



*euskal trenbide sarea*

---

Actualización del Proyecto Constructivo  
de la estación de Usurbil

---

## Anejo 05: Trazado

Septiembre 2021





## Hoja de control de calidad

|            |  |            |            |
|------------|--|------------|------------|
| Documento  | Anejo 05: Trazado  |            |            |
| Proyecto   | RL67237. Actualización del Proyecto Constructivo de la estación de Usurbil |            |            |
| Código     | RL6737-TYP-AN-GE-F03-00005-Trazado_V02.docx                                |            |            |
| Autores:   | Firma:   | ELL        | ELL        |
|            | Fecha:   | 23/04/2021 | 23/09/2021 |
| Verificado | Firma:   | LME        | LME        |
|            | Fecha:   | 23/04/2021 | 23/09/2021 |

## Índice:

|  |          |
|--|----------|
| <b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>  | <b>1</b> |
| <b>2. TRAZADO FERROVIARIO .....</b>  | <b>1</b> |
| 2.1. DESCRIPCIÓN DE LA LÍNEA DE FERROCARRIL BILBAO-DONOSTIA / SAN SEBASTIAN.....                             | 1        |
| 2.2. DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN PROYECTADA PARA LA LÍNEA DE FERROCARRIL BILBAO-DONOSTIA / SAN SEBASTIÁN..... | 3        |
| 2.2.1. Secciones tipo .....  | 3        |
| <b>3. TRAZADO DE LOS VIALES.....</b>   | <b>5</b> |
| 3.1. DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN PROYECTADA .....   | 5        |
| <b>COMPROBACIÓN CINEMÁTICA DEL TRAZADO FERROVIARIO .....</b>   | <b>1</b> |



## 1. INTRODUCCIÓN

En el presente Anejo se describen las actuaciones proyectadas para reponer el servicio de la línea de Euskotren Bilbao – Donostia/San Sebastián, afectadas por las obras necesarias para la construcción de la nueva estación de Usurbil. Además se describe la nueva configuración adoptada en situación futura para la playa de vías de la estación de Usurbil, motivada por la nueva ubicación del edificio de viajeros de la estación. Por otro lado, también se describen las actuaciones en los viales que son afectados por la construcción de la nueva estación de Usurbil.

De las vías ferroviarias y de los viales, se mostrará la siguiente documentación:

- LISTADO DE ALINEACIONES EN PLANTA
- LISTADO DE RASANTES

Asimismo se ha realizado la comprobación cinemática del trazado ferroviario de la vía 2 (Eje 2) y vía 4 (eje 3), según los parámetros que se comentan en el apartado correspondiente, incluyendo la comprobación en el Apéndice 2 del presente Anejo. En caso de la vía 1 no ha sido preciso realizar la comprobación cinemática al tratarse de un tramo en alineación recta.

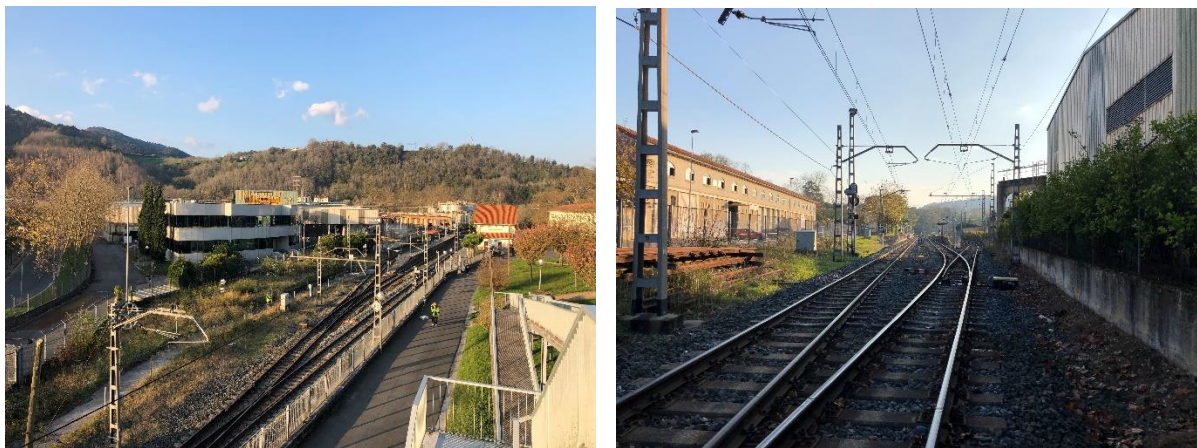
## 2. TRAZADO FERROVIARIO

### 2.1. DESCRIPCIÓN DE LA LÍNEA DE FERROCARRIL BILBAO-DONOSTIA / SAN SEBASTIAN

El ámbito de la afección es el comprendido entre los PP.KK. 98+007 y 98+385 de la línea Euskotren Bilbao – Donostia/San Sebastián. Las afecciones y las correspondientes reposiciones tienen lugar en terrenos pertenecientes al término municipal de Usurbil en la provincia de Guipúzcoa.

La línea objeto de reposición como consecuencia de las obras de construcción de la nueva estación de Usurbil dispone actualmente de vía única de ancho métrico electrificada.

Se adjunta a continuación una imagen representativa del tramo objeto de estudio.



Para la elaboración del presente proyecto se ha recopilado documentación existente, a partir de la cual, y complementada con visitas de campo, se ha elaborado un inventario del tramo.

La línea actual está dotada de vía única en trayecto a la que hay que añadir dos vías de apartado en la estación de Usurbil.

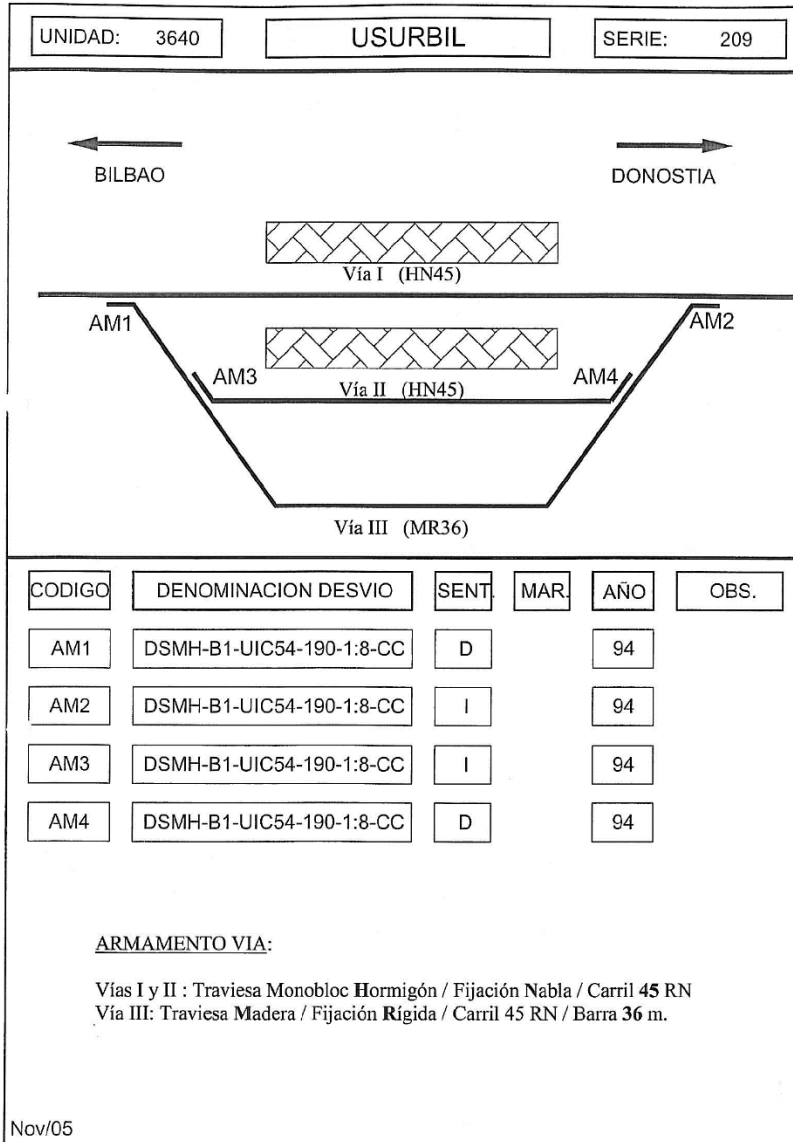
Las vías están montadas en barra largo soldada (B.L.S.), con carril de 45 kg/ml, traviesas de hormigón monobloque y sujeción elástica Nabla, salvo en la vía III que tiene carril 35 kg/ml, traviesa de madera y fijación rígida. El balasto es de naturaleza silíceo.

En el tramo objeto de reposición la línea discurre a cota del terreno, por lo que los límites de la plataforma ferroviaria y el terreno natural no son claros. El hombro de balasto es de 0,90 metros de anchura.

La velocidad máxima de circulación por la vía directa en este tramo es de 160 km/h, por tratarse de un tramo recto con desvíos del tipo DSMH-B1-UIC54-190-1:8-CC. En todo el tramo objeto de análisis la vía discurre a cielo abierto y no existen túneles.

En la estación de Usurbil existen dos vías de apartado (vías 2 y 3). Todos los desvíos existentes son de tangente 1:8 y corazón de rama desviada curva.

El esquema que presenta la estación es el que se representa a continuación:



Las vías 1 y 2 presentan un entreaje de 3,90 metros, mientras que las vías 2 y 3 presentan un entreaje de 5,70 metros.

La estación de Usurbil dispone de dos andenes, uno junto al edificio de viajeros (andén principal) con una longitud de 92,7 metros y anchura variable entre 2,8 a 3,5 metros, y que da servicio a la vía 1, y otro central a las vías 2 y 3 (andén secundario) con una longitud de 92,0 metros y anchura variable de 2,0 a 2,65 metros.

No existe paso a distinto nivel para la comunicación entre andenes, siendo el paso a nivel por los extremos del andén secundario.

## 2.2. DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN PROYECTADA PARA LA LÍNEA DE FERROCARRIL BILBAO-DONOSTIA / SAN SEBASTIÁN

En la solución proyectada las vías en servicio son las vías I, II y IV de la futura estación. Hasta que no se lleve a cabo el desdoblamiento de la línea en un futuro, la vía II se le da servicio mediante de tres desvíos:

2 desvíos DSMH-B1-UIC54-190-1:8-CC que se localizan en la cabecera de entrada de la estación.

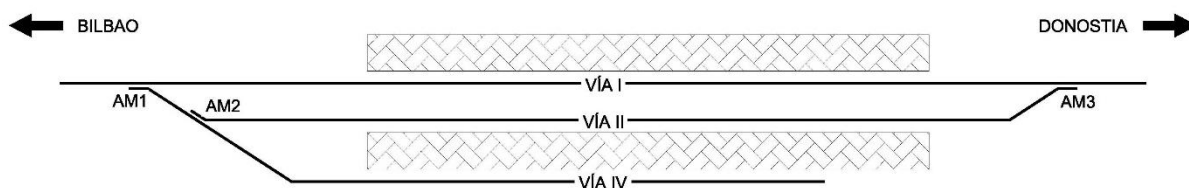
1 desvío DSMH-B1-UIC54-190-1:10,5-CR que se localiza en la cabecera de salida de la estación

En la situación definitiva, la velocidad máxima de circulación es de 160 km/h para la vía I de circulación (vía directa) y de 40 km/h para la circulación por el resto de las vías, debido a la limitación que producen los desvíos.

Los ejes que componen la nueva configuración de la playa de vías de la estación de Usurbil son los siguientes:

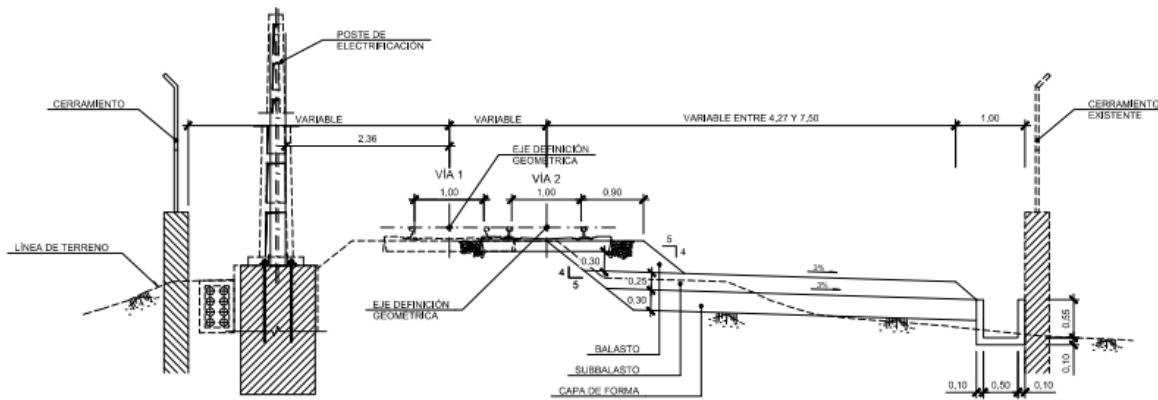
- Eje 1 (vía I): se corresponde con la vía principal de la estación.
- Eje 2 (vía II): vía de apartado central de la estación.
- Eje 4 (vía IV): prolongación de la vía de apartado exterior de la estación. Esta vía acabará en topera con el proyecto de remodelación de la estación.

A continuación se presenta un esquema del estado futuro de las vías de la estación de Usurbil.



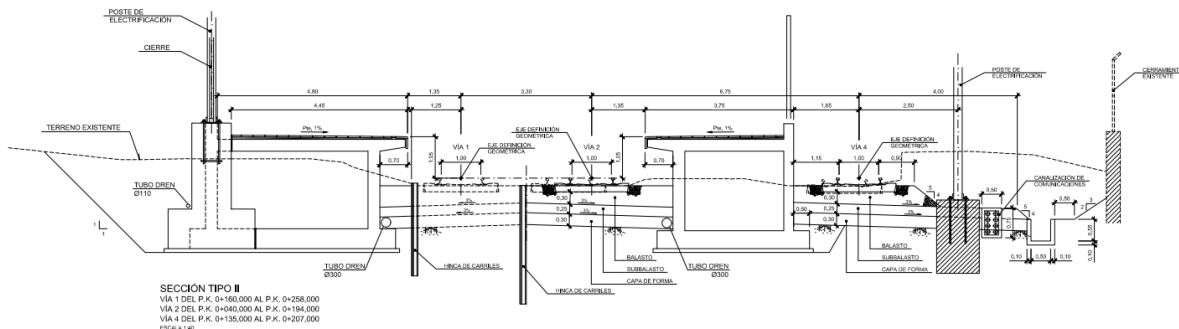
### 2.2.1. Secciones tipo

La sección tipo V para la vía II entre los PP.KK. 0+236 (final de andén) y PP.KK. 0+274 adoptada en el presente proyecto consta de la transición de doble vía a vía única de ancho métrico: (1.000 mm) entreje variable, espesor mínimo de balasto bajo traviesa de 30 centímetros, traviesa de hormigón monobloque con fijación SKL-1, carril 54kg/ml, espesor de subbalasto de 25 centímetros, capa de forma de espesor 30 centímetros y bombeo lateral en coronación de explanada del 3%. La anchura de plataforma resultante es de 11,5 metros, pero se ejecuta la mitad de la plataforma, ya que la correspondiente a la vía I en este tramo ya existe. En esta vía I donde se realizará únicamente el ripado de vía.



SECCIÓN TIPO V  
VÍA 2 DEL P.K. 0+236,000 AL P.K. 0+274,000  
ESCALA 1:40

La sección tipo II en la zona de andenes de la estación está constituida por tres vías: dos principales de circulación (vía I) y dos de apartado (vías II y IV). La estación se ha proyectado con dos andenes de 80 metros de longitud útil y 3,5 metros de anchura mínima. El entreje entre vías principales de circulación es de 3,30 metros, y entre estas y la de apartado es de 7,0 metros. El borde de andén se sitúa a 1,35 metros del eje del plano medio de rodadura, y 1,05 metros por encima de él. Esta es la sección tipo adoptada entre los PP.KK. 0+160 y 0+258 de la vía I, 0+040 y 0+194 de la vía II y 0+135 y 0+207 de la vía IV de apartado (sección tipo II).



SECCIÓN TIPO II  
VÍA 1 DEL P.K. 0+160,000 AL P.K. 0+258,000  
VÍA 2 DEL P.K. 0+040,000 AL P.K. 0+194,000  
VÍA 4 DEL P.K. 0+135,000 AL P.K. 0+207,000  
ESCALA 1:40

Desde el inicio de la vía IV de apartado hasta el inicio de andén de la estación se proyecta únicamente la plataforma de esta vía de apartado, con espesor mínimo de balasto bajo traviesa de 30 centímetros, traviesa de hormigón monobloque con fijación SKL-1, carril 54kg/ml, espesor de subbalasto de 25 centímetros, capa de forma de espesor 30 centímetros y bombeo lateral en coronación de explanada del 3%. Para las vías I y II no se modifica la plataforma existente en esta zona, proyectándose únicamente el ripado de las vías.

Es preciso indicar aquí que la cota definitiva del alzado de la vía corresponde al hilo bajo de la misma (hilo interior de cada una de las vías en tramo curvo, mientras que el eje en planta proyectado coincide con el de la entrevía).



### **3. TRAZADO DE LOS VIALES**

#### **3.1. DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN PROYECTADA**

La modernización de la estación de Usurbil de la línea Euskotren Bilbao – Donosita/San Sebastián produce afecciones a los ramales de entrada y salida de una rotonda ubicada a sur de la cabecera de salida de la estación (dirección Donostia).

La sección de firme proyectada corresponde a la sección más usual de las zonas urbanas de Usurbil. Esta sección se corresponde con 20 cms de zahorra artificial, 20 cms de hormigón en masa y 6 cms de mezcla bituminosa en caliente. En el Documento N°2 de Planos se pueden encontrar los detalles de dicha sección.

En la definición del trazado geométrico de los viales rodados se han seguido en todo lo posible los criterios de la Norma 3.1. -IC del Ministerio de Fomento. Se proyectadan dos pasos de peatones elevados.

Para la definición analítica de los ejes que componen el trazado de los viales se ha utilizado el programa informático CIVIL 3D, con el que se han obtenido los listados que aparecen en el Apéndice 3 de este anejo.



# **APÉNDICE 1. DEFINICIÓN ANALÍTICA DEL TRAZADO FERROVIARIO**



## TRAZADO EN PLANTA



## TRAZADO EN ALZADO





## **LISTADO DE PKs CADA 20 METROS**



## **APÉNDICE 2. COMPROBACIÓN CINEMÁTICA DEL TRAZADO FERROVIARIO**



## COMPROBACIÓN CINEMÁTICA DEL TRAZADO FERROVIARIO

Los listados de comprobación cinemática de trazados permiten establecer para cada curva en planta del trazado la velocidad a la que se puede circular por dicha curva, el peralte real que debe llevar, así como la longitud y parámetro de la clotoide de entrada y salida a la misma para que se cumplan los valores máximos fijados de la rampa de peralte, aceleración transversal no compensada, variación del peralte, variación de la insuficiencia de peralte y variación de la aceleración transversal no compensada. Así mismo, se establece el retranqueo respecto a curva simple.

Los campos que aparecen en los listados de comprobación cinemática de trazados tienen el siguiente significado:

- RADIO: Radio de la curva en metros.
- VELOCIDAD: Velocidad a la que es posible circular en Km/h para el cumplimiento de los parámetros citados.
- ANCHO DE VÍA: Ancho de vía en mm.
- PERALTE REAL: Peralte que ha de llevar la curva, en mm, para el cumplimiento de los parámetros citados. El valor máximo se establece en 100 mm.
- LONGITUD CLOTOIDE: Longitud en m de la clotoide de transición proyectada.
- PERALTE TEÓRICO: Resultante de aplicar la fórmula:

$$P = \frac{v^2 \cdot a}{R \cdot g}, \text{ donde:}$$

P = peralte teórico

v = velocidad

a = ancho de vía

g = aceleración de la gravedad

R = radio de la curva

- INSUFICIENCIA DE PERALTE: Resultante de aplicar la fórmula:

i = P – p, donde:

i = insuficiencia de peralte, en mm.

P = peralte teórico

p = peralte real

Es aplicable si P > p

El valor máximo se fija en 70 mm.

- EXCESO DE PERALTE: Resultante de aplicar la fórmula:

E = p – P, donde:

E = exceso de peralte, en mm.

p = peralte real

P = peralte teórico

Es aplicable si p > P

El valor máximo se fija en 70 mm.

- **ACELERACIÓN NO COMPENSADA:** Aceleración transversal no compensada, resultante de la fórmula:

$$Anc = \frac{v^2}{R} - \frac{p \cdot g}{a}, \text{ donde:}$$

Anc = Aceleración transversal máxima no compensada, en m/s<sup>2</sup>.

v = velocidad

R = radio de la curva

p = peralte real

g = aceleración de la gravedad

a = ancho de la vía

El valor máximo se fija en 0,75 m/s<sup>2</sup>.

- **PENDIENTE DIAGRAMA DE PERALTES:** Rampa de peralte en mm/m resultante de aplicar la fórmula:

$$r = \sqrt{\frac{p}{L}}, \text{ donde:}$$

r = rampa de peralte

p = peralte real

L = longitud clotoide

El valor máximo se establece en 2,5 mm/m.

- **VARIACIÓN DEL PERALTE:** en mm/s, resultante de aplicar la fórmula:

$$\frac{p}{L} \cdot v, \text{ donde:}$$

p = peralte real

L = longitud de clotoide

v = velocidad

El valor máximo se establece en 50 mm/s.

- **VARIACIÓN DE LA INSUFICIENCIA DE PERALTE:** en mm/sg resultante de aplicar la fórmula:

$$\frac{i}{L} \cdot v, \text{ donde:}$$

i = insuficiencia de peralte

L = longitud de la curva de transición

v = velocidad

El valor máximo se establece en 50 mm/sg.

- **VARIACIÓN DE LA ACELERACIÓN SIN COMPENSAR:** variación de la aceleración transversal no compensada, en m/s<sup>3</sup>, resultante de aplicar la fórmula.

$$\frac{Anc}{L} \cdot v, \text{ donde:}$$

Anc = aceleración transversal máxima no compensada

L = longitud de la clotoide

v = velocidad

El valor máximo se establece en 0,4 m/s<sup>3</sup>.

- RETRANQUEO RESPECTO A CURVA SIMPLE: en m, resultante de aplicar la fórmula:

$$\frac{L^2}{24 \cdot R}, \text{ donde:}$$

L = longitud de la clotoide

R = radio curva circular

## PARÁMETROS GEOMÉTRICOS

TYPESA

|  | Vía II   |          | Vía IV   | VALORES LÍMITE |  |
|--|----------|----------|----------|----------------|--|
| Radio alineación circular (m)                          | 300,000  |          | 500,000  |                |  |
| P.K. inicial   | 0+230,32 |          | 0+043,99 |                |  |
| P.K. final   | 0+248,78 |          | 0+091,27 |                |  |
| Velocidad adoptada (km/h)                              | 40,00    | 40,00    | 40,00    |                |  |
| Peralte teórico (mm)                                   | 45       | 45       | 27       |                |  |
| Peralte real (mm)                                      | 0        |          | 0        | < 110          |  |
| Insuficiencia peralte (mm)                             | 45       |          | 27       | < 70           |  |
| Exceso de peralte (mm)                                 | -45      |          | -27      | < 70           |  |
| Longitud alineación circular (m)                       | 18,460   |          | 47,281   | > 20           |  |
| Longitud curva de transición (m)                       | 10,083   |          | 15,000   |                |  |
| Parámetro de la clotoide (A)                           | 55,000   |          | 86,603   |                |  |
| Aceleración sin compensar positiva (m/s <sup>2</sup> ) | 0,411    |          | 0,247    | < 0,75         |  |
| Máxima variación de la insuficiencia de peralte (mm/s) | 49,427   |          | 19,935   | < 35           |  |
| Máxima variación de peralte (mm/s)                     | 0,000    |          | 0,000    | < 30-45        |  |
| Máxima rampa de peraltes (mm/m)                        | 0,000    |          | 0,000    | < 2,5          |  |
| Aceleración vertical (m/s <sup>2</sup> )               | 0,015    | 0,015    | 0,015    | < 0,4          |  |
| Radio del acuerdo vertical (m)                         | 20.020   | 82.870   | 20.442   |                |  |
| P.K. vértice acuerdo vertical                          | 1+040    | 0+100,02 | 0+043,51 |                |  |
| Longitud del acuerdo vertical (m)                      | 40,000   | 40,000   | 22,859   | > 40           |  |
| Distancia entre acuerdos verticales (m)                | 60       | 60,000   |          | > 40           |  |

|  | AL-DES-1-2-F3 |          | AL-DES-1-2-F4 | VALORES LÍMITE |  |
|--|---------------|----------|---------------|----------------|--|
| Radio alineación circular (m)            | 190,000       |          | 190,000       |                |  |
| P.K. inicial                             | 0+007,8       |          | 0+004,02      |                |  |
| P.K. final                               | 0+039,06      |          | 0+035,87      |                |  |
| Velocidad adoptada (km/h)                | 40,00         | 40,00    | 40,00         |                |  |
| Peralte teórico (mm)                     | 71            | 71       | 71            |                |  |
| Peralte real (mm)                        | 0             | 0        | 0             | < 110          |  |
| Insuficiencia peralte (mm)               | 71            |          | 71            | < 70           |  |
| Exceso de peralte (mm)                   | -71           |          | -71           | < 70           |  |
| Longitud alineación circular (m)         | 31,264        |          | 31,857        | > 20           |  |
| Aceleración vertical (m/s <sup>2</sup> ) | 0,046         | 0,046    |               | < 0,4          |  |
| Radio del acuerdo vertical (m)           | 1.855         | 1.592    |               |                |  |
| P.K. vértice acuerdo vertical            | 0+020,87      | 0+040,97 |               |                |  |
| Longitud del acuerdo vertical (m)        | 20,000        | 20,210   |               | > 40           |  |
| Distancia entre acuerdos verticales (m)  | 20            |          |               | > 40           |  |

|  | AL-ELE02-PROV |           | AL-ELE02-PROV | VALORES LÍMITE |       |
|--|---------------|-----------|---------------|----------------|-------|
| Radio alineación circular (m)            | 1.500,000     | 2.000,000 | 250,000       |                |       |
| P.K. inicial                             | 0+020         | 0+047,50  | 0+056,22      |                |       |
| P.K. final                               | 0+045,74      | 0+045,74  | 0+081,59      |                |       |
| Velocidad adoptada (km/h)                | 40,00         | 40,00     | 40,00         |                |       |
| Peralte teórico (mm)                     | 9             | 71        | 54            |                |       |
| Peralte real (mm)                        | 0             | 0         | 0             | < 110          |       |
| Insuficiencia peralte (mm)               | 9             | 71        | 54            | < 70           |       |
| Exceso de peralte (mm)                   | -9            | -7        | -54           | < 70           |       |
| Longitud alineación circular (m)         | 25,723        | 34,798    | 25,358        | > 20           |       |
| Aceleración vertical (m/s <sup>2</sup> ) | 0,004         | 0,028     | 0,023         | 0,000          | < 0,4 |
| Radio del acuerdo vertical (m)           | 2.874         | 2.984     | 8.395         | 6.897          |       |
| P.K. vértice acuerdo vertical            | 0+031.72      | 0+061.90  | 0+035,96      | 0+084,82       |       |
| Longitud del acuerdo vertical (m)        | 27,431        | 32,931    | 30,000        | 27,571         | > 40  |
| Distancia entre acuerdos verticales (m)  | 30            |           | 49            |                | > 40  |



## **APÉNDICE 3. DEFINICIÓN ANALÍTICA DEL TRAZADO DE LOS VIALES**



## TRAZADO EN PLANTA



## TRAZADO EN ALZADO



## **LISTADO DE PKs CADA 20 METROS**