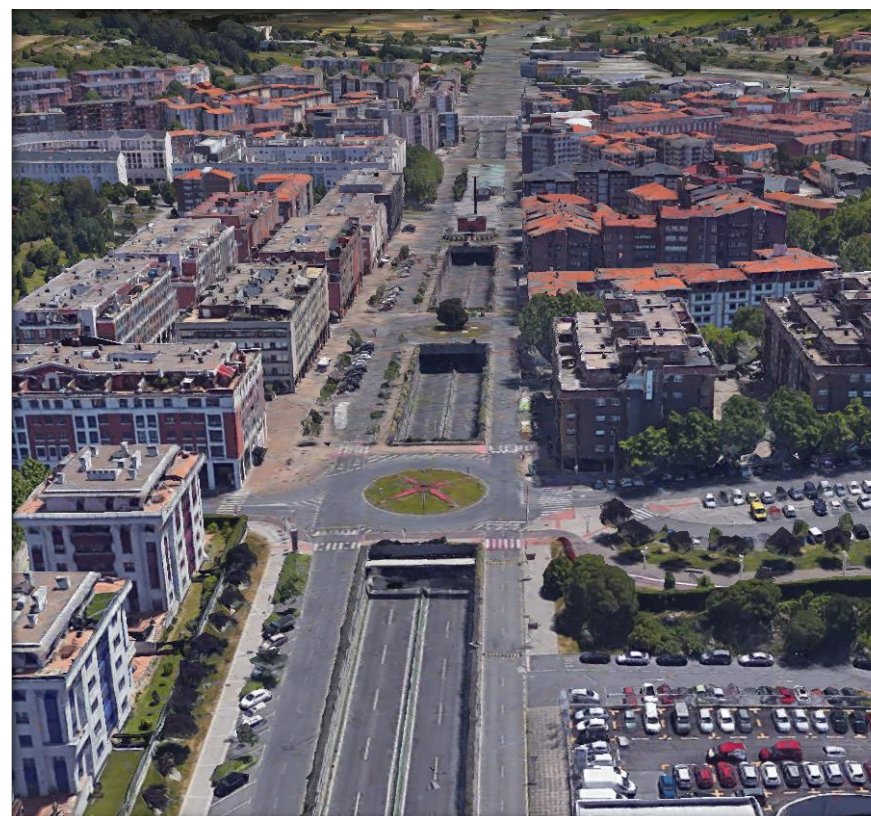


PROYECTO CONSTRUCTIVO DE ADECUACIÓN DEL TÚNEL DE LA AVANZADA EN LA BI-637
Nº EX.: 2020/004/073/10

PROYECTO DE ADECUACIÓN DEL TÚNEL DE LA AVANZADA EN LA BI-637



Anejo 05 - INFRAESTRUCTURA BÁSICA Y DE SEGURIDAD

Control de firmas

Realizado	Aprobado
Bruno Vellasco/Cristina Medina	Jorge Alcalde Bezhold
Fecha y Firma	Fecha y Firma
	No precisa firma si está aprobado electrónicamente mediante ruta

Información del Documento	
Código Documento	P0210L59-ATA-AP-CA-AN-0005
Referencia	P0210L59

Registro de cambios

[illegible]

INDICE	
1	INTRODUCCIÓN..... 4
2	TRAZADO Y REPLANTEO 4
3	SECCIÓN TRANSVERSAL 5
3.1	Secciones tipo actuales 5
3.2	Normativa 5
3.3	Secciones tipo propuestas..... 6
4	FIRMES 7
4.1	Documentación Bibliográfica 7
4.2	Datos de Sondeos..... 7
4.3	Inspección Visual 7
4.3.1	Sentido Bilbao-Getxo (ascendente) 7
4.3.2	Sentido Getxo-Bilbao (descendente)..... 8
4.4	Secciones de Firme Existente 9
4.5	Datos de Auscultaciones 9
4.5.1	Deflexiones 9
4.5.2	Índice de Regularidad Internacional (IRI) 11
4.5.3	Coeficiente de Rozamiento Transversal (CRT) 12
4.5.4	Textura..... 12
4.6	Propuesta de Rehabilitación 13
5	REVESTIMIENTO ESTÉTICO 14
5.1	Introducción 14
5.2	Funcionalidades 14
5.3	Actuaciones en el túnel de La Avanzada..... 14
6	SALIDAS DE EMERGENCIA Y GALERÍAS DE EVACUACIÓN..... 15
6.1	Situación actual..... 15
6.2	Normativa 15
6.3	Situación futura 15
6.3.1	Ubicación y descripción de las salidas de emergencia..... 15
6.3.2	Descripción de las galerías de evacuación 16
6.3.3	Salidas al exterior 17
7	SEÑALIZACIÓN, BALIZAMIENTO Y DEFENSAS 18
7.1	Situación actual..... 18
7.2	Situación propuesta..... 18
ANEXO 1 - SONDEOS REALIZADOS ENTRE 2014 Y 2016 20	
ANEXO 2 - SONDEOS REALIZADOS EN 2021 21	

FIGURAS

Figura 1 - PK 11+500 a 11+760 (Bilbao-Getxo): Grieta Longitudinal 7
Figura 2 - PK 11+840 (Bilbao-Getxo): Parche 8
Figura 3 - PK 11+880 (Bilbao-Getxo): Aspecto General del Firme 8
Figura 4 - PK 12+420 (Bilbao-Getxo): Cambio de Firme 8
Figura 5 - PK 12+570 (Getxo-Bilbao): Desprendimiento 8
Figura 6 - PK 11+870 (Getxo-Bilbao): Formación de Bache 8
Figura 7 - PK 11+870 (Getxo-Bilbao): Cambio de Firme 8
Figura 8 - PK 11+870 (Getxo-Bilbao): Exudación..... 9
Figura 9 - Deflexión: Bilbao-Getxo, Carril Derecho (2016) 10
Figura 10 - Deflexión: Bilbao-Getxo, Carril Izquierdo (2016)..... 10
Figura 11 - Deflexión: Getxo-Bilbao, Carril Derecho (2016) 10
Figura 12 - Deflexión: Getxo-Bilbao, Carril Izquierdo (2016)..... 10
Figura 13 - IRI: Bilbao-Getxo, Carril Derecho (2016)..... 11
Figura 14 - IRI: Bilbao-Getxo, Carril Izquierdo (2016) 11
Figura 15 - IRI: Getxo-Bilbao, Carril Derecho (2016)..... 11
Figura 16 - IRI: Getxo-Bilbao, Carril Izquierdo (2016) 12
Figura 17 - CRT: Bilbao-Getxo (2018)..... 12
Figura 18 - CRT: Getxo-Bilbao (2018)..... 12
Figura 19 - Textura: Bilbao-Getxo (2018) 12
Figura 20 - Textura: Getxo-Bilbao (2018) 13

TABLAS

Tabla 1 - Sondeos de 2021: Bilbao-Getxo 7
Tabla 2 - Sondeos de 2021: Getxo-Bilbao 7
Tabla 3 - Secciones de firme: Bilbao-Getxo (ascendente) 9
Tabla 4 - Secciones de firme: Getxo-Bilbao (descendente) 9
Tabla 5 - Propuesta de rehabilitación: Bilbao-Getxo 13
Tabla 6 - Propuesta de rehabilitación: Getxo-Bilbao 13
Tabla 7: Ubicación de las salidas de emergencia 16

1 INTRODUCCIÓN

El objeto del presente documento es describir los alcances de infraestructura civil básicos correspondientes a la actuación. En este documento se describirá todo lo referente a infraestructura que no tenga la suficiente envergadura, que no importancia, para tratarse en un documento independiente.

Los apartados descritos son los siguientes:

- Trazado y replanteo
- Sección Transversal
- Firmes
- Revestimiento Estético
- Galerías de Evacuación
- Señalización, Balizamiento y Defensas

2 TRAZADO Y REPLANTEO

La definición del trazado se ha realizado en el sistema de coordenadas de referencia ETRS89 HUSO 30. El trazado, tanto en horizontal como principalmente en vertical, se ha ajustado a lo más posible a la carretera existente, de acuerdo de topografía disponible.

Trazado en planta de la BI-637

El trazado representado en la planta tiene los PK ascendientes en dirección hacia Getxo de acuerdo con los PK de la carretera actual, siendo el punto coincidente el PK 12+000,00 situado en el interior del túnel. Nótese que los hectómetros actuales existentes en la carretera pueden no ser coincidentes con los PK indicados aquí. Este comentario tiene carácter informativo.

El recorrido consta de alineaciones rectas y curvas con radios muy grandes de 25.000 y 50.000 m.

Desde el exterior del túnel en la boca lado Bilbao, la alineación recta con el azimut 338,6154 llega hasta PK 11+903,083 donde empieza una alineación en curva de radio 50.000 m y llega hasta el PK 12+037,432, con lo que el arco de este círculo tiene una longitud de 134,348 m. En el PK 12+037,432 se vuelve a una alineación recta de 85,121 m de longitud, con la que se alcanza el PK 12+122,553.

Entre esta última alineación recta y la siguiente alineación recta que comienza en el 12+348,225 existe otra alineación curva formada por un arco de círculo de radio 25.000 m y con una longitud de 225,673 m con lo que alcanzamos el inicio de la alineación recta que tiene azimut 338,2118 y se prologa hasta la salida del túnel en la boca lado Getxo.

Trazado en alzado de la BI-637

El inicio del tramo objeto de estudio tiene su origen dentro de un acuerdo vertical convexo situado en las proximidades de la boca lado Bilbao cuyo vértice se encuentra en el PK 11+565,319. Este acuerdo tiene un Kv igual a 2000 y una longitud total de acuerdo de 99,00 m. En él se varía la pendiente de la rasante que pasa de tener un -0,20% a un -5,15%. Tras la rasante con pendiente -5,15%, existe acuerdo que se empieza en el PK 11+694.001. Esta vez se trata de un acuerdo cóncavo con un Kv igual a 2000 y una longitud de acuerdo de 103 m y vértice en PK 11+745,501. Mediante este acuerdo se pasa de disponer una pendiente de 5,15% a una del 0,0%. Además, es en este acuerdo donde se inicia la cubierta del falso túnel actual siendo su PK de inicio el 11+801,142.

La pendiente del 0,0% se prolonga unos 120.48 m, hasta un acuerdo cóncavo de parámetro Kv igual a 2.500 y con una longitud de acuerdo de 135 con vértice en el PK 11+984,977. En él se produce un cambio en la pendiente de la rasante cuyo valor pasa a ser del 5,4%.

Tras los 191 m de longitud de pendiente al 5,4%, se ubica otro acuerdo, en esta ocasión convexo con vértice en el PK 12+390.455 y con parámetros Kv y Lv iguales a 3.500 y 294 m respectivamente siendo en el punto final del acuerdo en el PK 12+537,455 donde la pendiente se establece en -3%. Ésta pendiente permanece durante unos 80 m ya que posteriormente se inicia un acuerdo cóncavo con vértice en el PK 12+650.333 y parámetros Kv igual a 2500 y Lv de valor 65 m. Mediante este último acuerdo se logra que la pendiente longitudinal de la rasante quede en el -0,4% al final del ámbito de actuación en la boca lado Getxo.

3 SECCIÓN TRANSVERSAL

3.1 Secciones tipo actuales

En el tramo de la BI-637 que es objeto de estudio se diferencian tres secciones tipo en los 824 m de longitud que conforman el tramo. Las secciones tipo son las siguientes:

- Sección tipo actual en falso túnel

Esta sección es la que se encuentra en la zona de falso túnel actual y aplica a lo largo de unos 310 m. La sección está delimitada en los laterales por 2 muros pantalla que cumplen la función de hastial, y que fueron colocados en aquellos puntos donde la cota de sustrato rocoso estaba por debajo de la cota de excavación, y en la parte superior por un dintel que lo forma un conjunto de vigas T junto con una losa.

La pendiente transversal asumida que existe en esta sección es del 2% y su anchura es de unos 17,2 m, distinta a los 18 m como el resto de la zona en trinchera debido a la reducción generada por los problemas en la construcción de la pantalla y la posterior colocación de bloques de hormigón para revestirla.

De acuerdo a la información recopilada, se asume una distribución de la sección como la siguiente: Arcén (0,25 m) + Carril (3,5 m) + Carril (3,5 m) + Mediana (1,5 m) + Carril (3,5 m) + Carril (3,5 m) + Arcén (0,25 m). Esta sección se ve completada mediante la ubicación de barreras tipo New Jersey en cada hastial y que tienen una anchura de 0,60 m sumando entre ambas 1,2 m.

En los hastiales la sección se completa junto a las luminarias con la existencia de unos paneles de revestimiento así como la canaleta y los equipos de red de telemática.

En la mediana la barrera colocada es la de hormigón tipo Tric-Bloc.

- Sección tipo actual en falso túnel bajo glorietas

Esta sección es la que se encuentra bajo las dos glorietas. Son tramos cubiertos que aplica a unos 40 m de longitud por cada una de las intersecciones circulares existentes sobre la BI-637.

Esta sección está delimitada en los laterales por 2 muros convencionales formados por puntera, por debajo de la cota de la rasante; bandeja, ubicada en el trasdós del muro y a la cota donde comienza el terreno rocoso, y el fuste del muro que en la parte superior se acondiciona para formar el apoyo donde se sitúan las vigas de la cubierta que son las que completan la sección en la parte superior.

La pendiente transversal asumida que existe en esta sección es del 2% y la anchura de la misma es de 18 m.

De acuerdo a la información recopilada, la distribución de la sección es la siguiente: Arcén (0,65 m) + Carril (3,5 m) + Carril (3,5 m) + Mediana (1,5 m) + Carril (3,5 m) + Carril (3,5 m) + Arcén (0,65 m). Esta sección se ve completada hasta los 18m mediante la ubicación de barreras tipo New Jersey en cada hastial y que tienen una anchura de 0,60 m sumando entre ambas 1,2 m.

Los hastiales y la mediana se completan del mismo modo que en la sección tipo anterior: luminarias, canaleta, revestimiento, barrera tipo Tric-Bloc.

- Sección tipo actual en zona en trinchera

Esta sección es la que se encuentra en las zonas de trinchera, es decir, la carretera discurre entre dos muros pero sin cubierta en esta zona. Las zonas tienen unas longitudes de 130 m y 80 m estando la primera entre la zona de falso túnel y una de las glorietas y la segunda entre las dos glorietas y las dos zonas de las bocas de unos 90 m cada una. Como se ha nombrado antes, la sección está situada entre dos muros. Estos son muros convencionales formados por una puntera, por debajo de la cota de la rasante; una bandeja, ubicada en el trasdós del muro y a la cota donde comienza el terreno rocoso, y el fuste del muro que en su zona superior se coloca una jardinera de borde.

La pendiente transversal asumida que existe en esta sección es del 2% y la anchura de la misma es de 18 m.

De acuerdo a la información recopilada, la distribución de la sección es la siguiente: Arcén (0,65 m) + Carril (3,5 m) + Carril (3,5 m) + Mediana (1,5 m) + Carril (3,5 m) + Carril (3,5 m) + Arcén (0,65 m). Esta sección se ve completada hasta los 18m mediante la ubicación de barreras tipo New Jersey en cada hastial y que tienen una anchura de 0,60 m sumando entre ambas 1,2 m.

Al igual que en las secciones anteriores se completa la sección con los mismos elementos: luminarias, canaleta, revestimiento, barrera tipo Tric-Bloc.

3.2 Normativa

En cuanto a las secciones transversales, la normativa existente especifica una serie de requisitos que se detallan a continuación

Instrucción de Carreteras, Norma 3.1-IC, Trazado

La instrucción 3.1 IC describe la sección transversal de forma genérica para cualquier tipo de carretera haciendo mención a la sección especial que se puede dar en caso de túnel.

Entre los requisitos a cumplir se encuentran:

- La sección transversal a adoptar en carreteras de calzadas separadas en túneles para el caso de dos carriles sin previsión de ampliación y en los que la velocidad esté limitada o controlada mediante señalización variable es: arcén de 0,5 m + 2 carriles de 3,5 m + arcén de 1 m.
- Anchura mínima de la mediana 1 metro debidamente justificado.
- Bombeo transversal mínimo del 2%.
- Aunque no se permita el tránsito de peatones, se dispondrán a ambos lados aceras elevadas de 75 cm de ancho para facilitar las operaciones de conservación.
- La altura mínima será de 5 m
- No se puede realizar ningún tipo de conexión, nudo o glorieta en la calzada, ni modificación del número de carriles, en los 250 m anteriores y posteriores, del inicio y final del tramo afectado por una sección transversal de túnel.

Entre estos requisitos mencionados, la situación actual de la sección tipo de La Avanzada no cumple lo relativo a: la tipología de la sección transversal debido a que no es la adecuada, la disposición de aceras elevadas aún sin permitir el tránsito de peatones ya que es inexistente, la altura mínima de 5 m porque existe un punto con gálibo de 4,6 m y la no existencia de conexión en las 250 m anteriores y posteriores a la boca del túnel.

Real Decreto 635/2006

Este Real Decreto con fecha 26 de mayo del 2006 establece los requisitos mínimos de seguridad en túneles.

Este decreto únicamente determina que “se cumplirán los criterios y especificaciones recogidos en la Norma de trazado 3.1-IC de la Instrucción de Carreteras”. Dictando que se adoptarán medidas adicionales o reforzadas para incrementar la seguridad en caso de que la anchura de carril para vehículos lentos sea inferior a 3,5 m. sin detallar cuales son éstas.

Decreto Foral 135/2006

El Decreto Foral 135/2006 relativo a la seguridad en túneles fue aprobado el 23 de agosto de 2006.

En lo relativo a la infraestructura este decreto foral establece que se cumplirán los requisitos técnicos sobre infraestructuras especificados en las “Instrucciones Técnicas de Diseño Seguro de Túneles (I) Infraestructuras” (cuya versión borrador, pendiente de aprobación, se ha considerado en este proyecto).

Instrucciones Técnicas de Seguridad y Explotación en Túneles de Carreteras. I Infraestructuras Decreto Foral 91/2012 (nótese que se aplica el borrador de la revisión de este decreto en el momento de redacción del documento, el cual está pendiente de aprobación)

Esta instrucción a la que se remite el Decreto Foral 135/2006 hace referencia a diferentes aspectos que la sección transversal debiera cumplir.

- Carriles
Establece una anchura de 3,5 m con carácter general, admitiéndose reducciones a 3,25 m en túneles urbanos.
- Cambios de sección

Sigue lo anteriormente citado en la Norma 3.1-IC, estableciendo que no se presentará ningún tipo de conexión, nudo o glorieta en la calzada, ni modificación del número de carriles, en los 250 m anteriores y posteriores a una sección en túnel, salvo debida justificación.

- Galibo

La altura libre no será inferior a 5 m.

- Aceras

Se dispondrán de aceras de anchura mínima 0,75 m para uso en emergencias u operaciones de conservación.

- Distribución de la sección transversal

La sección transversal a adoptar en carreteras de calzadas separadas en túneles para el caso de dos carriles sin previsión de ampliación y en los que la velocidad esté limitada o controlada mediante señalización variable es: arcén de 0,5 m + 2 carriles de 3,5 m + arcén de 1 m.

- Pendiente transversal

En carreteras de calzadas separadas la calzada y los arcenes se dispondrán con una misma inclinación transversal del 2,0 % hacia un solo lado.

- Barreras laterales

Se instalarán en todos los túneles barreras tipo New Jersey en la parte inferior de los hastiales.

Al igual que ocurría con la Norma 3.1-IC, existen aspectos que la sección actual de la BI-637 en el tramo que transcurre en túnel no cumple. Entre los aspectos no cumplidos hay algunos que son los mismos que para la norma 3.1-IC: la distribución de la sección transversal, el gálibo, las aceras y los cambios de sección.

3.3 Secciones tipo propuestas

Tras describir la normativa aplicable, se explica de modo preciso como son las diferentes secciones propuestas adecuando las mismas lo máximo posible a la normativa existente.

Las secciones tipo propuestas se diferencian principalmente en su distribución puesto que la sección relativa al tramo de falso túnel actual es de menor tamaño que las otras dos. Es, por ello que proponen las siguientes distribuciones:

- Sección tipo propuesta en la zona del Falso Túnel actual

La sección transversal propuesta consta de una anchura de algo más de 17, 2 m y queda distribuida de la siguiente forma: Arcén exterior (0,5 m) + Carril (3,5 m) + Carril (3,3 m) + Arcén interior (0,5 m) + Mediana (0,6 m) + Arcén interior (0,5 m) + Carril (3,3 m) + Carril (3,5 m) + Arcén exterior (0,5 m). Esta sección se ve completada mediante la ubicación de barreras tipo New Jersey.

- Sección tipo propuesta resto del trazado

La sección transversal propuesta tiene una anchura de 18 m y queda distribuida de la siguiente forma: Arcén exterior (0,90 m) + Carril (3,5 m) + Carril (3,3 m) + Arcén interior (0,5 m) + Mediana (0,6 m) + Arcén interior (0,5 m) + Carril (3,3 m) + Carril (3,5 m) + Arcén exterior (0,90 m). Esta sección se ve completada mediante la ubicación de barreras tipo New Jersey en cada hastial.

Ambas secciones son muy parecidas, teniendo como única diferencia relevante la anchura de arcén interior.

A continuación, se completa la descripción de las secciones propuestas especificando aquellos aspectos que son idénticos en los dos tipos.

La pendiente transversal del 2% en ambas secciones aunque se ejecutará un fresado y reafirmado de todo el tramo objeto de estudio tal y como se detalla en el apartado de Firmes.

En los hastiales la sección se completará con lo siguiente: paneles de revestimiento tanto de protección contra el fuego como estético y equipamiento propio de instalaciones tal como: bandejas, luminarias, altavoces, BIEs, puestos SOS, etc. Estos aspectos se analizan en el documento correspondiente.

También el dintel se revestirá mediante un revestimiento de protección pasiva contra el fuego.

En la mediana se colocará una barrera de hormigón doble con nivel mínimo de contención H2.

4 FIRMES

4.1 Documentación Bibliográfica

La documentación bibliográfica relativa al firme existente en la carretera BI-637 incluye proyectos de 1985 a 2016. La sección de firme original que viene descrita en el proyecto de construcción de “Modificaciones técnicas al Proyecto de Desdoblamiento de la Carretera de La Avanzada y Canalización del arroyo Elexalde, Tramo B”, del año 1990, es la siguiente:

- 4 cm capa de rodadura drenante PA 11 (antigua D-20)
- 11 cm capa intermedia AC22 (antigua S-20)
- 20 cm grava-escoria
- 20 cm suelo-cemento
- 50 cm sub-base granular

Este paquete de firmes ha sido repuesto en alguna zona con motivo de haber sufrido deformaciones puntuales importantes tal y como queda reflejado en el “Proyecto de Regeneración Funcional de la Carretera de La Avanzada, Tramo Enlace de la Universidad-Rotonda de Artaza”, del año 2000.

Además de las actuaciones puntuales llevadas a cabo en toda la sección de firme, la capa de rodadura sí que ha sido sustituida en varias ocasiones que se desconocen. Como consecuencia de las diversas actuaciones llevadas a cabo desde la disposición del firme original, la sección de firme que hoy día existe depende del sentido de circulación que se esté analizando, ya que varía en función sea Bilbao-Getxo (sentido ascendente) o Getxo-Bilbao (sentido descendente) o del PK en que se esté.

4.2 Datos de Sondeos

En la actualidad se disponen de los datos de sondeos realizados entre los años 2014 y 2016 en el Tronco de la carretera BI-637. Estos datos han sido proporcionados por el Servicio de Conservación de la Diputación Foral de Bizkaia y se incluyen en el Anexo 1.

Considerando la zona de actuación prevista entre el PK 11+500 y el PK 12+600, el 13 de abril de 2021 fueron realizados nuevos sondeos en el tronco de la carretera BI-637 entre el PK 11+820 y el PK 12+450, en ambos sentidos de circulación. La planta con la localización de estos sondeos se muestra en el Anexo 2. El resumen de los resultados se incluye a continuación.

Bilbao-Getxo (sentido ascendente)		
PK	Carril	Descripción del testigo
11+820	Izquierdo (Carril 1)	4 cm capa de rodadura PA 11 (adherida) 5,5 cm capa intermedia AC16 S (adherida) 8 cm capa intermedia AC16 S (adherida) 6,5 cm capa intermedia AC22 S (adherida) > 10 cm gravacemento
12+200	Izquierdo (Carril 1)	3,5 cm capa de rodadura PA 11 (adherida) 5 cm capa intermedia AC16 S (adherida) 7,5 cm capa intermedia AC22 S (adherida) > 4 cm áridos calizos tratados con cal
12+450	Izquierdo (Carril 1)	3,5 cm capa de rodadura BBTM 11A (adherida) 5 cm capa intermedia AC16 S (adherida) 10 cm capa intermedia AC16 S (adherida) > 11 cm áridos calizos tratados con cal

Tabla 1 - Sondeos de 2021: Bilbao-Getxo

Getxo-Bilbao (sentido descendente)		
PK	Carril	Descripción del testigo
12+450	Izquierdo (Carril 1)	4 cm capa de rodadura BBTM 11A (adherida) 5,5 cm capa intermedia AC16 S (adherida) 8,5 cm capa intermedia AC16 S (adherida) > 12 cm áridos calizos tratados con cemento
12+200	Izquierdo (Carril 1)	3,5 cm capa de rodadura BBTM 11A (adherida) 5,5 cm capa intermedia AC16 S (adherida) 11 cm capa intermedia AC22 S
11+850	Izquierdo (Carril 1)	4,5 cm capa de rodadura PA 11 (adherida) 4,5 cm capa intermedia AC16 S (adherida) 7 cm capa intermedia AC16 S (adherida) Hormigón

Tabla 2 - Sondeos de 2021: Getxo-Bilbao

Se puede observar por los resultados la presencia de una capa de rodadura bituminosa drenante (PA 11), concretamente en los PKs 11+820 y 12+200 en el sentido ascendente y en el PK 11+850 en el sentido descendente. Con base en la normativa de seguridad de túneles, el firme del Túnel de La Avanzada no deberá disponer de un material drenante en la capa de rodadura, por cuestiones de seguridad en el caso de un incendio dentro del túnel.

4.3 Inspección Visual

También el 13 de abril de 2021 fue llevada a cabo por el equipo de SENER una inspección visual en la zona de actuación prevista, con la finalidad de identificar el estado del firme y los aspectos de su entorno que puedan tener influencia en su estado. De forma general, se puede afirmar que el firme presenta una condición superficial buena y con pocos deterioros puntuales. A continuación, se presentan los puntos más relevantes observados en campo.

4.3.1 Sentido Bilbao-Getxo (ascendente)

PK 11+500 a 11+760

Grieta longitudinal con apertura de 2-3 cm, localizada en el carril izquierdo al borde de la banda de rodadura exterior. Las posibles causas se deben al envejecimiento del betún en su parte más superficial o a una mala ejecución durante la puesta en obra (falta de compactación, junta longitudinal). Este defecto debe ser reparado para evitar la filtración de agua y la evolución del deterioro.



Figura 1 - PK 11+500 a 11+760 (Bilbao-Getxo): Grieta Longitudinal

Anejo 05 - Infraestructura básica y de seguridad

PK 11+840

Parche de aproximadamente 70 cm de largo, localizado en el carril izquierdo, probablemente debido a un bache. Se nota una irregularidad de la superficie y un inicio de deterioro alrededor del parche, indicando la inminente necesidad de una nueva reparación.



Figura 2 - PK 11+840 (Bilbao-Getxo): Parche

PK 11+880

Foto del estado del firme en general. Se nota una buena condición superficial, sin deterioros relevantes.



Figura 3 - PK 11+880 (Bilbao-Getxo): Aspecto General del Firme

PK 12+420

Cambio del tipo de material bituminoso de la capa de rodadura.



Figura 4 - PK 12+420 (Bilbao-Getxo): Cambio de Firme

4.3.2 Sentido Getxo-Bilbao (descendente)

PK 12+570

Pérdida de áridos superficiales en la zona central del firme, posiblemente debido a falta de adhesividad árido/ligante, betún envejecido, problemas de dosificación (deficiencia en el contenido de betún) o problemas ejecutivos (segregación de áridos en el extendido). Debe ser reparado para evitar la formación de un bache. Este tipo de deterioro también ha sido identificado en los PKs 12+530, 12+410, 11+820 en el sentido descendente.



Figura 5 - PK 12+570 (Getxo-Bilbao): Desprendimiento

PK 11+870

Inicio de formación de un bache en el carril derecho, probablemente debido a un problema de desprendimiento de árido.



Figura 6 - PK 11+870 (Getxo-Bilbao): Formación de Bache

Cambio del tipo de material bituminoso de la capa de rodadura.

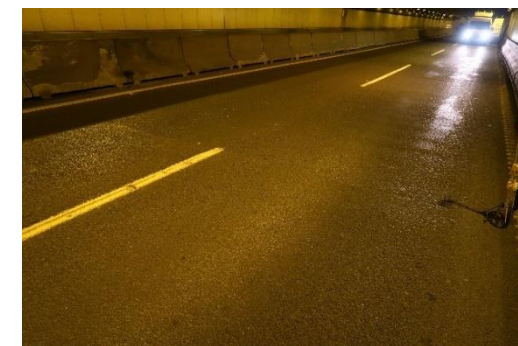


Figura 7 - PK 11+870 (Getxo-Bilbao): Cambio de Firme

Anejo 05 - Infraestructura básica y de seguridad

Problema de exudación en el carril derecho, que consiste en la floración superficial de betún en la capa de rodadura, creando una película superficial resbaladiza y de aspecto brillante. Las posibles causas son la sobredosificación de ligante bituminoso, uso de betún blando, excesiva dotación del riego de adherencia o deficiencia en la adhesividad árido/ligante.



Figura 8 - PK 11+870 (Getxo-Bilbao): Exudación

4.4 Secciones de Firme Existente

Considerando la documentación bibliográfica, los datos de sondeos y las observaciones de la inspección visual, se describen a continuación las secciones asumidas de firme existente actualmente en la zona de actuación prevista. El Túnel de La Avanzada está comprendido entre el PK 11+760 y el PK 12+070.

ID	PK inicial	PK final	Sección de firme
BG1	11+500	11+700	4 cm capa de rodadura PA 11 5,5 cm capa intermedia AC16 S 8 cm capa intermedia AC16 S 6,5 cm capa intermedia AC22 S > 10 cm gravacemento > 80 cm hormigón
BG2	11+700	12+200	4 cm capa de rodadura PA 11 5,5 cm capa intermedia AC16 S 8 cm capa intermedia AC16 S 6,5 cm capa intermedia AC22 S > 10 cm gravacemento > 50 cm material granular
BG3	12+200	12+420	3,5 cm capa de rodadura PA 11 5 cm capa intermedia AC16 S 7,5 cm capa intermedia AC22 S > 4 cm áridos calizos tratados con cal > 50 cm material granular
BG4	12+420	12+600	3,5 cm capa de rodadura BBTM 11A 5 cm capa intermedia AC16 S 10 cm capa intermedia AC16 S > 11 cm áridos calizos tratados con cal > 50 cm material granular

Tabla 3 - Secciones de firme: Bilbao-Getxo (ascendente)

ID	PK inicial	PK final	Sección de firme
GB1	12+600	12+220	4 cm capa de rodadura BBTM 11A 5,5 cm capa intermedia AC16 S 8,5 cm capa intermedia AC16 S > 12 cm gravacemento > 50 cm material granular
GB2	12+220	12+100	3,5 cm capa de rodadura BBTM 11A 5,5 cm capa intermedia AC16 S 11 cm capa intermedia AC22 S > 20 cm suelocemento > 50 cm material granular
GB3	12+100	11+870	3,5 cm capa de rodadura BBTM 11A 5,5 cm capa intermedia AC16 S 11 cm capa intermedia AC22 S > 35 cm cemento > 50 cm material granular
GB4	11+870	11+500	4,5 cm capa de rodadura PA 11 4,5 cm capa intermedia AC16 S 7 cm capa intermedia AC16 S Hormigón

Tabla 4 - Secciones de firme: Getxo-Bilbao (descendente)

De acuerdo con los datos de tráfico de 2019, publicados por el Departamento de Infraestructuras y Desarrollo Territorial de la Diputación Foral de Bizkaia (ref. “Evolución del tráfico en las carreteras de Bizkaia”), la zona de actuación prevista se encuadra en la categoría de tráfico pesado T1 ($800 \leq \text{IMDp} < 2.000$), con una media de 1.751 vehículos pesados por día en el sentido Bilbao-Getxo y de 1.877 vehículos pesados por día en el sentido Getxo/Bilbao.

4.5 Datos de Auscultaciones

En la actualidad se disponen de datos de auscultación de los firmes tomados en 2011, 2016 y 2018 en la BI-637, los cuales han sido suministrados por la Dirección del Estudio, procediendo del Servicio de Tecnología e Inventario del Departamento de Obras Públicas y Transportes de la Diputación Foral de Bizkaia. Los datos de auscultaciones considerados en este análisis son aquellos tomados en los años 2016 y 2018, que son los más recientes.

4.5.1 Deflexiones

Los datos de deflexiones suministrados por la Diputación Foral de Bizkaia fueron obtenidos en 2016. Los gráficos a continuación presentan los valores obtenidos a lo largo de la zona de actuación prevista, entre el PK 11+500 y el PK 12+600, para ambos carriles en cada sentido de circulación.

En los gráficos presentados se indican las secciones de firme existente, identificadas por los códigos definidos en la Tabla 3 y Tabla 4. Para cada sección se presentan los valores de deflexión mínima, máxima y característica. Esta última es calculada de acuerdo con la metodología prescrita por la Norma 6.3 IC, y para fines de este análisis, se considera igual a la deflexión de cálculo.

Anejo 05 - Infraestructura básica y de seguridad

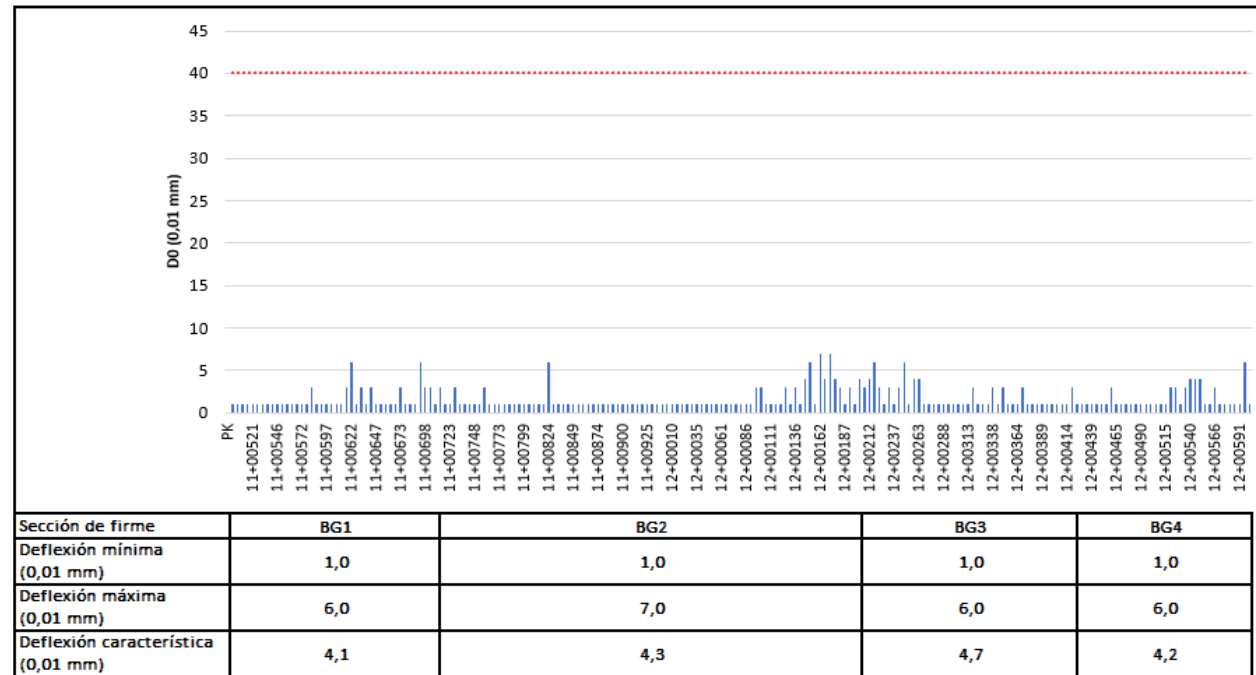


Figura 9 - Deflexión: Bilbao-Getxo, Carril Derecho (2016)

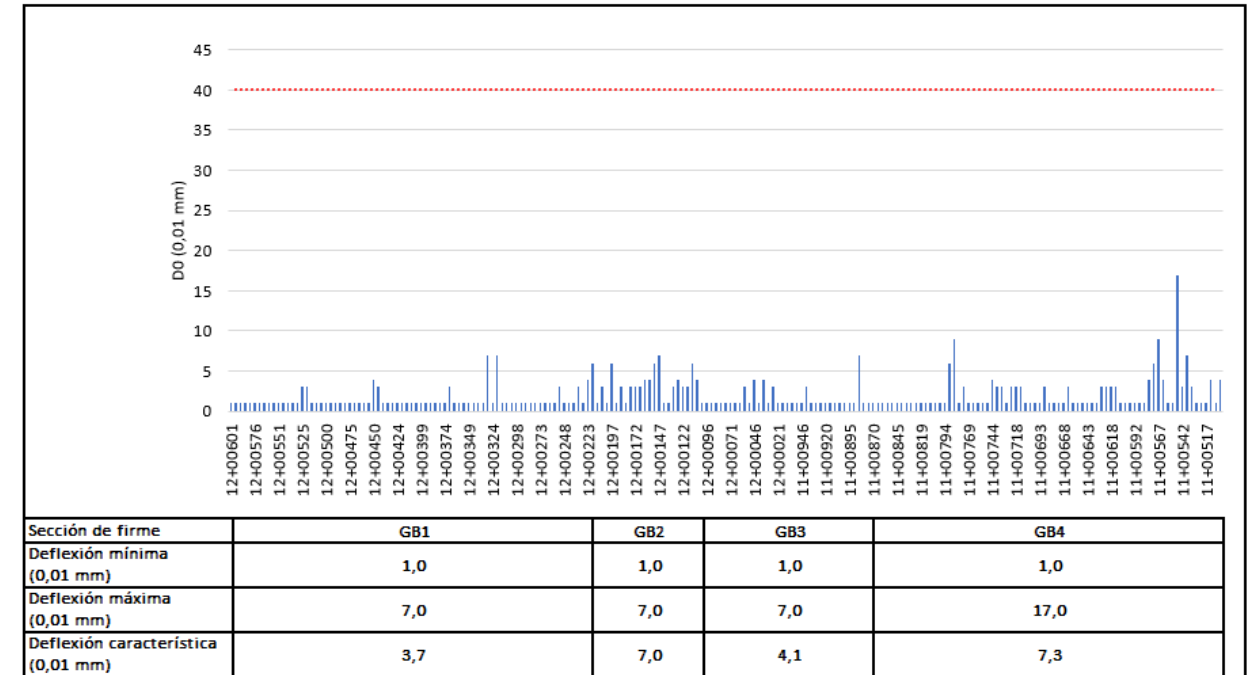


Figura 11 - Deflexión: Getxo-Bilbao, Carril Derecho (2016)

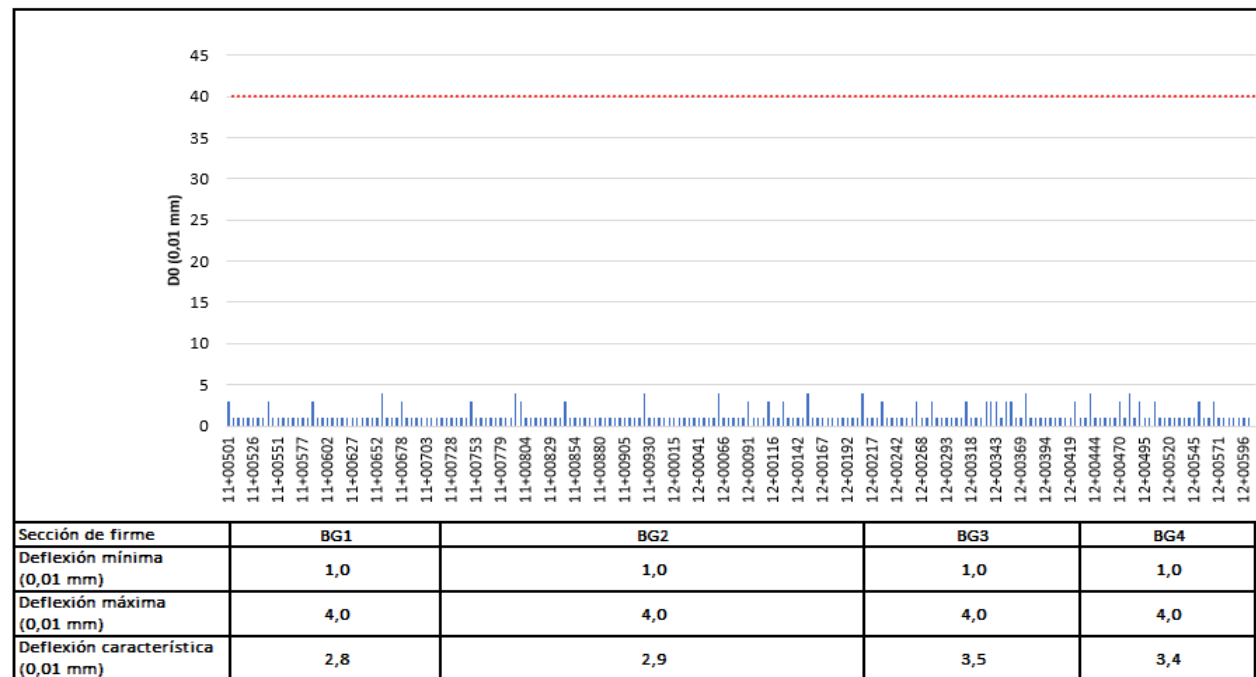


Figura 10 - Deflexión: Bilbao-Getxo, Carril Izquierdo (2016)

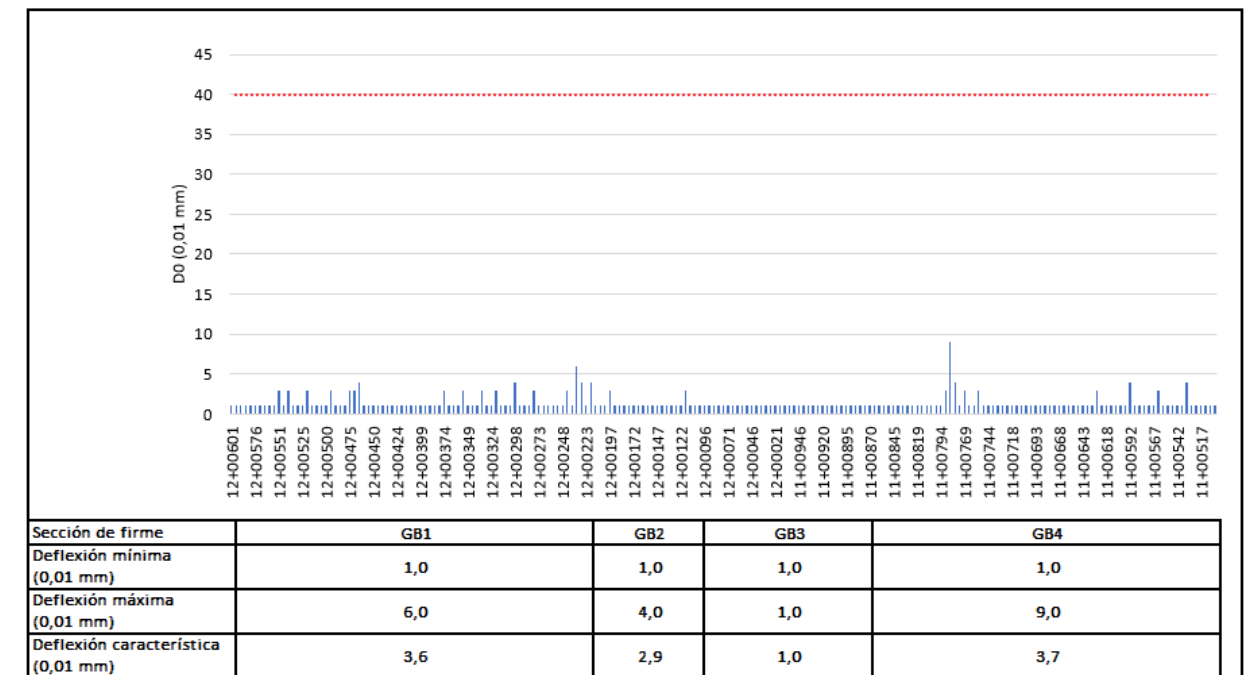


Figura 12 - Deflexión: Getxo-Bilbao, Carril Izquierdo (2016)

De acuerdo con la Norma 6.3 IC, para la elaboración de un proyecto de rehabilitación estructural, se debe realizar una tramificación de zonas homogéneas considerando los valores de deflexión, a las que luego se aplicará una única solución de rehabilitación estructural, de modo que cada tramo tenga una longitud entre 100 m y 1.000 m y presente un coeficiente de variación (CV) de las deflexiones inferior a 40%. A pesar de que la zona de intervención prevista solo tiene 1,1 km de longitud, esta presenta alta variabilidad de secciones de firme (se asume hasta 4 tipos de sección en cada sentido) y de valores de deflexiones, que además son muy bajos; consecuentemente, es inviable tramificar la zona atendiendo a los criterios de la norma. De esta forma, se ha decidido tramificar la zona solamente con base en las distintas secciones de firme, con la finalidad de optimizar la ejecución de las actuaciones de rehabilitación en campo.

Anejo 05 - Infraestructura básica y de seguridad

La línea horizontal roja incluida en los gráficos representa un valor de deflexión constante de 40×10^{-2} mm. De acuerdo con la Norma 6.3 IC, Tabla 3, este es el umbral mínimo del valor puntual de la deflexión para el agotamiento estructural del firme semirrígido, para las categorías de tráfico pesado T1 y T0. En el caso de firmes flexibles y semiflexibles, este umbral sube para 75×10^{-2} mm, para la categoría de tráfico pesado T1. Considerando que todas las secciones de firmes presentan valores de deflexión puntual muy inferior al umbral de 40×10^{-2} mm, se puede afirmar que la estructura defirme no presenta un agotamiento estructural y todavía tiene vida residual.

Este argumento es sostenido por la Norma 6.1 IC en otras dos secciones: en la Tabla 5.B, donde se define el espesor de recrecimiento con mezcla bituminosa, se indica que, para valores de deflexión de cálculo de hasta 40×10^{-2} mm en zonas de tráfico T1, solo es necesaria una actuación preventiva; y en la Tabla 12 (recomendada por la norma cuando la tramificación no sigue los criterios establecidos), donde se indica que, para firmes con aspecto superficial bueno, sección estructural adecuada y deflexiones bajas, puede no ser precisa una rehabilitación.

Es importante destacar que los valores de deflexión disponibles se refieren a valores máximos medidos en el centro de aplicación de carga, probablemente medidos con un deflectógrafo de carga estática. En este caso, esta información es suficiente para proponer la rehabilitación del firme existente a través de la Norma 6.3 IC. Sin embargo, si se desea evaluar la vida residual del firme, es necesario determinar el módulo de rigidez de las distintas capas a través de un cálculo analítico (retrocálculo). Para ello, son necesarios los valores de deflexión medidos a determinadas distancias del punto de aplicación de la carga sobre el firme, que permiten el análisis de la forma del cuenco de deflexión y sus parámetros (radio de curvatura, línea de influencia de la deformada, etc.). Estos valores complementarios solo pueden ser obtenidos con un deflectómetro de impacto, como el Falling Weight Deflectometer (FWD).

De acuerdo con la Norma 6.3 IC, “los valores de la deflexión empleados en la redacción del proyecto de rehabilitación de un firme deberán haber sido tomados en un período reciente y, en ningún caso, más de 1 año antes”. Considerando que los últimos datos son de 2016, es fundamental realizar una nueva toma de deflexiones para comprobar la capacidad estructural del firme. La Diputación Foral de Bizkaia, en los comienzos de recopilación de información, indicó que una nueva campaña de auscultaciones será realizada en 2021 por el servicio de Conservación y Explotación, incluyendo toma de datos de deflexión, CRT, textura y IRI. Con la nueva información disponible, se ajustarán los estudios presentados.

4.5.2 Índice de Regularidad Internacional (IRI)

Los datos de IRI suministrados por la Diputación Foral de Bizkaia fueron obtenidos en 2016. Los gráficos a continuación presentan los valores obtenidos a lo largo de la zona de actuación prevista, entre el PK 11+500 y el PK 12+600, para ambos carriles en cada sentido de circulación.

De acuerdo con la Norma 6.3 IC y algunas publicaciones de referencia, como el “Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes (PG-3)” del Ministerio de Fomento y el “Pliego de Cláusulas Técnicas Particulares del Contrato de Conservación, Explotación Mantenimiento y Operación de la Red de Alta Capacidad” de la Diputación Foral de Bizkaia, para firmes rehabilitados estructuralmente (calzadas de autopistas y autovías con espesor de recrecimiento menor o igual a 10 cm), los valores de IRI deben ser inferiores a: i) 1,5 dm/hm en 50% de los puntos; ii) 2,0 dm/hm en 80% de los puntos y; iii) 2,5 dm/hm en 100% de los puntos. Las líneas horizontales coloridas incluidas en los gráficos representan estos umbrales máximos (morada - 2,5 dm/hm; amarilla - 2,0 dm/hm; roja - 1,5 dm/hm).

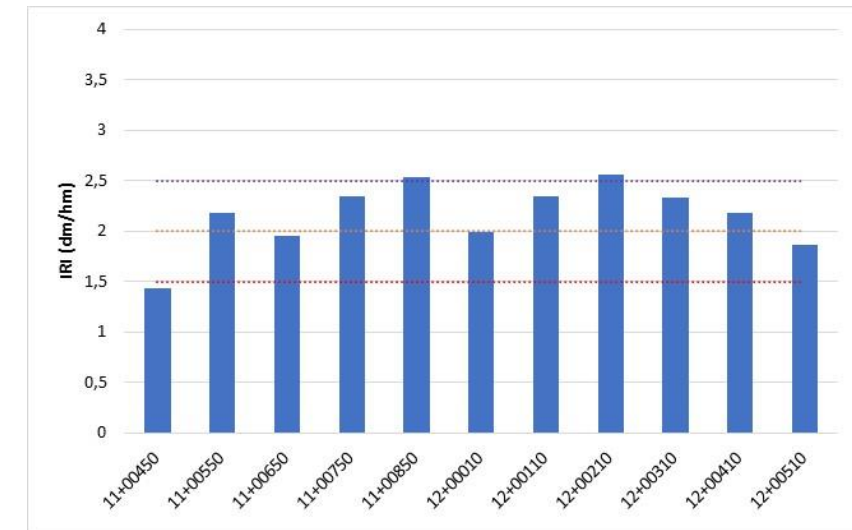


Figura 13 - IRI: Bilbao-Getxo, Carril Derecho (2016)

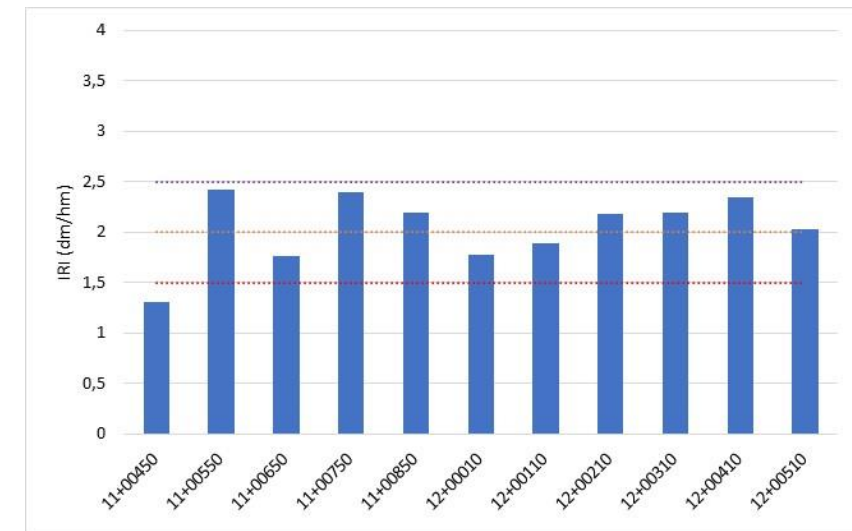


Figura 14 - IRI: Bilbao-Getxo, Carril Izquierdo (2016)

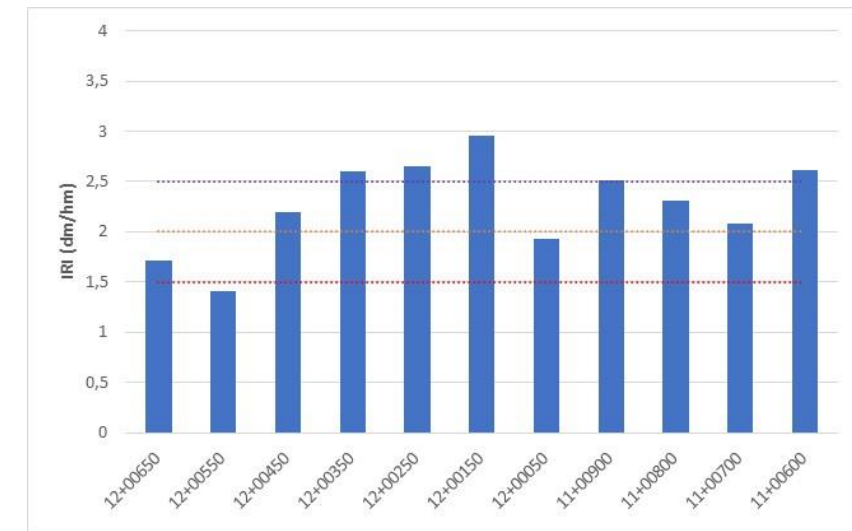


Figura 15 - IRI: Getxo-Bilbao, Carril Derecho (2016)

Anejo 05 - Infraestructura básica y de seguridad

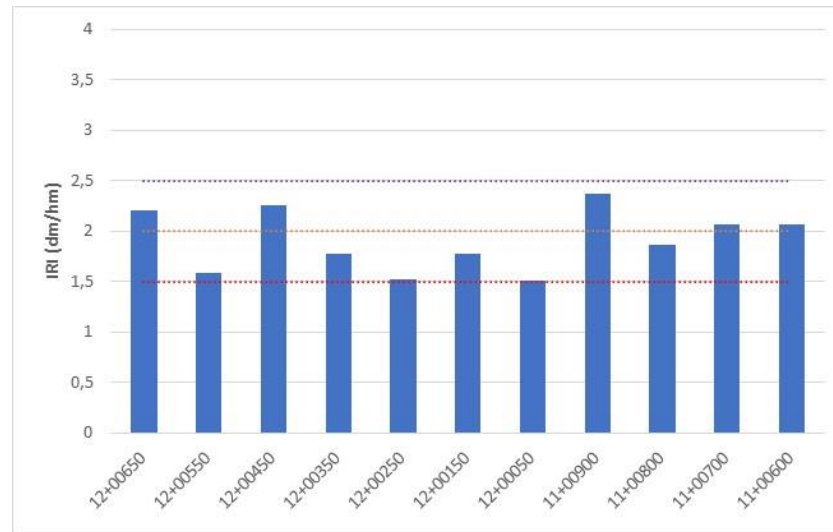


Figura 16 - IRI: Getxo-Bilbao, Carril Izquierdo (2016)

En el caso de la zona de actuación prevista, la mayoría de los datos de IRI superan los umbrales máximos establecidos por la normativa. Los porcentajes de medidas de IRI inferiores a 1,5, 2,0 y 2,5 dm/hm son, respectivamente: i) sentido Bilbao-Getxo - 9%, 36% y 82% (carril derecho) y 9%, 36% y 100% (carril izquierdo); ii) sentido Getxo-Bilbao - 9%, 18%, 27% (carril derecho) y 0%, 55% y 100% (carril izquierdo). De esta forma, se recomienda una actuación en el firme para regularizar los valores de IRI.

4.5.3 Coeficiente de Rozamiento Transversal (CRT)

Los datos de CRT suministrados por la Diputación Foral de Bizkaia fueron obtenidos en 2018. Los gráficos a continuación presentan los valores obtenidos a lo largo de la zona de actuación prevista, entre el PK 11+500 y el PK 12+600, para cada sentido de circulación. No se tiene información sobre cuales carriles han sido auscultados.

Algunas publicaciones de referencia, como por ejemplo el Sistema de Gestión de Firms del Ministerio de Fomento y la Nota Complementaria a la Nota de Servicio 3/2011 ("Criterios a tener en cuenta en la redacción de proyectos de rehabilitación estructural y/o superficial de firms"), establecen como insuficientes los valores de CRT inferiores a 50 y 45, respectivamente, por ello, parece razonable actuar cuando los valores de CRT son inferiores a 50. La línea horizontal roja incluida en los gráficos representa este umbral mínimo de 50.

Los datos enseñan que los valores de CRT están por debajo del umbral mínimo de 50 en algunos puntos en ambos sentidos de la carretera, indicando la necesidad de una actuación superficial para regularizar los valores del parámetro.

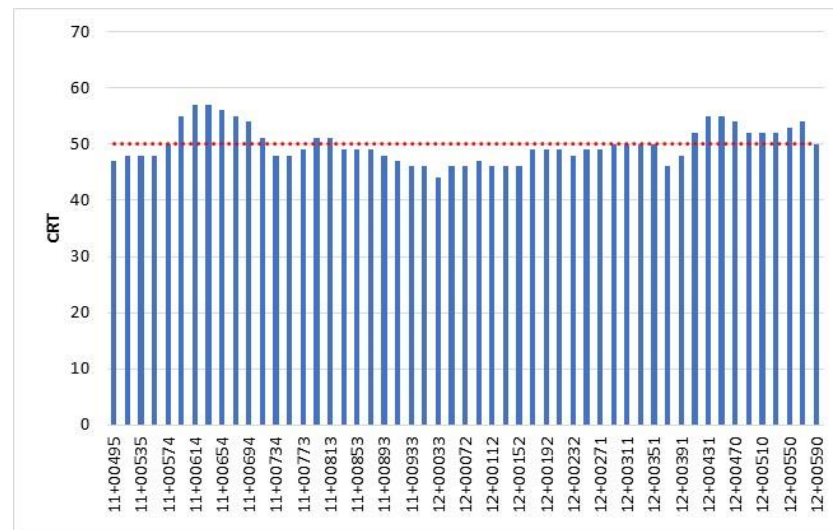


Figura 17 - CRT: Bilbao-Getxo (2018)

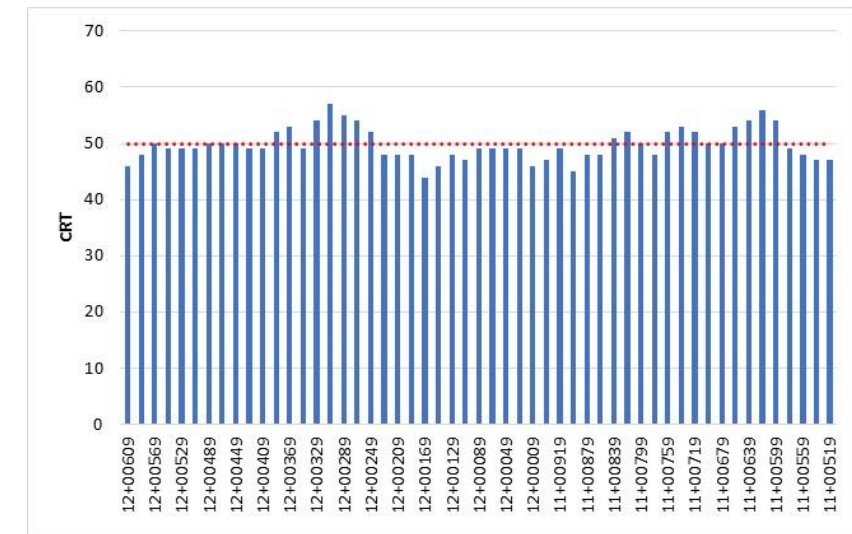


Figura 18 - CRT: Getxo-Bilbao (2018)

4.5.4 Textura

Los datos de textura suministrados por la Diputación Foral de Bizkaia fueron obtenidos en 2018. Los gráficos a continuación presentan los valores obtenidos a lo largo de la zona de actuación prevista, entre el PK 11+500 y el PK 12+600, para ambos carriles en cada sentido de circulación. No se tiene información sobre cuales carriles han sido auscultados.

Algunas publicaciones de referencia, como por ejemplo el "Pliego de Cláusulas Técnicas Particulares del Contrato de Conservación, Explotación Mantenimiento y Operación de la Red de Alta Capacidad" de la Diputación Foral de Bizkaia y el PG-3, definen que la textura superficial de la unidad terminada no deberá ser inferior a 0,7 mm. Este umbral mínimo es indicado a través de la línea horizontal roja incluida en los gráficos.

Los datos enseñan que los valores de textura están por encima del umbral mínimo de 0,7 mm en ambos sentidos de la carretera, por lo que no sería necesaria una actuación en este caso.

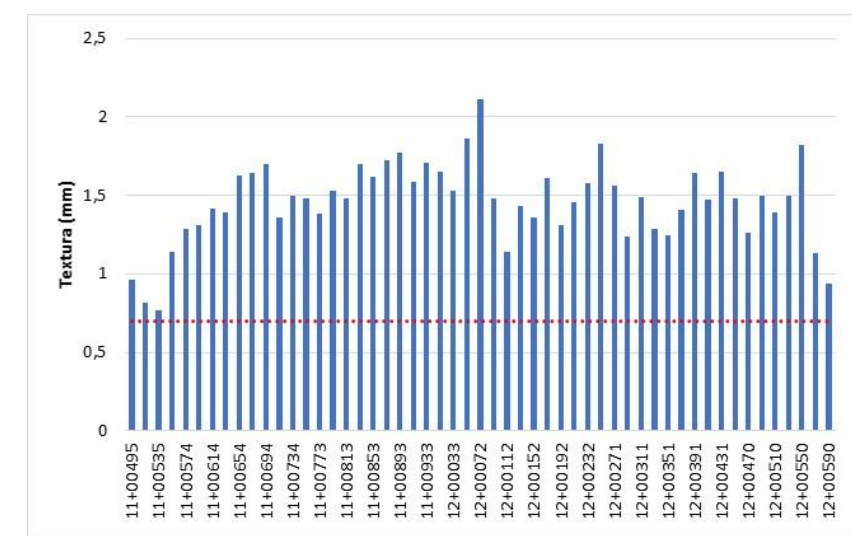


Figura 19 - Textura: Bilbao-Getxo (2018)

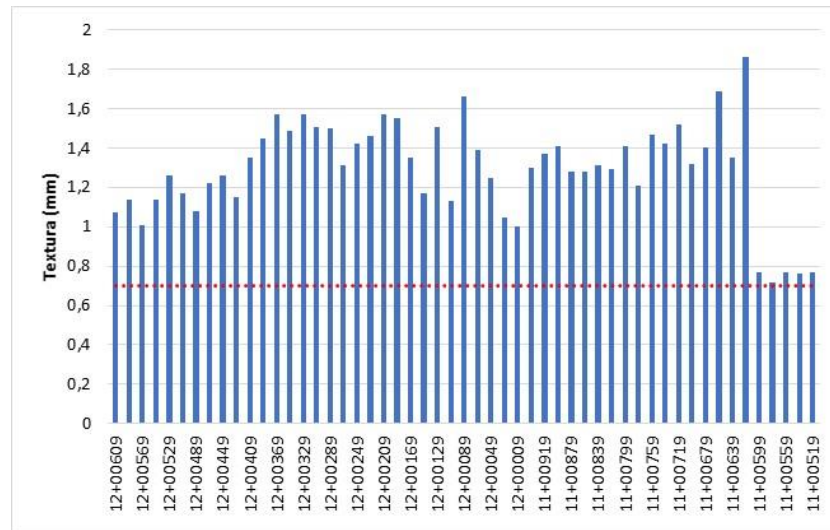


Figura 20 - Textura: Getxo-Bilbao (2018)

4.6 Propuesta de Rehabilitación

Considerando las observaciones de la inspección visual y el análisis de los datos de auscultación, se consideran las siguientes premisas para la definición de la propuesta de rehabilitación del firme incluida dentro del Proyecto Constructivo de Adecuación del Túnel La Avanzada:

1. Las secciones de firme existente no presentan un agotamiento estructural y todavía tienen vida residual.
2. Las secciones de firme existente requieren una actuación superficial para restablecer los valores de IRI y CRT a aquellos recomendados por la normativa.
3. El firme no admite un recrecimiento debido a las restricciones de galibo impuestas por el túnel. Además, la Nota de Servicio 3/2011 del Ministerio de Fomento recomienda la eliminación parcial y reposición del firme en vez de su recrecimiento, siempre que posible.
4. Las secciones de firme existente BG1, BG2, BG3 y GB4 presentan una capa de rodadura drenante (material PA 11). Según mencionado anteriormente y de acuerdo con la normativa de seguridad de túneles, el firme del Túnel La Avanzada no deberá disponer de un material drenante en la capa de rodadura por cuestiones de seguridad en el caso de un incendio dentro del túnel. Por eso, este material debe ser eliminado.
5. Es recomendable sustituir la capa de rodadura drenante por el mismo material de la capa de rodadura de las demás secciones (BBTM 11A), por mantener una consistencia de la sección de firme.
6. Por limitaciones constructivas, el espesor de capa de rodadura de una mezcla bituminosa discontinua para tráfico T1 debe ser 3 cm (Norma 6.3 IC, tabla 11) y el espesor de capa intermedia de una mezcla bituminosa en caliente debe ser entre 5 y 10 cm (PG-3, art. 542).
7. El espesor de fresado debe tener en consideración la eliminación completa de la mezcla bituminosa drenante. Es recomendable fresar 1 cm adicional al espesor del material drenante para asegurar que toda la capa sea eliminada. Además, se debe tener en cuenta el espesor de capa bituminosa remaneciente en la sección del firme y las limitaciones constructivas estipuladas por la normativa (punto 6).

Tomando en cuenta estas premisas, se presenta a continuación la propuesta de rehabilitación para la zona de intervención prevista.

ID	PK inicial	PK final	Sección de Firme Existente	Actuación	Nueva Sección de Firme
BG1	11+500	11+700	4 cm capa de rodadura PA 11 5,5 cm capa intermedia AC16 S 8 cm capa intermedia AC16 S 6,5 cm capa intermedia AC22 S > 10 cm gravacemento > 80 cm hormigón	Fresado 9,5 cm Reposición: 6,5 cm AC22 bin S PMB 45/80-60 3 cm BBTM 11A PMB 45/80-60	3 cm capa de rodadura BBTM 11A 6,5 cm capa intermedia AC22 S 8 cm capa intermedia AC16 S 6,5 cm capa intermedia AC22 S > 10 cm gravacemento > 80 cm hormigón
BG2	11+700	12+200	4 cm capa de rodadura PA 11 5,5 cm capa intermedia AC16 S 8 cm capa intermedia AC16 S 6,5 cm capa intermedia AC22 S > 10 cm gravacemento > 50 cm material granular		3 cm capa de rodadura BBTM 11A 6,5 cm capa intermedia AC22 S 8 cm capa intermedia AC16 S 6,5 cm capa intermedia AC22 S > 10 cm gravacemento > 50 cm material granular
BG3	12+200	12+420	3,5 cm capa de rodadura PA 11 5 cm capa intermedia AC16 S 7,5 cm capa intermedia AC22 S > 4 cm áridos tratados con cal > 50 cm material granular		3 cm capa de rodadura BBTM 11A 6,5 cm capa intermedia AC22 S 6,5 cm capa intermedia AC22 S > 4 cm áridos tratados con cal > 50 cm material granular
BG4	12+420	12+600	3,5 cm capa de rodadura BBTM 11A 5 cm capa intermedia AC16 S 10 cm capa intermedia AC16 S > 11 cm áridos tratados con cal > 50 cm material granular		3 cm capa de rodadura BBTM 11A 6,5 cm capa intermedia AC22 S 9 cm capa intermedia AC16 S > 11 cm áridos tratados con cal > 50 cm material granular

Tabla 5 - Propuesta de rehabilitación: Bilbao-Getxo

ID	PK inicial	PK final	Sección de Firme Existente	Actuación	Nueva Sección de Firme
GB1	12+600	12+220	4 cm capa de rodadura BBTM 11A 5,5 cm capa intermedia AC16 S 8,5 cm capa intermedia AC16 S > 12 cm gravacemento > 50 cm material granular	Fresado 9,5 cm Reposición: 6,5 cm AC22 bin S PMB 45/80-60 3 cm BBTM 11A PMB 45/80-60	3 cm capa de rodadura BBTM 11A 6,5 cm capa intermedia AC22 S 8,5 cm capa intermedia AC16 S > 12 cm gravacemento > 50 cm material granular
GB2	12+220	12+100	3,5 cm capa de rodadura BBTM 11A 5,5 cm capa intermedia AC16 S 11 cm capa intermedia AC22 S > 20 cm suelocemento > 50 cm material granular		3 cm capa de rodadura BBTM 11A 6,5 cm capa intermedia AC22 S 10,5 cm capa intermedia AC22 S > 20 cm suelocemento > 50 cm material granular
GB3	12+100	11+870	3,5 cm capa de rodadura BBTM 11A 5,5 cm capa intermedia AC16 S 11 cm capa intermedia AC22 S > 35 cm cemento > 50 cm material granular		3 cm capa de rodadura BBTM 11A 6,5 cm capa intermedia AC22 S 10,5 cm capa intermedia AC22 S > 35 cm cemento > 50 cm material granular
GB4	11+870	11+500	4,5 cm capa de rodadura PA 11 4,5 cm capa intermedia AC16 S 7 cm de capa intermedia AC16 S Hormigón		3 cm capa de rodadura BBTM 11A 6,5 cm capa intermedia AC22 S 6,5 cm capa intermedia AC16 S Hormigón

Tabla 6 - Propuesta de rehabilitación: Getxo-Bilbao

Según la Norma 6.3 IC (tabla 11) y el PG-3 (art. 543, art. 542), el espesor máximo de capa de rodadura con mezcla bituminosa discontinua es 3 cm. Por otro lado, el espesor mínimo de capa intermedia con mezcla bituminosa semidensa es 5 cm. Debido a estas restricciones, se hace necesaria la eliminación y reposición de la capa intermedia existente. Un espesor único de fresado ha sido considerado para optimizar el proceso constructivo. Considerando las pequeñas diferencias existentes entre los datos de los testigos, esta optimización no supone más que el aumento del espesor de fresado de 1 o 0,5 cm en algún tramo.

No se recomienda la bajada de la rasante del firme porque resultaría en una pérdida de capacidad portante del mismo. Además, en firmes semirrígidos, cuanto mayor el espesor de mezcla bituminosa sobre la base tratada con cemento (o hormigón), menor será la probabilidad de propagación de fisuras por movimientos horizontales.

Antes del extendido de cualquier mezcla bituminosa nueva debe ser aplicado riego de adherencia sobre la superficie del pavimento. Se recomienda el uso de una emulsión bituminosa modificada termoadherente C60BP3 TER.

Se podrán emplear betunes modificados con caucho que sean equivalentes a los betunes modificados, siempre que cumplan las especificaciones del artículo 212 del PG-3. En este caso, a la denominación del betún se le añadirá una letra C mayúscula, para indicar que el agente modificador es polvo de caucho procedente de la trituración de neumáticos fuera de uso.

La superficie del firme rehabilitado deberá presentar una textura homogénea, uniforme y exenta de segregaciones. De acuerdo con el PG-3 (art. 543, tabla 543.13), el valor mínimo de textura superficial, medido inmediatamente después de la puesta en obra, debe ser 1,1 mm. Por otro lado, el valor mínimo de CRT, medido una vez transcurrido un mes después de la puesta en servicio de la capa, debe ser 65.

Con relación a la vida útil del firme rehabilitado, aunque en ningún momento se indique explícitamente en el texto de la Norma 6.3 IC, su objetivo es que un firme rehabilitado quede en situación estructural similar a la de uno de nueva construcción. Esto implica que el periodo de proyecto considerado para las actuaciones es de 20 años. Sin embargo, de acuerdo con la norma, la sección de firme existente no presenta un agotamiento estructural, por lo que no se han considerado los espesores de rehabilitación definidos en la norma, sino los espesores necesarios para eliminar la capa bituminosa drenante y/o restablecer la capacidad funcional del firme (IRI, CRT). Siendo así, con base en la experiencia de SENER, la tendencia es que las actuaciones propuestas atiendan a un período de servicio mínimo de 10 años, siempre y cuando se realicen actuaciones preventivas, reparando eventuales deterioros funcionales que puedan surgir.

En el caso de que se desee estimar de forma más precisa la vida útil del firme rehabilitado, son necesarios los valores de deflexión medidos a determinadas distancias del punto de aplicación de la carga sobre el firme, para que se pueda analizar la forma del cuenco de deflexión y determinar el módulo de rigidez de las distintas capas del firme, a través de un cálculo analítico (retrocálculo). Con estos datos, se pueden aplicar modelos de fatiga y estimar cuantas solicitaciones de carga o años (si se dispone de la proyección de tráfico a futuro) el firme rehabilitado puede soportar. Estos datos de deflexión son complementarios a aquellos considerados por la Norma 6.3 IC.

5 REVESTIMIENTO ESTÉTICO

5.1 Introducción

El revestimiento estético del túnel de La Avanzada tendrá como objetivos principales una función embellecedora y un alto índice de reflexión de la luz, que mejorará las condiciones de visión en el interior del túnel.

El revestimiento estético se ejecutará mediante paneles de acero vitrificado, que se adosarán en los hastiales a los paneles de silicato cálcico de protección contra el fuego.

5.2 Funcionalidades

Los paneles de acero vitrificado combinarán las propiedades de resistencia mecánica y estabilidad dimensional del acero con la estabilidad y resistencia del esmalte vítreo.

Las características y funcionalidades de estos paneles serán las siguientes:

- Reflexión de la luz y luminosidad
- Resistencia y durabilidad frente al deterioro: facilidad de mantenimiento, limpieza y conservación
- Aportación estética
- No existencia de zonas de acero expuestas a corrosión
- Seguridad, mejorando las condiciones de visión en el interior de los túneles
- Dureza frente al rayado y a los agentes químicos de gases, salitre, restos de combustible, etc. procedentes de los vehículos, de la calzada o del exterior del túnel.

5.3 Actuaciones en el túnel de La Avanzada

Se dispondrán paneles de acero vitrificado adosados a los hastiales del túnel de La Avanzada y sobre la barrera New Jersey.

Si fuera necesario se estudiará durante las fases de proyecto constructivo la necesidad de que los paneles más próximos a la boca sean con características fonoabsorbentes.

6 SALIDAS DE EMERGENCIA Y GALERÍAS DE EVACUACIÓN

6.1 Situación actual

En la actualidad el tramo de la BI-637 objeto de estudio está compuesto de una zona cubierta de unos 310 m, de otras dos zonas también cubiertas de unos 45 m cada una en cuya parte superior se sitúan glorietas y de unos espacios por donde la carretera discurre en trinchera entre las zonas cubiertas que el primero tiene 130 m entre la zona cubierta de 310 m y la primera zona de 45 m y 80 m entre las dos zonas cubiertas de 45 m.

En este tramo, formado por la zona cubierta y la trinchera, no se dispone ningún sistema de evacuación fuera de la zona viaria, a excepción de las entradas al tramo, en caso de que fuesen necesarios ante una situación de emergencia.

6.2 Normativa

En lo que respecta a las salidas de emergencia y galerías de evacuación en túneles la normativa existente determina lo siguiente.

Real Decreto 635/2006

Este Real Decreto hace referencia a las salidas de emergencia y vías de evacuación en su apartado 2.5. En este apartado se especifica que las salidas de emergencia permitirán a los usuarios del túnel utilizarlas para abandonar el mismo sin sus vehículos y llegar a un lugar seguro en caso de accidente o incendio y también proporcionarán acceso a pie a los servicios de emergencia del túnel. Dichas salidas podrán ser:

- Salidas directas del túnel al exterior.
- Conexiones transversales entre tubos del túnel.
- Salidas a galería de emergencia.

Además, anula la posibilidad de la construcción de refugios que carezcan de salida a vías de evacuación al exterior.

Las salidas de emergencia deberán habilitarse siempre que el túnel este incluido dentro de los casos que la norma establece o en los casos en que los análisis de riesgo pertinentes, entre ellos extensión de humo y su velocidad de propagación en las condiciones locales, demuestren que la ventilación y demás medidas de seguridad son insuficientes.

El túnel objeto debe disponer de salidas de emergencia al estar incluido en la normativa como categoría de túnel que exige la existencia de estos elementos. La distancia entre dos salidas consecutivas no superará en ningún caso los 150 m al tratarse de un túnel bidireccional y urbano.

En lo relativo a la propia seguridad de estas vías de evacuación, se impedirá por medios apropiados de la propagación de humo y de calor, de forma que los usuarios del túnel puedan llegar al exterior y los servicios de emergencia puedan acceder al túnel con seguridad.

Decreto Foral 135/2006

Como en el resto de la infraestructura este decreto foral establece que se cumplirán los requisitos técnicos sobre infraestructuras especificados en las “Instrucciones Técnicas de Diseño Seguro de Túneles (I) Infraestructuras” (cuya versión borrador, pendiente de aprobación, se ha considerado en este proyecto).

Instrucciones Técnicas de Seguridad y Explotación en Túneles de Carreteras. I Infraestructuras Decreto Foral 91/2012 (nótese que se aplica el borrador de la revisión de este decreto en el momento de redacción del documento, el cual está pendiente de aprobación)

La Instrucción Técnica para Diseño Seguro de Túneles es la parte I dedicada a Infraestructura analiza lo relativo a las instalaciones para la evacuación y protección de usuarios y accesos de emergencia.

Los requisitos que deben cumplir estas rutas de evacuación serán los siguientes:

- Pavimento antideslizante.
- Altura libre 2,20 m.
- Anchura libre 2,20 m.

- Estarán dotados de pasamanos, aquellas que lo requieran.
- Inexistencia de obstáculos que reduzcan su anchura por debajo de la mínima exigida.
- Pendiente máxima recomendada del 8%.
- Se evitará en lo posible el uso de escaleras. En su defecto se dispondrá de una zona segura horizontal.
- Dispondrá de un drenaje que mantenga en seco la superficie de tránsito de personas.
- Permanecerán libres de humos y gases.
- Los entronques con el túnel estarán señalizados.
- Dispondrá de instalaciones de comunicación con el centro de control.
- Se instalará en el interior un extintor.
- Se impedirá la propagación del calor.

El tipo de instalación se seleccionará entre las siguientes:

- Salidas directas del túnel al exterior cuando se pueda realizar en condiciones razonables.
- Comunicación entre tubos cuando existan dos tubos, y esa comunicación se pueda dar a través de un vestíbulo presurizado.
- Túnel de servicio paralelo si está justificado por otros motivos.
- Refugios con galería de evacuación protegida contra el fuego si no se puede disponer ninguna de las instalaciones anteriores en casos excepcionales.

Cuando la superficie se encuentre a menos de 15 m, y en particular en falsos túneles, las instalaciones para evacuación y protección de usuarios y acceso consistirán en conexiones directas con el exterior.

Estas conexiones, sólo accesibles a peatones, deben respetar la anchura mínima de 2,2 m y una altura de 2,2 m. Estarán separadas del túnel mediante un vestíbulo presurizado con una superficie en planta de 5 m² como mínimo. Las puertas dejarán un espacio libre de 1,8 m de anchura x 2 m de altura, y se abrirán en la dirección desde el túnel al exterior. Se preverá un retranqueo de la puerta con respecto a la zona accesible al tráfico que con 1 m puede ser suficiente.

Toda conexión, así como en el vestíbulo debe de estar diseñada para permitir el paso de una camilla de 0,70 m de anchura y 2,3 m de largo pudiéndose abrir las puertas que comunican túnel-vestíbulo y vestíbulo-galería simultáneamente.

En el extremo final de la salida de emergencia se dispondrá de una puerta que disponga de cerradura de seguridad por el exterior y posibilidad de apertura desde el interior.

6.3 Situación futura

En estos momentos el túnel carece de cualquier tipo de conexión con el exterior que sirva como vía de evacuación en caso de emergencia para las personas que se encuentren en el interior del túnel.

6.3.1 Ubicación y descripción de las salidas de emergencia

De acuerdo con las conclusiones del estudio de condiciones de evacuación recogido en el Anejo de “Ventilación” y el Análisis de Riesgos, se dispondrán de 6 salidas de emergencia por cada sentido de circulación, siendo 12 el número total de las mismas. Las salidas pertenecientes a cada sentido de circulación se colocarán enfrentadas y estarán ubicadas en los siguientes P.Ks y nombrándolas como aparece en la tabla siguiente.

Salida de emergencia	PK	Sentido de circulación
G1B	11+800	Getxo-Bilbao
G2B	11+910	Getxo-Bilbao
G3B	12+035	Getxo-Bilbao
G4B	12+180	Getxo-Bilbao
G5B	12+310	Getxo-Bilbao

Salida de emergencia	PK	Sentido de circulación
G6B	12+420	Getxo-Bilbao
G1G	11+800	Bilbao-Getxo
G2G	11+910	Bilbao-Getxo
G3G	12+035	Bilbao-Getxo
G4G	12+180	Bilbao-Getxo
G5G	12+310	Bilbao-Getxo
G6G	12+420	Bilbao-Getxo

Tabla 7: Ubicación de las salidas de emergencia

Las puertas, de dimensiones 1,8 m de anchura y 2 m de altura, estarán 1 m separadas de la zona accesible al tráfico, permitiendo así disponer de un espacio que sirve de protección para el supuesto en que tengan que acceder al túnel los servicios de emergencia a través de la salida de emergencia.

Todas las salidas estarán convenientemente indicadas y señaladas en toda la longitud del túnel permitiendo una correcta y rápida apreciación del recorrido de evacuación si cualquier persona se viese implicada en una situación de emergencia.

6.3.2 Descripción de las galerías de evacuación

Tras la posición de las salidas de emergencia, lo siguiente es la descripción de la galería que comunica estas salidas con la salida al exterior. Aunque cada una de las galerías se analizará de manera propia existen una serie de características comunes a todas ellas.

- Todas las galerías disponen de un vestíbulo presurizado con al menos las siguientes dimensiones: 3,5 m de largo, 2,2 m de ancho y 2,2 m de alto. En su interior cabe la camilla que exige la norma sin que haya necesidad de mantener abiertas las dos puertas relativas a la entrada y salida de este vestíbulo.
- Las dimensiones de la sección transversal tipo del corredor de evacuación son 2,2 m de anchura libre y 2,2 m de altura libre. Estas dimensiones mínimas obligan a disponer de un marco que su interior quede formado por una altura de 2,4 m y una anchura de 3 m ya que existe una falsa pared donde van alojados los conductos de ventilación. El espesor de los hastiales y las losas superior e inferior es de 0,35 m.
- La puerta que se dispone entre el vestíbulo y la galería tendrá las mismas dimensiones que la que se colocará para la salida de emergencia o lo que es igual será de 1,8m de anchura y 2 m de altura.
- Se emplearán escaleras a lo largo de la galería debido a la falta de espacio que existe para lograr una rampa de evacuación del 8%. Este es el motivo por el cual se ha diseñado un vestíbulo más amplio que el mínimo que exige la norma. Tanto los tramos de escaleras como las mesetas y las dimensiones de las huellas y contrahuellas, de 30 cm y 17 cm respectivamente, se proyectan siguiendo las directrices que aparecen en el Código Técnico de la Edificación.
- Todas las galerías tendrán pasamanos dispuestos en al menos 1 lateral así como un sistema de drenaje también situado en los laterales de la galería que recoja la posible agua que pueda aparecer en la galería y la conduzca hasta el colector existente en el hastial.

Una vez descritas las principales características comunes que se dan en todas las galerías se describe a continuación cada una de las 12 galerías que forman parte del sistema de seguridad del túnel sabiendo que el nombre de cada galería corresponde con la salida de emergencia del mismo modo nombrada.

Galería de evacuación G1G

Esta galería es la que se encuentra en el PK 11+800 en la semicalzada sentido Getxo. La longitud total de la galería es de unos 24,00 m desde el intradós del hastial hasta la superficie, superando el desnivel de unos 4,76 m que existe entre la rasante de la BI-637 y la cota de la superficie donde se ubica la salida al exterior.

Una vez atravesada la puerta que separa el vestíbulo de la galería, existe un pequeño tramo de 3.75 m de longitud donde se permite la apertura de las puertas. Tras él, se encuentra el primer tramo de escaleras formado por 10 contrahuellas y mediante el cual se asciende 1,70 m en una longitud de 2,80 m. Inmediatamente después de este tramo de escaleras se encuentra una meseta de unos 8,00 m de longitud que llega hasta el pie del siguiente tramo de escaleras formado por otras 17 contrahuellas subiendo la altura de

3,06 m en los 5,24 m horizontales correspondientes. Cuando se acaba de subir este tramo de escaleras el usuario de la galería se encontrará en la acera.

Galería de evacuación G2G

Esta galería es la que se encuentra en el PK 11+910 en la semicalzada sentido Getxo. La longitud total de la galería es de unos 26,50 m desde el intradós del hastial hasta la superficie, superando el desnivel de unos 5,80 m que existe entre la rasante de la BI-637 y la cota de la superficie donde se ubica la salida al exterior.

Una vez atravesada la puerta que separa el vestíbulo de la galería, existe un pequeño tramo de 7 m de longitud. Tras él, se encuentra el primer tramo de escaleras formado por 17 contrahuellas y mediante el cual se asciende 2,89 m en una longitud de 5,1 m. Inmediatamente después de este tramo de escaleras se encuentra una meseta de unos 5,30 m de longitud que llega hasta el pie del siguiente tramo de escaleras formado por otras 17 contrahuellas subiendo la altura de 2,89 m en los 5,00 m horizontales correspondientes. Cuando se acaba de subir este tramo de escaleras el usuario de la galería se encontrará en la acera.

Galería de evacuación G3G

Es la galería que se encuentra en el PK 12+035 en la semicalzada sentido Getxo. Su longitud total de la galería es de unos 33,00 m desde el intradós del hastial hasta la superficie, superando el desnivel de 5,50 m que existe entre la rasante de la BI-637 y la cota de la superficie donde se ubica la salida al exterior.

Tras atravesar la puerta que separa el vestíbulo de la galería, se dispone el tramo necesario para permitir la apertura de las puertas y tras el cual se inicia el primer tramo de escaleras de los dos que consta esta salida. Este primer tramo está formado por 14 contrahuellas y mediante el cual se asciende 2,38 m en una longitud de 4 m. Al finalizar el tramo existe un giro de unos 45° en sentido de las agujas del reloj que da comienzo a un pasillo de una longitud de unos 14 m. Al final de este pasillo, vuelve a aparecer otro giro de 45°, en esta ocasión de sentido contrario a las agujas de reloj y con el que la galería queda orientada hacia la salida que se realiza mediante unas escaleras formadas por 18 contrahuellas y con las que se logra salir al exterior.

Galería de evacuación G4G

Esta galería con una longitud de unos 20,20 m desde el intradós del hastial hasta la superficie es la que está en el PK 12+180 en la semicalzada sentido Getxo. Su función es superar el desnivel de 5,50 m aproximadamente que existe entre la rasante de la BI-637 y la cota de la superficie donde se ubica la salida al exterior.

Una vez atravesada la puerta que separa el vestíbulo de la galería, existe un tramo necesario para permitir la apertura de las puertas. Tras él, se encuentra el primer tramo de escaleras formado por 14 contrahuellas y mediante el cual se asciende unos 2,55 m en una longitud de 4 m. Inmediatamente después de este tramo de escaleras se encuentra una meseta de unos 4,2 m de longitud que llega hasta el pie del siguiente tramo de escaleras formado por 16 contrahuellas subiendo la altura de 2,89 m en los 4,95 m horizontales correspondientes. Cuando se acaba de subir este tramo de escaleras el usuario de la galería se encontrará en la acera.

Galería de evacuación G5G

Esta galería es la situada en el PK 12+310 en la semicalzada sentido Getxo. La longitud total de la galería es de 27 m aproximadamente desde el intradós del hastial hasta la superficie, superando el desnivel de unos 6,50 m que existe entre la rasante de la BI-637 y la cota de la superficie donde se ubica la salida al exterior.

Una vez traspasada la puerta que separa el vestíbulo de la galería, existe un pequeño tramo necesario para permitir la apertura de las puertas. Tras él, se encuentra el primer tramo de escaleras formado por 10 contrahuellas y mediante el cual se asciende 1,70 m en una longitud de 2,80 m. Después de este tramo de escaleras, existe una meseta de unos 1,70 m de longitud que sirve de enlace con otro tramo de escaleras formado por 10 contrahuellas que salvan un desnivel de 1,70 m en 2,80 m. Tras este tramo, en otra meseta se realiza un giro de 90° en sentido contrario al de las agujas del reloj mediante el cual se logra que la galería discurra paralela a la BI-637 por debajo de la acera existente. Tras este giro, se inicia el último tramo de escaleras que comunica definitivamente la galería con el exterior y compuesto por 18 contrahuellas capaces de en 4,80 m alcanzar una altura de 3,06 m.

Galería de evacuación G6G

Esta galería es la situada en el PK 12+420 en la semicalzada sentido Getxo. La longitud total de la galería es de 25,42 m desde el intradós del hastial hasta la superficie, superando el desnivel de unos 5,60 m que existe entre la rasante de la BI-637 y la cota de la superficie donde se ubica la salida al exterior.

Una vez traspasada la puerta que separa el vestíbulo de la galería, existe un pequeño tramo de 1 m de longitud necesario para permitir la apertura de las puertas. Tras él, se encuentra el primer tramo de escaleras formado por 16 contrahuellas y mediante el cual se asciende 1,70 m en una longitud de 4,20 m. Después de este tramo de escaleras, existe una meseta que realiza un giro de 90° en sentido contrario al de las agujas del reloj mediante el cual se logra que la galería discurra paralela a la BI-637 por debajo de la acera existente. Tras este giro, se inicia el último tramo de escaleras que comunica definitivamente la galería con el exterior y compuesto por 17 contrahuellas capaces de en 4,48 m alcanzar una altura de 3,89 m.

Galería de evacuación G1B

Esta galería es la que se encuentra en el PK 11+800 en la semicalzada sentido Bilbao. La longitud total de la galería es de unos 26,00 m desde el intradós del hastial hasta la superficie, superando el desnivel de unos 4,76 m que existe entre la rasante de la BI-637 y la cota de la superficie donde se ubica la salida al exterior.

Una vez atravesada la puerta que separa el vestíbulo de la galería, existe un tramo de 7.6 de longitud. Tras él, se encuentra el primer tramo de escaleras formado por 10 contrahuellas y mediante el cual se asciende 1,70 m en una longitud de 2,80 m. Inmediatamente después de este tramo de escaleras se encuentra una meseta que realiza un giro de 45° en el sentido de las agujas del reloj mediante el cual se consigue la ubicación de la galería en la acera próxima. Tras éste giro, se inicia el último tramo de escaleras que comunica definitivamente la galería con el exterior formado por 18 contrahuellas subiendo la altura de 3,06 m en los 5,00 m horizontales correspondientes. Cuando se acaba de subir este tramo de escaleras el usuario de la galería se encontrará en la acera.

Galería de evacuación G2B

Esta singular galería situada en el P.K. 11+910 en la semicalzada sentido Bilbao. Se trata de una galería muy corta de apenas 11,34 m desde el intradós del hastial hasta la salida al exterior y en la cual queda incluido el vestíbulo.

Comienza con un tramo horizontal de 2.35 m antes de un tramo de escaleras que salva 1,36 m de altura en 2,24 m mediante 8 contrahuellas y que deja al usuario a la cota de la puerta de salida al exterior el cual una vez atravesada la misma debe subir 4 contrahuellas para salir definitivamente a cota del terreno.

La puerta de salida está situada en lo que hoy en día es un muro debido al desnivel existente entre la vía lateral sentido Bilbao y una zona de aparcamiento que únicamente tiene una diferencia de cotas unos 2 m con la rasante de la BI-637.

Galería de evacuación G3B

Esta galería con una longitud aproximada de 24 m desde el intradós del hastial hasta la superficie es la que está en el PK 12+035 en la semicalzada sentido Bilbao. Su función es superar el desnivel de 6,10 m aproximadamente que existe entre la rasante de la BI-637 y la cota de la superficie donde se ubica la salida al exterior.

Una vez que se atraviesa la puerta que separa el vestíbulo de la galería de evacuación, existe un tramo necesario para permitir la apertura de las puertas. Tras él, se encuentra el primer tramo de escaleras formado por 14 contrahuellas y mediante el cual se asciende 2,38 m en una longitud de 3,92 m. Inmediatamente después de este tramo de escaleras, se realiza un giro de 90° en sentido de las agujas del reloj mediante el cual se logra que la galería discurra paralela a la BI-637. Tras el giro, se presenta otro tramo de escaleras formado por 18 contrahuellas subiendo la altura de 3,06 m en los 5,24 m horizontales correspondientes y mediante el cual se logra alcanzar la superficie.

Galería de evacuación G4B

Es la galería que se encuentra en el PK 12+180 en la semicalzada sentido Bilbao. Su longitud total es de unos 22 m desde el intradós del hastial hasta la superficie, superando así el desnivel existente de 6.3 m entre la rasante de la BI-637 y la cota de la superficie donde está situada la salida exterior.

Tras atravesar la puerta que separa el vestíbulo de la galería propiamente dicha, se dispone un pequeño tramo necesario para permitir la apertura de puertas y en el cual se realiza un giro de unos 45° en sentido de las agujas del reloj. Tras él, se encuentra el primer tramo de escaleras formado por 16 contrahuellas y mediante el cual se asciende 2,72 m en una longitud de 4,8 m. Inmediatamente después de este tramo de escaleras, se extiende una meseta la cual termina en otro giro de 45° en sentido contrario a las agujas del reloj y mediante el cual se logra que la galería quede perpendicular a la carretera y situada adecuadamente para alcanzar la salida al exterior que se consigue tras ascender los tramos de escaleras cada uno con 10 contrahuellas superando un desnivel en cada tramo de unos 1.7m en 3m de longitud antes de llegar a la zona superior de salida al exterior.

Galería de evacuación G5B

Esta galería es la que se encuentra en el PK 12+310 en la semicalzada sentido Bilbao. La longitud total de la galería es de unos 26 m desde el intradós del hastial hasta la superficie, superando el desnivel de 8 m que existe entre la rasante de la BI-637 y la cota de la superficie donde se ubica la salida al exterior.

Una vez atravesada la puerta que separa el vestíbulo de la galería, existe un pequeño tramo necesario para permitir la apertura de las puertas. Tras él, se realiza un giro de 90° en sentido de las agujas del reloj mediante el cual se logra que la galería discurra paralela a la BI-637 por debajo de la acera existente. Tras el giro, la meseta continúa hasta llegar a un tramo de escaleras formado por 17 contrahuellas logrando subir 2,89 m en 4.5 m y terminando justo antes de otro giro de 90°. Este en sentido contrario a las agujas del reloj, disponiendo de esta forma a la galería hacia la salida tras salvar dos tramos de escaleras: el primero de 14 contrahuellas (2,38 de altura en 3,9 m de longitud) y el segundo tras una pequeña meseta de 1 m de 16 contrahuellas (2,72 de altura en 4,8 m de longitud) mediante el cual se alcanza el exterior.

Galería de evacuación G6B

Esta galería con una longitud de unos 22m desde el intradós del hastial hasta la superficie es la que está en el PK 12+420 en la semicalzada sentido Bilbao. Su función es superar el desnivel de 5,5 m aproximadamente que existe entre la rasante de la BI-637 y la cota de la superficie donde se ubica la salida al exterior.

Una vez que se atraviesa la puerta que separa el vestíbulo de la galería de evacuación, existe un tramo necesario para permitir la apertura de las puertas. Tras él, se encuentra el primer tramo de escaleras formado por 4 contrahuellas y mediante el cual se asciende 0,68 m en una longitud de 1,2 m. Inmediatamente después de este tramo de escaleras, se realiza un giro de 90° en sentido de las agujas del reloj mediante el cual se logra que la galería discurra paralela a la BI-637. Tras el giro, se presenta dos tramos de escaleras consecutivos formados por 11 y 17 contrahuellas con un descansillo intermedio subiendo la altura de 4,76 m en los 8.1 horizontales correspondientes y mediante el cual se logra alcanzar la superficie.

6.3.3 Salidas al exterior

Se propone 3 tipologías de salidas al exterior diferentes y en las que todas ellas cumplen una serie de condiciones de seguridad y utilización mínimas frente a una posible utilización de las mismas en caso de emergencia.

Las tipologías planteadas son las siguientes:

- Salida al exterior mediante una trampilla basculante ubicada en el suelo debidamente señalizada y protegida y con apertura tanto manual como automática con sistema hidráulico de apertura y cierra.

Esta trampilla tiene unas medidas de 4,50 m de largo y 2,50 m de ancho con un espesor de unos 15 cm.

Para evitar el bloqueo de la trampilla se pintará la tapa superior de la trampilla de tal forma que quede indicada que en ese punto existe una salida de emergencia.

Un sistema complementario en caso de emergencia es la indicación tanto sonora como luminosa de la apertura de la trampilla, lo cual ayudará a alertar a los viandantes que en ese instante estén circulando que se va a abrir.

Se aplica a todas la galerías por defecto a excepción G4B y G2B.

- Salida al exterior a través de un templete y con salida por una puerta de dimensiones 1,8 m de ancho y 2 m de alto.
Se aplica la galería G4B.
- Salida al exterior a través de muro existente por una puerta de dimensiones 1,8 m de ancho y 2 m de alto.
Se aplica la galería G2B.

Todas las tipologías explicadas deberán cumplir requisitos de seguridad mínimos como evitar que los usuarios de las galerías invadan alguna calzada en el momento de alcanzar el exterior o la colocación de pivotes y cadenas para su señalización y que estas salidas no se vean bloqueadas en ningún instante.

7 SEÑALIZACIÓN, BALIZAMIENTO Y DEFENSAS

7.1 Situación actual

En la actualidad, la señalización y balizamiento tanto dentro del túnel como en la zona en trinchera se basa en el empleo de señalización horizontal e hitos de referencia adosados al revestimiento de los hastiales, que se puede considerar como la única señalización vertical existente. Con respecto a los elementos que constituyen la defensa, está colocada la barrera New Jersey en cada hastial solucionando las discontinuidades que en ella aparecen debido a la presencia de los sumideros mediante el uso de unas chapas metálicas que ocultan este hueco. En la mediana se encuentra una barrera de hormigón del tipo “Tric-Bloc”.

En cuanto a la situación en las cercanías del túnel, existe la señalización horizontal pertinente que se ve completada con señalización vertical formada por señales del tipo: luz de cruce o límite de velocidad 80.

En lo que se refiere a pasos de mediana, este tramo tiene tres: uno se encuentra a una distancia de 50 m de la boca del túnel, otro entre las dos glorietas y un tercero a unos 170 m de la boca del túnel. Estos pasos de mediana están bloqueados por barreras de plástico.

7.2 Situación propuesta

En lo que respecta a señalización horizontal será de aplicación la Norma de Carreteras 8.2-I.C. “Marcas Viales” aprobada por Orden Ministerial de 16 de Julio de 1987. La adecuación no conllevará ninguna variación de entidad en cuanto al tipo de línea empleada simplemente la recolocación de está tras el fresado y afirmado de la capa de rodadura.

La señalización vertical dentro del túnel y en las proximidades se regirá por la Norma 8.1-I.C. “Señalización vertical” aprobada el 28 de diciembre de 1999. Entre las principales señales que se habrán de disponer estarán las que indiquen: túnel (S-5), velocidad máxima aconsejada (S-7), fin de obligación de alumbrado de corto alcance (S-24) y hito kilométrico en autovía, vía rápida o carretera convencional (S-572).

Las dimensiones de las señales serán:

- Circulares y octogonales circunscrita a diámetro de 900 mm
- Cuadradas de 900 mm de lado
- Rectangulares de 900x1350 mm
- Triangulares de 1350 mm de lado

El balizamiento constituirá una señalización complementaria para el túnel de La Avanzada, que tiene por objeto servir de guía y producir una ayuda visual a los conductores, especialmente de noche y en condiciones de baja visibilidad, aumentando la seguridad y la comodidad de la conducción.

El balizamiento se realizará mediante la instalación de dispositivos como:

- Hitos de arista
- Captafaros

Los hitos se habrán de situar a ambos lados de cada semicalzada con una equidistancia de 10 m siendo esta interdistancia de 5 m en los primeros 25 m del túnel. En el caso de los hectómetros llevará inscrito el número correspondiente. La altura del hito sobre el pavimento debe ser siempre 1.05 metros, su longitud dependerá del lugar de anclaje.

Al anclarse el hito en una barrera rígida se dispondrá de una pieza de fijación apropiada. Si el anclaje se efectúa sobre barrera metálica, el hito se asegurará por medio de una pieza metálica en su extremo inferior.

El hito se compondrá de tres partes.

- Poste
- Material reflexivo y franja negra.
- Elementos de anclaje

El número que representa el hectómetro será del mismo material que la franja negra y se colocará en la cara vista del hito.

Anejo 05 - Infraestructura básica y de seguridad

En el caso de los captafaros se colocarían elementos “ojos de gato”, como elemento adicional de balizamiento, pudiendo darse dos tipos:

- Colocados sobre la superficie del pavimento pegados mediante material adhesivo y tienen los elementos reflexivos por encima de él. El color de reflexión será blanco en borde izquierdo y amarillo en borde derecho.
- Colocados en las barreras de seguridad que complementan a los hitos de arista.

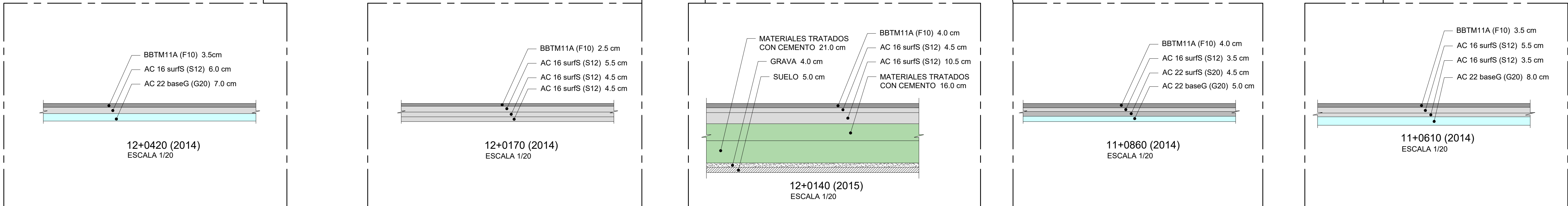
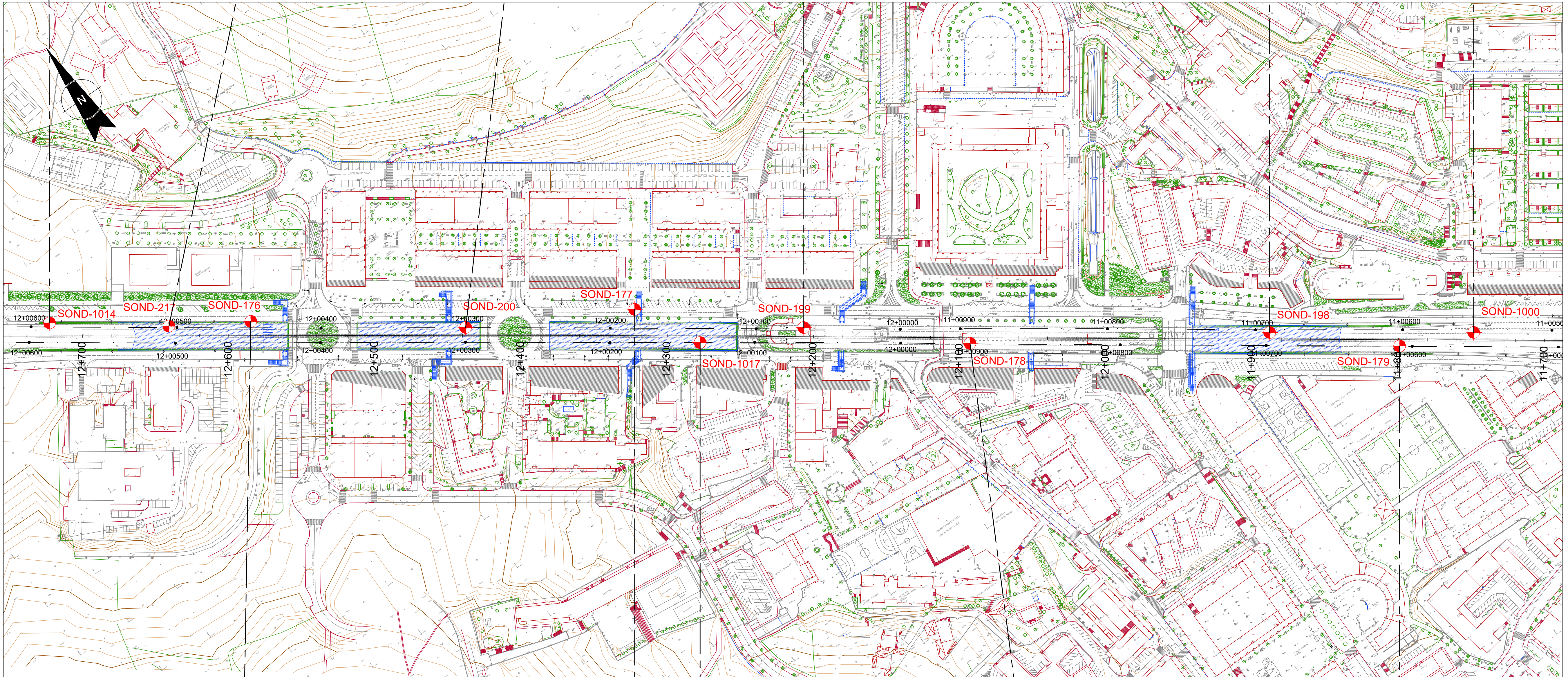
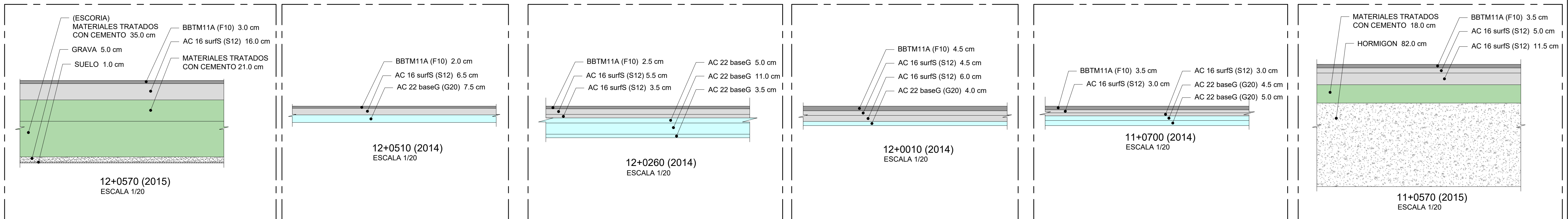
Se dispondrán captafaros en el pavimento con una interdistancia de 10 m.

Se disponen igualmente captafaros en las barreras de seguridad.

En lo relativo a defensa, las barreras del tipo New Jersey que existen en los hastiales se reemplazaran por barrera simple de hormigón armado. En cuanto a la barrera de mediana se sustituirá la barrera “Tric-Bloc” empleada en la mediana por una Barrera de Hormigón Doble con nivel de contención H2, anchura de trabajo W2 e índice de severidad B.

Los pasos de mediana se cambiarán tanto de lugar como de sistema. Se dispondrán únicamente dos pasos uno en las proximidades de cada boca, situados entre los semáforos y la barrera basculante cuya colocación es obligada. Se empleará un sistema para el paso de mediana con una contención mínima que puede ser similar a PMM de ASEBAL pero a determinar en fase detallada. La longitud total para estos pasos de mediana debería ser de unos 40 m.

ANEXO 1 - SONDEOS REALIZADOS ENTRE 2014 Y 2016





ANEXO 2 - SONDEOS REALIZADOS EN 2021

