

ANEJO N°5

## **Firmes y Pavimentos**

Índice

|          |                                             |          |
|----------|---------------------------------------------|----------|
| <b>1</b> | <b>Introducción</b>                         | <b>1</b> |
| <b>2</b> | <b>Paquete de firmes</b>                    | <b>2</b> |
| 2.1      | Explanada mejorada                          | 2        |
| 2.2      | Paquete de firmes                           | 3        |
| 2.3      | Áridos siderúrgicos                         | 3        |
| <b>3</b> | <b>Aprovechamiento de viales existentes</b> | <b>5</b> |
| <b>4</b> | <b>Reposición de viales</b>                 | <b>6</b> |

# 1 Introducción

La normativa de referencia para el diseño de la vías ciclistas es la **Norma Foral 10/2014, de 27 de junio, de vías ciclistas forales de Bizkaia**. De acuerdo con la citada norma, el firme y pavimentado de las vías ciclistas forales se realizará atendiendo a las especificidades propias de la bicicleta, a la diversidad de tipos de personas usuarias y demás usos permitidos en ellas, con especial atención a:

- Garantizar la regularidad de la superficie del trazado.
- Procurar un óptimo grado de resistencia al deslizamiento.
- Procurar soluciones de drenajes eficaces, que prevengan en lo posible la formación de charcos y estancamientos.
- Evitar obstáculos susceptibles de causa de percances, como las rejillas y tapas de registro, o en su caso su adecuación de la manera más segura posible al uso ciclista.
- Procurar la distinción visual con el resto de viales, bandas y usos.
- Procurar soluciones integradas de firme y pavimentación de acuerdo con el entorno por el que transcurra la vía, respetando los valores ambientales, de sostenibilidad y paisajísticos

Al efecto de cumplir con las especificaciones de la Norma Foral 10/2014, de 27 de junio, de vías ciclistas forales de Bizkaia, el diseño del firme se ha realizado tomando como referencia las **“Recomendaciones para el diseño de firmes de vías ciclistas”** de fecha septiembre de 2015 redactado por la Comisión del Plan General de Carreteras del País Vasco.

Proyecto de Trazado de la Bicipista del  
Ibaizabal. Tramo: Erletebe — Beroa

Anejo nº5: Firmes y Pavimentos

1

2 Paquete de firmes

2.1 Explanada mejorada

Del Estudio Geotécnico contenido en el **Anejo nº2 Geología y Geotecnia** se extrae las siguientes tablas con la caracterización de los suelos en los principales tramos con movimiento de tierras de la traza definiendo:

- La tramificación para la utilización de los materiales procedentes de la excavación de los desmontes.
- La categoría de la explanada en los desmontes, a efectos de dimensionamientos de firmes.

Ejes del tronco:

| eje tronco | pk inicio | pk final | Material                                | porcentajes reparto sustrato |          |      |
|------------|-----------|----------|-----------------------------------------|------------------------------|----------|------|
|            |           |          |                                         | tolerable                    | adecuado | roca |
| 10         | 1+100     | 1+170    | Relleno antrópico (R.A.)                | 0%                           | 100%     | 0%   |
| 10         | 1+170     | 1+640    | Relleno antrópico (R.A.)                | 0%                           | 100%     | 0%   |
| 10         | 1+640     | 1+780    | Roca M(II)/M(IV)                        | 0%                           | 30%      | 70%  |
| 10         | 1+780     | 1+830    | M(IV)                                   | 0%                           | 100%     | 0%   |
| 16         | 1+830     | 1+920    | Roca M(II)/M(IV)                        | 0%                           | 40%      | 60%  |
| 16         | 1+920     | 2+100    | Roca M(II)/M(IV)                        | 0%                           | 50%      | 50%  |
| 16         | 2+100     | 2+240    | Roca M(II)/M(IV)                        | 0%                           | 50%      | 50%  |
| 16         | 2+240     | 2+260    | Roca M(IV)                              | 0%                           | 100%     | 0%   |
| 16         | 2+260     | 2+290    | Roca M(II)/M(IV)                        | 0%                           | 50%      | 50%  |
| 16         | 2+290     | 2+700    | Relleno antrópico (R.A.)                | 0%                           | 100%     | 0%   |
| 16         | 2+700     | 2+750    | Relleno antrópico (R.A.)                | 0%                           | 100%     | 0%   |
| 16         | 2+750     | 2+800    | Relleno antrópico (R.A.)                | 0%                           | 100%     | 0%   |
| 11         | 2+800     | 2+840    | Relleno antrópico (R.A.)                | 0%                           | 100%     | 0%   |
| 11         | 2+840     | 2+870    | Roca M(IV)                              | 0%                           | 100%     | 0%   |
| 11         | 2+870     | 2+990    | Relleno antrópico (R.A.)                | 0%                           | 100%     | 0%   |
| 11         | 2+990     | 3+020    | Relleno antrópico (R.A.)                | 0%                           | 100%     | 0%   |
| 11         | 3+020     | 3+040    | Relleno antrópico (R.A.)                | 0%                           | 100%     | 0%   |
| 11         | 3+040     | 3+130    | Roca M(II)/M(IV)                        | 0%                           | 70%      | 30%  |
| 11         | 3+130     | 3+160    | Roca M(IV)                              | 0%                           | 100%     | 0%   |
| 11         | 3+160     | 3+340    | Relleno antrópico/Roca M(II)/Roca M(IV) | 0%                           | 50%      | 50%  |
| 11         | 3+340     | 3+830    | Relleno antrópico/Roca M(IV)            | 0%                           | 50%      | 50%  |
| 11         | 3+830     | 4+010    | Relleno antrópico/Roca M(II)/Roca M(IV) | 0%                           | 40%      | 60%  |
| 11         | 4+010     | 4+050    | Roca M(IV)                              | 0%                           | 100%     | 0%   |
| 11         | 4+050     | 4+150    | Roca M(II)/M(IV)                        | 0%                           | 50%      | 50%  |
| 12         | 4+150     | 4+210    | Relleno antrópico/Roca M(IV)            | 0%                           | 50%      | 50%  |
| 12         | 4+210     | 4+380    | Roca M(II)/M(IV)                        | 0%                           | 50%      | 50%  |
| 12         | 4+380     | 4+400    | Roca M(IV)                              | 0%                           | 100%     | 0%   |
| 12         | 4+400     | 4+700    | Relleno antrópico/Roca M(II)/Roca M(IV) | 0%                           | 80%      | 20%  |
| 12         | 4+700     | 4+780    | Roca M(IV)                              | 0%                           | 100%     | 0%   |
| 12         | 4+780     | 5+350    | Aluvial                                 | 100%                         | 0%       | 0%   |
| 12         | 5+350     | 5+474,4  | Roca M(IV)                              | 0%                           | 100%     | 0%   |

Resto de ejes:

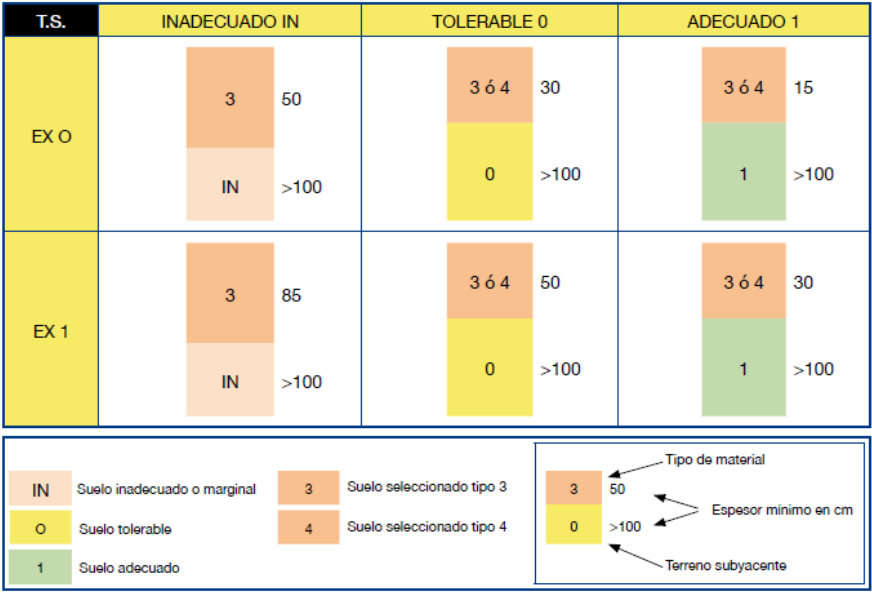
| Resto ejes |                                  | Material                     | porcentajes reparto sustrato |          |      |
|------------|----------------------------------|------------------------------|------------------------------|----------|------|
|            |                                  |                              | tolerable                    | adecuado | roca |
| 15         | Isleta central BI-2713           | Relleno antrópico (R.A.)     | 0%                           | 100%     | 0%   |
| 34         | Reordenación BI-2713             | Relleno antrópico (R.A.)     | 0%                           | 100%     | 0%   |
| 37         | Vial acceso Oeste a Pol. Erletxe | Relleno antrópico (R.A.)     | 0%                           | 100%     | 0%   |
| 39         | Ramal giro izquierda             | Relleno antrópico (R.A.)     | 0%                           | 100%     | 0%   |
| 40         | Ramal entrada polígono           | Relleno antrópico (R.A.)     | 0%                           | 100%     | 0%   |
| 41         | Ramal salida polígono            | Relleno antrópico (R.A.)     | 0%                           | 100%     | 0%   |
| 19         | Acceso al depósito               | Roca M(II)/M(IV)             | 0%                           | 30%      | 70%  |
| 26         | so Sur a polígono Erletxe        | Roca M(II)/M(IV)             | 0%                           | 40%      | 60%  |
|            | Camino de obra 2+460             | Relleno antrópico (R.A.)     | 0%                           | 100%     | 0%   |
|            | Camino de obra 2+500             | Relleno antrópico (R.A.)     | 0%                           | 100%     | 0%   |
| 25         | Conexión Kortederra              | Relleno antrópico/Roca M(IV) | 0%                           | 50%      | 50%  |
|            | Camino de obra 2+800             | Relleno antrópico (R.A.)     | 0%                           | 100%     | 0%   |
| 29         | Reposición camino en 4+300       | Roca M(II)/M(IV)             | 0%                           | 50%      | 50%  |

Por tanto tendremos tres casos para la explanada:

- Suelo tolerable (0)
- Suelo adecuado (1)
- Roca.

Para este tercer caso, la norma establece que “si se encuentra cualquier tipo de suelo de características superiores a las del adecuado el diseño seguirá las directrices establecidas para suelos adecuados”, que es el suelo adecuado tipo (1).

Figura 6.1 Secciones de Explanada Mejorada para Vías Ciclistas



Proyecto de Trazado de la Bici-pista del Ibaizabal. Tramo: Erletxe – Boroa

Anejo nº5: Firmes y Pavimentos

Tal y como muestra la figura 6.1. de la norma para conseguir una explanada tipo EX0, autorizada en dicho documento para itinerarios ciclistas, se optará por:

- Cuando el terreno bajo la plataforma se considere tolerable este paquete de firmes se apoyará sobre 30 cm de suelo seleccionado Tipo 3.
- En caso de hallarse suelo adecuado (1) se podrá reducir a 15 cm el suelo seleccionado en el apoyo.

Tal y como se especifica en el *Capítulo 6 Explanada Mejorada* de las *Recomendaciones para el diseño de firmes de vías ciclistas* se considera la utilizar como Suelos Seleccionados de áridos reciclados de RCD (Residuo de Construcción y Demolición) siempre que cumplan las especificaciones que figuran en la Norma para el dimensionamiento de firmes de la Red de Carreteras del País Vasco.

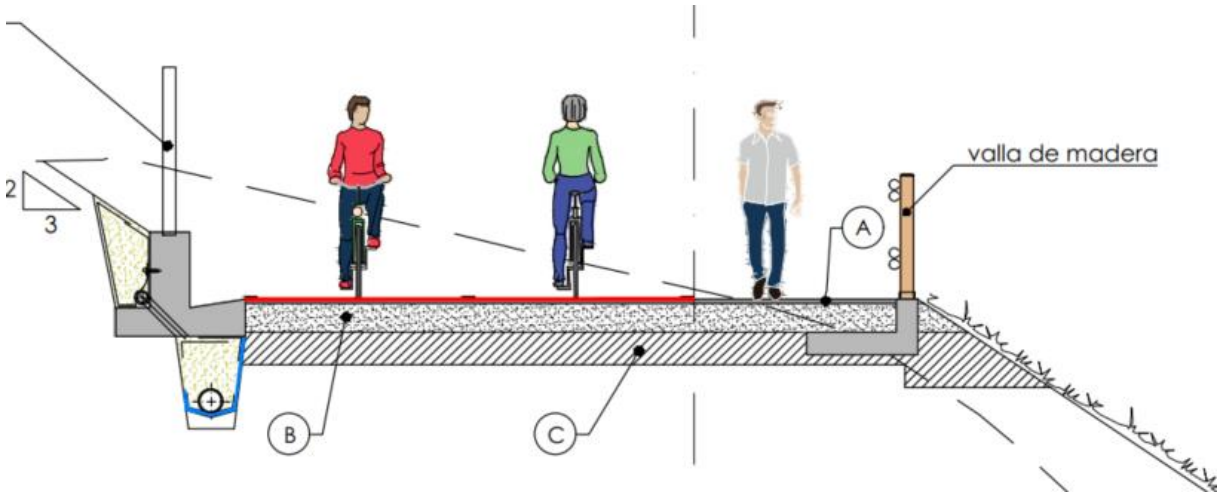
2.2 Paquete de firmes

Puesto que se trata de encontrar una solución viable técnica y económicamente, se intentará aprovechar aquellos caminos y viales existentes en el ámbito de actuación que, por sus características geométricas y su tráfico reducido, puedan dar cabida, en condiciones de funcionalidad y seguridad óptimas, a una senda ciclable. En caso necesario, la senda contará con autorización para el tráfico rodado de vehículos autorizados para el acceso a fincas y edificaciones del entorno.

El paquete de firmes adoptado en cada punto para la implantación de la senda ciclable dependerá así pues del terreno sobre el que se apoye en cada punto. Cuando se trabaje sobre terreno natural se aplicará la siguiente sección (extraída de las “recomendaciones para el diseño de firmes de vías ciclistas” elaborada para el Gobierno Vasco por la Comisión del Plan General de carreteras del País Vasco):

- 4 cm Mezcla bituminosa en caliente AC-8 Surf D (con pigmento de color rojo en la banda reservada para ciclistas)
- Riego adherencia
- Riego imprimación
- 25 cm Zahorra artificial

Esta sección corresponde a una explanada tipo EX0, autorizada en dicho documento para itinerarios ciclistas.



Según el siguiente cuadro de materiales:

| cuadro de materiales N°3. Tronco bicipista |                           |                                                                                     |                                                            |
|--------------------------------------------|---------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|
| tipo                                       | material                  |                                                                                     | espesor cm.                                                |
|                                            | A                         | AC-8 SURF D siderúrgico (con pigmento de color rojo en banda reservada a ciclistas) | 4                                                          |
|                                            |                           | riego de adherencia                                                                 |                                                            |
|                                            |                           | riego de imprimación                                                                |                                                            |
| B                                          | zahorra artificial        |                                                                                     | 25                                                         |
| C                                          | suelo seleccionado R.C.D. |                                                                                     | 50 terraplén<br>30 desmonte (suelos)<br>15 desmonte (roca) |

2.3 Áridos siderúrgicos

Se ha valorado el empleo de materiales reciclados (como los áridos siderúrgicos de acería de horno eléctrico) en la composición de las mezclas bituminosas en caliente a utilizar en la capa de rodadura.

El empleo de estos áridos está contemplado en la **Norma para el Dimensionamiento de firmes de la Red Foral de Carreteras del País Vasco** de Noviembre de 2012 permitiendo su empleo siempre que se cumplan las prescripciones técnicas exigidas en el **Anexo 3** de la citada Norma y se declare el origen de los materiales, tal y como se establece en la legislación comunitaria sobre estas materias.

El **Anexo 3** hace referencia a las escorias negras de horno eléctrico, consideradas como las que se obtienen en el proceso de fusión de la chatarra. Cuando la escoria negra de horno eléctrico se utiliza como árido para la construcción se denomina árido siderúrgico de horno eléctrico.

Cuando se utilizan áridos siderúrgicos de acería de horno eléctrico se deben modificar las prescripciones correspondientes del PG-3 en lo siguiente:

- Las granulometrías de las mezclas bituminosas deberán tomarse en volumen considerando que las que se encuentran en las tablas se refieren a áridos en peso.
- Las dotaciones mínimas de betún fijadas deberán tomarse en volumen considerando que las que se encuentran en las tablas se refieren a un árido con un peso específico de 2,65 g/cm<sup>3</sup>.
- Las relaciones recomendables polvo mineral-ligante deberán tomarse en volumen considerando que las que se encuentran en las tablas se refieren a un árido con un peso específico de 2,65 g/cm<sup>3</sup>.

Proyecto de Trazado de la Bicipista del  
Ibaizabal. Tramo: Erlebe – Beroa

Anejo nº5: Firmes y Pavimentos

4

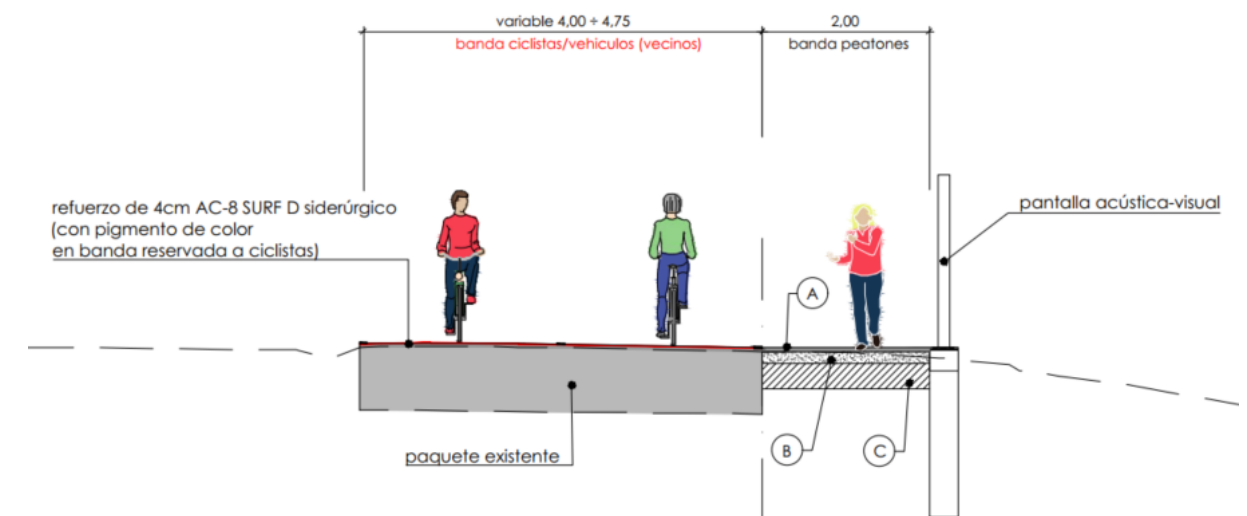
### 3 Aprovechamiento de viales existentes

Cuando la senda ciclista se desarrolle sobre calzadas o caminos existentes, la solución adoptada dependerá de las características de la sección de firme existente. Si se encuentra en perfectas condiciones de mantenimiento y estabilidad será suficiente con extender la lechada que permita dotar al carril bici de su color rojo identificativo.

En el resto de casos se adoptarán secciones intermedias que contarán con una o todas las capas descritas. En caso de considerarse necesario llegar a extender la capa de suelo seleccionado, ésta adaptará su espesor a las características del terreno de apoyo.

Cuando las características de la plataforma existente sobre la que apoya la senda ciclable sean lo suficientemente buenas como para que la actuación se reduzca a la extensión de la capa de 4 cm de mezcla bituminosa en caliente AC-8 Surf D, será necesario en cualquier caso regularizar la superficie previamente a la extensión de la misma.

Por su parte, las ampliaciones de viales existentes, como caminos vecinales, se realizarán con una capa de 15 cm de hormigón en masa HM-20.



Proyecto de Trazado de la Bicipista del  
Ibaizabal. Tramo: Erlebe – Beroa

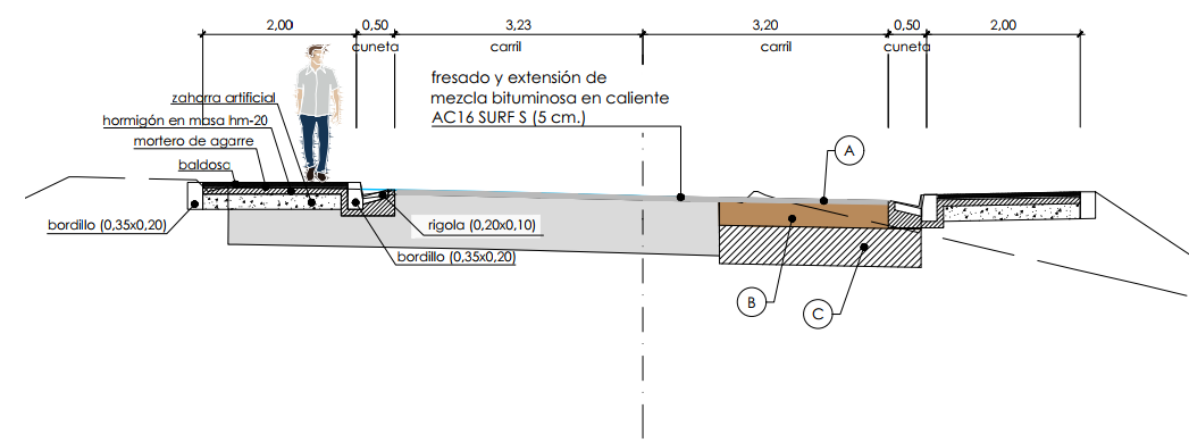
Anejo nº5: Firmes y Pavimentos

5

# 4 Reposición de viales

Se considera la reposición de tres viales afectados por las obras de implantación de la bicipista.

Para el vial de acceso Este al Polígono de Erletxe se contempla la ejecución de una losa de hormigón armado de 30 cm de espesor y 5 cm de AC16SurfS.

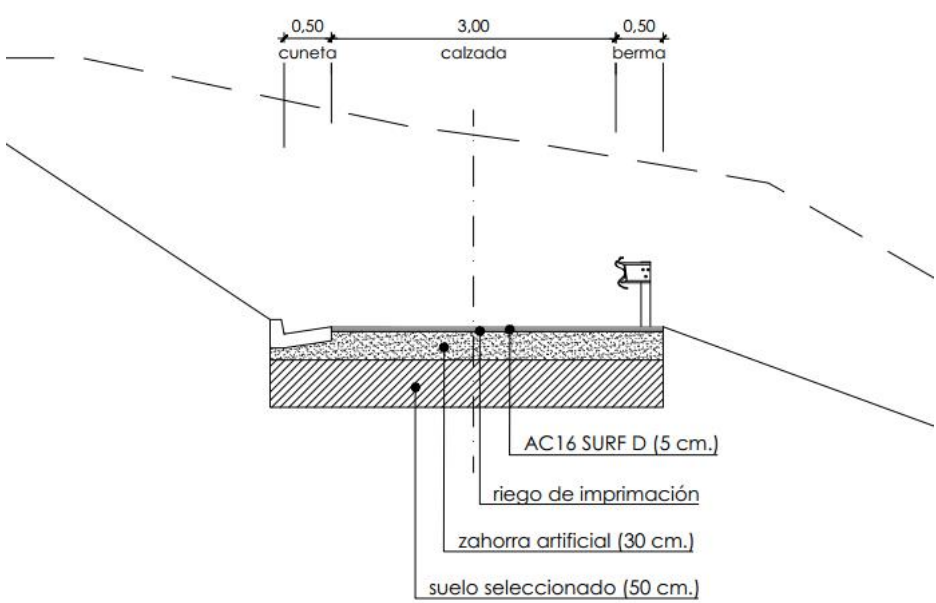


Reposición vial acceso Este polígono Erletxe (eje 26)

La actuación se completa con la extensión de una capa de rodadura AC16SurfS en toda la calzada del tramo de vial afectado.

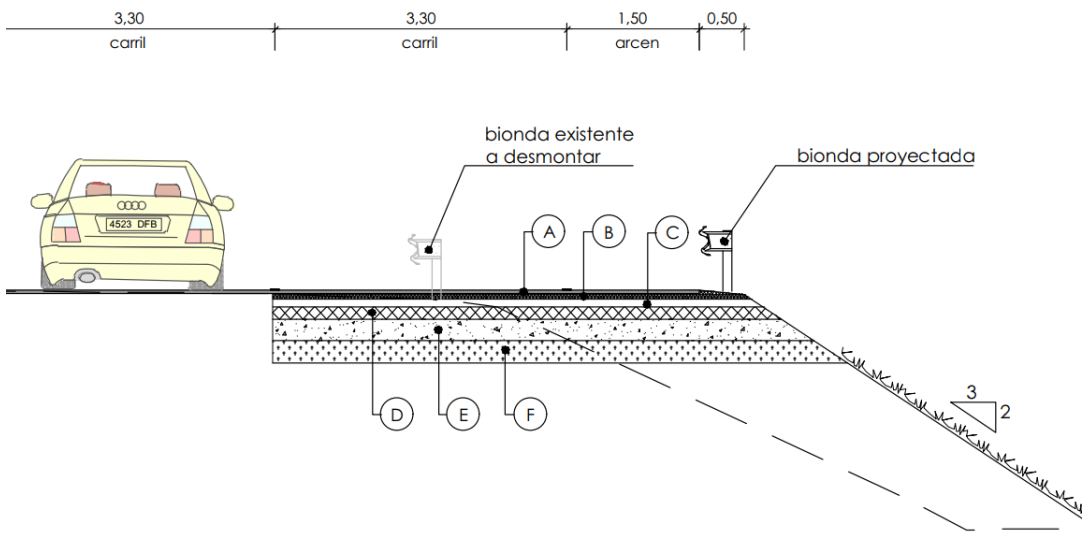
| cuadro de materiales N°1. Ampliación viales |                                              |             |
|---------------------------------------------|----------------------------------------------|-------------|
| Tipo                                        | Material                                     | Espesor cm. |
| a                                           | Mezcla bituminosa en caliente AC 16surf S    | 5           |
|                                             | Riego curado                                 |             |
| b                                           | Hormigón armado HA-20 con mallazo 15x15xØ6mm | 30          |
| c                                           | suelo seleccionado R.C.D.                    | 50          |

En los otros dos casos (camino afectado por las obras a la altura del pk 4+300 y el vial de acceso al depósito situado en Erletxe) se considera la reposición de la sección completa con 30 cm de ZA y 5 cm de AC16SurfS.



Reposición camino 4+300 (eje 29)

Además se contempla la reordenación de la carretera BI-2713 en el entorno de la intersección de acceso al Polígono de Erletxe. Cuando hay previsto una ampliación de la calzada se contempla la dotación del paquete completo de firmes. Y para garantizar la regularidad superficial se ha previsto la extensión de la capa de rodadura en toda la plataforma.



cuadro de materiales N°5. Ampliación de calzada BI-2713

| tipo | material                                                                           | tronco      |
|------|------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
|      |                                                                                    | trafico t1a |
|      |                                                                                    | espesor cm. |
| A    | mezcla bituminosa en capa de rodadura bbtm 11a ofítica                             | 3           |
|      | riego de adherencia con emulsion termoadherente modificada (0,50 kg/m²) c60bp3 ter |             |
| B    | mezcla bituminosa en capa intermedia ac22 bin s caliza                             | 7           |
|      | riego de adherencia con emulsion termoadherente (1,00 kg/m²) c60b3 ter             |             |
| C    | mezcla bituminosa en capa intermedia ac22 bin s caliza                             | 9           |
|      | riego de adherencia con emulsion termoadherente (1,00 kg/m²) c60b3 ter             |             |
| D    | mezcla bituminosa en capa base ac32 base s caliza                                  | 13          |
|      | riego de imprimacion (1,00 kg/m²) c60bf4 imp                                       |             |
| E    | subbase de zahorra artificial                                                      | 25          |
| F    | explanada mejorada con suelo seleccionado tipo 4                                   | 50          |