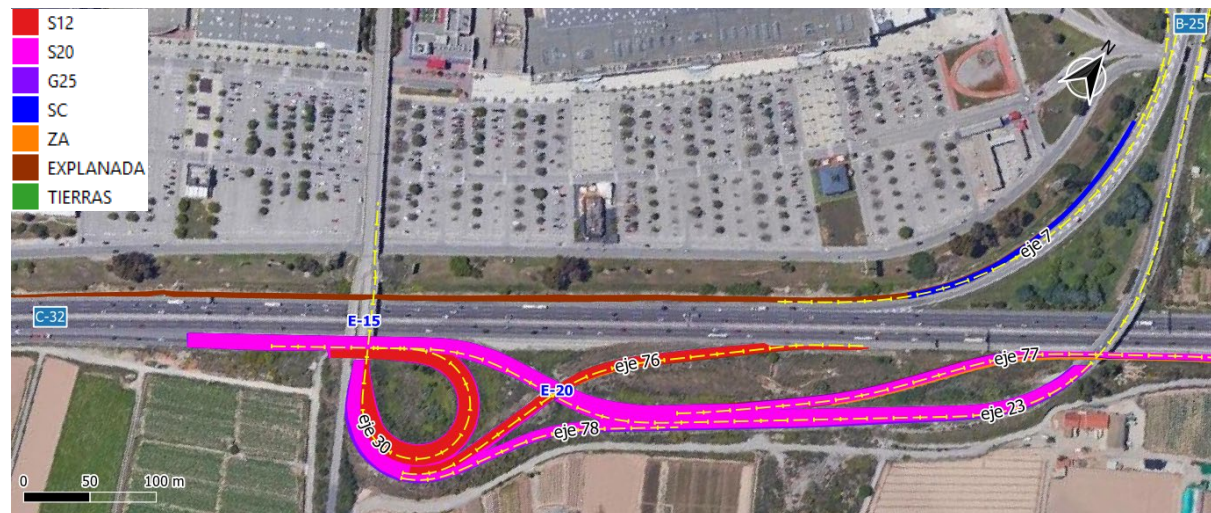


- Tramo final del eje 23 e inicio del eje 1 por la margen este, donde se inicia la carretera B-25.
- Ejes 45 y 57 del enlace de la carretera B-25 con la C-31c.
- Eje 56, que conecta la carretera C-31c con la C-32.

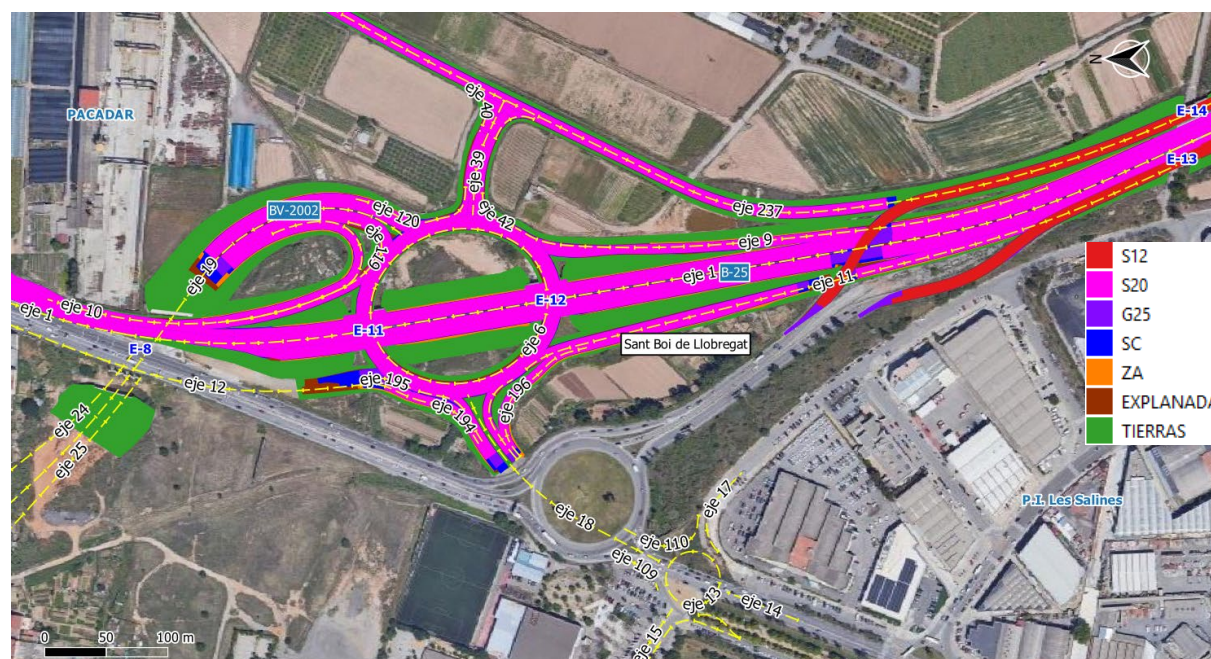
10.1.2.2. Firmes

Respecto a los firmes, también se encuentran prácticamente finalizados, a falta de la capa de rodadura, en todos los viales donde se llegó a completar la explanada con las siguientes excepciones:

- El eje 7, de conexión de la carretera B-25 con la C-32 sentido Castelldefels, donde solo está parcialmente ejecutada la subbase de suelocemento.



- Solo en unos pocos viales que llegaron a entrar en servicio, se llegó a extender una capa de rodadura S-12, como fue el caso de los ejes 30 y 76 en el nudo de Sant Boi Sur (aunque el 76 no entró en servicio), y los desvíos provisionales de obra que discurren parcialmente sobre los ejes 1 (B-25) y 237, que actualmente siguen en servicio derivando la circulación de la antigua carretera A-16 hacia/desde la glorieta de La Parellada. También el eje 71, en el nudo de la carretera C-31c con la B-25, que no llegó a entrar en servicio.



10.1.2.3. Inspección visual y análisis de necesidades

A continuación, se adjuntan una serie de imágenes sobre el estado de las explanaciones y firmes de los viales más representativos, con el análisis pormenorizado sobre su situación actual y las actuaciones necesarias para completar las obras:

Actual carretera C-245 al norte de la estructura E-08



Al norte de la estructura E-08, apenas se llegaron a ejecutar las explanaciones ni firmes necesarios para conformar la nueva autovía B-25 ni sus enlaces. A la izquierda de la imagen, orientada hacia el norte, se puede apreciar un acceso directo a la actual carretera C-245 entre las estructuras E-05 y E-06. Más adelante, por esta margen se llegaron a ejecutar parcialmente los rellenos en tierras para el ensanche de la carretera, pero como se puede intuir, la vegetación lo ha cubierto casi por completo. Por la margen derecha no se llegaron a iniciar los trabajos de movimiento de tierras.

Es necesario, por tanto, desbrozar por completo estas franjas y completar los rellenos hasta su cota definitiva, así como ejecutar los firmes correspondientes, desechando aquellas capas de material que hayan podido perder su aptitud como material de relleno o de apoyo para las capas superiores.

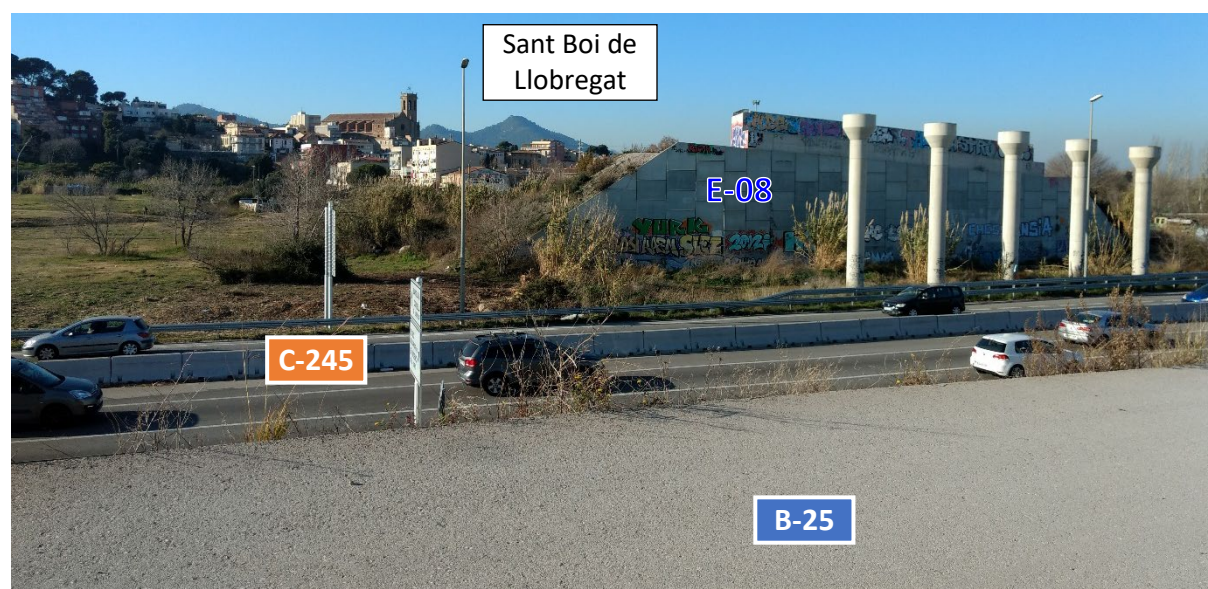
El firme de la actual carretera C-245, en aquellos tramos donde las obras se ejecuten como ensanche de la sección existente (norte de la estructura E-07), se podrá aprovechar como soporte de las nuevas capas, procediendo a su recrecido o reposición previo fresado, según corresponda.

Carretera B-25 al sur de la estructura E-08



En la anterior imagen, tomada al sur de la estructura E-08 desde el ramal que accede desde la glorieta elíptica, se puede observar que al sur de esta estructura se llegaron a completar prácticamente los nuevos viales que conformarían la autovía B-25 y sus enlaces, a falta de la capa de rodadura, equipamientos viales y otras obras complementarias. En la estructura E-08 se observan sus estribos y dos de las tres filas de pilas ejecutados, mientras que aún se mantiene en servicio el trazado original de la carretera C-245.

Los nuevos criterios de diseño, implicarán la demolición de estas obras y el recrecido del acuerdo vertical cóncavo en este tramo a fin de elevar la rasante de la carretera B-25 sobre la BV-2002, que pasará bajo la anterior mediante la nueva configuración de la estructura E-08.



Desvío provisional sobre B-25



En esta imagen, orientada hacia el norte, se puede apreciar el estado actual de los desvíos provisionales hacia/desde la glorieta de La Parellada, cuyas calzadas discurren separadamente para cada sentido, sobre el tronco de la futura B-25 y la vía de servicio al este de la anterior, ocupando parcialmente la estructura E-13 y completamente la E-14.

Solo sobre estos desvíos se llegó a extender el pavimento completo, con una capa de rodadura de hormigón bituminoso tipo S-12, según su anterior denominación, que en cualquier caso se sustituirá por la rodadura definitiva. El resto del tramo de la B-25 y sus ramales de enlace entre las estructuras E-12 y la carretera C-31c, se deberán completar con el extendido de la capa de rodadura.



Nudo de Sant Boi Norte



Al oeste de la estructura E-08 no se llegaron a iniciar los trabajos de remodelación del nudo de Sant Boi Norte, por lo que en esta zona se tendrán que ejecutar las obras por completo.

Tanto en el presente proyecto como en el diseño primitivo, se contempla demoler y desmontar por completo la red de viales existentes, puesto que la configuración de este nudo es totalmente diferente a la actual. Solamente en los extremos de los viales proyectados, se entroncará longitudinalmente con la carretera BV-2002, el viario urbano de Sant Boi de Llobregat y el acceso a la estación de servicio Oasis. Todos los nuevos viales discurrirán generalmente a una cota inferior a los existentes, lo que requerirá desmontar los terraplenes y regularizar finalmente los espacios internos.

Glorieta elíptica en el nudo de Sant Boi – Cornellá



En la anterior imagen, orientada hacia el sur, se puede apreciar el estado actual glorieta elíptica (sin servicio) en el enlace de la carretera B-25 de Sant Boi – Cornellá. Como se puede ver, la calzada anular se encuentra pavimentada a falta de la capa de rodadura, y los rellenos de la carretera B-25 completamente ejecutados, a falta de desbrozar y regularizar los espacios internos, así como reperfilar los taludes.

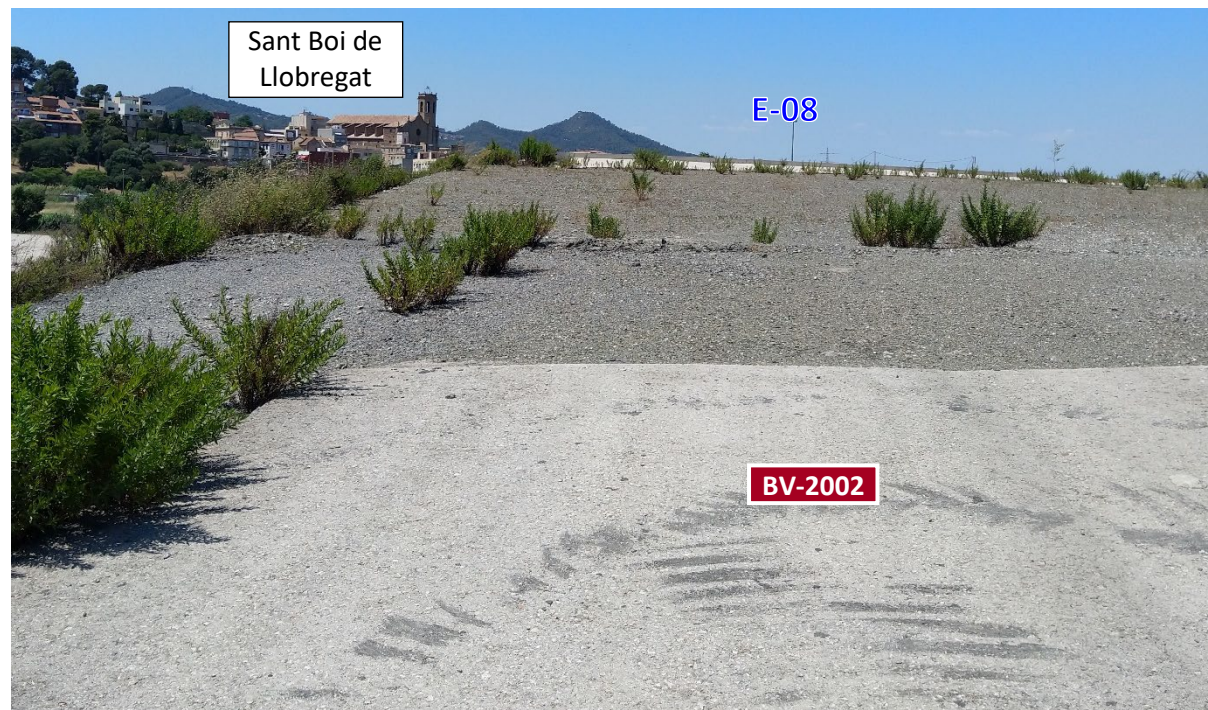
La siguiente imagen está tomada desde el mismo punto, pero orientada hacia el norte.



Carretera BV-2002



En la siguiente imagen, orientada desde la glorieta elíptica hacia el noreste, se puede apreciar el inicio del nuevo trazado de la carretera BV-2002 hacia la estructura E-08 según el diseño precedente. Solo faltaría por extender la capa de rodadura en este tramo, salvo en las inmediaciones del estribo este de E-08, donde se dejaron de ejecutar, escalonadamente, las distintas capas de pavimento, subbase y explanada, hasta quedar solo el relleno en tierras, tal como se puede apreciar en la siguiente imagen:



Los nuevos criterios de proyecto requieren desmontar las obras ejecutadas en este tramo, a fin de bajar la rasante de la carretera BV-2002 para darle paso bajo la B-25 mediante la nueva configuración de la estructura E-08. Al oeste de esta estructura, no se llegaron a iniciar las obras.

Glorieta de La Parellada (nudo Sant Boi – Cornellá)



Tal como se puede observar en la anterior imagen, orientada desde la carretera C-245, dentro del P.I. Les Salines, hacia la glorieta existente en la zona de La Parellada, al norte, las obras de remodelación de esta intersección llegaron a iniciarse someramente con la demolición y vaciado de parte del área que ocuparía la nueva glorieta, dejando interrumpida la Calle Zaragoza.

Las obras de explanaciones y firmes en esta zona se deberán ejecutar, por tanto, prácticamente por completo.

Carretera C-31c

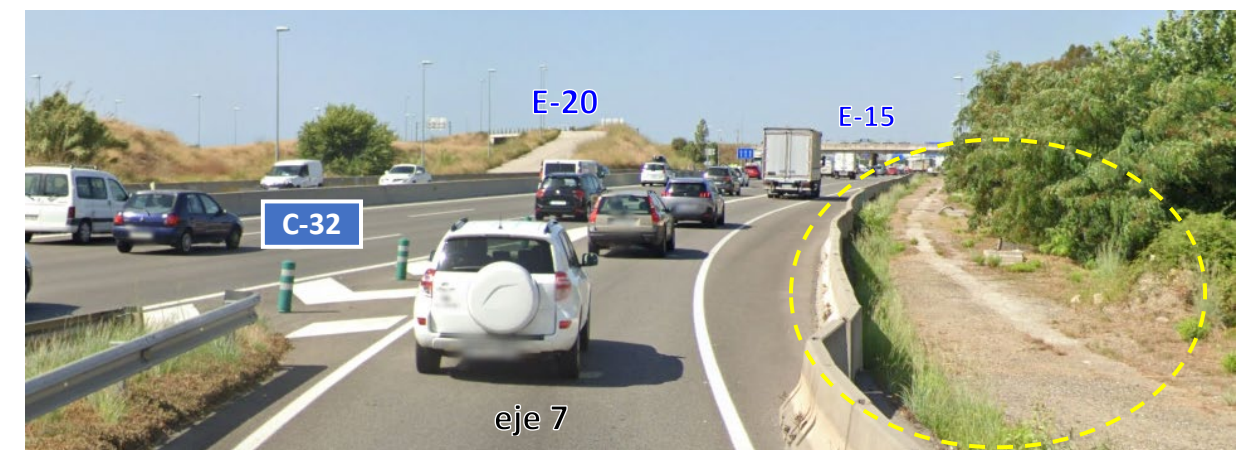


Las actuaciones previstas sobre esta carretera no se llegaron a iniciar, tan solo parcialmente los rellenos de algunos de los ramales que conectan esta carretera con la B-25 (ejes 57 y 58) y con la C-32 (ejes 50 y 56). El firme de esta carretera presenta un buen estado de conservación, tal como se puede apreciar en la anterior fotografía orientada hacia el este, por lo que se podrá aprovechar en los tramos donde se proyecta su ensanche o el adosado de otras plataformas.

Carreteras C-32 y B-20



A nivel de explanaciones y firme, las actuaciones sobre las carreteras C-32 y B-20 quedaron prácticamente concluidas, entrando en servicio desde la primera fase de ejecución de las obras. Solo restarían por completar los firmes en la zona de incorporación del ramal de acceso desde la carretera B-25 hacia la C-32 sentido Castelldefels (eje 7), y rematar o adaptar algunos equipamientos viales una vez se encuentre ejecutada por completo la nueva configuración de la red.



Enlace Sant Boi Sur



Este enlace se encuentra prácticamente ejecutado según su diseño original, incluso con alguno de sus viales en servicio. Sin embargo, la nueva configuración de los ramales representados por los ejes 30, 76 y 78 en las proximidades de la estructura E-15, hace necesario modificar ligeramente las explanaciones y firmes ejecutados. También se han constatado algunos defectos que se deben solventar, como el remate de las juntas en las estructuras E-15 y su paralela al oeste (EN-4 de acceso al parque agrario), o la reparación de blandones en el relleno de los estribos norte de las anteriores estructuras.



En las zonas donde no alcanzan estas modificaciones, se puede completar el firme existente con la extensión de una nueva capa de rodadura y los equipamientos viales necesarios.

Vía de servicio (ejes 237 y 51)

Esta vía de servicio, que discurre desde el acceso a PACADAR, al norte, hasta el centro de recuperación de metales, al este, quedó prácticamente finalizada a falta de extender la capa de rodadura, equipamientos viales y alguna obra complementaria.



La parte que no se llegó a iniciar, corresponde al eje 51 a partir del punto en que se superpone sobre el trazado de la vía de servicio existente, tal como se puede observar en la siguiente imagen orientada hacia el este. Los nuevos criterios de diseño hacen necesario prolongar este eje hasta la glorieta existente al final de este tramo de carretera, mejorando ligeramente su trazado y regularizando su rasante, siendo posible aprovechar el firme existente como apoyo del nuevo pavimento.



Vial de conexión C-32 / C-31c, sentido Castelldefels - El Prat (eje 77)



Este vial, que quedó ejecutado a falta de la capa de rodadura, equipamiento vial y alguna obra complementaria, presenta una grieta longitudinal de forma generalizada, motivada probablemente por la discontinuidad entre la sección de firme de la calzada y la del arcén derecho (a 2,50 m del borde), tal como se puede intuir en la anterior imagen. Se considera necesario instalar un elemento de refuerzo tipo geomalla para evitar el remonte de la grieta hacia la capa de rodadura.

En este vial también se puede observar el estado de las bermas, con abundante vegetación y sin el relleno necesario para su impermeabilización. Esta situación, que se repite en otros viales con similar grado de ejecución, se resolverá mediante el desbroce, extendido y perfilado de los rellenos necesarios.

Centro Direccional



El vial que sirve de acceso al Centro Direccional desde la Ronda de Ponent y desde un enlace parcial en diamante con pesas en la B-20 al noreste, se encuentra prácticamente ejecutado a falta de la capa de rodadura, equipamientos viales y alguna obra complementaria. Solamente en el entorno de la estructura E-19 (imagen superior) y al sur de esta, faltan por completar las explanaciones y ejecutar por completo los firmes necesarios.

Teniendo en cuenta el tiempo transcurrido desde la ejecución de los rellenos en este tramo sin completar, y la abundante presencia vegetación y residuos de construcción presentes sobre su trazado, será necesario desbrozar y sanear estas superficies, descartando los materiales de las capas superiores que hayan perdido su aptitud como apoyo para las explanaciones y firmes necesarios.

Caminos

En el proyecto de referencia se plantearon tres caminos como reposición de los existentes o de los itinerarios acceso a parcelas rústicas. El que discurre en paralelo y al oeste de la autovía A-2 se encuentra sin completar, con una sección inferior a la prevista y un firme muy deficiente, tal como se puede observar en la siguiente imagen:



Por otra parte, en la siguiente imagen se puede apreciar el estado actual del camino que discurre en paralelo y al sur de las carreteras C-32 y C-31c para dar servicio al parque agrario. Los episodios de lluvias torrenciales ocurridos desde la paralización total de las obras han erosionado notablemente su sección. Se hace necesario, por tanto, reperfilar su cuneta y regularizar su firme.



En último lugar, se proyectó un eje para reponer la conexión del camino de Cal Mones con la Ronda Sud al sur del enlace de Mas Blau, en el Prat de Llobregat, cuyas obras no se llegaron a iniciar.

10.1.3. CAMBIOS NORMATIVOS

Desde la fecha de redacción del proyecto constructivo precedente (febrero 2008) hasta la actualidad, se han producido numerosos cambios en la normativa de carreteras, que se han tenido en consideración para tratar de adaptar el proyecto a los nuevos criterios siempre que así sea preceptivo y técnicamente viable. A continuación se expone un listado de las publicaciones normativas posteriores a febrero de 2008, potencialmente aplicables en el ámbito de las explanaciones y firmes:

10.1.3.1. Planeamiento y proyecto

Tramitación, redacción y supervisión

- Nota de Servicio 8/2014 RECOMENDACIONES PARA LA REDACCIÓN DE LOS PROYECTOS DE TRAZADO DE CARRETERAS
- Nota de Servicio 9/2014 RECOMENDACIONES PARA LA REDACCIÓN DE LOS PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN DE CARRETERAS

Aspectos económicos

- Orden Circular 37/2016. BASE DE PRECIOS DE REFERENCIA DE LA DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS
- Orden FOM/3317/2010, de 17 de diciembre, por la que se aprueba la INSTRUCCIÓN PARA LA MEJORA DE LA EFICIENCIA EN LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS PÚBLICAS DEL MINISTERIO DE FOMENTO

10.1.3.2. Firmes y pavimentos

Firme nuevo

- Nota Técnica NT 03/2020. Sobre el EMPLEO DE ÁRIDO SIDERÚRGICO en firmes y pavimentos.
- Nota Técnica NT 02/2020 SUSTITUCIÓN DE UN BETÚN MEJORADO CON CAUCHO (BC) POR LA COMBINACIÓN DE UN BETÚN DE PENETRACIÓN Y UN ADITIVO DE CAUCHO en la fabricación de mezclas bituminosas en caliente.
- Nota Técnica NT01/2020 Para el PROYECTO Y LA EJECUCIÓN DE LECHADAS DE CAL COMO SISTEMA DE PROTECCIÓN DE RIEGOS DE ADHERENCIA.
- Orden Circular 3/2019 sobre mezclas bituminosas tipo SMA.

Rehabilitación de firmes

- Orden circular 40/2017 sobre reciclado de firmes y pavimentos bituminosos.

- Nota de Servicio 2/2015 sobre el SELLADO DE GRIETAS EN PAVIMENTOS BITUMINOSOS.
- Nota sobre las ACTUACIONES PROGRAMADAS DE REHABILITACIÓN DE FIRMES, COMPLEMENTARIA A LA N.S. 3/2011.
- Nota de Servicio 3/2011 sobre CRITERIOS A TENER EN CUENTA EN LA REDACCIÓN DE LOS PROYECTOS DE REHABILITACIÓN ESTRUCTURAL Y/O SUPERFICIAL DE FIRMES.
- Nota técnica sobre la ARMONIZACIÓN DE LA MEDIDA DE LA DEFLEXIÓN CON EQUIPOS DEL TIPO DEFLECTÓMETRO DE IMPACTO.
- Nota técnica sobre la ARMONIZACIÓN DE LA MEDIDA DE LA DEFLEXIÓN CON EQUIPOS DEL TIPO PERFILÓMETRO LÁSER DE ALTO RENDIMIENTO, PARA LA OBTENCIÓN DEL ÍNDICE DE REGULARIDAD INTERNACIONAL IRI, que sustituye y anula la firmada el 4 de febrero de 2009.
- Nota técnica refundida sobre los FACTORES DE CORRECCIÓN DE LOS EQUIPOS DE AUSCULTACIÓN DE LA DEFLEXIÓN EN EXPLANADAS, FIRMES Y PAVIMENTOS EN LA RED DE CARRETERAS DEL ESTADO, que unifica y anula a las firmadas el 30 de diciembre de 2008, el 30 de enero de 2009 y el 23 de marzo de 2009.

Características superficiales

- Nota de servicio 1/2017 sobre VALOR UMBRAL DEL COEFICIENTE DE ROZAMIENTO TRANSVERSAL (CRT) MEDIDO CON EQUIPO SCRIM
- Nota Técnica sobre la ARMONIZACIÓN DE LA MEDIDA DE LA RESISTENCIA AL DESLIZAMIENTO TRANSVERSAL CON EQUIPOS TIPO SCRIM

10.1.3.3. Materiales de construcción

Materiales

- RECOMENDACIONES PARA LA REDACCIÓN DE PLIEGOS DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES DE FIRMES Y PAVIMENTOS BITUMINOSOS DE CARRETERAS DE BAJA INTENSIDAD DE TRÁFICO (Comité Técnico de Comité de Carreteras de Baja Intensidad de Tráfico. Asociación Técnica de Carreteras).
- Real Decreto 256/2016, de 10 de junio, por el que se aprueba la INSTRUCCIÓN PARA LA RECEPCIÓN DE CEMENTOS (RC-16).
- Orden FOM/2523/2014, de 12 de diciembre, por la que se actualizan determinados artículos del pliego de prescripciones técnicas generales para obras de carreteras y puentes, relativos a materiales básicos, a firmes y pavimentos, y a señalización, balizamiento y sistemas de contención de vehículos.

Materiales reciclados

- RECOMENDACIONES PARA LA REDACCIÓN DE PLIEGOS DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES DE FIRMES Y PAVIMENTOS BITUMINOSOS DE CARRETERAS DE BAJA INTENSIDAD DE TRÁFICO (Comité Técnico de Comité de Carreteras de Baja Intensidad de Tráfico. Asociación Técnica de Carreteras).
- Orden Circular 40/2017 sobre RECICLADO DE FIRMES Y PAVIMENTOS BITUMINOSOS

10.1.3.4. Ensayos y normas

Normas europeas EN-UNE

- CTN 146 – ARIDOS.
- CTN 51/SC1 – ASFALTOS.
- CTN 41/SC2 – CARRETERAS.

10.1.4. ALCANCE DE LOS TRABAJOS CONTRATADOS

Dentro del ámbito de actuación recogido en la vigente orden de estudio, respecto al diseño de firmes y explanadas se contemplan las siguientes directrices, según transcripción literal del documento de alcance vigente:

En función de la categoría de tráfico de pesados, resultante de la actualización del Anejo de Tráfico, y de la explanada, resultante de la actualización del Anejo de Geotecnia del Corredor, en caso de diferir de los resultados obtenidos en los Proyectos antecedentes se estudiará la sección de firme a disponer para cumplir con los requisitos marcados por la Norma 6.1.-IC, de Firmes. En caso de que coincidan estos resultados se dispondrá la misma sección de los Proyectos antecedentes sin realizar ningún estudio técnico-económico comparativo para la elección de la sección estructural más recomendable, ya que fue elegido en su momento en el Proyecto de Construcción aprobado.

Se especificarán los espesores y características de los materiales a disponer en cada capa, así como los tratamientos a aplicar entre ellas, además de la actualización de la nomenclatura de cada una de las capas de firme y riegos a la legislación vigente.

Los planos de secciones tipo se actualizarán de acuerdo a las secciones de firme finalmente establecidas en el anejo.

10.2. PROYECTO DE TERMINACIÓN

10.2.1. INTRODUCCIÓN

El presente anejo estudia, a partir de los datos de tráfico y los suelos existentes, la sección de firme más idónea a disponer en todos los viales definidos en este proyecto, conforme a la Norma 6.1-IC «Secciones de Firme», de la Instrucción de Carreteras, aprobada por Orden FOM/3460/2003, de 28 de noviembre. La normativa aplicada es la siguiente:

- Orden FOM/3460/2003 Norma 6.1-IC «Secciones de Firmes» de la Instrucción de Carreteras, de 28 de noviembre de 2003.
- Orden FOM/3459/2003, Norma 6.3-IC «Rehabilitación de firmes» de la Instrucción de Carreteras, de 28 de noviembre de 2003.
- Nota informativa de la Dirección General de Carreteras sobre capas drenantes en firmes publicada el 4 de abril de 1991.
- Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para obras de carreteras y puentes (PG-3/75) de la Dirección General de Carreteras aprobado por O.M. de 6 de febrero de 1976, modificado por las siguientes órdenes:
 - O.M. de 21 de enero de 1988, modificada parcialmente por O.M. de 8 de mayo de 1989. Aprueba los artículos:
 - 210 (Alquitranes)
 - 211 (Betunes asfálticos)
 - 212 (Betunes fluidificados)
 - 213 (Emulsiones bituminosas)
 - 214 (Betunes fluxados).
 - O.M. de 8 de mayo de 1989 que modifica parcialmente, con inclusión de nuevos párrafos, los artículos:
 - 210 (Alquitranes)
 - 211 (Betunes asfálticos)
 - 212 (Betunes fluidificados)
 - 213 (Emulsiones bituminosas)
 - 214 (Betunes fluxados).
 - ORDEN de 27 de diciembre de 1999 por la que se actualizan determinados artículos del pliego de prescripciones técnicas generales para obras de carreteras y puentes en lo relativo a conglomerantes hidráulicos y ligantes hidrocarbonados.
 - O.C. 5/2001 Sobre riegos auxiliares, mezclas bituminosas y pavimentos de hormigón. Revisa los siguientes artículos:
 - 530 (Riegos de imprimación).
 - 531 (Riegos de adherencia).
 - 532 (Riegos de curado).
 - 540 (Lechadas bituminosas).

- 542 (Mezclas bituminosas en caliente).
- 543 (Mezclas bituminosas discontinuas en caliente para capas de rodadura).
- 550 (Pavimentos de hormigón vibrado).

- ORDEN FOM/891/2004, de 1 de marzo, por la que se actualizan determinados artículos del pliego de prescripciones técnicas generales para obras de carreteras y puentes, relativos a firmes y pavimentos.
- Orden FOM/2523/2014, de 12 de diciembre, por la que se actualizan determinados artículos del pliego de prescripciones técnicas generales para obras de carreteras y puentes relativos a materiales básicos, firmes y pavimentos y a señalización, balizamiento y sistemas de contención de vehículos.

PARTE 2.- MATERIALES BÁSICOS.

- 200 Cales.
- 202 Cementos.
- 211 Betunes asfálticos.
- 212 Betunes modificados con polímeros.
- 214 Emulsiones bituminosas.
- 290 Geotextiles y productos relacionados.

PARTE 5.- FIRMES Y PAVIMENTOS.

- 510 Zahorras.
- 512 Suelos estabilizados in situ.
- 513 Materiales tratados con cemento (suelocemento y gravacemento).
- 530 Riegos de imprimación.
- 531 Riegos de adherencia.
- 532 Riegos de curado.
- 540 Microaglomerados en frío.
- 542 Mezclas bituminosas tipo hormigón bituminoso.
- 543 Mezclas bituminosas para capas de rodadura. Mezclas drenantes y discontinuas.
- 550 Pavimentos de hormigón.
- 551 Hormigón magro vibrado.

- Orden FOM/510/2018, de 8 de mayo, por la que se modifica la Orden FOM/2523/2014, de 12 de diciembre, por la que se actualizan determinados artículos del pliego de prescripciones técnicas generales para obras de carreteras y puentes, relativos a materiales básicos, a firmes y pavimentos, y a señalización, balizamiento y sistemas de contención de vehículos.

PARTE 2.- MATERIALES BÁSICOS.

- 211 Betunes asfálticos.

PARTE 5.- FIRMES Y PAVIMENTOS.

- 513 Materiales tratados con cemento (suelocemento y gravacemento).
- 550 Pavimentos de hormigón.

Esta exposición completa se da a título de información histórica, siendo las versiones válidas para cada artículo la última publicada en cada caso.

- Nota de Servicio 5/2006 sobre explanaciones y capas de firme tratadas con cemento.
- Orden Circular 20/2006 sobre Recepción de obras de Carreteras que incluyan firmes y pavimentos, por tratarse de un proyecto con fecha de aprobación posterior a 12 de diciembre de 2003.
- Orden Circular 21/2007 sobre el uso y especificaciones que deben cumplir los ligantes y mezclas bituminosas que incorporen caucho procedente de neumáticos fuera de uso (NFU).
- Orden Circular 306 P y P, del Ministerio de Fomento sobre «Calzadas de servicio y accesos a zonas de servicio», en accesos a las carreteras del Estado, las vías de servicio y la construcción de instalaciones de servicios.
- Orden Circular 21 bis/2009 «Sobre betunes modificados de alta viscosidad con caucho procedente de neumáticos fuera de uso (NFU) y criterios a tener en cuenta para su fabricación in situ y almacenamiento en obra». Esta Orden Circular, además de incluirla en la normativa deberá tenerse en cuenta en el desarrollo del Anejo.
- Real Decreto 256/2016, de 10 de junio, por el que se aprueba la Instrucción para la recepción de cementos (RC-16).
- Orden Circular 40/2017 sobre reciclado de firmes y pavimentos bituminosos
- Orden FOM/2842/2011, de 29 de septiembre, por la que se aprueba la Instrucción sobre las acciones a considerar en el proyecto de puentes de carretera (IAP-11).
- Orden Circular 17/03. «Recomendaciones para el proyecto y construcción del drenaje subterráneo en obras de carretera».

Según el BOE de 5 de mayo de 2007 el marcado CE de las mezclas bituminosas será obligatorio desde el 1 de marzo de 2008, además con las normas UNE-EN 14023 de betunes de penetración y UNE-EN 14023 de betunes modificados se produce un cambio importante en la denominación de los ligantes.

Con todo lo anterior se proponen distintas alternativas de la sección de firme a adoptar, realizándose una comparación entre ellas y justificándose la adoptada en función de criterios técnicos y económicos. Una vez decidida la sección de firme a adoptar, se particulariza ésta a las vías y ramales diseñados, así como a los elementos singulares, tales como estructuras.

10.2.2. DATOS DE PARTIDA

Los datos de partida para el dimensionamiento proceden, en parte, de algunos anejos de este proyecto:

- Intensidades de circulación y categorías de tráfico pesado, determinadas en el «Anejo nº 6 Planeamiento y tráfico».

- Condicionantes materiales para la formación de explanadas, evaluados a partir de los estudios del terreno y de los materiales realizados en el «Anejo nº 3 Geología y geotecnia» y «Anejo nº 9 Movimiento de tierras».

10.2.2.1. Tráfico

Obra principal

La estructura del firme, según la Norma 6.1-IC, es función de la Intensidad Media Diaria de vehículos pesados en el carril de proyecto y en el año de puesta en servicio (en adelante IMDp). Con estos datos expresados en el anejo de planeamiento y tráfico se procede a calcular la categoría de tráfico pesado a efectos de dimensionamiento del firme.

El proceso de cálculo se realiza de acuerdo a las instrucciones de la Norma 6.1.-IC «Secciones de Firme» que establece que «la estructura del firme, deberá adecuarse, entre otros factores, a la acción prevista del tráfico, fundamentalmente del más pesado, durante la vida útil del firme. Por ello, la sección estructural del firme dependerá en primer lugar de la intensidad media diaria de vehículos pesados (IMDp) que se prevea en el carril de proyecto en el año de puesta en servicio. Dicha intensidad se utilizará para establecer la categoría de tráfico pesado».

Según el apartado 4 de la citada norma se establece que para calcular la IMDp que circulará por el carril de proyecto se puede admitir que:

- En calzadas de dos carriles y con doble sentido de circulación, incide sobre cada carril la mitad de los vehículos pesados que circulan por la calzada.
- En calzadas de dos carriles por sentido de circulación, en el carril exterior se considera la categoría de tráfico pesado correspondiente a todos los vehículos pesados que circulan en ese sentido.
- En calzadas de tres o más carriles por sentido de circulación, se considera que actúa sobre el exterior el 85% de los vehículos pesados que circulan en ese sentido.

La norma define ocho categorías de tráfico pesado según la IMDp que se prevea en el carril de proyecto en el año de puesta en servicio, que aparecen a continuación:

Categoría tráfico pesado	IMDp
T00	>4000
T0	4000-2000
T1	2000-800
T2	800-200
T31	200-100
T32	100-50
T41	50-25
T42	<25

Adicionalmente a lo establecido en la Norma, se han realizado las siguientes consideraciones:

- Año de puesta en servicio: 2024
- Las categorías de tráfico obtenidas de la simulación se han homogeneizado para cada eje igualando su categoría a la más elevada de entre todos los tramos en que se descompone hasta alcanzar longitudes mínimamente uniformes. Se ha seguido un criterio análogo a la hora de homogeneizar las categorías de tráfico pesado de aquellos ejes que presentan una coincidencia con otros en su alineación o que forman conjuntamente la misma calzada.

Por cuestiones de homogeneidad, simplicidad constructiva y compatibilidad con las obras parcialmente ejecutadas, se han hecho una serie de simplificaciones sobre las categorías de tráfico pesado teóricas (CTP_T) obtenidas directamente mediante simulación:

- En primer lugar, se simplifican al valor más alto aquellos viales que comparten plataforma o los de escaso desarrollo que conectan con otros de mayor entidad (CTP_{S1}).
- Tras esa primera simplificación, se han comparado los resultados con las categorías de tráfico pesado primitivas que sirvieron de base para el diseño del proyecto anterior (CTP_P), haciendo una segunda simplificación (CTP_{S2}) con los siguientes criterios:
 - Si $CTP_P > CTP_{S1}$ y el firme del vial ya está parcialmente ejecutado $\rightarrow CTP_{S2} = CTP_P$
 - Si $CTP_P > CTP_{S1}$ y el firme del vial no se llegó a iniciar $\rightarrow CTP_{S2} = CTP_{S1}$
 - Si $CTP_P < CTP_{S1} \rightarrow CTP_{S2} = CTP_{S1}$

Aplicando los anteriores criterios sobre las categorías de tráfico pesado obtenidas en el actual estudio de tráfico, se obtienen las siguientes categorías simplificadas definitivamente para cada uno de los elementos viarios en estudio en el año de puesta en servicio:

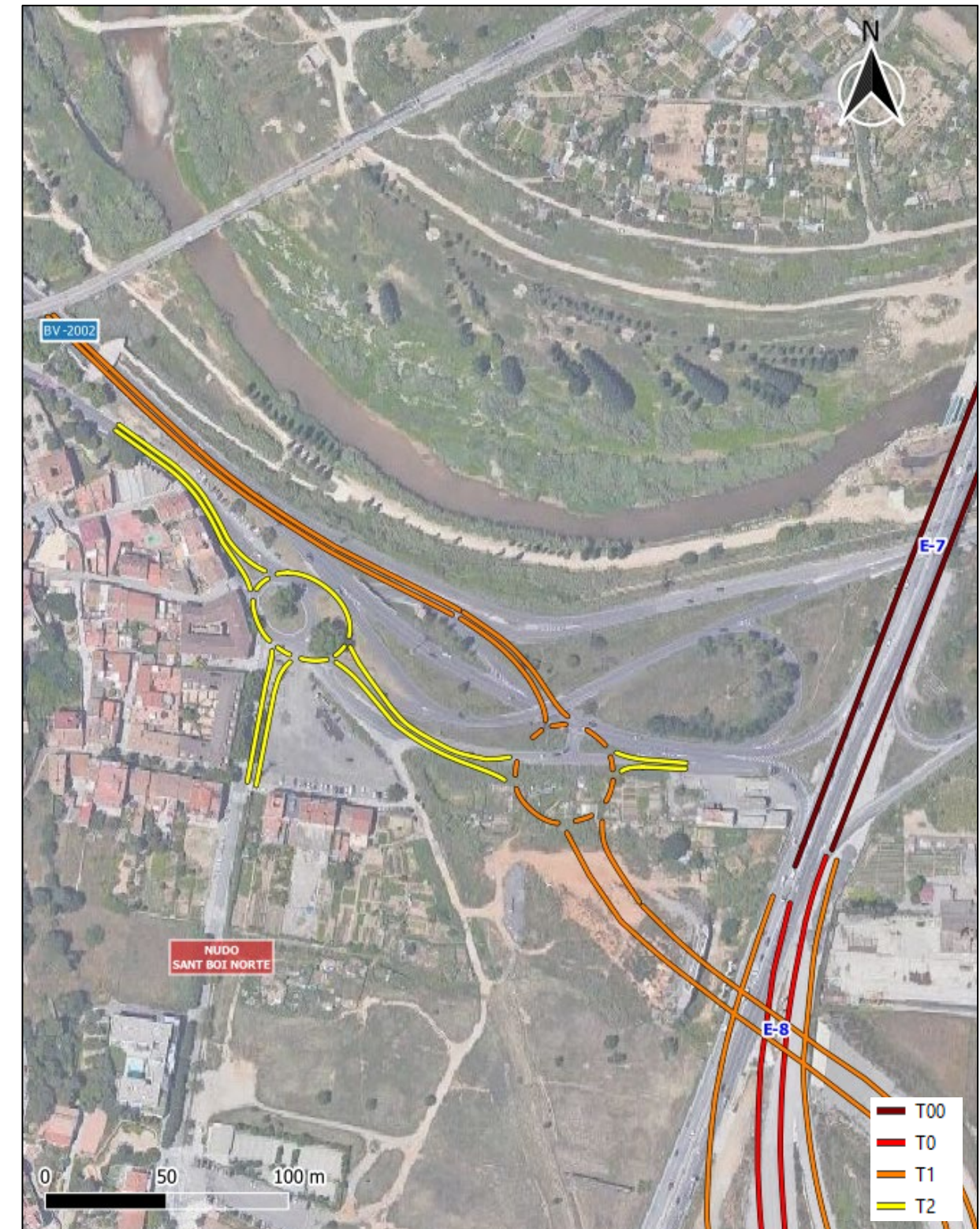


A continuación, se muestran los resultados en detalle para cada uno de los nudos:

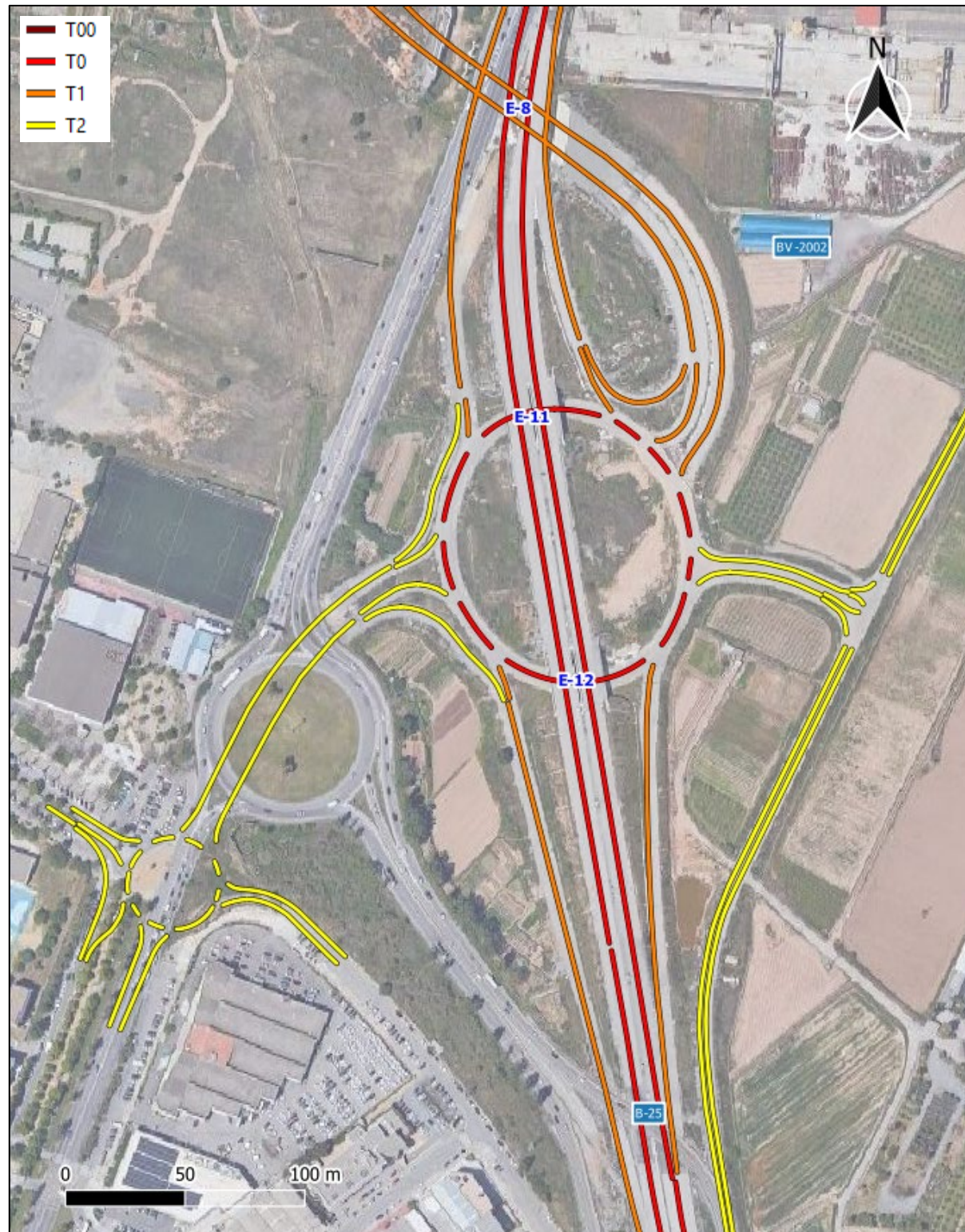
Nudo Cornellá



Nudo Sant Boi Norte



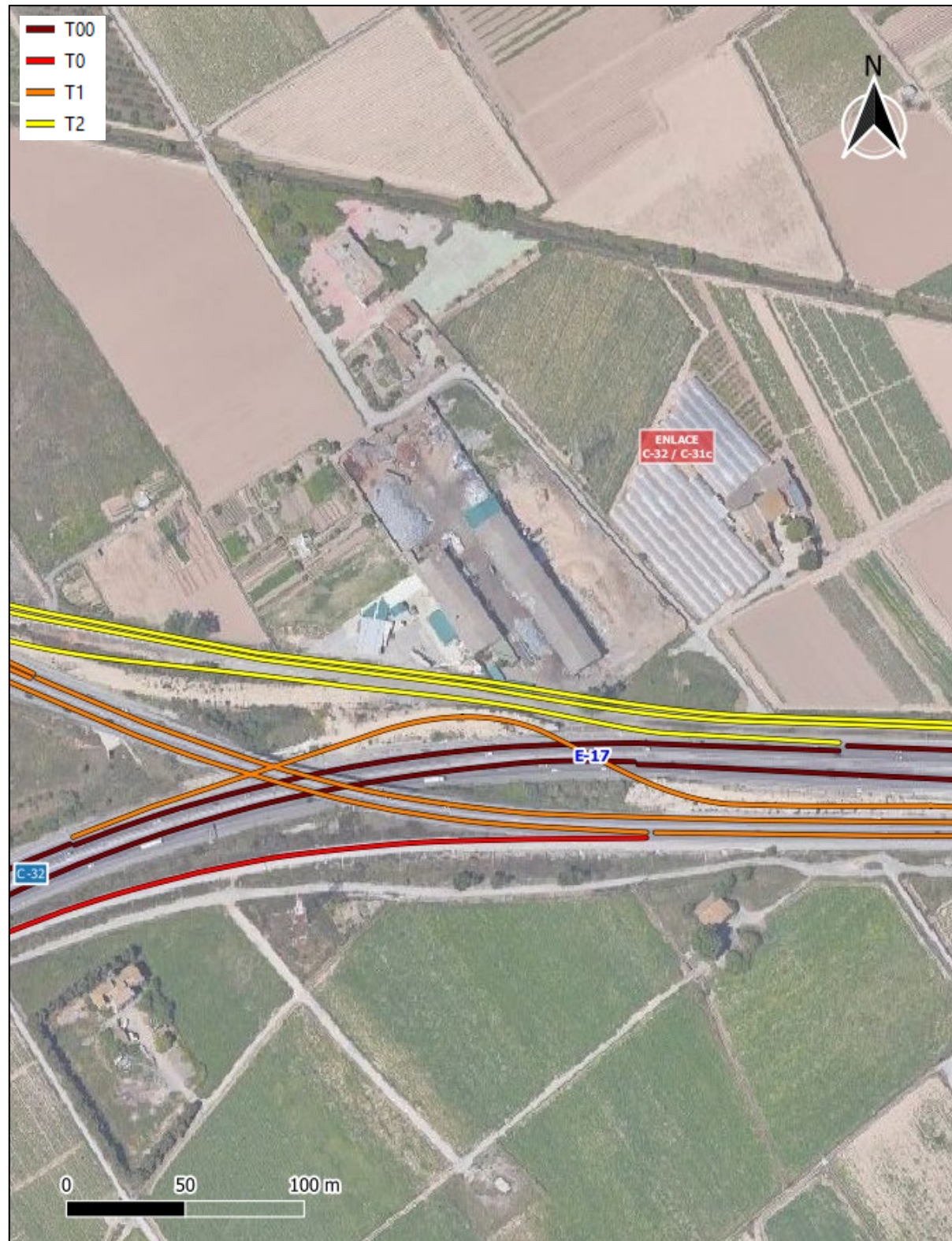
Nudo Sant Boi – Cornellá



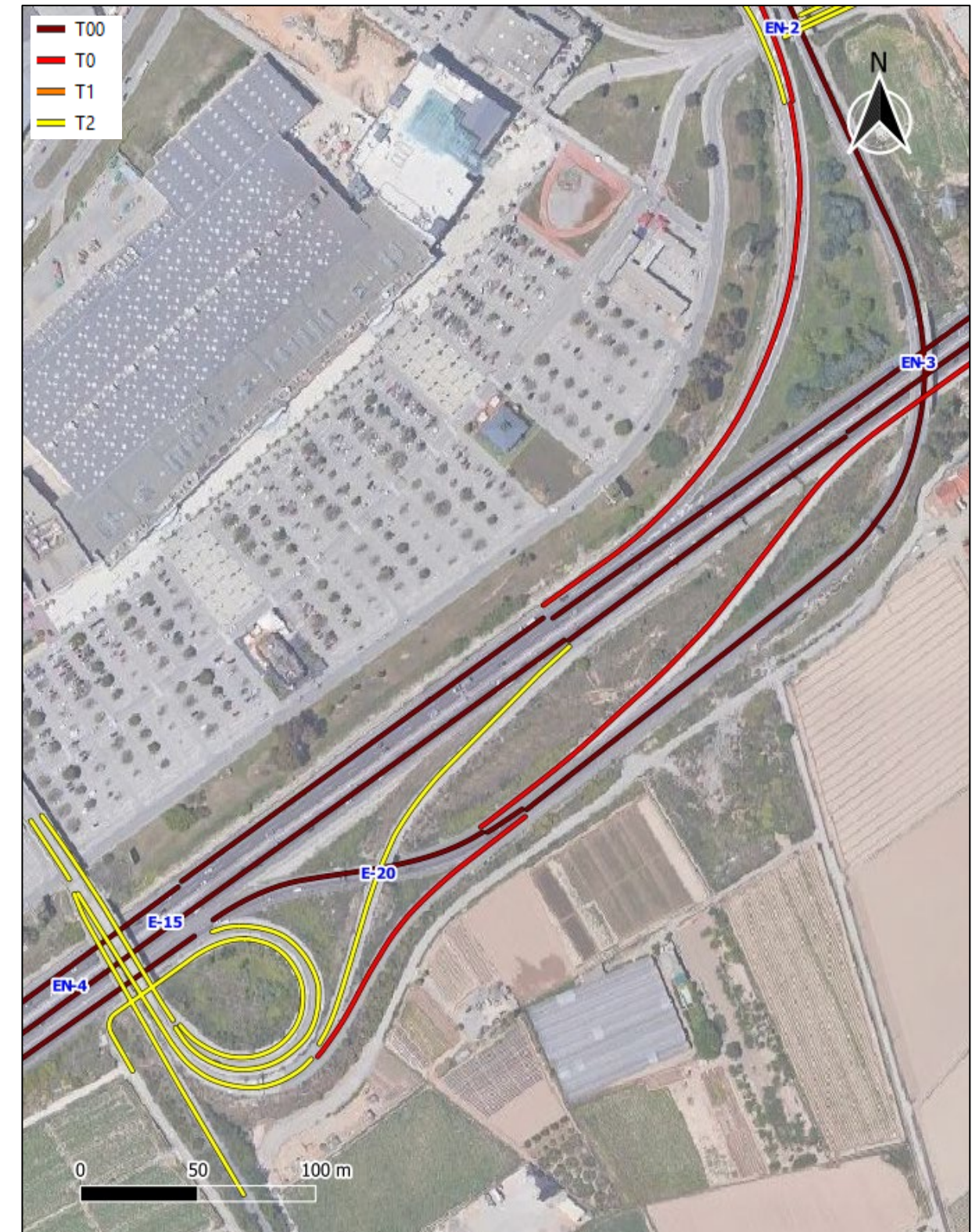
Nudo B-25 / C-31c



Enlace C-32 / C-31c



Enlace Sant Boi Sur



Centro Direccional



Enlace de Mas Blau



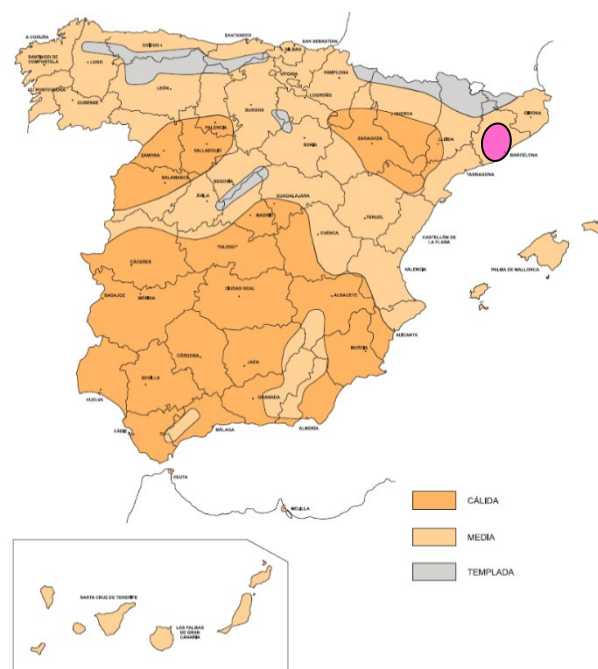
Desvíos provisionales al tráfico

En el anejo de soluciones al tráfico se estudian los firmes necesarios para los desvíos, tratando de homogeneizarlos en lo posible a los proyectados para el resto de viales.

10.2.2.2. Climatología

Zona térmica estival

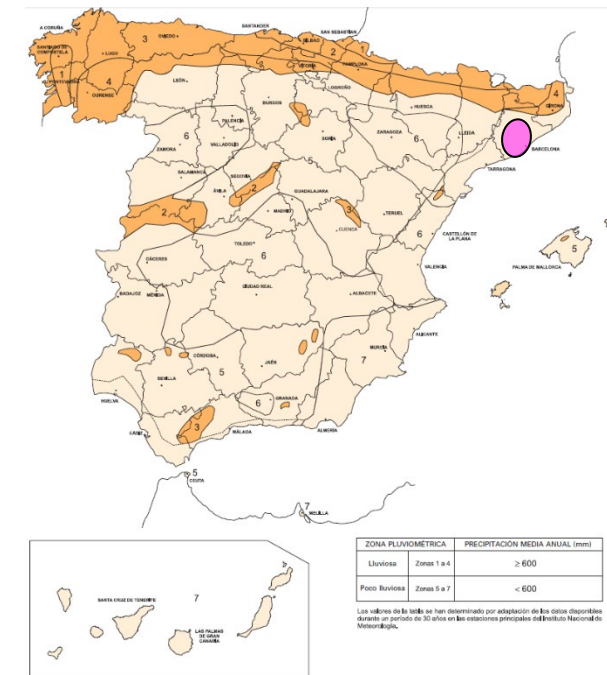
Para la elección del tipo de ligante bituminoso así como la relación entre su dosificación en masa y la del polvo mineral, la Norma 6.1-IC representa en la «Figura 3 Zonas térmicas estivales» el mapa de las zonas climáticas de España. Del mismo se puede deducir que el área de estudio del presente proyecto (remarcada sobre la imagen) se encuadra en la denominada como **zona térmica estival media**.



Zonas térmicas estivales (Figura 3 de la Norma 6.1-IC)

Zona pluviométrica

Para la elección de la capa de rodadura deberá considerarse la «Figura 4 Zonas Pluviométricas», definida en la Norma 6.1-IC.



Zonas pluviométricas (Figura 4 de la Norma 6.1-IC)

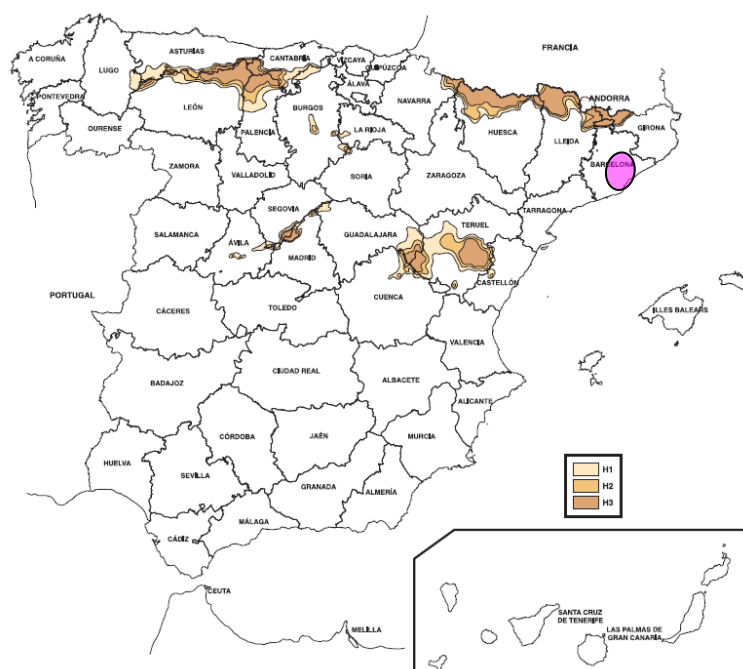
El área de estudio (remarcada sobre la imagen) pertenece a la zona 5, **zona poco lluviosa**, con una precipitación media anual inferior a 600 mm. La norma 6.1-IC indica lo siguiente en cuanto a la capa de rodadura de mezcla bituminosa:

- No deberán proyectarse, salvo justificación en contra, pavimentos con mezcla drenante en altitudes superiores a los 1.200 m o cuando el tramo a proyectar esté comprendido en una zona poco lluviosa.
- Para las categorías de tráfico pesado T00 a T1 se emplearán las mezclas discontinuas en caliente tipo BBTM o bien las drenantes, según las condiciones de intensidad de circulación y pluviométricas.
- Las mezclas drenantes sólo podrán aplicarse en carreteras sin problemas de nieve o de formación de hielo, cuyos accesos estén pavimentados, con tráfico suficiente ($IMD \geq 5.000$ veh./día) y con un régimen de lluvias razonablemente constante que facilite su limpieza.

Atendiendo a las circunstancias particulares del presente proyecto, no se considerará por tanto el empleo de mezclas drenantes para la capa de rodadura de los firmes con pavimentos bituminosos.

Régimen de heladas

Siguiendo lo dispuesto en el apartado 2.5 de las «Recomendaciones para el proyecto y construcción del drenaje subterráneo en obras de carretera» aprobado mediante Orden Circular 17/2003, se deberá tener en cuenta el efecto de las heladas cuando las obras se encuentren a una altitud superior a 1500 m o ubicadas dentro de una de las zonas especificadas en la siguiente figura:



*Zonas en las que debe tenerse en cuenta el efecto de las heladas, independientemente de su altitud
(Figura 2.10 de la OC 17/2003)*

Puesto que el emplazamiento del proyecto no se encuentra a una altitud superior a 1500 m ni dentro de una de las zonas remarcadas en la anterior figura, no será necesario considerar el efecto de las heladas.

10.2.2.3. Integración ambiental

No existen condicionantes de índole medioambiental relevantes a considerar en el diseño de firmes. En cualquier caso, se tratará de priorizar la selección de aquellas soluciones con menor afección al entorno, como por ejemplo el empleo de betunes con caucho procedente de neumáticos fuera de uso, minimizar las necesidades de materiales de aportación externa o disponer pavimentos con capacidad fonoabsorbente.

10.2.2.4. Explanada

Consideraciones generales que limitarán la formación de explanadas

La clasificación y estado del material presente en la explanación de los desmontes condicionará los paquetes de explanada a disponer. En el caso de que no sea necesario realizar una sobreexcavación por necesidades de saneo o drenaje (o que esta sea inferior a 1,00 m), el material presente en el fondo del desmonte se tomará como referencia para definir los paquetes de explanadas. En caso contrario, donde sea necesario sanear el fondo en un espesor mínimo de 1,00 m, el material aportado como relleno de saneo será el que caracterice la explanación.

En el caso de los rellenos, el material dispuesto en la parte superior en un espesor mínimo de 1,00 m será el que caracterice la explanación para definir los paquetes de explanadas. Según la Norma 6.1-IC

apartado 5.1.c), «los pedraplenes (artículo 331 del PG-3) y los rellenos todo-uno (artículo 333 del PG-3), salvo que se proyecten con materiales marginales de los definidos en el artículo 330 del PG-3, serán asimilables a los suelos tipo 3», todo ello sin perjuicio de las condiciones que deban cumplir los materiales dispuestos sobre la zona de transición definidas en los artículos 331 y 333 del PG-3.

Por otra parte, la calidad de los materiales dispuestos en rellenos y explanadas estará condicionada por la disposición (en cantidad, calidad y ubicación) de materiales procedentes de las excavaciones de la propia obra y de otras fuentes tales como préstamos, yacimientos o canteras.

Otro de los condicionantes que limitará la formación de explanadas deriva de ciertos requisitos específicos sobre los rellenos de algunas zonas, como en trasdosados de muros, refuerzos del terreno, etc.

Además de las propias limitaciones que imponen la calidad de los suelos en la explanación u obra de tierra subyacente, y la disponibilidad de materiales propios o de aportación, se tendrá en cuenta la categoría de explanada mínima que se exige a cada categoría de tráfico pesado:

- Categoría de explanada E3 para todo tramo de autovía de nueva construcción con aprovechamiento de los propios materiales de la traza debidamente estabilizados siempre que cumplan las prescripciones del artículo 512 del PG-3, según lo indicado en la «Nota de Servicio 5/2006 sobre explanaciones y capas de firme tratadas con cemento».
- Categoría de explanada E3 en categorías de tráfico pesado T00 y T0.
- Categoría de explanada E2 en categoría de tráfico pesado T1.
- Categoría de explanada E1 en categorías de tráfico pesado T2 a T42.

En último lugar, y según la Norma 6.1-IC apartado 5.1., «salvo justificación en contrario, a los efectos de la definición de las secciones de firme se unificarán las explanadas por su categoría, de tal manera que no haya tramos diferenciados en el proyecto de menos de quinientos metros (500 m)». Esta circunstancia hará desestimar la consideración de explanadas de categorías inferiores en tramos de escasa longitud anexos a otros con necesidad de explanadas de categoría superior.

Materiales disponibles propios y de aportación

De acuerdo con el anejo de movimiento de tierras, la obra será deficitaria en tierras, por lo que será necesario completar los rellenos con materiales de aportación externa. La clasificación mínima será de suelos tolerables según PG-3, tanto sean propios como de aportación. En los préstamos, yacimientos y canteras propuestos se dispone de suelos con clasificación de tolerables, adecuados y aptos para su estabilización con cemento tipo S-EST3 en cantidad suficiente como para cubrir las necesidades de la obra.

Formación de la explanada en desmontes

De acuerdo con el anejo de geotecnia, la clasificación de los materiales existentes en los fondos de excavación será de tipo tolerable.

Formación de la explanada en rellenos

Según los anejos de geología y geotecnia, la calidad esperada para los materiales con los que se realizarán los rellenos será de tipo tolerable, tanto con materiales propios como de aportación externa.

Conclusiones

Tal como se expone en el proyecto modificado nº1, tras unos primeros reconocimientos de la zona de obra y los alrededores, se detectó una gran dificultad para la obtención de material seleccionado en los préstamos, mientras que sí era factible lograr materiales que cumplieran con el criterio de suelo adecuado. Por este motivo se decidieron modificar las explanadas inicialmente planteadas en proyecto, cambiando todas a tipo E-3, con una sección tipo compuesta por 50 cm de suelo adecuado y 30 cm de suelo estabilizado tipo 3.

Por tanto, dada la entidad de los viales proyectados, los condicionantes de los tramos ya ejecutados y por simplicidad constructiva, todas las explanadas de los viales con categoría de tráfico pesado asignada se proyectarán con esa solución.

En el caso de los caminos rurales, independiente del tipo de suelo subyacente, la explanada a disponer estará compuesta por 30 cm de suelo adecuado, siguiendo las indicaciones del «apartado 79 Firme» de la Orden Ministerial de 16 de diciembre de 1997 por la que se regulan los accesos a las carreteras del estado, las vías de servicio y la construcción de instalaciones de servicios.

10.2.2.5. Firmes

Periodo de proyecto

El periodo de proyecto es de 20 años.

Para este periodo de proyecto y conforme a la práctica profesional habitual, se adopta un firme flexible, semiflexible o semirrígido. Para periodos superiores a 30 años se adoptan las secciones con pavimento de hormigón.

Consideraciones generales que limitarán la formación de firmes

Puesto que todos los viales proyectados presentan las mismas categorías de tráfico pesado previstas en el proyecto de referencia, y siguiendo las indicaciones del documento de alcance vigente, se asumirán los mismos paquetes de firme proyectados anteriormente, adaptando su composición material a la normativa vigente. No se realiza por tanto estudio económico comparativo alguno.

En el caso de los caminos rurales se selecciona el paquete de firme formado por una subbase de 30 cm de zahorra artificial, siguiendo las indicaciones del «apartado 79 Firme» de la Orden Ministerial de 16 de diciembre de 1997 por la que se regulan los accesos a las carreteras del estado, las vías de servicio y la construcción de instalaciones de servicios. En el caso de pavimentarse, se optará por disponer una rodadura bituminosa de 5 cm de espesor sobre la subbase de zahorra artificial.

Composición material

a) Mezclas bituminosas

Se emplearán exclusivamente mezclas bituminosas en caliente. Los tipos de mezcla que se podrán emplear de forma general en función de la categoría de tráfico pesado y la capa, con las limitaciones de espesor que se muestran en la siguiente tabla, serán:

MEZCLAS BITUMINOSAS - LIMTACIONES DE ESPESOR																
Tipo de mezcla	T00		T0		T1		T2		T31		T32		T41		T42	
	T00 min	T00 max	T0_ min	T0_ max	T1_ min	T1_ max	T2_ min	T2_ max	T31 min	T31 max	T32 min	T32 max	T41 min	T41 max	T42 min	T42 max
AC16 SURF S	-	-	-	-	-	-	4 cm	5 cm	4 cm	5 cm	4 cm	5 cm	4 cm	5 cm	4 cm	5 cm
AC22 SURF S	-	-	-	-	-	-	5 cm	6 cm	5 cm	6 cm	5 cm	5 cm	5 cm	5 cm	5 cm	5 cm
AC16 SURF D	-	-	-	-	-	-	4 cm	5 cm	4 cm	5 cm	4 cm	5 cm	4 cm	5 cm	4 cm	5 cm
AC22 SURF D	-	-	-	-	-	-	5 cm	6 cm	5 cm	6 cm	5 cm	5 cm	5 cm	5 cm	5 cm	5 cm
BBTM 8B	3 cm	3 cm	3 cm	3 cm	3 cm	3 cm	2 cm	3 cm	2 cm	3 cm	2 cm	3 cm	2 cm	3 cm	2 cm	3 cm
BBTM 11B	3 cm	3 cm	3 cm	3 cm	3 cm	3 cm	2 cm	3 cm	2 cm	3 cm	2 cm	3 cm	2 cm	3 cm	2 cm	3 cm
BBTM 8A	-	-	-	-	-	-	2 cm	3 cm	2 cm	3 cm	2 cm	3 cm	2 cm	3 cm	2 cm	3 cm
BBTM 11A	-	-	-	-	-	-	2 cm	3 cm	2 cm	3 cm	2 cm	3 cm	2 cm	3 cm	2 cm	3 cm
PA 11	4 cm	5 cm	4 cm	5 cm	4 cm	5 cm	4 cm	5 cm	4 cm	5 cm	-	-	-	-	-	-
PA 16	4 cm	5 cm	4 cm	5 cm	4 cm	5 cm	4 cm	5 cm	4 cm	5 cm	-	-	-	-	-	-
AC22 BIN S	5 cm	10 cm	5 cm	10 cm	5 cm	10 cm	5 cm	10 cm	5 cm	10 cm	5 cm	10 cm	5 cm	10 cm	5 cm	10 cm
AC22 BIN D	5 cm	10 cm	5 cm	10 cm	5 cm	10 cm	5 cm	10 cm	5 cm	10 cm	5 cm	10 cm	5 cm	10 cm	5 cm	10 cm
AC32 BIN S	5 cm	10 cm	5 cm	10 cm	5 cm	10 cm	5 cm	10 cm	5 cm	10 cm	5 cm	10 cm	5 cm	10 cm	5 cm	10 cm
AC22 BIN S MAM	6 cm	10 cm	6 cm	10 cm	6 cm	10 cm	6 cm	10 cm	-	-	-	-	-	-	-	-
AC32 BASE S	7 cm	15 cm	7 cm	15 cm	7 cm	15 cm	7 cm	15 cm	7 cm	15 cm	7 cm	15 cm	7 cm	15 cm	7 cm	15 cm
AC22 BASE G	7 cm	15 cm	7 cm	15 cm	7 cm	15 cm	7 cm	15 cm	7 cm	15 cm	7 cm	15 cm	7 cm	15 cm	7 cm	15 cm
AC32 BASE G	7 cm	15 cm	7 cm	15 cm	7 cm	15 cm	7 cm	15 cm	7 cm	15 cm	7 cm	15 cm	7 cm	15 cm	7 cm	15 cm
AC22 BASE S MAM	7 cm	13 cm	7 cm	13 cm	7 cm	13 cm	7 cm	13 cm	-	-	-	-	-	-	-	-

Los betunes posibles para dichas mezclas en cada zona térmica estival (ZTE), según la capa y tipo de mezcla serán:

TIPO DE LIGANTE HIDROCARBONADO A EMPLEAR EN CAPA DE RODADURA Y SIGUIENTE									
Z.T.E	T00	T0	T1	T2	T31	T32	T41	T42	Arcenes
Media	35/50	35/50	35/50	50/70	50/70	50/70	50/70	50/70	50/70
	BC35/50	BC35/50	BC35/50	BC50/70	BC50/70	BC50/70	BC50/70	BC50/70	BC50/70
	PMB 45/80-60	PMB 45/80-60	50/70	PMB 45/80-60	PMB 45/80-60	70/100	70/100	70/100	70/100
	PMB 45/80-60 C	PMB 45/80-60 C	BC50/70	PMB 45/80-60 C	PMB 45/80-60 C				
	PMB 45/80-65	PMB 45/80-65	PMB 45/80-60						
	PMB 45/80-65 C	PMB 45/80-65 C	PMB 45/80-60 C						

TIPO DE LIGANTE HIDROCARBONADO A EMPLEAR EN CAPA DE BASE BAJO OTRAS DOS						
Z.T.E	T00	T0	T1	T2	T31	T32
Media	35/50	35/50	35/50	50/70	50/70	50/70
	BC35/50	BC35/50	BC35/50	BC50/70	BC50/70	BC50/70
	PMB 25/55-65	PMB 25/55-65	50/70	70/100	70/100	70/100
	PMB 25/55-65 C	PMB 25/55-65 C	BC50/70			

TIPO DE LIGANTE HIDROCARBONADO A EMPLEAR EN MAM				
Tipo de mezcla	T00	T0	T1	T2
Intermedia	PMB 10/40-70	PMB 10/40-70	15/25	15/25
Base	15/25	15/25	15/25	15/25

TIPO DE LIGANTE HIDROCARBONADO A EMPLEAR EN MEZCLAS DRENANTES Y DISCONTINUAS									
Tipo de mezcla	T00	T0_	T1_	T2_	T31	T32	T41	T42	Arcenes
Discontinua	PMB 45/80-65	PMB 45/80-65	PMB 45/80-60	PMB 45/80-60	PMB 45/80-60	50/70	50/70	50/70	50/70
	PMB 45/80-65 C	PMB 45/80-65 C	PMB 45/80-60 C	PMB 45/80-60 C	PMB 45/80-60 C	BC50/70	BC50/70	BC50/70	BC50/70
Drenante	PMB 45/80-65	PMB 45/80-65	PMB 45/80-60	PMB 45/80-60	PMB 45/80-60	50/70			50/70
	PMB 45/80-65 C	PMB 45/80-65 C	PMB 45/80-60 C	PMB 45/80-60 C	PMB 45/80-60 C	BC50/70			BC50/70

Siguiendo las recomendaciones del «Manual de empleo de caucho de NFU en mezclas bituminosas» y las directrices del Plan Nacional Integrado de Residuos 2008-2015 y tal como se traspone a los artículos 540, 542 y 543 del PG-3, «en las obras públicas en que su utilización sea técnica y económicamente viable se dará prioridad a los materiales procedentes del reciclaje de NFU». Se podrán utilizar betunes mejorados con caucho (BC) o modificados con caucho (PMB C) en sustitución de todos sus equivalentes expresados en las anteriores tablas.

Las densidades de cada mezcla y sus respectivas dotaciones mínimas de ligante hidrocarbonado consideradas, según el PG-3 y las fichas técnicas de fabricantes nacionales de reconocida solvencia, son:

MEZCLAS BITUMINOSAS				
Tipo de mezcla	Densidad		Dotación betún	
	Valor	Unidad	Valor	Unidad
AC16 SURF S	2,35	t/m3	4,50	%
AC22 SURF S	2,45	t/m3	4,50	%
AC16 SURF D	2,35	t/m3	4,50	%
AC22 SURF D	2,45	t/m3	4,50	%
BBTM 8B	2,35	t/m3	4,75	%
BBTM 11B	2,35	t/m3	4,75	%
BBTM 8A	2,35	t/m3	5,20	%
BBTM 11A	2,35	t/m3	5,20	%
PA 11	2,00	t/m3	4,30	%
PA 16	2,00	t/m3	4,30	%
AC22 BIN S	2,45	t/m3	4,00	%
AC22 BIN D	2,45	t/m3	4,00	%
AC32 BIN S	2,42	t/m3	4,00	%
AC22 BIN S MAM	2,45	t/m3	4,50	%
AC32 BASE S	2,42	t/m3	4,00	%
AC22 BASE G	2,33	t/m3	4,00	%
AC32 BASE G	2,42	t/m3	4,00	%
AC22 BASE S MAM	2,45	t/m3	4,75	%

Las relaciones entre polvo mineral y ligante serán, de acuerdo a la zona térmica estival y tipo de capa, las que se muestran en la siguiente tabla (en el caso de las mezclas drenantes y discontinuas se expresa el valor promedio de la horquilla fijada en el artículo 543 del PG-3):

POLVO MINERAL			
Relación ponderal polvo mineral/betún			
Tipo de mezcla	Zona térmica estival		
	Cálida	Media	Templada
Rodadura	1,20	1,20	1,10
Intermedia	1,10	1,10	1,00
Base	1,00	1,00	0,90
		Todas	
PA 11		1,00	
PA 16		1,00	
BBTM 8B		1,10	
BBTM 11B		1,10	
BBTM 8A		1,40	

Las mezclas bituminosas que se emplearán en este proyecto son:

- Discontinuas tipo BBTM 11B para capas de rodadura en viales con categorías de tráfico pesado (en adelante CTP) T00 a T1, con densidad de 2,35 t/m³, dotación de betún 4,75% y relación filler/betún 1,1 a efectos de mediciones.
- Hormigones bituminosos AC 16 S para capas de rodadura en viales con CTP T2, con densidad de 2,35 t/m³, dotación de betún 4,50% y relación filler/betún 1,2 a efectos de mediciones.
- Hormigones bituminosos AC 22 S en capas intermedias para todas las CTP, con densidad de 2,45 t/m³, dotación de betún 4,00% y relación filler/betún 1,1 a efectos de mediciones.
- Hormigones bituminosos AC 32 G en capas de base, para todas las CTP, con densidad de 2,42 t/m³, dotación de betún 4,00% y relación filler/betún 1,0 a efectos de mediciones.

Los ligantes hidrocarbonados a emplear en las mezclas seleccionadas son:

- Betún modificado con caucho PMB 45/80-65 C para capas de rodadura discontinuas.
- Betún convencional con adiciones de caucho BC35/50 para hormigones bituminosos en capas intermedias y de base con CTP T00 a T0.
- Betún convencional con adiciones de caucho BC50/70 para hormigones bituminosos en cualquier capa con CTP T1 y T2

Se ha optado por seleccionar betunes con caucho procedente de neumáticos fuera de uso en todos los casos, siguiendo las recomendaciones de los artículos 542 y 543 del PG-3, puesto que no existe motivación técnica que desaconseje su uso y porque el incremento presupuestario que implica seleccionar un betún con caucho frente a su equivalente sin caucho, según la base de precios de referencia de la Dirección General de Carreteras, resulta irrelevante:

PRECIOS BÁSICOS DE MATERIALES								
Base de precios de referencia de la Dirección General de Carreteras (OC37/2016)								
BETÚN		SIN CAUCHO		CON CAUCHO		COMPARATIVA		
Tipo	Medición aprox. (t)	Precio (€/t)	Importe (€)	Precio unitario (€/t)	Importe (€)	Importe (€)	Variación (%)	Repercusión sobre PEM (%)
35/50	820	415,09	340.373,80	452,83	371.320,60	30.946,80	+9,09%	+0,10%
50/70	1.470	415,09	610.182,30	452,83	665.660,10	55.477,80	+9,09%	+0,18%
70/100	0	424,53	0,00	452,83	0,00	0,00	-	-
PMB 10/40-70	0	443,40	0,00	443,40	0,00	0,00	-	-
PMB 25/55-65	0	433,96	0,00	433,96	0,00	0,00	-	-
PMB 45/80-60	0	500,00	0,00	500,00	0,00	0,00	-	-
PMB 45/80-65	530	509,43	269.997,90	509,43	269.997,90	0,00	+0,00%	+0,00%
TOTAL			1.220.554,00		1.306.978,60	86.424,60	+7,08%	+0,29%
						PEM aprox. (€)		30.000.000,00

b) Riegos de adherencia

El apartado 6.2.1.5 de la Norma 6.1-IC, establece que entre dos capas sucesivas de mezcla bituminosa se ejecute un riego de adherencia, acorde con lo indicado en el artículo 531 del PG-3 con una dotación

mínima de ligante residual de 200 g/m² –o 250 g/m² cuando la capa superior sea una mezcla drenante o discontinua–. También se aplicarán riegos de adherencia, previo al extendido de una mezcla bituminosa, sobre capas tratadas con cemento sobre las que se haya aplicado un riego de curado según el artículo 532 del PG-3.

Los riegos de adherencia seleccionados entre las diferentes capas son:

- C60BP3 TER con dotación de 500 g/m² de emulsión, sobre capas de mezcla bituminosa nueva, cuando la capa superior sea una rodadura discontinua.
- C60B3 TER con dotación de 500 g/m² de emulsión, sobre capas de mezcla bituminosa nueva, cuando la capa superior sea una rodadura de hormigón bituminoso.
- C60B3 ADH con dotación de 500 g/m² de emulsión, sobre capas de mezcla bituminosa nueva o sobre riegos de curado, cuando la capa superior sea un hormigón bituminoso de capa intermedia o base.

c) Riegos de imprimación

La Norma 6.1-IC especifica que sobre la capa granular que vaya a recibir una capa de mezcla bituminosa o un tratamiento superficial se debe efectuar previamente la aplicación de un riego de imprimación acorde con lo indicado en el artículo 530 del PG-3.

El riego de imprimación seleccionado entre las diferentes capas es:

- C50BF4 IMP con dotación de 1000 g/m² de emulsión, sobre capas granulares cuando la capa superior sea una mezcla bituminosa.

d) Riegos de curado

La Norma 6.1-IC especifica que sobre las capas tratadas con un conglomerante hidráulico se proyectará un riego de curado acorde con lo indicado en el artículo 532 del PG-3.

El riego de curado seleccionado sobre las diferentes capas es:

- C60B3 CUR con dotación de 500 g/m² de emulsión, sobre capas tratadas con cemento o suelos estabilizados.

Según el apartado 532.5., «Previamente a la ejecución de la siguiente capa será preciso barrer enérgicamente el riego de curado [...] Si la capa superior fuera bituminosa se aplicará un riego de adherencia según lo prescrito en el artículo 531 de este Pliego».

e) Suelo cemento

Consiste en la mezcla íntima en central de un suelo suficientemente disgregado con cemento, agua y eventualmente adiciones, que una vez puesto en obra debe compactar y curar.

Las propiedades de este material dependen de:

- Tipo de suelo y proporciones de cemento y agua.
- Proceso de ejecución.
- Edad de la mezcla compactada y tipo de curado.

Se debe realizar una dosificación con porcentaje de cemento suficiente para obtener una resistencia a compresión simple a los siete (7) días no inferior a 2,5 MPa ni superior a 4,5 MPa.

Se considera cemento de clase resistente 32,5 N/mm². Se utilizará un suelo-cemento tipo SC-40. Se cumplirán todas las especificaciones descrita en el capítulo 513 del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales (PG-3).

f) Zahorra artificial

Material granular de granulometría continua constituido por partículas total o parcialmente trituradas empleado en la subbase del firme.

El coeficiente de desgaste de Los Ángeles debe ser inferior a 30 para secciones con categoría de tráfico pesado T2 y superiores; y menor de 35 para T3 e inferiores, cumpliendo todas las especificaciones descrita en el capítulo 510 del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales (PG-3).

10.2.3. SOLUCIÓN ADOPTADA

10.2.3.1. Paquetes de explanada

Viales con categoría de tráfico asignada

Categoría de explanada: E3		PAQUETE DE EXPLANADA TO31
Espesor/Dotación		Capa
Total 80 cm	0,5 kg/m ²	C60B3 CUR
	30 cm	Suelo estabilizado S-EST3
	50 cm	Suelo adecuado (1)
Explanación: Suelo tolerable (0)		

Caminos y vías de servicio sin categoría de tráfico asignada

Según las indicaciones del apartado 79 de la «Orden Ministerial de 16 de diciembre de 1997 por la que se regulan los accesos a las carreteras del estado, las vías de servicio y la construcción de instalaciones de servicios», para todos los caminos y vías de servicio, nuevos o repuestos, de los que no se disponga datos de tráfico y la circulación sea predominantemente agrícola o de una intensidad de tráfico evidentemente residual, se plantea un paquete de explanada formado por **30 cm de suelo adecuado sobre cualquier explanación.**

10.2.3.2. Paquetes de firme

Viales con categoría de tráfico asignada

Categoría de tráfico pesado: T00					
PAQUETE DE FIRME 0032					
Calzada y arcenes ≤ 1,25 m		Arcenes > 1,25 m		Tablero de estructuras	
Espesor/Dotación	Capa	Espesor/Dotación	Capa	Espesor/Dotación	Capa
Pavimento 25 cm	3 cm BBTM 11B PMB 45/80-65 C	Pavimento 10 cm	3 cm BBTM 11B PMB 45/80-65 C	Pavimento 10 cm	3 cm BBTM 11B PMB 45/80-65 C
	0,5 kg/m2 C60BP3 TER		0,5 kg/m2 C60BP3 TER		0,5 kg/m2 C60BP3 TER
	7 cm AC 22 bin BC35/50 S		7 cm AC 22 bin BC35/50 S		7 cm AC 22 bin BC35/50 S
	0,5 kg/m2 C60B3 ADH		0,5 kg/m2 C60B3 ADH		0,5 kg/m2 C60B3 ADH
	7 cm AC 32 base BC35/50 G				
Subbase 30 cm	0,5 kg/m2 C60B3 ADH	Subbase 45 cm		Subbase 0 cm	
	8 cm AC 32 base BC35/50 G				
	0,5 kg/m2 C60B3 ADH				
	0,5 kg/m2 C60B3 CUR		0,5 kg/m2 C60B3 CUR		Impermeabilización
	30 cm Suelocemento		20 cm Suelocemento		
			25 cm Zahorra artificial		
Categoría de explanada: E3				Tablero de estructura	

Categoría de tráfico pesado: T0					
PAQUETE DE FIRME 032					
Calzada y arcenes ≤ 1,25 m		Arcenes > 1,25 m		Tablero de estructuras	
Espesor/Dotación	Capa	Espesor/Dotación	Capa	Espesor/Dotación	Capa
Pavimento 20 cm	3 cm BBTM 11B PMB 45/80-65 C	Pavimento 10 cm	3 cm BBTM 11B PMB 45/80-65 C	Pavimento 10 cm	3 cm BBTM 11B PMB 45/80-65 C
	0,5 kg/m2 C60BP3 TER		0,5 kg/m2 C60BP3 TER		0,5 kg/m2 C60BP3 TER
	7 cm AC 22 bin BC35/50 S		7 cm AC 22 bin BC35/50 S		7 cm AC 22 bin BC35/50 S
	0,5 kg/m2 C60B3 ADH		0,5 kg/m2 C60B3 ADH		0,5 kg/m2 C60B3 ADH
	10 cm AC 32 base BC35/50 G				
Subbase 25 cm	0,5 kg/m2 C60B3 ADH	Subbase 35 cm		Subbase 0 cm	
	0,5 kg/m2 C60B3 CUR		0,5 kg/m2 C60B3 CUR		Impermeabilización
	25 cm Suelocemento		20 cm Suelocemento		
			15 cm Zahorra artificial		
Categoría de explanada: E3				Tablero de estructura	

Categoría de tráfico pesado: T1			PAQUETE DE FIRME 132					
Calzada y arcenes ≤ 1,25 m			Arcenes > 1,25 m			Tablero de estructuras		
Espesor/Dotación		Capa	Espesor/Dotación		Capa	Espesor/Dotación		Capa
Pavimento 20 cm	3 cm	BBTM 11B PMB 45/80-65 C	3 cm	BBTM 11B PMB 45/80-65 C	3 cm	BBTM 11B PMB 45/80-65 C		
	0,5 kg/m2	C60BP3 TER	0,5 kg/m2	C60BP3 TER	0,5 kg/m2	C60BP3 TER		
	7 cm	AC 22 bin BC50/70 S	7 cm	AC 22 bin BC50/70 S	7 cm	AC 22 bin BC50/70 S		
	0,5 kg/m2	C60B3 ADH	0,5 kg/m2	C60B3 ADH	0,5 kg/m2	C60B3 ADH		
	10 cm	AC 32 base BC50/70 G						
	0,5 kg/m2	C60B3 ADH						
Subbase 20 cm	0,5 kg/m2	C60B3 CUR	0,5 kg/m2	C60B3 CUR	Subbase 0 cm	Impermeabilización		
	20 cm	Suelocemento	30 cm	Suelocemento				
Categoría de explanada: E3					Tablero de estructura			

Categoría de tráfico pesado: T2			PAQUETE DE FIRME 232					
Calzada y arcenes ≤ 1,25 m			Arcenes > 1,25 m			Tablero de estructuras		
Espesor/Dotación		Capa	Espesor/Dotación		Capa	Espesor/Dotación		Capa
Pavimento 15 cm	5 cm	AC 16 surf BC50/70 S	5 cm	AC 16 surf BC50/70 S	5 cm	AC 16 surf BC50/70 S		
	0,5 kg/m2	C60B3 TER	1,0 kg/m2	C50BF4 IMP	0,5 kg/m2	C60B3 TER		
	10 cm	AC 22 bin BC50/70 S			5 cm	AC 22 bin BC50/70 S		
	0,5 kg/m2	C60B3 ADH			0,5 kg/m2	C60B3 ADH		
Subbase 20 cm	0,5 kg/m2	C60B3 CUR	Subbase 30 cm	30 cm	Zahorra artificial	Subbase 0 cm	Impermeabilización	
	20 cm	Suelocemento						
Categoría de explanada: E3						Tablero de estructura		

Camino y vías de servicio sin categoría de tráfico asignada

Según las indicaciones del apartado 79 de la «Orden Ministerial de 16 de diciembre de 1997 por la que se regulan los accesos a las carreteras del estado, las vías de servicio y la construcción de instalaciones de servicios», los caminos y vías de servicio, nuevos o repuestos, en los que no se disponga datos de

tráfico y donde la circulación sea predominantemente agrícola o de una intensidad de tráfico evidentemente residual, se afirmarán con 30 cm de zahorra artificial. En el caso de los caminos pavimentados, se dispondrán 5 cm de mezcla AC 16 surf BC50/70 S sobre la subbase de zahorra artificial, previo riego de imprimación C50BF4 IMP (1,00 kg/m²).

Cabe mencionar que en los caminos no pavimentados que entroncan con otros viales pavimentados, se les aplicará la sección de pavimento al menos sobre los 25 m más próximos a la unión.

10.2.3.3. Resumen de firmes por eje

A continuación, se muestra una tabla resumen con el conjunto de ejes trazados en la obra principal y los paquetes de firme asignados a cada uno, siguiendo la misma codificación expuesta en los apartados precedentes. Para mejor entendimiento, en el plano de secciones tipo de firmes se ha representado esta distribución en una planta codificada por colores.

Grupo	Eje	Longitud (m)	Nombre	Paquetes de firme	
0			TRONCO B25		
	1	2.266,00	TRONCO B25	032 / 0032	
1			NUDO SANT BOI-CORNELLA		
	6	489,69	Glorieta Elíptica Nudo Sant Boi-Cornellá	032	
	9	273,84	Ramal-1. Nudo Sant Boi-Cornella	132	
	10	272,75	Ramal-2. Nudo Sant Boi-Cornella	132	
	11	366,24	Ramal-4. Nudo Sant Boi-Cornella	132	
	12	321,22	Ramal-3. Nudo Sant Boi-Cornella	132	
	39	44,62	Conexión glor elíptica - acceso Pacadar	232	
	40	45,11	Deflectora 01	232	
	41	33,49	Deflectora 02	232	
	42	37,28	Deflectora 03	232	
	43	44,79	Deflectora 04	232	
	119	46,12	Deflectora 05	132	
	120	70,50	Deflectora 06	132	
	121	69,94	Deflectora 07	232	
	122	82,77	Deflectora 08	232	
	194	74,19	Carril directo Ramal 3 - nudo Sant Boi	232	
	196	87,53	Carril directo nudo Sant Boi - Ramal 4	232	
	235	80,92	Ramal directo BV2002 - Ramal 2	132	
	2			NUDO B20 C32	
		7	451,33	Ramal Tronco B25 a B20 C32 - Enlace Sant Boi Sur	032
		44	167,67	Ramal Centro Comercial a C31C	232
45		203,97	Ramal Centro Comercial-Via de Servicio 01	232	
49		1.425,96	Eje mediana C31C. Calzada Derecha	132	
50		417,57	Ramal de conexion B20 C32 a C31C	232	
51		780,07	Via de Servicio B20 - C31C_01	232	
53		229,80	Lazo B25 a C31C (Sant Boi)	132	
54		310,11	Ramal C31C,B20 C32 - B25	132	
57		313,38	Lazo B201 (El Prat) - Centro Comercial	232	
58		334,54	Ramal Sant Boi- Ramal B25 a B20 C32	232	
60		253,77	Lazo Tronco B-25 a C31C (El Prat de Llobreg)	232	
71		200,95	Ramal Centro Comercial-Via de Servicio 02	232	
91		138,23	Glorieta Vía de Servicio B20 - C31C	232	
123		38,76	Deflectora 01	232	
124		36,82	Deflectora 02	232	
125		54,68	Deflectora 03	232	
126		36,58	Deflectora 04	232	
158		46,90	ACUERDO 201-199(1001).DP	232	
159		33,57	ACUERDO 201-199(1001).IP	232	
199		119,38	Glorieta existente	232	

Grupo	Eje	Longitud (m)	Nombre	Paquetes de firme
3	200	70,06	Ramal de aceleracion	232
	201	451,02	Via de Servicio B20 - C31C_02	232
	237	1.223,79	VS Glorieta C32-B201 - Acceso Pacadar	232
	302	1.425,96	Eje mediana C31C. Calzada Izquierda	232
	304	34,41	Deflectora 01	132
	305	35,10	Deflectora 02	132
	NUDO SANT BOI SUR Y PARQUE AGRARIO			
	23	937,89	Ramal de enlace B20 C32 (Viladecans) a B25	0032
	30	360,00	Lazo B20 C32 (Viladecans) a Centro Comercial	232
	35	2.155,00	B20 C32 eje mediana CALZADA DERECHA	0032
	56	443,36	Ramal C31C a B20 C32	132
	76	321,91	Ramal de conexion Centro Comercial a B20 C32	232
	77	833,35	Ramal B20 C32 - C31C	032
	78	177,58	Ramal de conexion Centro Comercial a B25	032
	108	225,28	B20 C-32 Viladecans al Prat	0032
	269	263,62	Camino Parque Agrario	232
4	NUDO SANT BOI NORTE			
	19	683,09	Nudo Sant Boi-Cornellá. Variante BV-2002	132
	20	213,63	Enlace Sant Boi Norte-BV2002. Glorieta.	132
	21	10,71	Avda Maria Girona	232
	22	38,46	Sant Boi Norte-BV2002. Conexion entre Glorietas	232
	24	172,13	Sant Boi Norte-BV2002. Glorieta Elíptica	232
	25	3,93	Acceso a Gasolinera	232
	26	17,69	Calle Bonaventura Calopa	232
	130	37,36	ACUERDO 19-20(1001).DP	132
	131	31,31	ACUERDO 19-20(1001).IP	132
	132	54,01	ACUERDO 25-20(1001).DP	232
	133	52,71	ACUERDO 25-20(1001).IP	232
	134	47,14	ACUERDO 19-20(1002).IA	132
	135	39,44	ACUERDO 19-20(1002).DA	132
	136	43,76	ACUERDO 22-20(1002).IA	232
	137	39,79	ACUERDO 22-20(1002).DA	232
	138	47,65	ACUERDO 22-24(1001).DP	232
	139	46,52	ACUERDO 22-24(1001).IP	232
	140	46,35	ACUERDO 21-24(1001).IA	232
	141	47,68	ACUERDO 21-24(1001).DA	232
	142	57,77	ACUERDO 26-24(1001).IA	232
	143	49,73	ACUERDO 26-24(1001).DA	232
5	BULEVAR SANT BOI			
	13	188,50	Glorieta Bulevar Sant Boi	232
	14	42,28	Bulevar Sant Boi Conexion Sur	232
	15	36,40	Bulevar Sant Boi Conexion Oeste	232
	16	108,90	Bulevar Sant Boi Ramal directo	232
	17	23,85	Bulevar Sant Boi Conexion Este	232
	18	124,21	Nudo Sant Boi-Cornella. Bulevar	232
	38	49,99	Bulevar Sant Boi Conexion Suroeste	232
	144	28,67	ACUERDO 14-13(1001).IA	232
	145	28,63	ACUERDO 14-13(1001).DA	232
	146	33,96	ACUERDO 17-13(1001).DP	232
	147	33,37	ACUERDO 17-13(1001).IP	232
	148	32,89	ACUERDO 18-13(1001).DP	232
	149	30,92	ACUERDO 18-13(1001).IP	232
	150	25,41	ACUERDO 15-13(1001).IA	232
	151	25,39	ACUERDO 15-13(1001).DA	232
6	CENTRO DIRECCIONAL			
	59	2.416,74	Via Perimetral	232
	64	150,80	GLORIETA RONDA DE PONENT	232
	68	48,21	GLORIETA RONDA PONENT. ACCESO ESTE	232
	69	220,16	GLORIETA RONDA PONENT. ACCESO SUROESTE	232
	152	28,54	ACUERDO 69-64(1001).IA	232
	153	21,89	ACUERDO 69-64(1001).DA	232
	154	19,27	ACUERDO 68-64(1001).IA	232
	155	18,26	ACUERDO 68-64(1001).DA	232

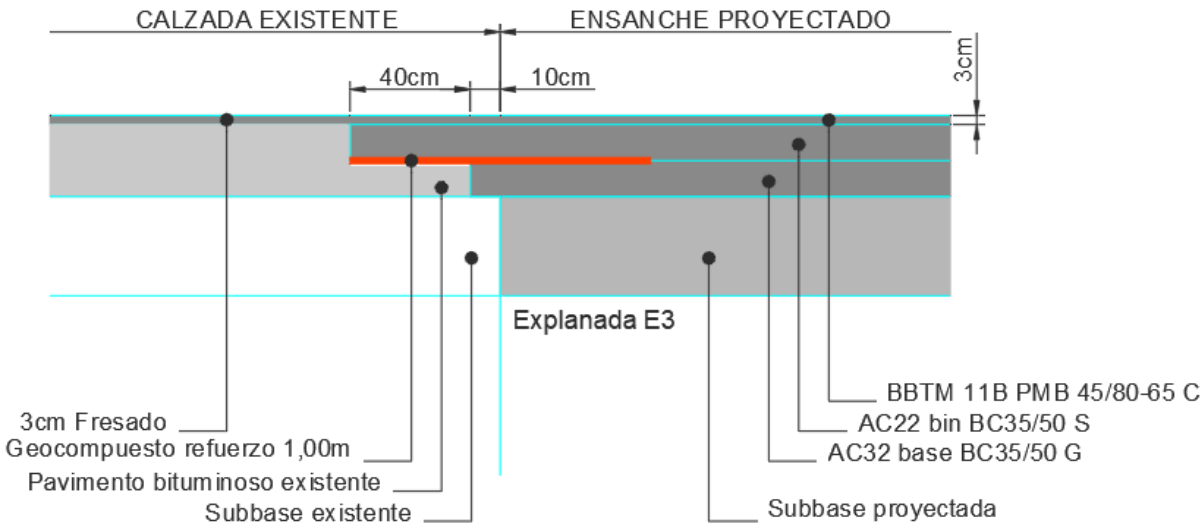
Grupo	Eje	Longitud (m)	Nombre	Paquetes de firme
	156	21,49	ACUERDO 59-64(1001).DP	232
	157	19,93	ACUERDO 59-64(1001).IP	232
	251	36,52	deflectora 01	232
	252	35,97	Deflectora 02	232
7			NUDO CORNELLA	
8				
	8	247,05	Ramal de conexion B-25 a A-2	232
	191	652,26	RAMAL CONEXION A2 a B25	032
	245	351,71	Autovía A2	0032
	301	160,67	Vía Colectora - Dsistribuidora A2	032
8			CAMINOS	
	102	601,00	CAMINO 12	CNP
10			ENLACE MAS BLAU	
	171	146,64	ENLACE MAS BLAU. AVDA 11 DE SEPTIEMBRE (2)	232
	172	182,21	GLORIETA	232
	173	69,87	RAMAL GLORIETA MAS BLAU A B22	232
	174	134,73	ENLACE MAS BLAU. RONDA PONENT 1	232
	175	123,53	RAMAL ROTONDA MAS BLAU B22 EXISTENTE	232
	176	268,28	RAMAL DIRECTO ONZE DE SEPT A B22	232
	177	23,43	Def_D_Ent Glorieta desde Avd 11 Sep	232
	178	21,29	Def_I_Sal Glorieta a Avd 11 Sep	232
	179	34,50	Def_I_Ent Glorieta desde Avd 11 Sep	232
	180	34,97	Def_D_Sal Glorieta a Avd 11 Sep	232
	181	39,00	Deflectora 2	232
	182	36,57	Deflectora 1	232
	184	236,56	RAMAL B22 A RONDA SUR	232
	185	65,20	Camino Mas Blau	CP
	186	28,63	Deflectora 3	232
	187	25,23	Deflectora 4	232

10.2.4. APROVECHAMIENTO DE FIRMES

Las secciones adosadas a otras carreteras a modo de ampliaciones, cuñas o carriles de cambio de velocidad, se definen a modo de ensanche de la plataforma existente, como prolongación de su rasante, sin modificación de la calzada actual.

La ejecución de estos tramos se realizará demoliendo el arcén exterior del vial existente y adosando la sección de ensanche según los criterios de la Norma 6.3-IC. Sobre el firme existente, normalmente se procederá a renovar su rodadura mediante fresado y reposición de una capa de 3 cm de mezcla BBTM 11B igual a la de la sección de ensanche, a fin de homogeneizar la sección transversal completa (tanto su firme como señalización horizontal).

También existen algunos tramos de la carretera A-2, C-32/B-20, C-31c y B-22/C-32b sobre los que no se ha mecanizado un trazado, pero a los que se adosa un carril de cambio de velocidad. Por la misma razón expuesta anteriormente, se proyecta un fresado más reposición de su capa de rodadura. En los planos de secciones tipo de firmes se puede observar una planta con la identificación de estas áreas.



A nivel longitudinal, los entronques con otros viales existentes se realizarán mediante fresado transversal de la franja de encuentro con espesor igual a la capa de rodadura, y transición progresiva a la nueva rasante mediante recrecio o demolición del pavimento existente.

Para los viales cuya definición en planta y alzado discurre sensiblemente adaptada al de un vial existente, se procede del siguiente modo:

- Solo se considera para su aprovechamiento la franja de calzada existente, optando siempre por demoler los arcenes.
- Cuando la nueva rasante se encuentra a una cota igual o superior a la existente e inferior al espesor total del nuevo pavimento, se fresará el pavimento existente en un espesor tal que dé cabida a capas completas del nuevo pavimento (rodadura-intermedia-base).
- Una vez que la nueva rasante se sitúa por encima de la existente a una cota superior al espesor total del pavimento, se cajeará para dar cabida a todo el paquete de firme proyectado (pavimento + subbase). Cuando la diferencia de cota sea superior incluso al espesor del firme, se apoyará la explanada sobre el firme actual.
- Cuando la cota de la nueva rasante se encuentre a una cota inferior a la actual, se cajeará el perfil transversal existente para dar cabida al paquete completo de firme más explanada proyectado.
- Las áreas de firme existente sobre las que apoyen las explanadas o rellenos, deberán ser escarificados y compactados previamente en un espesor a determinar en obra en función de las características y condiciones del firme existente.