

ANEJO N° 2

## **Estudio de Firmes y Pavimentos**

Índice

|          |                                           |          |
|----------|-------------------------------------------|----------|
| <b>1</b> | <b>Introducción</b>                       | <b>2</b> |
| <b>2</b> | <b>Factores de dimensionamiento</b>       | <b>3</b> |
| 2.1      | Categoría de Tráfico Pesado               | 3        |
| 2.3      | Categoría de la explanada                 | 4        |
| 2.4      | Datos de Tráfico                          | 4        |
| <b>3</b> | <b>Elección de la sección estructural</b> | <b>5</b> |
| 3.1      | Determinación de la intensidad de tráfico | 5        |
| 3.2      | Determinación de la categoría de tráfico  | 5        |
| 3.3      | Sección estructural                       | 5        |
| 3.3.1    | Tipo de Explanada                         | 5        |
| 3.3.2    | Sección de firmes                         | 7        |
| 3.4      | Aprovechamiento de firmes                 | 7        |
| <b>4</b> | <b>Reposición de viales</b>               | <b>8</b> |

# 1 Introducción

El objeto del presente Anejo es definir las actuaciones previstas sobre el firme que se contemplan en el presente **“Proyecto de trazado para la reordenación de la intersección de la BI-3102 y la BI-3104 en Ergoien (TM Gamiz-Fika)”**.

Proyecto de Trazado Reordenación BI-3102 y BI-3104 Ergoien (Gamiz)

Anejo nº2. Estudio de Firmes y Pavimentos

2

# 2 Factores de dimensionamiento

## 2.1 Categoría de Tráfico Pesado

De forma general, la metodología a seguir para el dimensionamiento de un firme es la siguiente:

Norma 6.1.-I.C

Según la Instrucción 6.1-IC.-Secciones de firme, la sección estructural de firme de proyecto se dimensionará de acuerdo con la intensidad media diaria de vehículos pesados (IMDp) que se prevea vaya a solicitar el carril de proyecto en el año de puesta en servicio.

Se consideran 8 categorías de tráfico pesado en función del parámetro de la IMDp, que son las que se especifican a continuación:

| Categoría de Tráfico | IMDp                      |
|----------------------|---------------------------|
| T00                  | $IMDp \geq 4.000$         |
| T0                   | $4.000 > IMDp \geq 2.000$ |
| T1                   | $2.000 > IMDp \geq 800$   |
| T2                   | $800 > IMDp \geq 200$     |
| T31                  | $200 > IMDp \geq 100$     |
| T32                  | $100 > IMDp \geq 50$      |
| T41                  | $50 > IMDp \geq 25$       |
| T42                  | $IMDp < 25$               |

Norma para el Dimensionamiento de Firmes de la red de Carreteras del País Vasco de Abril de 2022

De acuerdo con la Norma para el dimensionamiento de firmes de la Red de Carreteras del País Vasco la sección estructural de firme de proyecto se dimensionará de acuerdo con el denominado tráfico de proyecto (TP) que se define como el número acumulado de vehículos pesados que se prevé que circularán por el carril de proyecto durante el periodo de proyecto.

Este parámetro se obtiene mediante la siguiente expresión:

•  $TP = IMDp^{APS} \cdot 365 \cdot F \cdot \gamma_T$

Siendo:

- $IMDp^{APS}$ = Intensidad media diaria de vehículos pesados en el año de puesta en servicio del tramo.

- F= Factor de crecimiento del tráfico de vehículos pesados durante el periodo de proyecto.
- $\gamma_T$ =Coeficiente de ponderación de las cargas del tráfico.

A diferencia del anterior, la norma de dimensionamiento de firmes de la Red de Carreteras del País Vasco considera 10 categorías de tráfico pesado en función del parámetro Tráfico de Proyecto, TP, que son las que se especifican a continuación:

| Categoría de Tráfico | TP(en millones) |
|----------------------|-----------------|
| T00                  | 43,8 - 87,6     |
| T0                   | 21,9 - 43,8     |
| T1A                  | 15,3 - 21,9     |
| T1B                  | 8,8 - 15,3      |
| T2A                  | 4,4 - 8,8       |
| T2B                  | 2,2 - 4,4       |
| T3A                  | 1,1 - 2,2       |
| T3B                  | 0,55 - 1,1      |
| T4A                  | 0,27 - 0,55     |
| T4B                  | < 0,27          |

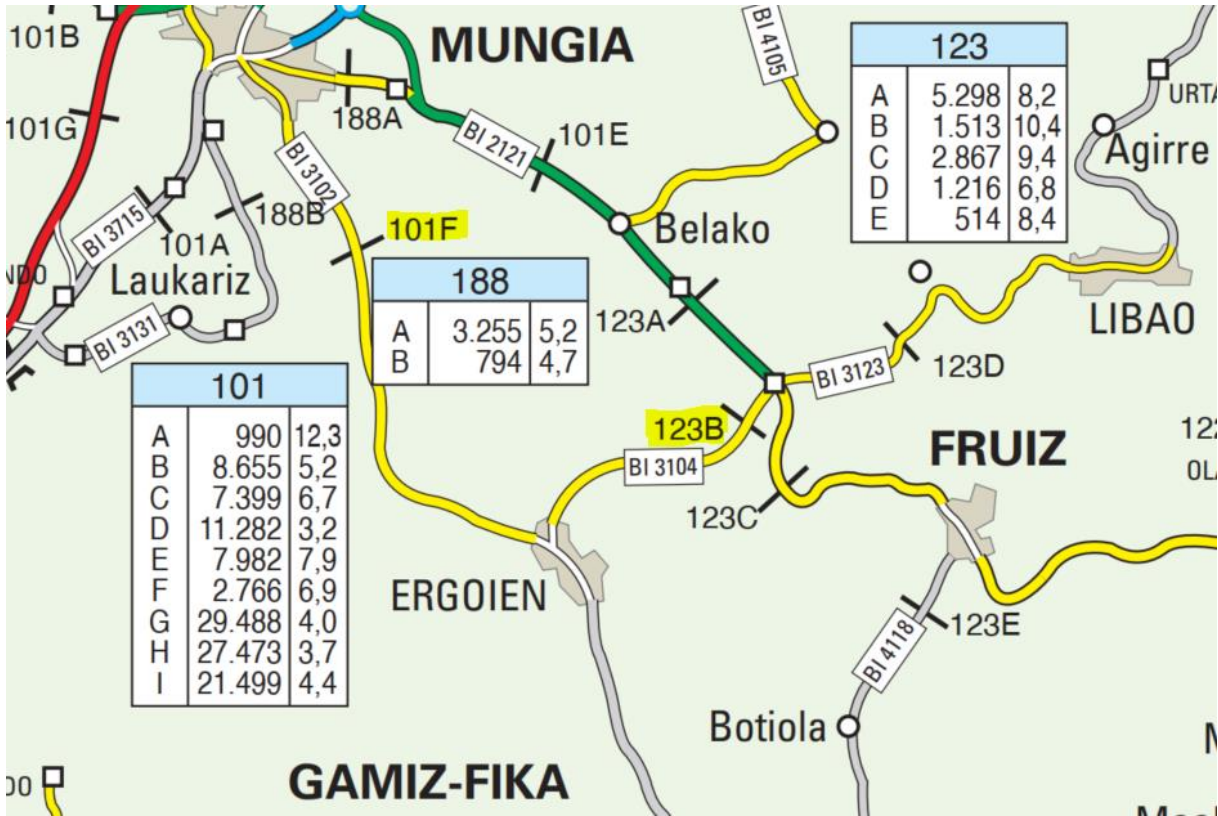
2.3 Categoría de la explanada

La Norma para el dimensionamiento de firmes de la red de carreteras del País Vasco considera para el dimensionamiento del firme tres categorías de explanada, caracterizadas por su módulo de compresibilidad en el segundo ciclo de carga (E<sub>v2</sub>), obtenido de acuerdo con la NLT-357 “ensayo de carga con placa”, cuyos valores se indican en el cuadro siguiente:

| Categoría de la Explanada | EV2 (MPa) |
|---------------------------|-----------|
| EX1                       | ≥120      |
| EX2                       | ≥200      |
| EX3                       | ≥300      |

2.4 Datos de Tráfico

Se han consultado los datos de tráfico facilitados por la Diputación Foral del año 2021 y obtenidos del documento: “Evolución del tráfico en las carreteras de Bizkaia. Avance del Informe 2021: mapas y tablas de intensidades de tráfico”.



Se consideran las dos estaciones que se localizan en las carreteras BI-3102 y BI-3104. Sus principales datos son los siguientes:

| Estación | Carretera | Tramo         | IMD 2021 | % pesados |
|----------|-----------|---------------|----------|-----------|
| 123 B    | BI-3104   | Soietxe-Gamiz | 1.513    | 10,4%     |
| 101 F    | BI-3102   | Mungia-Gamiz  | 2.766    | 6,9%      |

### 3 Elección de la sección estructural

#### 3.1 Determinación de la intensidad de tráfico

La elección de la sección estructural del firme se hará atendiendo a la categoría de tráfico obtenida. Se empleará para ello los datos de aforo recogidos en las estaciones de aforo de la BI-3102 y BI-3104.

Para el cálculo de la misma se empleará el método recogido en la Norma para el Dimensionado de Firmes del País Vasco del año 2.021.

$$\left( \text{IMD}_p^{APS} \right)^* = \left( \text{IMD}_p^{Aforo} \right) \cdot (1 + r)^n$$

Siendo:

r: Tasa anual estimada de crecimiento del tráfico pesado entre el año del aforo o estudio específico y el año previsto de puesta en servicio del tramo, en tanto por uno

n: Periodo comprendido entre el año del aforo o estudio específico y el año previsto de puesta en servicio del tramo, en años

En nuestro caso, se considera una tasa constante del 2% y se estima el año 2024 como año de puesta en servicio.

| Estación | Tramo                  | IMD 2021 | % pesados | IMD <sub>p</sub> | IMD <sub>2024</sub> |
|----------|------------------------|----------|-----------|------------------|---------------------|
| 123 B    | BI-3104. Soietxe-Gamiz | 1.513    | 10,4%     | 157              | 167                 |
| 101 F    | BI-3102. Mungia-Gamiz  | 2.766    | 6,9%      | 191              | 203                 |

#### 3.2 Determinación de la categoría de tráfico

El Tráfico de Proyecto se obtendrá mediante la expresión:

$$TP = \left( \text{IMD}_p^{APS} \right)^* \cdot 365 \cdot F \cdot \gamma_T$$

Donde,

$\left( \text{IMD}_p^{APS} \right)$ : Intensidad Media Diaria de vehículos pesados en el año de puesta en servicio del tramo.

F: Factor de crecimiento del tráfico de vehículos pesados durante el periodo de proyecto.

$\gamma_T$  Coeficiente de ponderación de las cargas de tráfico.

El coeficiente de ponderación se obtiene de la expresión:

$$\gamma_T = \gamma_c \cdot \gamma_r \cdot \gamma_l$$

Siendo,

$\gamma_c$  Coeficiente de asignación del tráfico pesado al carril de proyecto.

$\gamma_r$  Coeficiente que tiene en cuenta la variabilidad en la estimación del tráfico de proyecto.

$\gamma_l$  Coeficiente que tiene en cuenta la influencia de la pendiente longitudinal del tramo objeto del proyecto.

El coeficiente obtenido para cada estación:

|       | $\gamma_c$ | $\gamma_l$ | $\gamma_r$ | $\gamma_T$  |
|-------|------------|------------|------------|-------------|
| 123 B | 0,5        | 1,1        | 1          | <b>0,55</b> |
| 101 F | 0,5        | 1          | 1          | <b>0,5</b>  |

Como la  $\text{IMD}_p^{APS}$  es menor de 1.600, se toma por defecto r=2% y por tanto, F=25.

Por tanto, el tráfico de proyecto y la categoría de tráfico son:

|       | $\text{IMD}_p^{APS}$ | F  | Tráfico de proyecto | Categoría de tráfico |
|-------|----------------------|----|---------------------|----------------------|
| 123 B | 167                  | 25 | <b>761.937</b>      | T3A                  |
| 101 F | 203                  | 25 | <b>10.18.806</b>    | T3A                  |

Se considera para las dos carreteras del proyecto la categoría de tráfico **T3A**.

#### 3.3 Sección estructural

##### 3.3.1 Tipo de Explanada

A efectos de definir la estructura del firme se establecen tres categorías de explanadas mejorada denominadas EX1, EX2 y EX3. La categoría mínima necesaria será función del Tráfico del Proyecto (véase tabla 6.1).

Tabla 6.1. Categoría necesaria de Explanada Mejorada

| TRÁFICO DE PROYECTO | CATEGORÍA DE EXPLANADA MEJORADA |
|---------------------|---------------------------------|
| T2A ó superior      | EX2 ó EX3                       |
| T2B ó inferior      | EX1 , EX2 ó EX3                 |

En la figura 6.2 se definen las soluciones posibles de Explanada Mejorada en función de su categoría y del tipo de Terreno Subyacente.

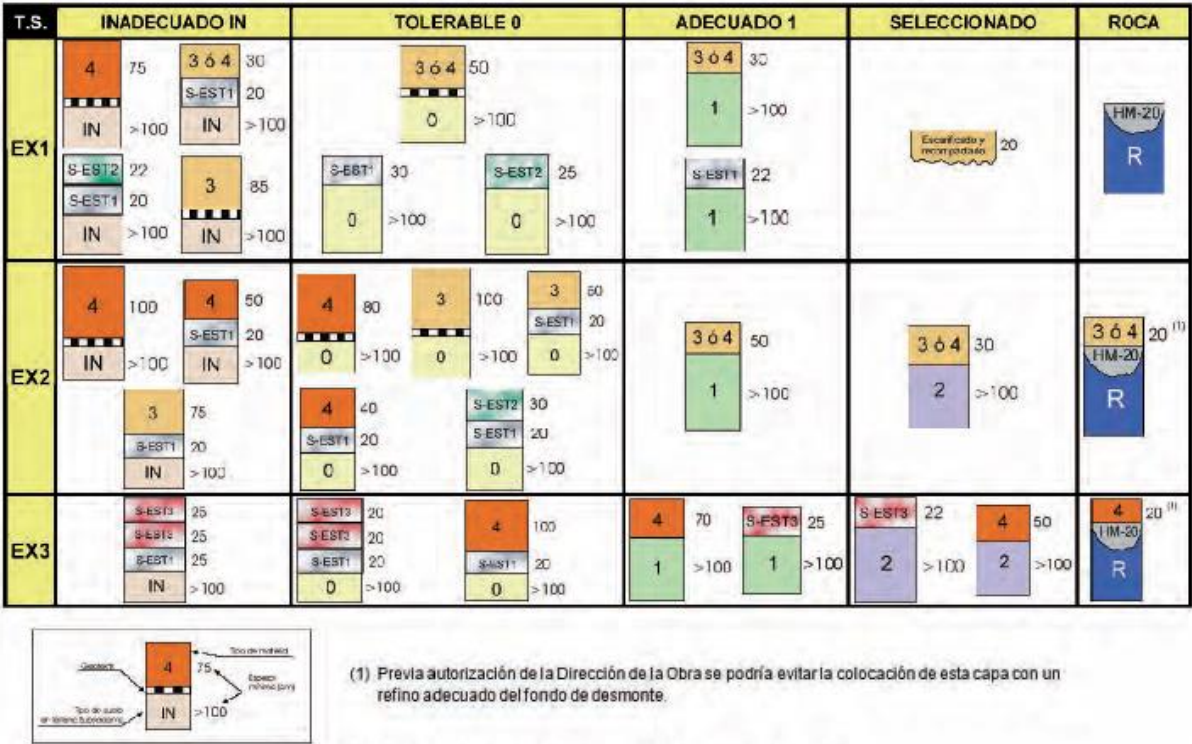


Figura 6.2 Catálogo de Secciones de Explanada Mejorada

Considerando que los nuevos firmes se apoyan sobre los actuales la explanada puede considerarse que se trata de un suelo seleccionado. Para formar la explanada mejorada se debe de emplear un suelo seleccionado, tal y como se refleja en el cuadro de secciones tipo 1.1 y sólo se proyectarán sobre explanadas de la categoría EX2 de la norma. El espesor de la capa de suelo seleccionado será de 30 cm sobre la plataforma existente y de 50 cm cuando esté fuera de ella.

Se ha seleccionado un tipo de firme flexible compuesto por un mezcla bituminosa de 14 cm dispuesto sobre capa de zahorra artificial de 25 cm de espesor.

Secciones tipo 1.1

|     |     | EX1                                                      | EX2                                                      | EX3 (*)                                                  |
|-----|-----|----------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|
| T00 |     | ---                                                      | 37<br>MEZCLAS BITUMINOSAS<br>25<br>ZAHORRA ARTIFICIAL 25 | 32<br>MEZCLAS BITUMINOSAS<br>25<br>ZAHORRA ARTIFICIAL 25 |
| T0  |     | ---                                                      | 33<br>MEZCLAS BITUMINOSAS<br>25<br>ZAHORRA ARTIFICIAL 25 | 28<br>MEZCLAS BITUMINOSAS<br>25<br>ZAHORRA ARTIFICIAL 25 |
| T1  | T1A | ---                                                      | 29<br>MEZCLAS BITUMINOSAS<br>25<br>ZAHORRA ARTIFICIAL 25 | 24<br>MEZCLAS BITUMINOSAS<br>25<br>ZAHORRA ARTIFICIAL 25 |
|     | T1B | ---                                                      | 26<br>MEZCLAS BITUMINOSAS<br>25<br>ZAHORRA ARTIFICIAL 25 | 22<br>MEZCLAS BITUMINOSAS<br>25<br>ZAHORRA ARTIFICIAL 25 |
| T2  | T2A | ---                                                      | 24<br>MEZCLAS BITUMINOSAS<br>25<br>ZAHORRA ARTIFICIAL 25 | 19<br>MEZCLAS BITUMINOSAS<br>25<br>ZAHORRA ARTIFICIAL 25 |
|     | T2B | 20<br>MEZCLAS BITUMINOSAS<br>35<br>ZAHORRA ARTIFICIAL 25 | 20<br>MEZCLAS BITUMINOSAS<br>25<br>ZAHORRA ARTIFICIAL 25 | 16<br>MEZCLAS BITUMINOSAS<br>25<br>ZAHORRA ARTIFICIAL 25 |
| T3  | T3A | 17<br>MEZCLAS BITUMINOSAS<br>35<br>ZAHORRA ARTIFICIAL 25 | 17<br>MEZCLAS BITUMINOSAS<br>25<br>ZAHORRA ARTIFICIAL 25 | ---                                                      |
|     | T3B | 15<br>MEZCLAS BITUMINOSAS<br>35<br>ZAHORRA ARTIFICIAL 25 | 14<br>MEZCLAS BITUMINOSAS<br>25<br>ZAHORRA ARTIFICIAL 25 | ---                                                      |
| T4  | T4A | 10<br>MEZCLAS BITUMINOSAS<br>40<br>ZAHORRA ARTIFICIAL 25 | 10<br>MEZCLAS BITUMINOSAS<br>30<br>ZAHORRA ARTIFICIAL 25 | ---                                                      |
|     | T4B | 5<br>MEZCLAS BITUMINOSAS<br>40<br>ZAHORRA ARTIFICIAL 25  | 5<br>MEZCLAS BITUMINOSAS<br>30<br>ZAHORRA ARTIFICIAL 25  | ---                                                      |

(\*) Sólo secciones de Explanada Mejorada con coronación de suelo seleccionado tipo 4.  
Nota: Espesores en cm

3.3.2 Sección de firmes

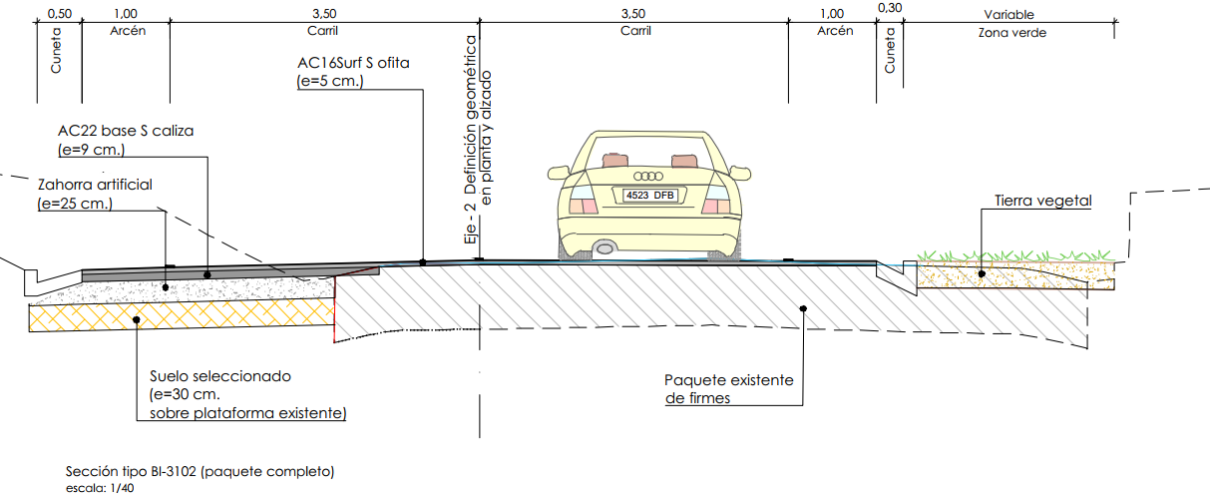
Se ha seleccionado un tipo de firme flexible compuesto por un mezcla bituminosa de 14 cm dispuesto sobre capa de zahorra artificial de 25 cm de espesor.

Para configurar la mezcla bituminosa se consideran dos capas de:

- Como capa de rodadura: 5 cm de AC16 surf S ofita.
- Como capa de base: 9 cm de AC22 Base S caliza.

3.4 Aprovechamiento de firmes

Se considera el aprovechamiento del paquete de firmes existente únicamente en las zonas donde la rasante proyectada se ajusta sobre la existente y se puede extender una o las dos capas de mezcla bituminosa después de efectuar un fresado de 5 cm de la capa actual.



# 4 Reposición de viales

Se considera la reposición de varios viales afectados por las obras de implantación de la rotonda. En estos casos, el paquete de proyectado contempla una explanada mejorada de 30 cm de suelo seleccionado, un apoyo de 30 cm de ZA y una capa bituminosa de 5 cm de AC 16 Surf S ofita.

