

ANEJO 6. TRAZADO, PLATAFORMA Y SUPERESTRUCTURA

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN Y OBJETO	1
2. TRAZADO	1
2.1 Condicionantes generales	1
2.1.1 Geometría en planta y alzado de la línea actual y orografía de Zorrotza	1
2.1.2 Densidad de ocupación de suelo por edificaciones residenciales e industriales.....	2
2.1.3 Cruces con otras infraestructuras.....	3
2.1.4 Existencia de elementos de patrimonio arquitectónico en el entorno de la actuación	3
2.1.5 Instalaciones ferroviarias existentes a mantener o reponer.....	4
2.2 Criterios de trazado.....	5
2.2.1 Marco normativo.....	5
2.2.2 Diseño del trazado.....	5
2.2.3 Velocidades	6
2.2.4 Curvas.....	6
2.2.5 Secciones tipo	6
2.3 Justificación del cumplimiento de la normativa.....	7
2.3.1 Trazado en planta.....	7
2.3.2 Trazado en alzado.....	8
2.4 Descripción del trazado.....	9
2.4.1 Alternativa 1	9
2.4.2 Alternativa 2	11
2.4.3 Base de mantenimiento de catenaria y subestación eléctrica	13
2.4.3.1 Vía de acceso a la base de mantenimiento	13
2.4.3.2 Vial de acceso a la parcela	13
3. ESTUDIO DE GÁLIBOS	14
3.1 Gálibo de implantación de obstáculos.....	14
3.2 Gálibo en aceras de evacuación	15
3.3 Gálibo del pantógrafo.....	16
4. PLATAFORMA	16
4.1 Espesor de la capa de forma	16
4.2 Espesor de la banqueta de balasto y subbalasto	17
5. SUPERESTRUCTURA.....	18
5.1 Vía en balasto.....	18
5.1.1 Balasto tipo 2.....	18

5.1.2 Traviesas tipo DW.....	19
5.1.3 Carril 54-E1.....	20
5.2 Vía en placa	21
5.3 Transiciones	21
5.4 Aparatos de vía.....	22
5.5 Toperas de hormigón	22
5.6 Piquetes de vía	23

APÉNDICE 1. PERFIL LONGITUDINAL Y PARÁMETROS DE TRAZADO EN PLANTA DE LA LINEA ACTUAL

APÉNDICE 2. LISTADOS DE ALINEACIONES DE TRAZADO

APÉNDICE 3. JUSTIFICACIÓN DE PARÁMETROS

APÉNDICE 4. CÁLCULO DE RAMPAS CARACTERÍSTICAS

APÉNDICE 5. CÁLCULO DE GÁLIBOS NOMINALES

APÉNDICE 6. CÁLCULO DEL GÁLIBO DEL PANTÓGRAFO

1. INTRODUCCIÓN Y OBJETO

El objetivo del estudio de alternativas de trazado diseñadas en el “*Estudio Informativo para la integración urbana del ferrocarril en Zorrotza*” es el de verificar con la profundidad que este tipo de estudios requiere, la factibilidad de las posibles soluciones geométricas para las vías que, atendiendo a los requerimientos de explotación e integración urbana, cumplan con la normativa de trazado vigente y sirvan, además, para efectuar las oportunas valoraciones económicas.

En este anejo se describe en detalle tanto el trazado ferroviario de las alternativas que forman parte del Estudio Informativo, como la plataforma y la superestructura de vía adoptadas.

En cuanto al trazado, se describen los condicionantes de diseño existentes, se enumera la normativa vigente, describiendo los parámetros de diseño adoptados e incluyéndose los cálculos de verificación de cumplimiento de la misma, y se describen las alternativas de trazado diseñadas en esta fase del Estudio Informativo.

En lo referente a la plataforma, se efectúa el dimensionamiento de las capas de asiento de la vía: capa de forma, subbalasto y balasto.

En cuanto a la superestructura, se fijan la traviesa y el carril proyectados, así como los aparatos de vía utilizados, de forma que se defina así la sección tipo de las nuevas vías de ancho métrico.

2. TRAZADO

2.1 Condicionantes generales

Para la realización del estudio resulta fundamental un análisis del trazado que verifique la factibilidad de la geometría de las alternativas estudiadas, atendiendo a su nueva disposición soterrada.

Los condicionantes existentes son los siguientes:

- Geometría en planta (trazado en forma de herradura) y alzado (pendiente ascendente sostenida sentido Bilbao) de la línea actual y orografía de Zorrotza.
- Densidad de ocupación de suelo por edificaciones residenciales e industriales.
- Cruces con otras infraestructuras.
- Existencia de elementos de patrimonio arquitectónico en el entorno de la actuación.
- Instalaciones ferroviarias existentes a mantener o reponer.

2.1.1 Geometría en planta y alzado de la línea actual y orografía de Zorrotza

El ámbito de estudio en el que se desarrollan las alternativas de trazado se localiza entre la estación de Santa Águeda y el túnel de Olabeaga.

El trazado en planta a su paso por la estación de Zorrotza se caracteriza por una geometría en forma de herradura con un radio de 277,8 metros (velocidad de paso de 60 km/h). Pero este radio no es el mínimo que adopta el trazado en el ámbito de estudio, ya que una vez rebasada la estación de Santa Águeda, poco antes de la estación de Zorrotza, el trazado actual cuenta con una curva compuesta a derechas de radios 140,8 y 163,9 m, seguida de otra a izquierdas con un valor de 200 metros (velocidad de paso de 50 km/h para estas tres curvas), justo antes del punto de cruce con la tubería del Consorcio de Aguas de Bilbao. En esta zona el trazado actual cuenta con una alineación recta, seguida de una curva amplia a izquierdas de radio 769,2 m y otra recta anterior a la curva en la que se ubica la estación. Es en esta última recta en la que se ubica el escape y desvío que permiten el acceso a la base de mantenimiento de catenaria.

Cuando la línea ferroviaria se dispone en paralelo a la Avenida de Montevideo (N-634) una vez rebasada la estación de Zorrotza, el trazado en planta presenta una curva a derechas de radio 370,4 metros, seguida de otra a izquierdas de radio 1.250 metros justo antes del túnel de Olabeaga. Esto permite que la velocidad de paso en todo este tramo se aumente hasta los 80 km/h.

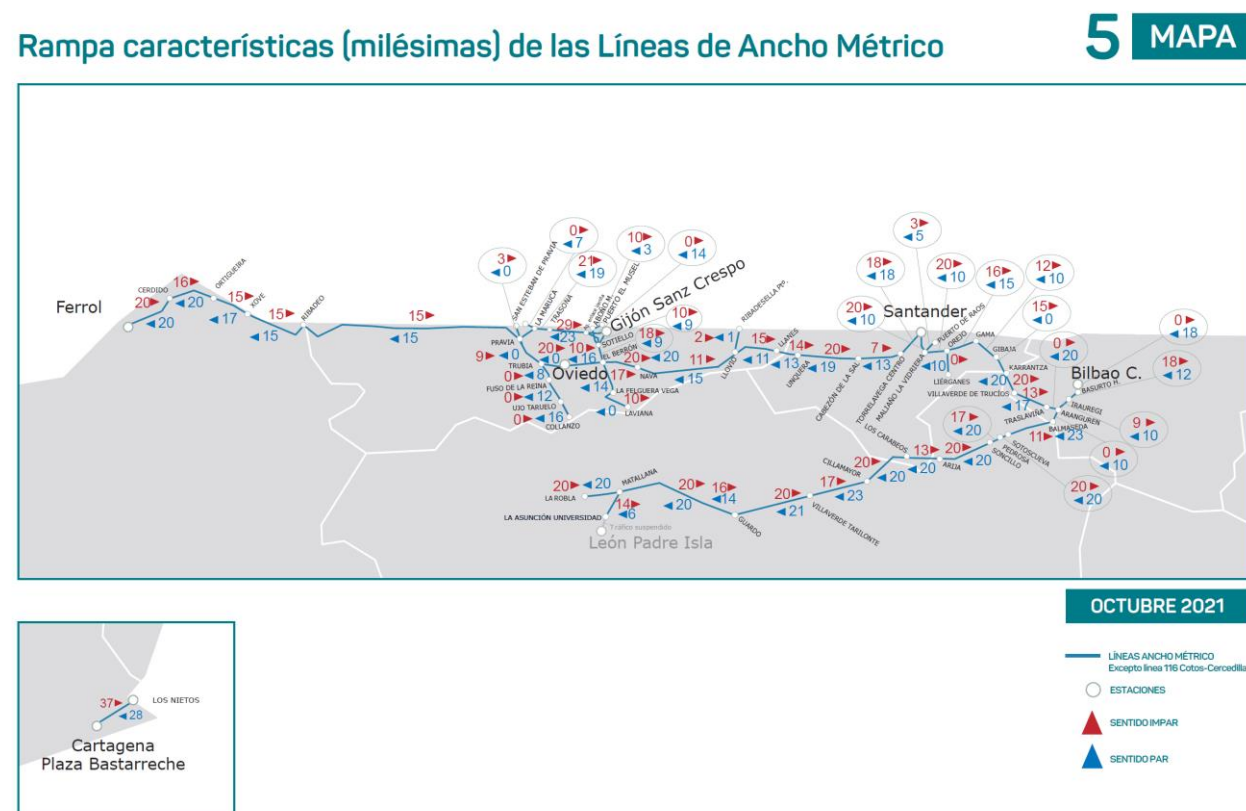
En cuanto al trazado en alzado, la rampa longitudinal máxima se da en la zona del barrio de Zorrotza, entre las rectas anterior y posterior a la curva de radio 277,8 metros donde se ubica la

estación, con un valor de 18 milésimas. Previamente el trazado cuenta con una rasante horizontal de 2.079,12 metros de longitud, que parte del túnel de Castrejana. A continuación del paso por el barrio de Zorrotza, cuando el trazado discurre en paralelo a la Avenida de Montevideo (N-634), el trazado presenta una rampa de 1,15 milésimas, que se mantiene hasta una vez rebasado el túnel de Olabeaga.

En el Apéndice 1 se adjunta el perfil longitudinal de la línea y los parámetros del trazado en planta en el ámbito de estudio.

El principal condicionante de trazado se encuentra en la definición de una rasante que, por un lado, sea compatible con el tráfico existente de mercancías, y por otro lado, permita ir lo suficientemente profundos para evitar la afección a las edificaciones existentes.

La pendiente máxima no debería superar las Rampas Características recogidas en la Declaración sobre la Red de ADIF. De acuerdo a la Declaración sobre la Red de ADIF de 2022, la línea de ancho métrico 08-780-Santander-Bilbao La concordia cuenta con una rampa característica máxima de 20 milésimas en el tramo Karrantza-Villaverde de Trucíos, mientras que en el tramo de actuación Irauregi-Basurto Hospital, la rampa característica es de 18 milésimas en el sentido Bilbao. A continuación se incluye la imagen con las rampas características de la línea.



Rampas características de la línea 08-780 Santander-Bilbao La concordia según la Declaración sobre la Red de ADIF de 2022

2.1.2 Densidad de ocupación de suelo por edificaciones residenciales e industriales

Zorrotza es un barrio de Bilbao que se localiza en el extremo oeste de la ciudad. Se encuentra bastante constreñido, al ser atravesado por infraestructuras de transporte como la Autopista A-8 y dos líneas de ferrocarril, y estar delimitado por los ríos Cadagua y el río Nervión-Ibaizabal.

En el barrio de Zorrotza residen un total de 11.540 habitantes. El barrio está dividido a su vez en tres zonas, separadas físicamente por barreras arquitectónicas e infraestructuras:

- **Siete campas:** Es la parte del barrio que se encarama en la falda del monte Cobetas. Está delimitado por la autopista A8 y la línea de ancho métrico Santander-Bilbao La Concordia, que lo separan del resto del barrio. Es una zona residencial, básicamente formada en su mayor parte por bloques de viviendas sin comercios en sus bajos y con algunas zonas ajardinadas. Cuenta con los dos colegios de educación primaria del barrio. Según datos censales, en esta zona residen unos 4.000 habitantes.
- **Zorrotza:** Es el centro que dio nombre al conjunto del barrio. Cuenta con las dos arterias principales del mismo: La carretera Zorrotza-Kastrexana y la calle Fray Juan. Es la parte mejor comunicada al contar con dos estaciones de ferrocarril además de las paradas de autobús. Cuenta con el instituto de educación secundaria, el mercado de las galerías omega, el ambulatorio, el parque del ferial, la mayor parte de las sedes de los bancos, el polideportivo, la biblioteca municipal y supermercados.
- **La base - El puntal:** Esta zona está alejada del ámbito de este estudio. Es la zona más degradada del barrio, separada físicamente del resto por la línea de Cercanías C-1 y C-2.

En la imagen adjunta se representan las tres zonas del barrio citadas (Siete Campas en verde, Zorrotza en marrón y Base-El Puntal en azul) y las infraestructuras de transporte existentes (línea de ancho métrico en azul claro).



Zonas del barrio de Zorroza

2.1.3 Cruces con otras infraestructuras

Son varias las infraestructuras que podrán tener que ser cruzadas por las distintas alternativas a estudiar: la Autopista A-8, la carretera BI-3742 y la Variante Sur Ferroviaria de Bilbao (actualmente en fase de Estudio Informativo).

Dada su elevada IMD, se ha de procurar evitar afectar a la **Autopista A-8** en la zona de cruce durante las obras. Por tanto, se ha de resolver el cruce bajo la misma en túnel, lo cual condicionará el trazado en planta, al ser necesario disponer de montera suficiente.

Para el cruce bajo la **Carretera BI-3742** la situación es diferente, dado que el tráfico soportado por ésta es mucho menor. Se pueden plantear situaciones provisionales en la carretera durante las obras, si resulta necesario ocupar temporalmente este vial para la ejecución del inicio del túnel en las soluciones que se plantean.

Actualmente está en fase de estudio informativo la **Variante Sur Ferroviaria de Bilbao** en sus fases 1 y 2. Las alternativas objeto del presente estudio han de considerar los posibles corredores en estudio para dicha Variante Sur. En el momento de redacción de este documento, las alternativas

de trazado que están contempladas cruzan el trazado de la línea de ferrocarril Santander-Bilbao La concordia a la altura del P.K. 642+918, no viéndose afectado por tanto por el trazado de las soluciones que se plantean en este Estudio.

2.1.4 Existencia de elementos de patrimonio arquitectónico en el entorno de la actuación

De los elementos pertenecientes al **patrimonio arquitectónico** en la zona de estudio, por su proximidad a las alternativas objeto de estudio cabe destacar los siguientes elementos:

Nombre	Tipo de protección propuesta
Cooperativa de obreros de La Jabonera Tapia	Inmueble propuesto para su declaración como Bien Cultural de Protección Media por la Dirección Patrimonio Cultural del Departamento de Cultura y Política Lingüística del Gobierno Vasco
Cooperativa Obreros de Kastrexana	Inmueble propuesto para su declaración como Bien Cultural de Protección Media por la Dirección Patrimonio Cultural del Departamento de Cultura y Política Lingüística del Gobierno Vasco
Flex S.A.	Inmueble que cuenta con una propuesta de declaración como Bien Cultural de Protección Básica del Centro de Patrimonio Cultural del Gobierno Vasco para su inclusión en los Catálogos de la normativa urbanística de Bilbao
La Amistad	Inmueble propuesto para su declaración como Bien Cultural de Protección Media por la Dirección Patrimonio Cultural del Departamento de Cultura y Política Lingüística del Gobierno Vasco
Puente viario BI-3742	Inmueble que cuenta con una propuesta de declaración como Bien Cultural de Protección Básica del Centro de Patrimonio Cultural del Gobierno Vasco para su inclusión en los Catálogos de la normativa urbanística de Bilbao



Elementos de Patrimonio Arquitectónico

2.1.5 Instalaciones ferroviarias existentes a mantener o reponer.

Junto al paso a nivel del camino de Zorrozoiti existe una **subestación eléctrica** de la línea de Ancho Métrico, así como una **Base de Mantenimiento de Catenaria**, dotada de una vía con nave-almacén, zona de acopio de materiales de vía, aparcamiento y zona de oficinas.



Instalaciones existentes

En las alternativas planteadas, el espacio ocupado por las vías actuales que quedan fuera de servicio se libera, debiéndose prever un espacio en el que reubicar las instalaciones existentes.

La parcela en la que reubicar la subestación eléctrica y la base de mantenimiento ha de cumplir:

- Ha de tener acceso rodado.
- Ha de tener acceso ferroviario.
- Ha de tener una superficie (la parcela actual tiene una superficie total de 2.500 m²) que albergue:
 - Edificio de subestación: el actual tiene dimensiones 26x11 metros, a lo que hay que añadir espacio para pórticos de salida de feederes de 8x9 metros.
 - Nave-cochera de catenaria. La actual tiene 11x13 metros.
 - Edificio de oficinas. El actual tiene dos plantas, con una superficie cada una de 20x6 metros.
 - Zona de aparcamiento y acopio de materiales. La actual tiene una superficie de unos 300 m² de acopio y 425 m² de aparcamiento.

2.2 Criterios de trazado

2.2.1 Marco normativo

La normativa de referencia para el diseño del trazado de una línea de ancho métrico es la siguiente:

- La Norma NFI VIA 002 de FEVE (1999).
- La Norma NFI ANDENES 002 de FEVE (1999).
- La norma NAP 1-2-1.0 “METODOLOGÍA PARA EL DISEÑO DEL TRAZADO FERROVIARIO” de ADIF (1ª edición de enero de 2021).

Cabe señalar que en la Norma NFI VIA 002 de FEVE (1999) y la Norma NFI ANDENES 002 de FEVE (1999) queda sin efecto cualquier prescripción que se haga y que sea contraria a lo citado en la NAP 1-2-1.0 “METODOLOGÍA PARA EL DISEÑO DEL TRAZADO FERROVIARIO”.

En base a esto, los parámetros de trazado considerados son los siguientes:

PARÁMETROS DEL TRAZADO EN PLANTA

NORMA	PARÁMETRO	VALOR
NAP 1-2-1.0	Máximo peralte	90 mm
	Aceleración sin compensar	0,65 m/s ⁵
	Exceso de peralte	60 mm
	Insuficiencia de peralte	70 mm
	Variación de peralte con el tiempo	35 mm/s
	Variación de la insuficiencia con el tiempo	40 mm/s
	Variación de la aceleración sin compensar con el tiempo	0,36 m/s ³
	Variación del peralte respecto a la longitud	2 mm/m
	Long mínima alineaciones de curvatura constante	V/3 (nunca inferior a 20 m)
NFI VIA 002	Radio mínimo	200 (referencia)-100 (normal)
	Tangente desvíos vía general	0,11
	V máxima	100 km/h (para R>500 m)

PARÁMETROS DEL TRAZADO EN ALZADO

NORMA	PARÁMETRO	VALOR
NAP 1-2-1.0	Pendiente máxima	12,5 ‰ (referencia) 15,0 ‰ (normal y excepcional)
	Kv mínimo	0,35 V ² (min 2.000)
	Aceleración en acuerdos verticales	0,22 m/s ²
	Longitud mínima acuerdos verticales	20 m
	Longitud mínima rasante uniforme	V/2 (nunca inferior a 20 m)

En las tablas anteriores, los valores que se incluyen de la norma NAP 1-2-1.0 son los correspondientes a los valores límites de referencia.

En el diseño de las vías en la zona de andenes, la distancia del borde activo del carril al bordillo de coronación del andén será de 0,95 m. Para referir la distancia al eje de vía, que es con el que se realiza el trazado, habría que añadir la mitad de ancho de vía métrico (0,5 m), por lo que la distancia a considerar de eje a borde de andén es 1,45 m. Además, la distancia vertical de cabeza de carril a borde de andén es 1,05 m.

2.2.2 Diseño del trazado

Para el diseño del trazado se han seguido las siguientes premisas:

- Se adopta una kilometración relativa para todas las vías diseñadas, comenzando cada eje en el P.K. 0+000.
- Los desvíos diseñados se han de ubicar en tramo recto en planta y en pendiente uniforme en alzado
- La velocidad de diseño de todas las vías se fija en coherencia con la proximidad de la estación (punto de parada para trenes de viajeros) y con la velocidad de paso de las curvas colaterales existentes. Además, la presencia de aparatos de vía condiciona dicha velocidad, no tanto por vía directa, como sí por desviada. De igual modo, para la vía de acceso a la Base de Mantenimiento de catenaria se adoptan velocidades bajas, condicionada por el desvío de acceso a esta vía.
- Con carácter general se emplean curvas de transición (clotoides) entre alineaciones rectas y curvas donde establecer el peralte, puesto que se opta por peraltar todas y cada una de las curvas de vía general.

- La vía de acceso a la Base de Mantenimiento de catenaria no se peralta y por lo tanto no precisa clotoides de transición, siendo posible por la reducida velocidad de paso. En las curvas no peraltadas se tendrá en consideración la variación brusca de la insuficiencia de peralte.
- Para la instalación de los aparatos de vía, según consta en los esquemas constructivos de los fabricantes especializados, se requiere una reserva de espacio en la zona del talón que corresponde con las traviesas comunes a las vías directa y desviada.
- Por labores de mantenimiento, entre dos aparatos de vía consecutivos (en este estudio se da el caso entre junta de contraaguja y talón) debe instalarse un tramo recto con una longitud mínima de 6,0 metros.
- Los andenes contarán con una longitud útil de 100 metros, los cuales deberán estar en recta. Esta longitud permite el estacionamiento de trenes de viajeros de las series 524/527 de Renfe (media distancia) y de la serie 436 de Renfe (cercanías) en doble composición.

2.2.3 Velocidades

Las velocidades objetivo se establecen atendiendo a la proximidad o lejanía de la estación, así como en función del carácter de la vía.

En este sentido, la velocidad se encuentra enormemente condicionada por el trazado en forma de herradura de la línea ferroviaria actual y la necesidad de implantar alineaciones rectas para ubicar los andenes de la estación subterránea de Zorrotza y los aparatos de vía de acceso a la vía exclusiva de mercancías, provocando que los radios de entrada y salida de la estación sean muy reducidos, y por lo tanto sus velocidades. No obstante, debido a la parada de todas las circulaciones de viajeros en la estación, este hecho no resultará un problema.

ALTERNATIVA	EJE	VÍAS	P.K. INICIAL	P.K. FINAL	VELOCIDAD (KM/H)
1	1	1 y 2	0+000,000	0+200,575	75
			0+200,575	1+080,063	55
			1+080,063	1+553,773	75
	2	3	0+000,000	0+663,938	50
2	5	1 y 2	0+000,000	0+200,575	75
			0+200,575	1+080,063	55
			1+080,063	1+553,773	75
	6	3	0+000,000	0+698,030	45

Tal y como se desprende de la tabla anterior, las alternativas 1 y 2 cuentan con las mismas velocidades para el trazado de las vías de viajeros (vías 1 y 2), existiendo la única diferencia en la velocidad de la vía exclusiva para mercancías (vía 3), que en el caso de la alternativa 2 es de 5 km/h inferior.

Para la vía de acceso a la base de mantenimiento de catenaria, la velocidad está determinada por la única curva de que consta este acceso, siendo de 29 km/h. Debido a la escasa longitud de esta vía con topera en su punto final, este valor tan reducido no resultará un inconveniente.

Más adelante se justifican los parámetros obtenidos de aplicar estas velocidades a las vías proyectadas.

2.2.4 Curvas

Las curvaturas empleadas, como criterio general, deben ser del mayor radio posible. Además del radio también hay que estudiar y comprobar su longitud o desarrollo una vez implantado en el trazado, estando la elección de la curva condicionada por ambos aspectos.

La circulación del material móvil por una curva de radio mayor se facilita al reducirse los rozamientos y los mantenimientos derivados de los esfuerzos transversales a los que la vía queda sometida. En los casos extremos se evita el tope entre los diferentes vehículos que constituyen el tren.

La normativa NAP 1-2-1.0 establece para los radios en planta una curva mínima de 200 m como valor de referencia, 100 m como normal y 90 como excepcional. Estas curvaturas mínimas son valores límite, y se opta por usar radios mayores a los indicados. Cuando la curva cuenta con un radio inferior a los 200 m es preciso disponer un sobrecancho en la vía.

Para el presente estudio se adoptan los siguientes radios mínimos de curvatura:

- Vías 1 y 2: 160 m para la Alternativa 1 y 2.
- Vía 3: 140 m para la Alternativa 1 y 125 m para la Alternativa 2.
- Vía de acceso a la base de mantenimiento de catenaria: 100 m.

2.2.5 Secciones tipo

Vía doble en balasto

- Entrevía: 3,5 m.
- Ancho de plataforma: 11,5 m.
- Espesor de balasto: 25 cm (bajo traviesa)

- Hombro de balasto: 0,9 metros
- Talud de hombro de balasto: 5H:4V
- Espesor de subbalasto: 20 cm
- Espesor de capa de forma: 35 cm
- Distancia horizontal de eje de vía a poste: 2,5 metros
- Distancia horizontal de eje a canaleta: 3 m.
- Cuneta de desmonte: rectangular de 0,4 x 0,4 metros y 0,1 metros de espesor.
- Talud de desmonte: 3H:2V
- Talud de terraplén: 2H:1V

Vía única en balasto (acceso a la base de mantenimiento de catenaria)

- Ancho de plataforma: 7,5 m
- Espesor de balasto: 25 cm (bajo traviesa)
- Hombro de balasto: 0,9 m
- Talud de hombro de balasto: 5H:4V
- Espesor de subbalasto: 20 cm
- Espesor de capa de forma: 35 cm
- Distancia horizontal de eje de vía a poste: 2,5 m
- Distancia horizontal de eje a canaleta: 3 m
- Cuneta de desmonte: rectangular de 0,4 x 0,4 metros y 0,1 metros de espesor.
- Talud de desmonte: 3H:2V
- Talud de terraplén: 2H:1V

Vía doble en placa en túnel en mina

- Entrevía: 3,5 m
- Sistema de vía en placa: Stedef
- Anchura de paseo: 1,56 metros a derecha e izquierda
- Distancia de eje de vía a borde de paseo: 1,82 metros a derecha e izquierda
- Anchura máxima de la sección de túnel: 10,28 metros

Vía única en placa en túnel en mina (túnel de mercancías)

- Sistema de vía en placa: Stedef
- Anchura de paseo: 1,56 metros a derecha e izquierda. El izquierdo es utilizado para evacuación.
- Distancia de eje de vía a borde de paseo: 1,82 metros a izquierda y 1,76 metros a derecha
- Anchura máxima de la sección de túnel: 6,81 metros

Vía triple en placa en túnel en mina

- Entrevía para ejes de viajeros: 3,5 m

- Entrevía para ejes de viajeros-mercancías: variable
- Sistema de vía en placa: Stedef
- Anchura de paseo: 1,57 metros a derecha e izquierda y variable para central
- Distancia de eje de vía a borde de paseo: 1,81 metros en eje de viajeros y derecho de mercancías, siendo de 1,75 metros para el izquierdo de mercancías.
- Anchura máxima de la sección de túnel: Variable 12,03-22,03 metros.

Vía doble en placa en caverna de estación (Alternativa 1)

- Entrevía: 3,5 m
- Sistema de vía en placa: Stedef
- Distancia horizontal de eje de vía a borde de andén: 1,45 metros
- Distancia vertical de cota de carril a bordillo de andén: 1,05 metros
- Anchura de andén: 4,55 metros
- Anchura máxima de la sección de caverna: 16,4 metros

Vía triple en placa en caverna de estación (Alternativa 2)

- Entrevía para ejes de viajeros: 3,5 m
- Sistema de vía en placa: Stedef
- Distancia horizontal de eje de vía de viajeros a borde de andén: 1,45 metros
- Distancia vertical de cota de carril de viajeros a bordillo de andén: 1,05 metros
- Anchura de andén: 4,55 metros
- Distancia de eje de vía de mercancías a borde de paseo: 1,75 metros
- Anchura máxima de la sección de caverna: 21,8 metros

2.3 Justificación del cumplimiento de la normativa

En el Apéndice 3, se adjuntan las tablas de verificación de los parámetros resultantes en planta y alzado de aplicar la normativa al trazado.

2.3.1 Trazado en planta

Variante de trazado ferroviario. Alternativas 1 y 2

Tal y como se ha indicado en apartados anteriores, para radios inferiores a los 200 metros es necesario que la vía cuente con un sobrancho. A continuación se incluye una tabla con los anchos de vía necesarios en función del radio diseñado en las dos alternativas:

RADIO (m)	ANCHO DE VÍA (mm)
125	1.010
140	1.010
155	1.005
160	1.005
180	1.005

El trazado en planta de la vía de viajeros+mercancías (vías 1 y 2) de las alternativas 1 y 2 es el mismo. Cuenta con un radio mínimo de 160 metros en la entrada y salida de la estación, que cumple para una velocidad de 55 km/h para valores de referencia de la norma. El resto del trazado, más alejado de la estación, cumple para 75 km/h.

En cuanto a la vía exclusiva de mercancías (vía 3), el radio mínimo adoptado es de 140 m para la alternativa 1 y de 125 m para la alternativa 2. Con estos valores, las velocidades que se pueden alcanzar son de 50 y 45 km/h para las alternativas 1 y 2 respectivamente, en ambos casos para los valores de referencia de la normativa. Estas velocidades son superiores a las que permite el desvío de acceso a esta vía (DSMH-B1-54-190-1:10,5-CR-D/I), que es de 40 km/h.

Acceso a la base de mantenimiento

El acceso a la base de mantenimiento está constituido por un único radio de valor 100 metros y una recta hasta llegar a la nave-almacén, cumpliendo para una velocidad de 29 km/h. Además, la conexión con la vía 2 se lleva a cabo a través de un desvío del tipo DSMH-B1-54-190-1:10,5-CR-D, cuya velocidad por vía desviada es de 40 km/h.

2.3.2 Trazado en alzado

Variante de trazado ferroviario. Alternativas 1 y 2

El trazado en alzado se ha diseñado de manera que no condiciona en ningún momento el trazado en planta, cumpliendo en todo momento para una velocidad superior a 20 km/h los resultados obtenidos del trazado en planta.

Con respecto a las rampas máximas del trazado, en el apartado 4.4.15. de la NAP 1-2-1.0 "METODOLOGÍA PARA EL DISEÑO DEL TRAZADO FERROVIARIO" de ADIF (1ª edición de enero de 2021) para actuaciones en líneas existentes se indica:

"Para el diseño de variantes locales se procurará evitar que la rampa característica del nuevo trazado proyectado supere el valor de la rampa característica existente en el corredor en que se integra esta variante local. En la medida de lo posible, se utilizarán los parámetros antes indicados para líneas nuevas, previo análisis de la viabilidad de la aplicación de estos parámetros en la totalidad del corredor."

Debido a los condicionantes de trazado explicados en apartados anteriores, no resulta viable adoptar los valores de rampa indicados para líneas nuevas y tráfico mixto (máximo de 15 milésimas para valor límite excepcional). En este sentido, se lleva a cabo el análisis de las rampas características.

Según la Declaración sobre la Red de ADIF de 2022, el trayecto entre las estaciones de Irauregui y Basurto cuenta con una rampa característica de 18 milésimas en el sentido Bilbao, siendo la rampa característica de la línea de 20 milésimas, alcanzada en algunos trayectos, como el que va desde Carranza hasta Villaverde de Trucíos, en ambos sentidos de circulación.

Teniendo en cuenta que el trazado actual a la altura del barrio de Zorrotza cuenta con una rampa de 18 milésimas y el trazado en planta cuenta con un radio de 277,8 metros, no es posible que la rampa característica del trayecto resulte de 18 milésimas, tal y como se indica en la Declaración de la Red de ADIF, porque la rampa ficticia en este tramo es superior y difiere en más de 3 milésimas con las del resto de los tramos del trayecto Irauregui-Basurto, que cuentan con un valor máximo de 1,15 milésimas (ver perfil longitudinal y parámetros del trazado en planta en el Apéndice 1).

Teniendo en cuenta esto, se lleva a cabo el cálculo de las rampas características para el trayecto Irauregui-Basurto de acuerdo a la metodología que se desarrolla en la NAP 1-2-1.0 "METODOLOGÍA PARA EL DISEÑO DEL TRAZADO FERROVIARIO", tanto para el trazado de la situación actual, como para las dos alternativas que se plantean en este estudio.

Para el cálculo se ha tenido en cuenta, de acuerdo al perfil longitudinal entre las estaciones de Irauregui y Basurto, lo siguiente:

- Desde la estación de Irauregui hasta el punto de inicio de la variante de trazado, la rasante es con pendiente descendente o nula, no pudiéndose superar la rampa ficticia en el tramo de actuación.
- Desde el punto final de la variante de trazado hasta la estación de Basurto, la rampa máxima es de 1,15 milésimas, no pudiéndose superar la rampa ficticia en el tramo de actuación.
- Por lo tanto, en el único tramo en el que la rampa ficticia puede superar la rampa característica del trayecto es en el tramo de estudio.

Los resultados que se obtienen de la rampa característica en el trayecto Irauregui-Basurto son los siguientes:

- Situación actual: 20 milésimas.
- Alternativa 1: 20 milésimas.
- Alternativa 2: 20 milésimas.

El cálculo de estas rampas características se adjunta en el Apéndice 4.

En consecuencia, la rampa característica del trazado actual del trayecto Irauregui-Basurto es de 20 milésimas, a diferencia de lo que se indica en la Declaración sobre la Red de ADIF de 2022, seguramente por no haberse considerado en este documento las rampas ficticias e indicarse únicamente el valor máximo de la rasante.

Por lo tanto, con el trazado de las Alternativas 1 y 2 no se incrementa el valor de la rampa característica del trazado actual en el trayecto Irauregui-Basurto (20 milésimas), y tampoco el del corredor que cuenta con un valor máximo de 20 milésimas en el trayecto Carranza-Villaverde de Trucíos, de acuerdo a la Declaración sobre la Red de ADIF.

Acceso a la base de mantenimiento

El acceso a la base de mantenimiento cuenta con dos pendientes de 1,3 y 0 milésimas, unidas por un acuerdo vertical de parámetro 15.503 metros. Con estos valores no se condiciona el trazado en planta.

2.4 Descripción del trazado

Las alternativas que se proponen cuentan con un nuevo trazado subterráneo bajo la zona de Siete Campas del barrio de Zorrotza, que permite la supresión de los dos pasos a nivel de Zorrozgoiti y Zorrotza situados en los PP.KK. 643+926 y 644+180 de la línea de ancho métrico 08-780 Santander-Bilbao La Concordia, y cuentan además con una nueva estación subterránea para mantener el servicio de la estación actual.

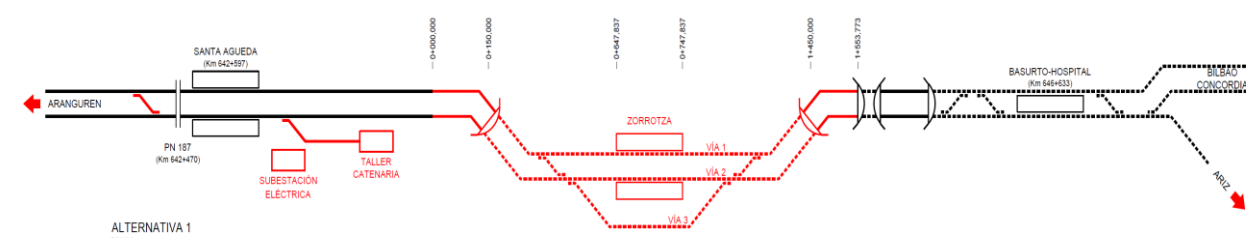
En las dos alternativas que se proponen el tráfico de mercancías se segrega del de viajeros a su paso por la estación y discurre por un lateral. Con esta configuración se consiguen las siguientes ventajas:

- Permite considerar en el estudio de evacuación de la estación en caso de incendio una potencia máxima de 15 MW (en lugar de los 30 MW para tráfico mixto), dando como resultado unas instalaciones más económicas y unos menores riesgos asociados a esta situación de emergencia.
- Por otro lado, la vía de mercancías lateral permite en la futura estación de viajeros la perspectiva de los dos andenes, asimilándola a una funcionalidad más acorde al resto de estaciones de transporte público ferroviario de Bilbao, y mejorando su confortabilidad.

2.4.1 Alternativa 1

Tal y como se ha indicado anteriormente, se ha estudiado una solución que permita evitar que los tráficos de mercancías atraviesen la caverna de la estación. Para ello se ha diseñado un segundo túnel de vía única de uso exclusivo de mercancías (By-pass), que cizallando la doble vía principal en los trayectos colaterales discurre al sur de la caverna de la estación de viajeros.

Esta alternativa consiste por tanto en una variante ferroviaria de 1.553 metros de longitud que consta de un túnel de vía doble a lo largo de 1.300 metros, con una estación en caverna de vía doble bajo el barrio de Siete Campas, y un segundo túnel de vía única de mercancías de 430 metros de longitud que se bifurca del anterior y sorteja la caverna de la estación por el sur a modo de By-pass. El esquema ferroviario es el siguiente:



Esquema funcional de la Alternativa 1

Entre el túnel de vía doble y los dos túneles independientes a la altura de la estación, existe una caverna de bifurcación con tres vías.

Esta alternativa implica una reducción de recorrido entre las estaciones de Santa Águeda y Hospital de Basurto de 406 metros, pasando de los 4.083 metros actuales a 3.677 metros por la variante.

Para la modelización del trazado se han utilizado dos ejes:

- Eje 1: cuenta con una longitud de 1.553,773 metros y representa el trazado de las vías 1 (vía impar) y 2 (vía par).
- Eje 2: cuenta con una longitud de 663,938 metros y representa el trazado de la vía 3 exclusiva de mercancías.

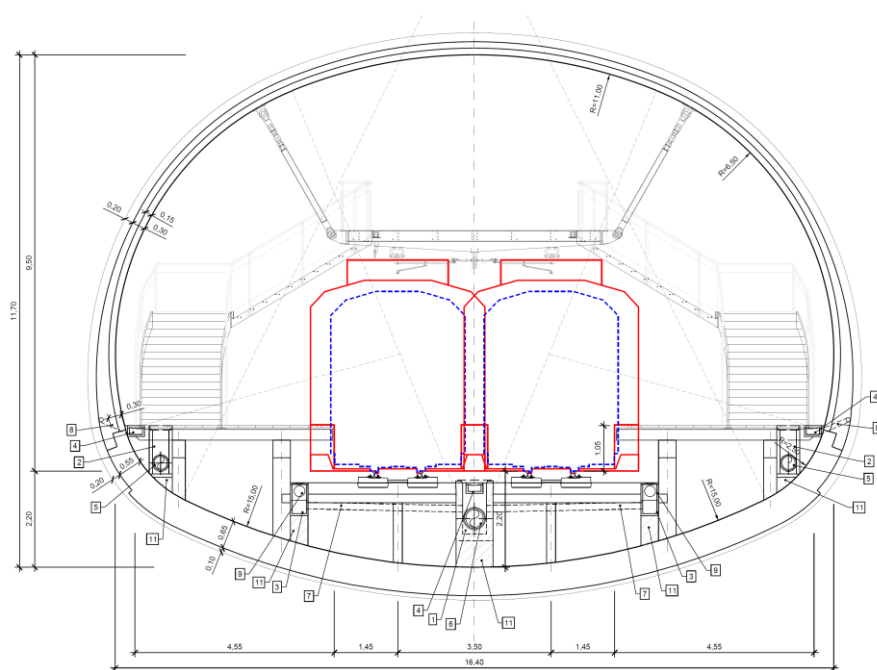
Vía de viajeros y mercancías (vías 1 y 2)

El trazado de la variante se inicia justo después del punto de cruce con la tubería del Consorcio de Aguas de Bilbao (P.K. 643+250 de la línea actual) con un eje de vía doble que representa las vías 1 y 2. Comienza con una curva a derechas de radio 300 metros para adentrarse en el lado montaña

mediante un túnel de vía doble, cuyo emboquille se realiza en el P.K. 0+150, justo antes del punto de cruce con la carretera BI-3742.

Antes de llegar a la caverna en la que se ubica la estación de Zorrotza, el trazado en planta cuenta con una curva a izquierdas y una curva a derechas de radios 180 y 160 metros respectivamente, separadas por una alineación recta en la que se ubican el escape y desvío que permiten el acceso hacia la vía exclusiva de mercancías (vía 3), siendo en todos los casos los aparatos de vía del tipo DSMH-B1-54-190-1:10,5-CR-D.

A continuación se localiza la estación en caverna de Zorrotza, cuyos andenes se han diseñado en alineación recta tanto en planta como en alzado, y cuentan con una longitud útil de 100 metros entre los PP.KK. 0+647,837 y 0+747,837.



Sección tipo caverna de la estación de Zorrotza en la Alternativa 1

La estación se emplaza soterrada a considerable profundidad bajo el barrio de Zorrotza, siendo la diferencia de cotas con el terreno sobre el eje de la misma de entre 25 y 31 metros. Los cañones de acceso resultan por ello de considerable longitud.

La caverna tiene un total de tres accesos desde el exterior, dos cañones y una batería de ascensores, los cuales comunican la calle con el vestíbulo a cota de mezzanina de la estación. Estos accesos se realizan desde el parque Alazne López Etxebarria, el barrio Ignacio Miranda y la batería de ascensores desde la calle Zorrotzguna.

La estación cuenta con salidas de emergencia a nivel de andenes, de mezzanina y en los cañones de acceso, que permiten a los ocupantes realizar la evacuación en condiciones de seguridad hasta el espacio exterior seguro final en la calle. Para ello se ha diseñado una red de galerías (incluyendo zonas de refugio para personas con discapacidad) que conectan las salidas de emergencia con dos pozos verticales, situados en cada lado de la estación, los cuales conducen finalmente a los viajeros a dos espacios abiertos disponibles en el denso entorno urbano exterior, canchas de Zazpilanda y el Grupo Aldapeta.

La ventilación proyectada en la estación de Zorrotza se compone de dos ventilaciones de emergencia, anterior y posterior a la caverna de la estación:

- Ventilación de emergencia sur: esta ventilación de emergencia entronca con el túnel de vía doble en el P.K. 0+578, realizándose la salida a superficie mediante una arqueta de ventilación a la altura de la Cooperativa de Obreros de Castrejana.
- Ventilación de emergencia norte: esta ventilación de emergencia entronca con el túnel de vía doble en el P.K. 0+815, realizándose la salida a superficie mediante una arqueta de ventilación en la carretera BI-636.

Una vez rebasada la estación, el trazado cuenta con una curva a derechas de radio 160 metros para ubicarse en paralelo a la Autopista A-8 y poder realizar más adelante el cruce bajo la misma con tapada suficiente. En esta zona se ha encajado de nuevo una alineación recta para situar los aparatos de vía de acceso a la vía exclusiva de mercancías (vía 3), siendo en todos los casos del tipo DSMH-B1-54-190-1:10,5-CR-I.

Mediante una curva a izquierdas de radio 300 metros se produce el cruce bajo la Autopista A-8 y finalmente el trazado en planta adopta una curva a derechas para conectar con la vía actual en el P.K. 1+553,773 (P.K. 645+209 de la línea actual) justo antes del inicio del túnel de Olabeaga.

El emboquille de salida del túnel de vía doble se realiza en el P.K. 1+450.

En cuanto al trazado en alzado, la rasante es en todo momento ascendente, con un valor máximo de 18 milésimas, tanto en el tramo inicial como en el final de la variante. En la zona de andenes de la estación se reduce el valor hasta las 2 milésimas, y una vez rebasada la misma el trazado adopta una rampa de 11 milésimas.

Entre las alineaciones de rasante uniforme se han diseñado acuerdos verticales, con un parámetro mínimo de 3.200 metros para los cóncavos y de 2.000 metros para los convexos.

Vía exclusiva de mercancías (vía 3)

Por su parte, el túnel de mercancías de vía única se ubica al sur del de viajeros de vía doble, y su trazado cuenta con unos radios mínimos de valor 140 metros. La separación entre este eje y el de viajeros a la altura de la caverna de la estación es de 32 metros.

La vía exclusiva de mercancías (vía 3) cuenta con una rampa de 11 milésimas, a excepción de los puntos de conexión con la de viajeros, donde se tienen que adoptar los mismos valores con la que cuenta aquella. Los dos acuerdos verticales proyectados tienen un parámetro de valor 5.000 metros.

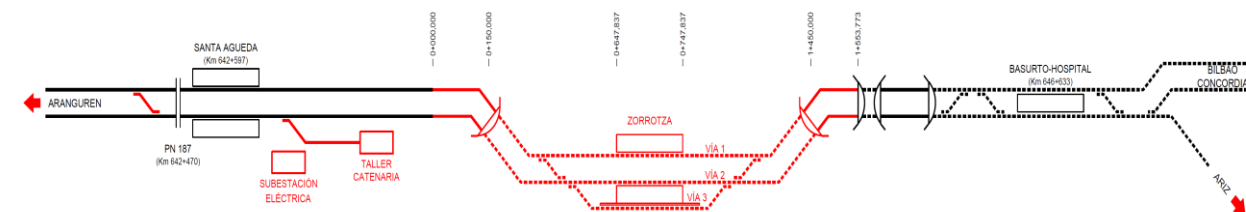
Los datos más relevantes de esta solución son los que se incluyen a continuación:

- Longitud de variante: 1.553 metros.
- Longitud de túnel de vía doble: 1.300 metros (incluidas cavernas).
- Longitud túnel de vía única: 430 metros (excluidas cavernas).
- Radio mínimo viajeros (vías 1 y 2): 160 metros.
- Radio mínimo mercancías (vía 3): 140 metros.
- Rampa máxima: 18 milésimas.
- Pendiente en estación: 2,0 milésimas.
- Radio en estación: recta
- Longitud de andén: 100 metros.
- Profundidad máxima de andén: 29,8 metros.
- Distancia de caverna a estación actual: 200 metros.
- Montera mínima bajo edificios: 11,2 m (P.K. 0+330 vías 1 y 2) y 13,0 m (P.K. 0+140 vía 3).
- Reducción de recorrido: 406 metros.

2.4.2 Alternativa 2

Esta solución se diferencia de la alternativa 1 en que se diseña una estación en caverna común para los trenes de viajeros y de mercancías, discurriendo estos últimos por una vía lateral que está separada por un muro vertical de la zona de andenes de viajeros.

La solución consiste en una variante ferroviaria de 1.553 metros de longitud, que discurre en túnel a lo largo de 1.300 metros, correspondiendo 602 metros a un túnel de vía doble y 698 metros a uno de vía triple. El esquema ferroviario es el siguiente:



Esquema funcional de la Alternativa 2

Al igual que en la alternativa 1, esta solución implica una reducción de recorrido entre las estaciones de Santa Águeda y Hospital de Basurto de 406 metros, pasando de los 4.083 metros actuales a 3.677 metros por la variante.

Para la modelización del trazado se han utilizado dos ejes:

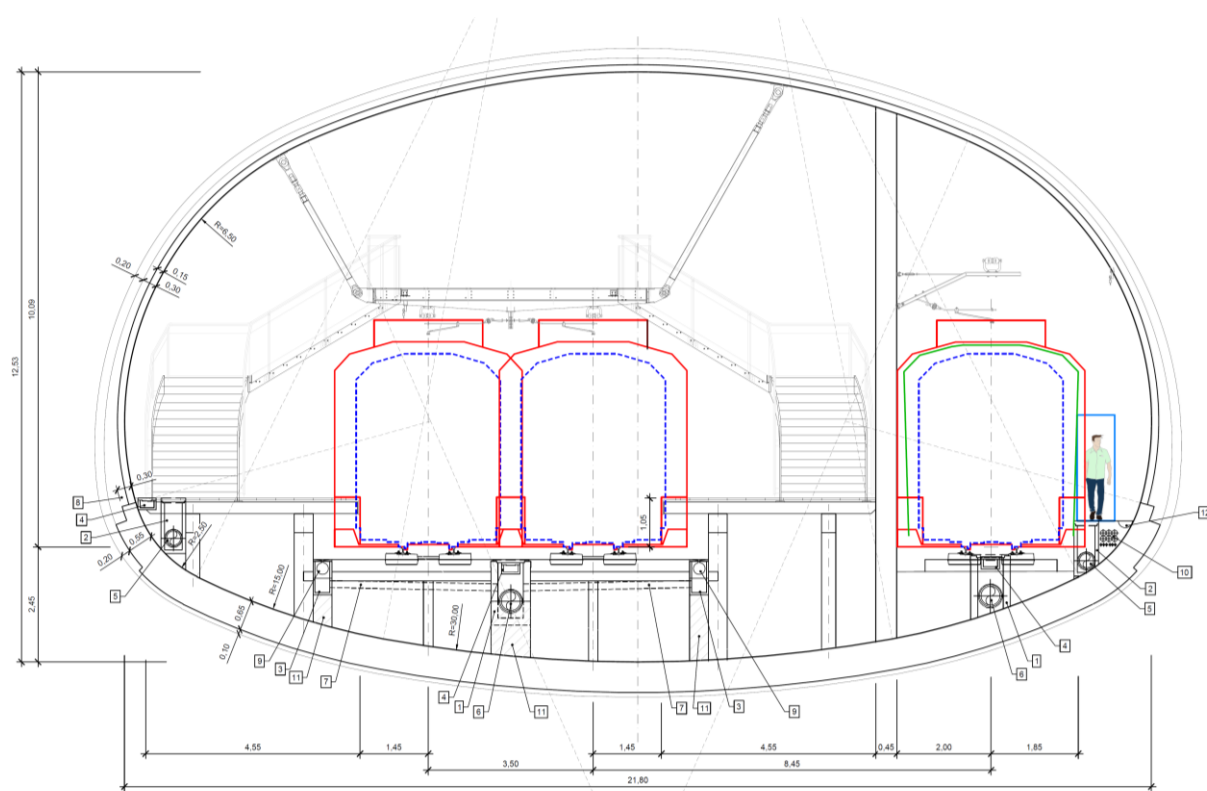
- Eje 5: cuenta con una longitud de 1.553,773 metros y representa el trazado de las vías 1 (vía impar) y 2 (vía par).
- Eje 6: cuenta con una longitud de 698,030 metros y representa el trazado de la vía 3 exclusiva de mercancías.

Vía de viajeros y mercancías (vías 1 y 2)

El trazado en planta de la vía de viajeros+mercancías (vías 1 y 2) es el mismo que el de la Alternativa 1, proyectándose los mismos aparatos de vía para el acceso a la vía exclusiva de mercancías (vía 3).

La pequeña diferencia se produce en alzado. Para que la vía exclusiva de mercancías no cuente con pendientes superiores a las 18 milésimas, la rampa de inicio de este eje es de 17,9 milésimas, (a diferencia de las 18 milésimas de la alternativa 1), manteniéndose los mismos valores de los acuerdos verticales.

Los andenes de la estación también cuentan con una longitud útil de 100 metros entre los PP.KK. 0+647,837 y 0+747,837. A diferencia de la alternativa 1, se trata de una caverna de vía triple donde la vía de mercancías está separada de los andenes de viajeros mediante un muro vertical.



Sección tipo caverna de la estación de Zorrotza en la Alternativa 2

Como en la alternativa 1, la estación se emplaza soterrada a considerable profundidad bajo el barrio de Zorrotza, siendo la diferencia de cotas con el terreno sobre el eje de la misma de entre 25 y 31 metros. Los cañones de acceso resultan por ello de considerable longitud.

La caverna tiene también un total de tres accesos desde el exterior, dos cañones y una batería de ascensores, los cuales comunican la calle con el vestíbulo a cota de mezzanina de la estación. Estos accesos se realizan desde el parque Alazne López Etxebarria, el barrio Ignacio Miranda y la batería de ascensores desde la calle Zorrotzguna.

La estación cuenta con salidas de emergencia a nivel de andenes, de mezzanina y en los cañones de acceso, que permiten a los ocupantes realizar la evacuación en condiciones de seguridad hasta el espacio exterior seguro final en la calle. Para ello se ha diseñado una red de galerías (incluyendo zonas de refugio para personas con discapacidad) que conectan las salidas de emergencia con dos pozos verticales, situados en cada lado de la estación, los cuales conducen finalmente a los viajeros a dos espacios abiertos disponibles en el denso entorno urbano exterior, canchas de Zazpilanda y el Grupo Aldapeta.

La ventilación proyectada en la estación de Zorrotza se compone de dos ventilaciones de emergencia, anterior y posterior a la caverna de la estación:

- Ventilación de emergencia sur: esta ventilación de emergencia entronca con el túnel de vía doble en el P.K. 0+578, realizándose la salida a superficie mediante una arqueta de ventilación a la altura de la Cooperativa de Obreros de Castrejana.
- Ventilación de emergencia norte: esta ventilación de emergencia entronca con el túnel de vía doble en el P.K. 0+815, realizándose la salida a superficie mediante una arqueta de ventilación en la carretera BI-636.

Vía exclusiva de mercancías (vía 3)

En este caso la vía exclusiva de mercancías (vía 3) discurre en todo momento en paralelo a la de viajeros, con una distancia de 3,5 metros con respecto a la vía par (vía 2), aumentándose este valor a medida que se acerca a la estación, para permitir la construcción del andén y muro vertical que separa ambas vías.

Este condicionante hace que el trazado en planta de esta vía se haya que diseñar con dos curvas compuestas con un radio mínimo de valor 125 metros, inferior al de la alternativa 1 (140 metros).

El trazado en alzado de este eje (vía 3) es dependiente del eje de viajeros+mercancías (vías 1 y 2), debiéndose adoptar las pendientes de 18, 2 y 11,4 milésimas según kilometración creciente. Entre las alineaciones de rasante uniforme se han diseñado acuerdos verticales con un parámetro mínimo de valor 3.400 metros para los cóncavos y de 2.000 metros para los convexos.

Los datos más relevantes de esta solución son los que se incluyen a continuación:

- Longitud de variante: 1.553 metros.
- Longitud de túnel de vía doble: 602 metros.
- Longitud túnel de vía triple: 698 metros (incluida caverna).
- Radio mínimo viajeros (vías 1 y 2): 160 metros.
- Radio mínimo mercancías (vía 3): 125 metros.
- Rampa máxima: 18 milésimas.
- Pendiente en estación: 2,0 milésimas.
- Radio en estación: recta
- Longitud de andén: 100 metros.
- Profundidad máxima de andén: 29,8 metros.
- Distancia de caverna a estación actual: 200 metros.
- Montera mínima bajo edificios: 11,2 m (P.K. 0+330 vías 1 y 2).
- Reducción de recorrido: 406 metros.

2.4.3 Base de mantenimiento de catenaria y subestación eléctrica

Debido a la liberación de los terrenos ferroviarios en el tramo de la línea actual que queda fuera de servicio tras la construcción del soterramiento (del P.K. 643+250 al P.K 645+209), es necesario la reposición de la subestación eléctrica y de la base de mantenimiento de catenaria que se localizan junto al paso a nivel del camino de Zorrozoiti.

Para la reubicación de estas instalaciones se ha elegido una parcela situada junto a la estación de Santa Águeda, entre la línea del ferrocarril y la carretera BI-3742. Con el fin de que la parcela se sitúe a la cota de la línea férrea actual, se precisa la construcción de un muro perimetral en el lado de la carretera, muro M-0.1 (D)/Base de mantenimiento.

La parcela tiene una superficie total de 3.738 m². En ella se ubican los siguientes elementos:

- Subestación eléctrica: el edificio ocupa una superficie de 269 m² y la zona de pórticos de 217 m².
- Nave-cochera de catenaria con una superficie de 143 m².
- Edificio de oficinas de dos plantas con una superficie de 120 m² cada una.
- Zona para viales, aparcamiento y acopio de materiales con una superficie de 2.548 m².

2.4.3.1 Vía de acceso a la base de mantenimiento

Para garantizar el acceso a la base de mantenimiento se ha diseñado un escape situado antes del Paso a Nivel de Santa Águeda y un desvío ubicado a continuación del andén de la vía 2 de la Estación de Santa Águeda. Todos los aparatos de vía son del tipo DSMH-B1-54-190-1:10,5-CR-D.

Estos aparatos de vía se ubican en dos zonas en las que el trazado en planta cuenta con alineaciones rectas. La estación de Santa Águeda se encuentra en radio de 625 metros, existiendo antes y después sendas rectas de 102 y 37 metros de longitud respectivamente, que es donde se han proyectado los aparatos de vía (ver Apéndice 1).

Además, de acuerdo al perfil longitudinal de la línea incluido en el Apéndice 1, el trazado cuenta con una rasante horizontal de 2.079,12 metros de longitud en toda esta zona, desde el túnel de Castrejana hasta una vez rebasada la tubería del Consorcio de Aguas de Bilbao, por lo que queda garantizado su ubicación en pendiente constante.

El eje que define el acceso a la base de mantenimiento (eje 9) tiene una longitud de 76,118 metros y el trazado en planta cuenta con alineaciones rectas y un radio de 100 metros.

En alzado el acceso tiene dos pendientes de 1,3 y 0 milésimas, unidas por un acuerdo vertical de parámetro 15.503 metros.

2.4.3.2 Vial de acceso a la parcela

La parcela en la que se ubica la subestación eléctrica y base de mantenimiento de catenaria tiene que contar con un acceso rodado. Para ello se aprovecha el vial existente de acceso a una vivienda de Productos de Fundación S.A. desde el vial de acceso al paso a nivel de Santa Águeda.

El trazado de este vial, definido por el eje 10, tiene una longitud de 129,831 metros. Cuenta con un radio mínimo en planta de 120 metros. En alzado, la pendiente longitudinal máxima es de 11,5 %, siendo los acuerdos cóncavos y convexos adoptados de valor 150 y 100 metros respectivamente.

La reposición del vial de acceso a la vivienda se materializa con el eje 12, que cuenta con una longitud de 95 metros. El trazado en planta es una alineación recta y la pendiente longitudinal máxima en alzado es del 4,5 %.

Para el dimensionamiento de la sección de firme de estos viales, se ha considerado una categoría de explanada de tipo E1 y una categoría de tráfico T42.

Para conseguir una explanada de tipo E1, es necesario un suelo adecuado con un espesor mínimo de 1,0 metro. Teniendo que la mayor parte del trazado de estos accesos se apoya sobre una plataforma de viales existente, y el resto se desarrolla en desmonte, se ha considerado que puede considerarse este tipo de suelo.

Teniendo en cuenta estos condicionantes, las capas de la sección de firme de acuerdo a la Norma 6.1-IC "Secciones de firme" son las siguientes:

- 5 cm de mezclas bituminosas en capa de rodadura.
- 35 cm de zahorra artificial.

Entre ambas capas deberá efectuarse un riego de imprimación.

3. ESTUDIO DE GÁLIBOS

3.1 Gálibo de implantación de obstáculos

En el presente apartado se estudia el galibo de implantación de obstáculos a aplicar. Se sigue para ello la metodología descrita en la *Instrucción Ferroviaria de Gálivos* aprobada mediante la Orden FOM/1630/2015.

La *Instrucción Ferroviaria de Gálivos* establece lo siguiente:

“En general, el gálibo de implantación de obstáculos a respetar en líneas nuevas o acondicionadas será el gálibo uniforme de implantación de obstáculos.”

“En situaciones excepcionales, como consecuencia de condicionantes técnicos o económicos, la autoridad Ferroviaria podrá autorizar en determinados tramos o secciones de la línea un gálibo límite o nominal de implantación de obstáculos obtenido con los parámetros de trazado correspondientes a ese tramo.”

Se consideran tres tipos de gálibo de implantación obstáculos:

- *Gálibo límite*

Se define para un punto o tramo de línea. Delimita el espacio que no debe invadir ningún obstáculo en circunstancia alguna, a fin de permitir la circulación normal de los vehículos, más una reserva para considerar las variaciones tolerables de la posición de la vía que se producen entre dos operaciones normales de mantenimiento. Este gálibo se utiliza, por ejemplo, para comprobar si es posible el paso de transportes excepcionales por un determinado punto.

- *Gálibo nominal*

Se define para un punto o tramo de línea. Es similar al gálibo límite, pero incorporando unos márgenes complementarios para la circulación de transportes excepcionales, incrementos de velocidad, etc.

- *Gálibo uniforme*

Se define para una línea. Es un gálibo nominal obtenido para una envolvente de parámetros (radios, peraltes, etc.) suficientemente desfavorables, que no se superan en la mayor parte de la línea. De esta forma se puede utilizar un único gálibo para toda ella, comprobando que no se superan los parámetros de partida.

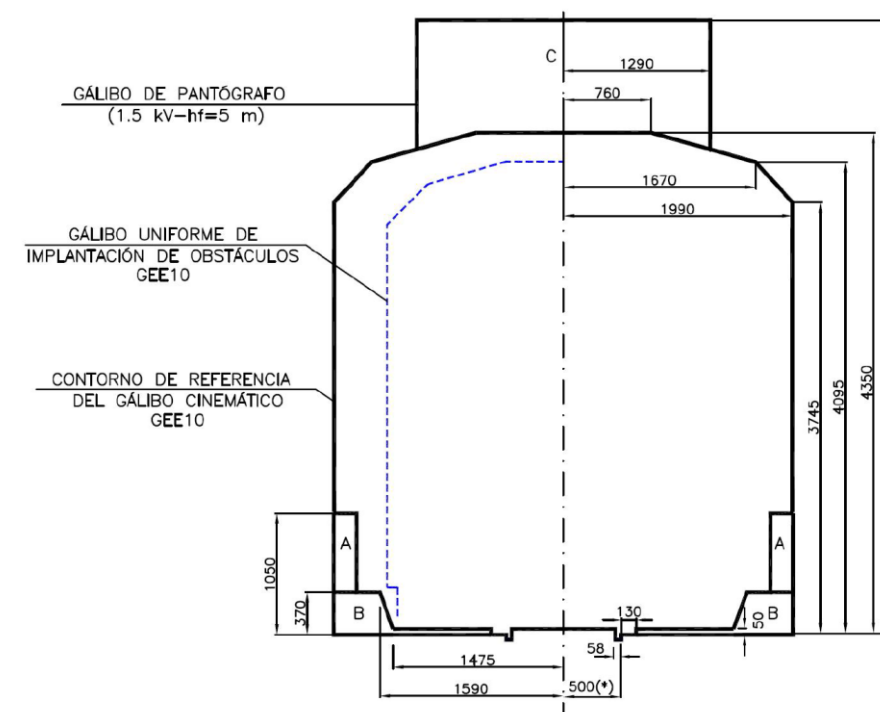
La *Instrucción Ferroviaria de Gálivos* marca que para líneas en las que la explotación se realice en ancho métrico, el gálibo a implantar será el GEE10.

Con el fin de establecer el gálibo de implantación de obstáculos, se ha considerado lo recogido en el apartado 3.12.7. de la *Instrucción Ferroviaria de Gálivos*. A lo largo de todo el trazado del proyecto de duplicación de vía, se cumplen las siguientes hipótesis:

- Radio mínimo en planta: $R = 100$ m
- Radio mínimo de acuerdo vertical: $R_v = 2.000$ m
- Sobrancho máximo: 30 mm
- Peralte máximo: $D = 0,110$ m
- Insuficiencia de peralte máxima: $I_{max} = 0,070$ m
- Vía en balasto.

En las secciones tipo en túnel se ha diseñado vía en placa, siendo este caso más favorable que el de balasto para el cálculo del gálibo de implantación de obstáculo.

De esta manera, se puede adoptar como gálibo uniforme de implantación de obstáculos GEE10 el recogido en la figura 3.35 de la *Instrucción*, el cual se incluye a continuación:

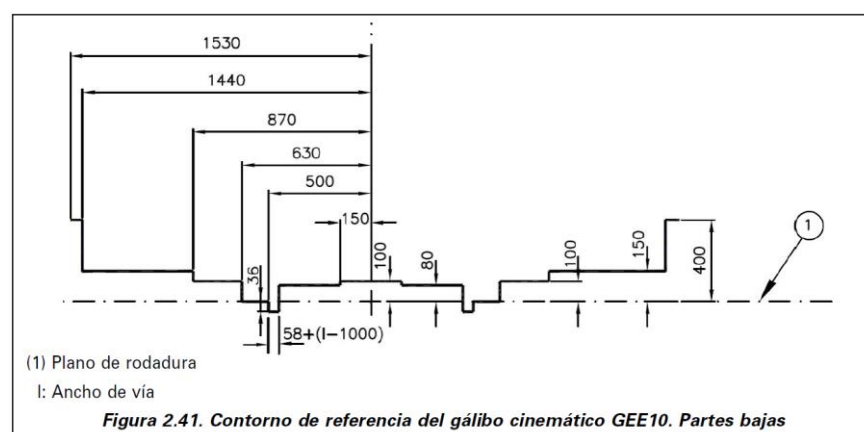


Gálibo uniforme de implantación de obstáculos GEE10 de acuerdo a la Instrucción Ferroviaria de Gálivos

Este gálibo (salvo el del pantógrafo, tal y como se comenta a continuación) es el que se ha utilizado para verificar todas las distancias a obstáculos del trazado proyectado.

En cuanto al gálibo del pantógrafo, en el diseño de la catenaria se han considerado alturas de hilos de contacto de 4,75 m y 4,50 metros, por lo que no se ha adoptado el representado en la figura anterior del gálibo uniforme. El cálculo del gálibo del pantógrafo se incluye en el Apéndice 6.

Para las partes bajas se ha utilizado el contorno de referencia del gálibo cinemático GEE10. A continuación se incluye una imagen de este contorno sacada de la *Instrucción Ferroviaria de Gálibos*.



Contorno de referencia del gálibo cinemático para partes bajas

3.2 Gálibo en aceras de evacuación

De acuerdo al apartado 3.7.3. de la Instrucción Ferroviaria de Gálibos, el borde del pasillo de evacuación estará situado en el límite del gálibo nominal de implantación de obstáculos, para la posición más desfavorable del peralte.

Por lo tanto, en este apartado se lleva a cabo el cálculo del gálibo nominal para el trazado diseñado, de cara a poder situar el pasillo de evacuación en las secciones tipo en túnel. Para la realización de los cálculos se ha empleado la Instrucción Ferroviaria de Gálibos.

Se han tenido en cuenta los parámetros más restrictivos del trazado diseñado, que son los que se indican a continuación:

Vías 1 y 2 (ejes 1 y 5) en recta

- Tipo de vía: en placa
- Velocidad máxima del tramo: $V_{m\acute{a}x} = 75$ Km/h
- Radio mínimo en planta: $R = \text{Infinito}$
- Radio mínimo del acuerdo vertical: $R_v = \text{Infinito}$
- Peralte máximo: $D_{m\acute{a}x} = 0$

- Insuficiencia máxima de peralte: $Im\acute{a}x = 0$

Vías 1 y 2 (ejes 1 y 5) en curva de radio $R=160$ m

- Tipo de vía: en placa
- Velocidad máxima del tramo: $V_{m\acute{a}x} = 75$ Km/h
- Radio mínimo en planta: $R = 160$ m
- Radio mínimo del acuerdo vertical: $R_v = 2.000$
- Peralte máximo: $D_{m\acute{a}x} = 90$ mm
- Insuficiencia máxima de peralte: $Im\acute{a}x = 67$ mm

Vía 3 (eje 2) en curva de radio $R=140$ m

- Tipo de vía: en placa
- Velocidad máxima del tramo: $V_{m\acute{a}x} = 50$ Km/h
- Radio mínimo en planta: $R = 140$ m
- Radio mínimo del acuerdo vertical: $R_v = 5.000$
- Peralte máximo: $D_{m\acute{a}x} = 80$ mm
- Insuficiencia máxima de peralte: $Im\acute{a}x = 70$ mm

Vía 3 (eje 6) en curva de radio $R=125$ m

- Tipo de vía: en placa
- Velocidad máxima del tramo: $V_{m\acute{a}x} = 50$ Km/h
- Radio mínimo en planta: $R = 125$ m
- Radio mínimo del acuerdo vertical: $R_v = 5.000$
- Peralte máximo: $D_{m\acute{a}x} = 70$ mm
- Insuficiencia máxima de peralte: $Im\acute{a}x = 70$ mm

En todos los casos, para los cálculos se parte de los siguientes puntos del contorno de referencia GEE10:

Punto	Interior		Exterior	
	b (mm)	h (mm)	b (mm)	h (mm)
1	-500	4100	500	4100
2	-1185	3900	1185	3900
3	-1530	3550	1530	3550
4	-1530	400	1530	400

Aplicando las fórmulas de desplazamientos correspondientes a cada punto, se obtienen las combinaciones de movimientos a partir de las cuales se generará el gálibo nominal.

Los resultados de los cálculos están incluidos en el Apéndice 5.

3.3 Gálibo del pantógrafo

En las secciones tipo que se representan en el documento de planos se ha dibujado el gálibo eléctrico del pantógrafo. Para su cálculo se han considerado dos alturas del hilo de contacto:

- Hc de 4,75 m: de manera general.
- Hc de 4,50 m: en la zona de caverna de la estación. En este tramo se ha reducido la altura del hilo de contacto para poder pasar bajo la mezzanina de la estación y cuartos técnicos.

En el caso de altura de hilo de contacto de 4,75 m, los cálculos se han llevado a cabo para la situación más desfavorable del trazado, que se corresponde con la curva de radio 160 metros situada en las vías 1 y 2 (Ejes 1 y 5).

Para la altura de hilo de contacto de 4,5 m, el cálculo se ha efectuado para un trazado en planta recto y alineación uniforme en alzado, debido a que esta situación se da únicamente en la zona de caverna de la estación.

Todos los cálculos se incluyen en el Apéndice 6.

4. PLATAFORMA

Un aspecto determinante del diseño de una infraestructura ferroviaria es el adecuado dimensionamiento de las capas de asiento en el caso de la vía sobre balasto (capas de balasto, subbalasto y capa de forma).

En el presente apartado se explica el dimensionamiento de las distintas capas donde se dispone plataforma nueva de balasto, que será en los tramos inicial y final del trazado (ya que los túneles están diseñados con vía en placa) y en la vía de acceso a la base de mantenimiento de catenaria.

La plataforma tiene como función proporcionar apoyo a la vía y a los dispositivos destinados a controlar el movimiento de los trenes para que la explotación pueda realizarse eficazmente.

Está formada por el propio terreno, cuando se trata de un desmonte, o por suelos de aportación, constituyendo un terraplén en el relleno de una depresión.

La plataforma debe quedar rematada por una capa de terminación, llamada también capa de forma, provista de pendientes transversales para la evacuación de las aguas pluviales.

En los desmontes la capa de forma se obtiene por compactación del fondo de la excavación, cuando los suelos son adecuados, o por aportación de suelos de mejor calidad, que los sustituyen en una profundidad mínima de un metro, cuando no lo son.

Sobre esta capa de terminación se disponen las capas de asiento integradas por una subbase o subbalasto y, como remate, la banqueta de balasto.

4.1 Espesor de la capa de forma

La clasificación de la plataforma precisa de la estimación de la calidad del suelo que la forma y de la capacidad portante de la misma en su conjunto.

Según la Instrucción para el Proyecto y Construcción de Obras Ferroviarias IF-3, aprobada mediante la Orden FOM/1631/2015 de 14 de julio, no sólo se incluye la calidad del suelo soporte para determinar el espesor mínimo de la capa de forma, sino también la clase portante de la plataforma que se quiera disponer (P1, P2 ó P3) y la calidad del material que la va a conformar (con suelo QS1, QS2 ó QS3).

Así, según esta norma, se distinguen 4 categorías atendiendo a su capacidad portante y su aptitud como plataforma:

- QS0: Suelos inadecuados para realizar las capas subyacentes a la de forma.
- QS1: Suelos malos, aceptables únicamente cuando se dispone de un buen drenaje.

- QS2: Suelos medianos.
- QS3: Suelos buenos.

En función de la calidad del suelo que constituye la capa de forma y del espesor de ésta, se distinguen las siguientes clases de plataforma:

- P1: Plataforma de mala capacidad portante (CBR ≤ 5).
- P2: Plataforma de capacidad portante media (5 < CBR ≤ 20).
- P3: Plataforma de capacidad portante buena (CBR > 20).

Debido al carácter definitivo de la actuación y al tráfico esperable durante la vida útil de las vías objeto del presente estudio informativo, se ha propuesto un tipo de plataforma P3.

Con estos datos, el espesor de la capa de forma para obtener una determinada capacidad portante se muestra en la siguiente tabla:

Explanada (superficie del terraplén o excavación)		Clase de plataforma por su capacidad portante	Requisitos de la capa de forma		
Clase de calidad de suelos	CBR ^a (min) (1)		Clase de calidad de suelos	CBR ^b (min)	Mínimo espesor: "e _f " (m)
QS 1	2	P 1	QS 1	2	(2)
		P 2	QS 2	5	0,50
		P 2	QS 3	17	0,35
		P 3	QS 3	17	0,50
QS 2	5	P 2	QS 2	5	(3)
		P 3	QS 3	17	0,35
QS 3	17	P 3	QS 3	17	(4)

Espesor necesario de la capa de forma

En el caso objeto de este estudio, los tramos de plataforma sobre balasto se apoyan en su mayor parte sobre la plataforma ferroviaria existente. Al no tener datos geotécnicos específicos de esta plataforma, se supone una explanada de calidad media (QS2), por lo que se propone un espesor para la capa de forma de 35 cm, con suelo QS3, y por tanto una explanada P3.

4.2 Espesor de la banqueta de balasto y subbalasto

Para el cálculo del espesor de la banqueta de balasto, se considera tanto la citada IF-3 como la norma NFI VIA 002 de FEVE, específica de las líneas de ancho métrico.

Según la IF-3, el espesor mínimo de la capa de balasto bajo traviesa es función de la velocidad máxima de circulación en la línea ferroviaria, siendo de 25 cm para velocidades inferiores a 120 km/h.

La NFI por su parte marca un espesor de balasto en 30 cm, siendo el mínimo posible de 25 cm.

En función del espesor finalmente considerado de balasto se dimensiona la banqueta de subbalasto a disponer. De acuerdo a la NFI, para 30 cm de balasto no se dispondrá subbalasto, mientras que para 25 cm de balasto se recomiendan 20 cm de subbalasto.

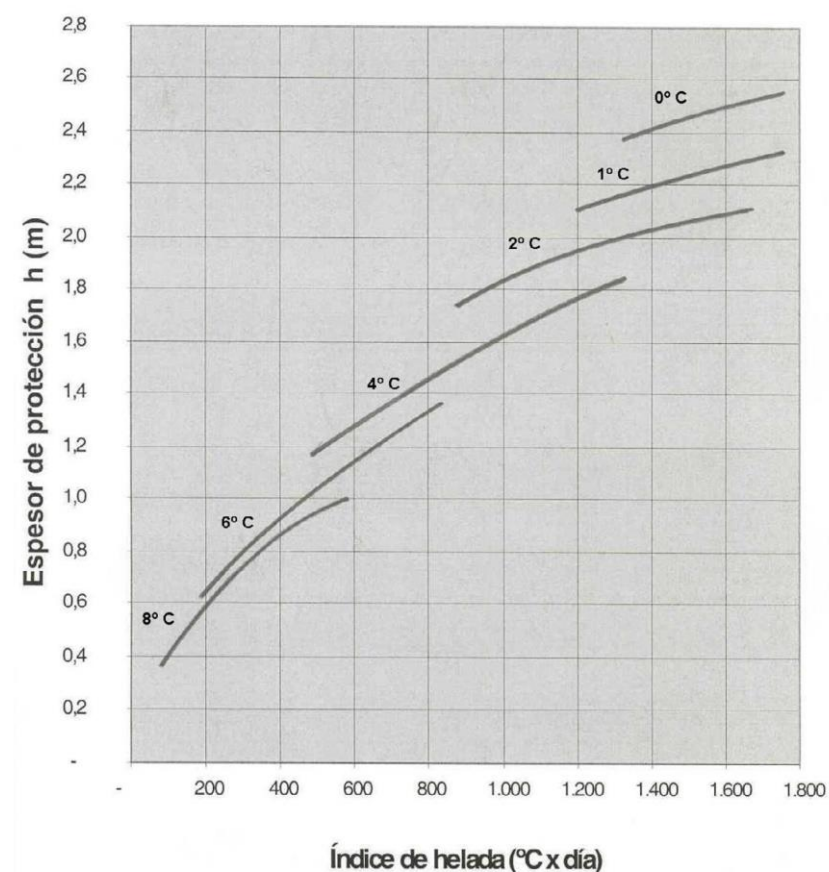
Al considerar la capa de subbalasto imprescindible para poder tener un adecuado sistema de drenaje en las vías, se opta finalmente por disponer:

- 25 cm de balasto bajo traviesa.
- 20 cm de subbalasto.

De esta forma se da cumplimiento a ambas normativas de aplicación.

En relación con la resistencia a la helada en las capas de asiento, según se desprende de las normas NAV-2.1.0.0 (Apartado 4.2) y NAV-2.1.0.1 (Apartado 7), se concluye que las propiedades de los materiales para capa de forma contemplados en el presente proyecto corresponden a un suelo no heladizo, ya que el contenido en finos es inferior al 5 %, muy lejos de los límites de 15-20 % para arenas y gravas. Lo mismo sucede con el subbalasto.

La protección frente a la helada se dimensiona con el gráfico adjunto de la Instrucción para el proyecto y construcción de obras ferroviarias IF-3.



De acuerdo al “Anejo N° 4: Climatología, hidrología y drenaje” la temperatura media en el ámbito de actuación es superior a los 14 °C. Por otro lado, las heladas son esporádicas, por lo que la integral grados-días tiene un valor cercano a 0. Por tanto, de acuerdo al gráfico anterior, la helada no es condicionante para el dimensionamiento de la plataforma.

Aun así, el espesor mínimo de suelos no heladizos (balasto, subbalasto, capa de forma) que marca la UIC es de 30 cm. Teniendo en cuenta que, como mínimo, la suma de estas capas tiene un espesor mínimo de 80 cm, queda demostrado que la plataforma diseñada es resistente a la helada.

5. SUPERESTRUCTURA

El presente apartado describe las características y especificaciones que deberán cumplir los materiales de vía a emplear en la superestructura de vía proyectada de ancho métrico.

Los objetivos primordiales de los diferentes elementos que constituyen la superestructura de la vía son:

- Por un lado, servir de guía a los trenes durante su desplazamiento.
- Por otro, transmitir las cargas estáticas y dinámicas que soportan las ruedas a la plataforma, a través del conjunto de sus componentes.

Junto a estas dos funciones principales, debe cumplir con otras de muy diferente condición, como las relacionadas con las instalaciones de seguridad (delimita los cantones en que divide la línea) o con la electrificación (sirve como vehículo para el retorno de la corriente eléctrica).

Su correcta definición y dimensionamiento vienen condicionados por diversos aspectos como son:

- Situación geográfica.
- Trazado, tanto en planta como en alzado.
- Condiciones geológico-geotécnicas del suelo soporte.
- Sistema de explotación previsto para la línea.
- Material rodante previsto en las circulaciones (cargas por eje, velocidades máximas y mínimas, etc.).

5.1 Vía en balasto

Los materiales de vía a emplear son los siguientes:

- Balasto tipo 2.
- Traviesa DW.
- Carril 54-E1.

5.1.1 Balasto tipo 2

El balasto tipo 2 es el empleado para los sistemas ferroviarios de Red Convencional (< 200 km/h) con Coeficiente de Resistencia a la Fragmentación "Los Ángeles" (CLA) no superior a 16%.

Se ha definido la cota de cabeza de carril sobre el eje de la plataforma de manera que permita, como norma general, la colocación de un espesor mínimo de 25 cm de balasto bajo traviesa en el eje de carril.

La piedra partida procederá de la extracción, machaqueo y cribado de bancos sanos de canteras de roca dura de naturaleza silíceo, de origen ígneo o metamórfico, no aceptándose el balasto de naturaleza caliza o dolomítica, o el procedente de rocas sedimentarias o cantos rodados, ni con fragmentos de madera, carbonosos u otras materias orgánicas, ni el que contenga plásticos o metales. Se prohíben los suministros de balasto procedentes de la mezcla de rocas de diferente naturaleza geológica.

➤ Características físicas del balasto

La resistencia al desgaste del balasto se mide mediante el coeficiente del Desgaste Los Ángeles (abreviadamente, CLA), y no debe ser superior al dieciséis (16) por ciento (categoría “2” del Pliego Europeo y la Norma Española de Balasto).

Respecto a la absorción de agua del balasto, si ésta no supera el 0,5%, se considera que el árido es resistente al ataque del hielo - deshielo. Cuando la absorción es superior al 1,5% debe descartarse este material como válido para balasto. Para absorciones intermedias, se somete al balasto a un ensayo de hielo – deshielo o a un ensayo de estabilidad a la acción del sulfato magnésico.

La resistencia a compresión simple del balasto es como mínimo de 1200 kg/cm², medida con probetas cilíndricas de diámetro mínimo 50 mm y esbeltez igual a 1/2 (relación altura/diámetro).

La resistencia a la fragmentación, para el balasto de categoría “2”, vendrá dada por un valor del ensayo de impacto menor o igual a 16.

El peso del balasto se establece en 4,5 toneladas por metro lineal de vía simple, para una densidad del balasto de 1,55 t/m³ y 3,0 m³ por metro lineal de vía simple.

➤ Características geométricas del balasto

El balasto está compuesto fundamentalmente por elementos de piedra partida de tamaño comprendido entre 31,5 mm y 50 mm en su mayor parte, con una curva granulométrica bien graduada para conseguir un mayor número de contactos entre partículas (lo cual origina en las mismas un número menor de roturas por dichos contactos y un inferior asentamiento de la superestructura).

La granulometría del balasto cumplirá con los límites expresados en la categoría “2” de la Norma Europea.

5.1.2 Traviesas tipo DW

La traviesa a instalar será tipo DW, para ancho 1.000 mm y carril 54-E1.

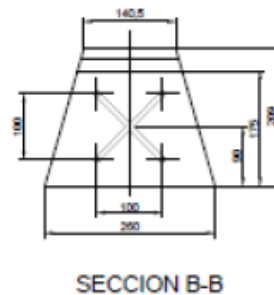
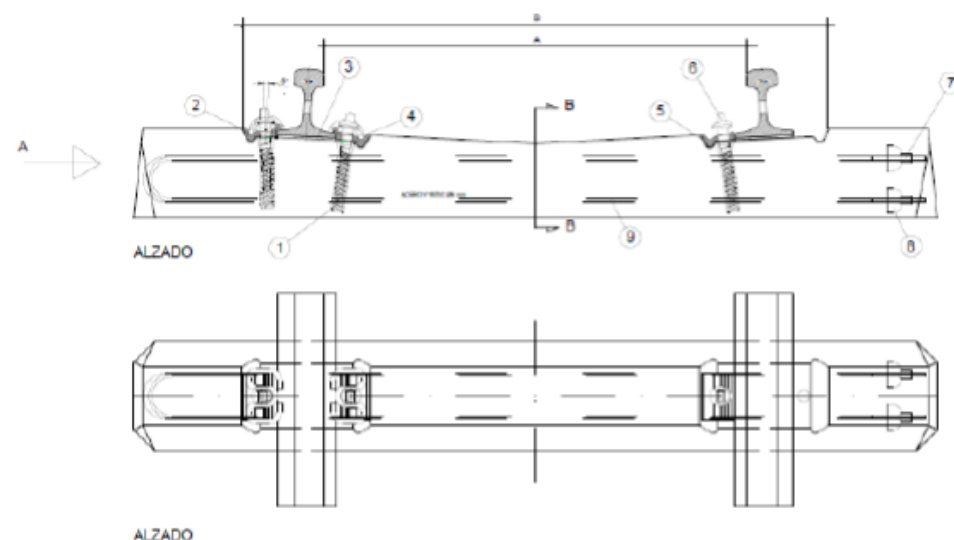
Esta traviesa es monobloque de hormigón pretensado con armaduras pretesas o postesas, con 4 casquillos o vainas de anclaje modelo PLASTIRAIL 22-115 para para sujeción HM-PLASTIRAIL o bien vainas SDÜ-21 para sujeción VOSSLOOH-HM, que se colocan en los moldes antes del hormigonado de la traviesa en cualquiera de las modalidades de fabricación para que queden embutidos en la misma.

Entre dos ejes de traviesas contiguas la separación es de 0,6 metros.

Las características geométricas más relevantes de la traviesa tipo DW son las siguientes, y se representan en el Documento Nº 2. Planos:

- Longitud: 1,9 metros.
- Peso aproximado: 177 Kg.
- Anchura máxima en la base: 260 mm.
- Altura en la sección bajo eje de carril: 185 mm.
- Altura en la sección central: 175 mm.
- Altura de la traviesa en el extremo: 209 mm.
- Inclinación del plano de apoyo del carril: 1/20.

A continuación, se adjunta una figura con la geometría de la traviesa.



Traviesa tipo DW de ancho métrico para carril 54-E1

5.1.3 Carril 54-E1

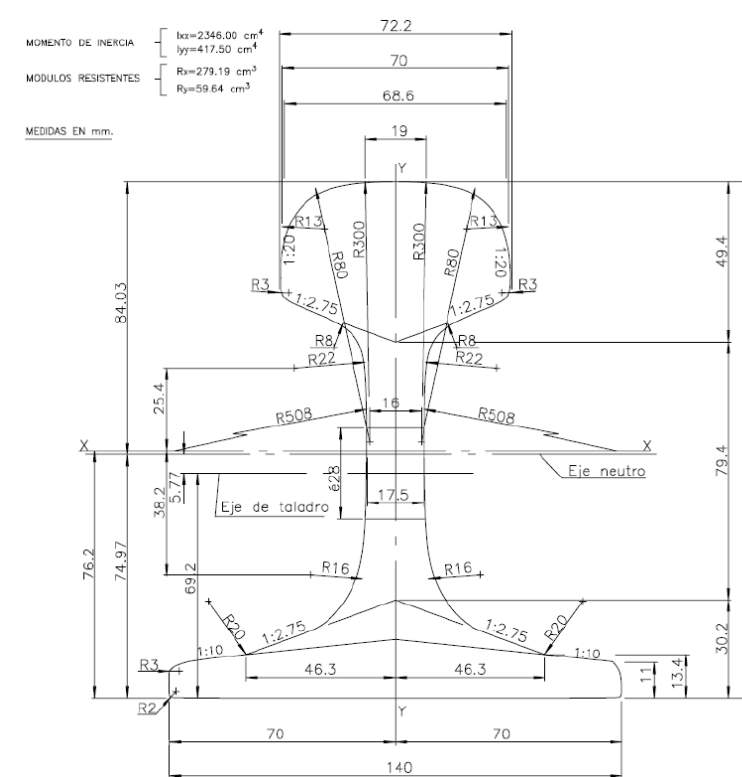
El carril es del tipo 54-E1 de calidad 260. Llega a obra en forma de barras elementales de 18 metros laminadas. Una vez en vía se conforman las barras largas soldadas definitivas mediante soldadura aluminotérmica.

Sus características son las siguientes, referidas a la Norma Europea CEN/TC256/WG4 "Flat Bottom symmetrical railway rails 46 kg/m and above" (Carriles simétricos de base plana de 46 kg/m y superiores) de Marzo de 1998:

- Perfil del carril: clase X.
- Enderezado: clase A.
- Grado del acero: 260 (Carbono-Manganeso).
- Resistencia a tracción: $R_m \geq 880 \text{ N/mm}^2$.
- Dureza: 260/300 HBW.
- Alargamiento: $A \geq 10\%$.

Otras características geométricas fundamentales que deben cumplir estrictamente las barras elementales procedentes de la acería tienen relación con las tolerancias del acabado del perfil, la rectitud en los extremos, la planitud superficial y la torsión.

A continuación, se adjunta una sección con la definición geométrica del carril adoptado:



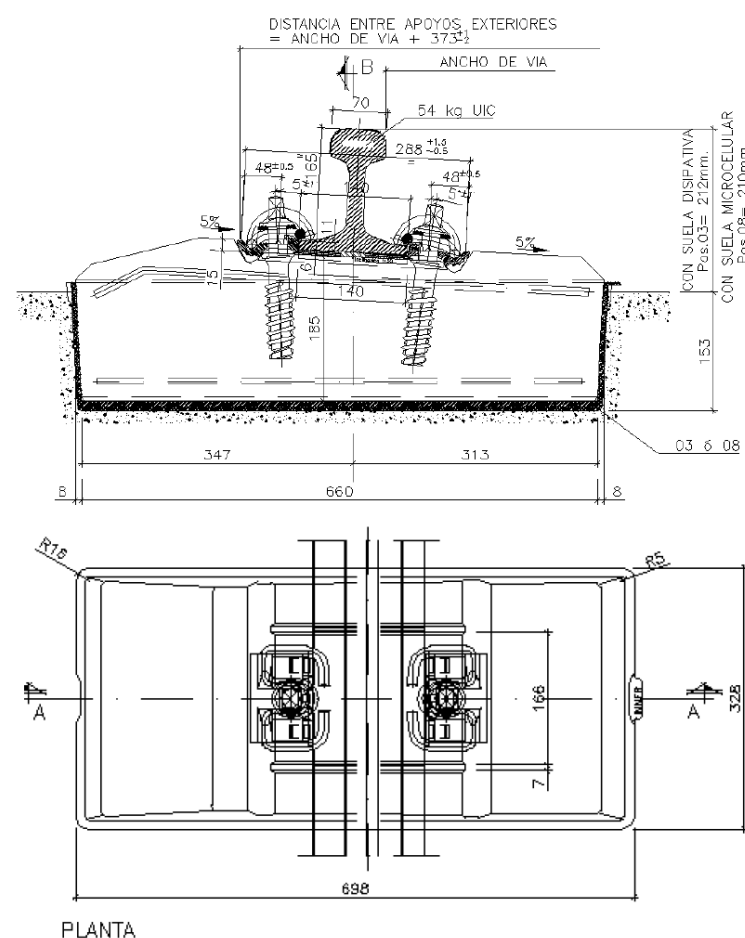
Carril 54-E1

5.2 Vía en placa

Para el tramo de vía que discurre en túnel, se ha previsto la ejecución de vía en placa en lugar de sobre balasto como se proyecta en los tramos a cielo abierto.

De entre todos los sistemas existentes se propone el sistema Stedef con el fin de reducir las vibraciones.

Las traviesas a instalar son del tipo bi-bloque, protegidas por una cazoleta elástica de caucho, y reposando sobre una suela microcelular elástica atenuadora de vibraciones. El conjunto del elastómero y la placa principal realizan las funciones del balasto. Estos bloques presentan una forma más o menos rectangular.



Sistema Stedef para vía en placa

La distancia entre traviesas será de 0,6 m y las sujeciones son elásticas del tipo SKL-1.

5.3 Transiciones

La configuración de las transiciones entre vía en placa y vía con balasto requerirá un diseño especial por la diferencia de rigideces entre una superestructura y otra.

Esta zona de transición abarcará una longitud mínima de $0,4 V$ (en metros), siendo V la velocidad del tramo en km/h.

En esta zona no deberán efectuarse cruces transversales a la vía para conducciones.

En su disposición en alzado se prolonga la subbase de hormigón y se reduce la distancia entre traviesas monobloque en la zona sobre balasto. Otras opciones son:

- Aglutinar el balasto inmediatamente contiguo a la vía hormigonada con resinas sintéticas o ligantes.
- Instalar una cuña asfáltica compuesta por 3 capas superpuestas de longitud l , $2/3 l$ y $1/3 l$ sobre la plataforma, siendo $l = 0,4 V$.
- Instalar traviesas especiales (más largas) distanciadas 0,56 m, aumentando gradualmente hasta retomar los 60 cm de separación en el final de la zona de transición definida por la fórmula $0,4 V$ antes señalada, donde se ubican las traviesas convencionales.

La última soldadura debe estar al menos a 4 m de la zona hormigonada, y la primera soldadura en la vía sobre balasto al menos a 12 m del final de la vía hormigonada.

Asimismo, las caras laterales de la última traviesa hormigonada y de la primera traviesa sobre balasto deberán estar a 150 y 200 mm respectivamente del final de la placa de hormigón.

5.4 Aparatos de vía

A continuación, se listan todos los aparatos empleados en el Estudio, para cada una de las alternativas:

	Número JCA	Matrícula	Configuración	Emplazamiento
ALTERNATIVA 1	1	DSMH-B1-54-190-1:10,5-CR-D	Escape	Vía 1 (0+327,141)
	2	DSMH-B1-54-190-1:10,5-CR-D	(entreeje 3,5 m)	Vía 2 (0+377,781)
	5	DSMH-B1-54-190-1:10,5-CR-D	Desvío simple	Vía 2 (0+385,838)
	6	DSMH-B1-54-190-1:10,5-CR-I	Desvío simple	Vía 1 (1+103,160)
	3	DSMH-B1-54-190-1:10,5-CR-I	Escape	Vía 2 (1+111,236)
	4	DSMH-B1-54-190-1:10,5-CR-I	(entreeje 3,5 m)	Vía 1 (1+161,859)
ALTERNATIVA 2	8	DSMH-B1-54-190-1:10,5-CR-D	Escape	Vía 1 (0+327,141)
	9	DSMH-B1-54-190-1:10,5-CR-D	(entreeje 3,5 m)	Vía 2 (0+377,781)
	17	DSMH-B1-54-190-1:10,5-CR-D	Desvío simple	Vía 2 (0+387,836)
	21	DSMH-B1-54-190-1:10,5-CR-I	Desvío simple	Vía 2 (1+103,181)
	10	DSMH-B1-54-190-1:10,5-CR-I	Escape	Vía 2 (1+111,236)
	11	DSMH-B1-54-190-1:10,5-CR-I	(entreeje 3,5 m)	Vía 1 (1+161,859)
BASE DE MANTENIMIENTO	13	DSMH-B1-54-190-1:10,5-CR-D	Escape	Vía 1 (642+401,760)
	14	DSMH-B1-54-190-1:10,5-CR-D	(entreeje 3,5 m)	Vía 2 (642+449,421)
	12	DSMH-B1-54-190-1:10,5-CR-D	Desvío simple	Vía 2 (0+000)

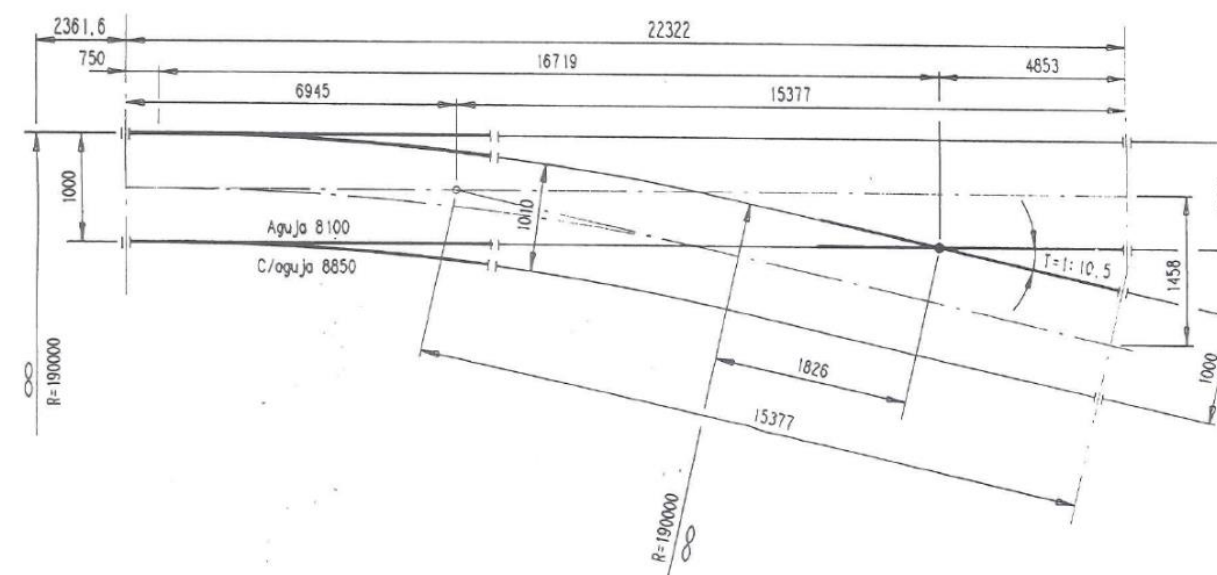
En la tabla anterior, los PP.KK. del escape de acceso a la base de mantenimiento están referidos con respecto a la vía actual. En el resto de los casos se corresponden con los del eje en los que están situados.

Se ha diseñado en todos los casos el mismo aparato de vía, con las siguientes características:

- Matrícula: DSMH-B1-54-190-1:10,5-CR-I/D.
- Longitud total: 22,322 m
- Distancia centro matemático-talón: 15,377 m
- Velocidad por vía directa: 80 km/h

- Velocidad por vía desviada: 40 km/h

El esquema del aparato de vía es el que se muestra en la siguiente figura:



Esquema aparato DSMH-B1-54-190-1:10,5-CR-I/D:

Los escapes están constituidos por dos desvíos simples, con un entreeje en todos los casos de 3,5 metros.

5.5 Toperas de hormigón

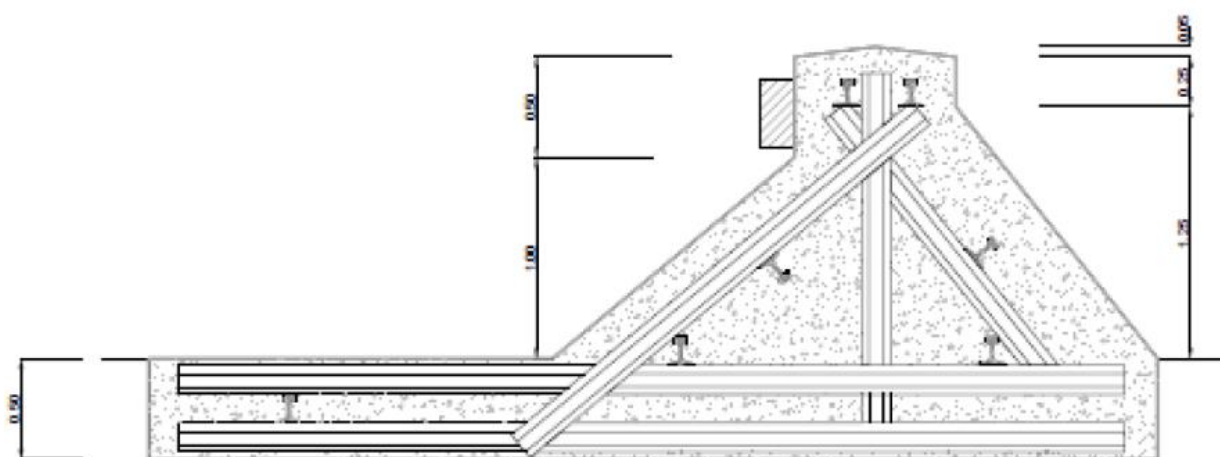
En el punto final de la vía de acceso a la base de mantenimiento de catenaria es necesario disponer una topera.

Los materiales empleados para los distintos elementos de la topera de hormigón son:

- Soleras, zapatas y alzados, se ejecutan con hormigón HA-25.
- Estructura metálica mediante carriles de segundo uso.

Las toperas se componen de dos elementos fundamentales, el dado de hormigón y los topes. El dado de hormigón constituye el cuerpo de choque de la topera. La altura de los ejes de los topes medida desde la cara superior de los carriles es de 1,25 m.

A continuación, se adjunta una imagen con la geometría de la topera.



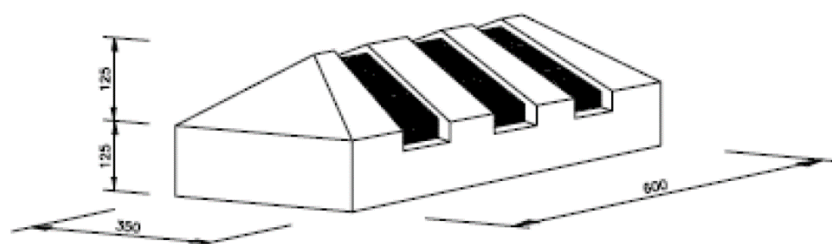
Topera de hormigón

5.6 Piquetes de vía

En dos vías que convergen en un desvío, se denomina piquete de entrevía al punto hasta el que es compatible la circulación por ambas vías sin riesgo de contacto entre los vehículos o sus cargamentos.

Se entiende por piquete físico de entrevía la señal que, en la vía, indica la posición límite donde debe detenerse la cabeza del tren delante de un desvío por el lado de talón, para que sea compatible su posición con la circulación de un tren por la otra vía.

El piquete físico (piquete de vía libre) será fabricado de hormigón, de dimensiones 60 cm de longitud, 35 cm de anchura y 25 cm de altura, sobresaliendo de la superficie de balasto 15 cm. La cara superior llevará inclinación a dos aguas. El piquete también podrá ser de otro material al descrito tal como fibra de vidrio, cupón de carril, etc.



Piquete de vía libre

De acuerdo con la Instrucción Ferroviaria de Gálibos "Orden FOM/1630/2015" de 14 de julio, en el caso de que la velocidad por vía directa sea igual o inferior a 120 km/h, el piquete se podrá situar a una distancia de cada vía, mayor o igual que la correspondiente al punto de intersección

del galibo nominal sin márgenes de la vía directa con el galibo nominal sin márgenes de la vía desviada.

Esto es lo que ha considerado para los desvíos de acceso a la vía exclusiva de mercancías (vía 3). En este caso, la curva más restrictiva es de radio 140 m, en la que se obtiene un valor del galibo nominal sin márgenes de 1.659 mm (ver cálculos incluidos en el Apéndice 5). Es esta la distancia que se ha considerado para situar el piquete con respecto a ambas vías.

Para la vía de acceso a la base de mantenimiento de catenaria, no se han realizado cálculos específicos, considerándose los valores que indica la Instrucción para galibo GEE10:

- Galibo GEE10 con $g' = 1,50$ m y $g'' = 1,30$ m, es decir $d'' = 3,80$ m.

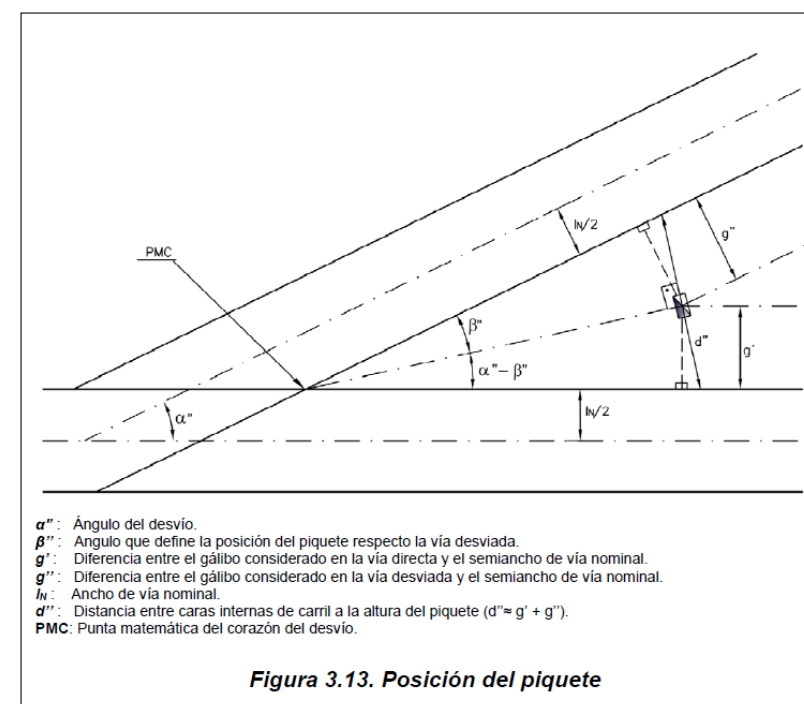
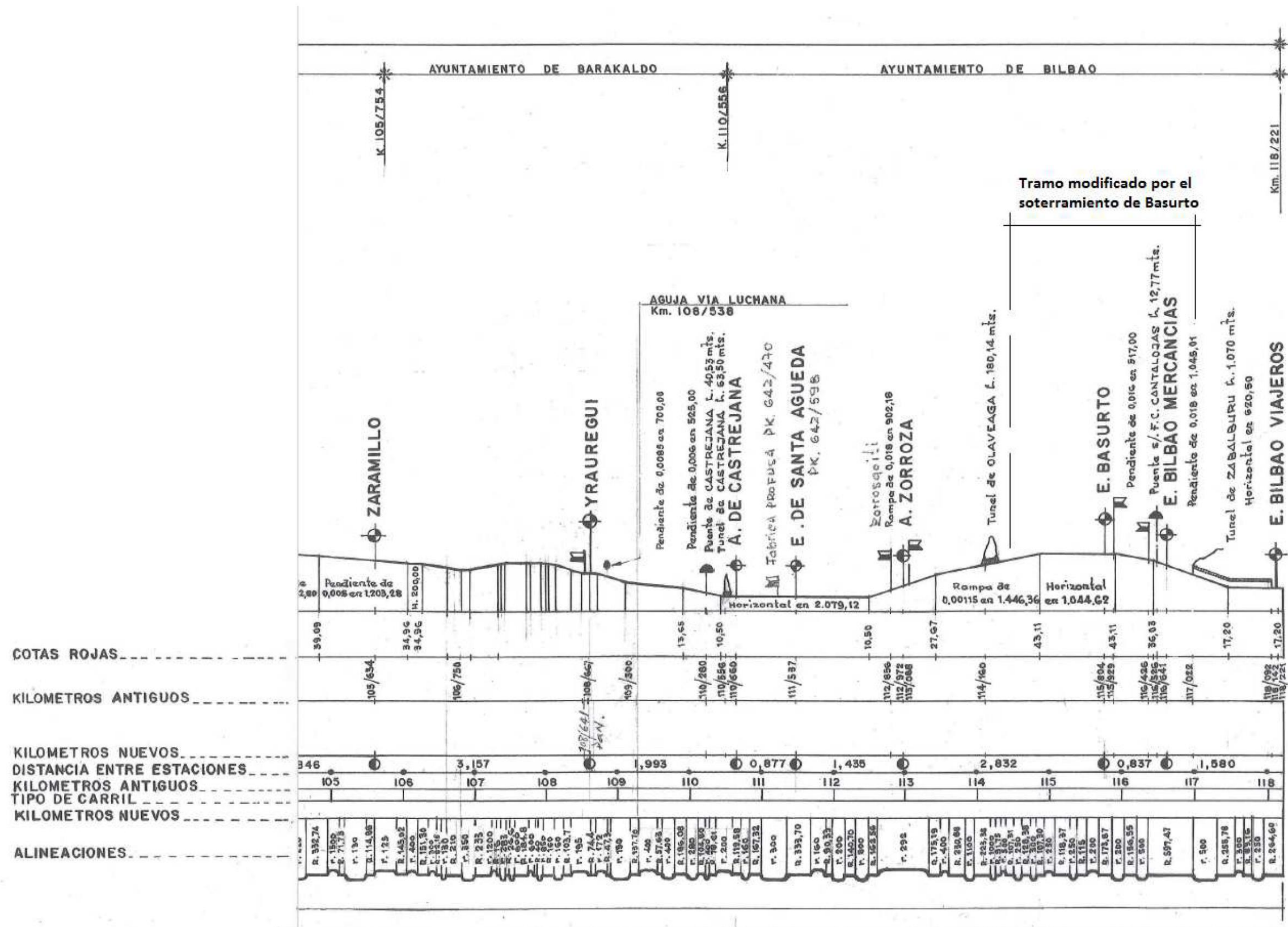


Figura 3.13. Posición del piquete

En el caso de los escapes, y para entreejes menores a 4,0 m, el piquete se situará en la junta de contraagua.

APÉNDICE 1. PERFIL LONGITUDINAL Y PARÁMETROS DE TRAZADO EN PLANTA DE LA LINEA ACTUAL

PERFIL LONGITUDINAL



PARÁMETROS DEL TRAZADO EN PLANTA. VÍA IMPAR

REFERENCIAS														TRANSICIÓN ENTRADA										CURVA CIRCULAR										TRANSICIÓN SALIDA										ACTUAL		
Nº	PROVINCIA	TRAMO	Referencia	Alineación	Sentido	Año de renovación	Armamento de Vía	MONTAJE CARRIL	ID. DE LA VÍA (Única-Doble Par o Impar)	LÍNEA ELECTRIFICADA	Tipo de Bloqueo	TIPO DE TRAFICO	SERVICIO	CIRCULACIONES / AÑO	INICIO			L. Curvatura constante			FIN			Longitud del perfil	Gº Curvatura	Radio metros	Peralte (con los peralte)	Velocidad actual	asc en la rodadura	Insuficiencia de Peralte																
															PK	mts.	mm	PK	mts	PK	mm	mts.	PK								mts.	mm														
3920	21	BIZKAIA	ZARAMILLO-BILBAO	APDRO. KASTREXANA	CURVA	IZDA	54H	BLS	Doble I	Eléctric	BAD	MIXTO V/M	CERCANIAS		641758	55	1,84	641813	27	641840	1,84	55	641895	137	0,0082	R 122	101	50	0,656	72																
3921		BIZKAIA	ZARAMILLO-BILBAO		RECTA		54H	BLS	Doble I	Eléctric	BAD	MIXTO V/M	CERCANIAS		641895								642009	114		=		70																		
3922	22	BIZKAIA	ZARAMILLO-BILBAO		CURVA	IZDA	54H	BLS	Doble I	Eléctric	BAD	MIXTO V/M	CERCANIAS		642009	78	1,37	642087	232	642319	1,49	72	642391	382	0,0035	R 285,7	107	70	0,342	37																
3923		BIZKAIA	ZARAMILLO-BILBAO		RECTA		54H	BLS	Doble I	Eléctric	BAD	MIXTO V/M	CERCANIAS		642391								642493	102		=		70																		
3924	23	BIZKAIA	ZARAMILLO-BILBAO		CURVA	IZDA	54H	BLS	Doble I	Eléctric	BAD	MIXTO V/M	CERCANIAS		642493	56	0,18	642549	33	642582	0,18	56	642638	145	0,0016	R 625	10	70	0,513	56																
3925		BIZKAIA	ZARAMILLO-BILBAO	SANTA AGUEDA	RECTA		54H	BLS	Doble I	Eléctric	BAD	MIXTO V/M	CERCANIAS		642638								642675	37		=		70																		
3926		BIZKAIA	ZARAMILLO-BILBAO		CURVA	DCHA	54H	BLS	Doble I	Eléctric	BAD	MIXTO V/M	CERCANIAS		642675	66	1,29	642741	56	642797	-----	-----	-----	-----	0,0068	R 147,1	85	50	0,532	58																
3927	24	BIZKAIA	ZARAMILLO-BILBAO		CURVA	DCHA	54H	BLS	Doble I	Eléctric	BAD	MIXTO V/M	CERCANIAS		642797	26	0,92	642823	106	642929	1,95	56	642985	188	0,0060	R 166,7	109	50	0,158	17																
3928		BIZKAIA	ZARAMILLO-BILBAO		RECTA		54H	BLS	Doble I	Eléctric	BAD	MIXTO V/M	CERCANIAS		642985								643003	18		=		50																		
3929	25	BIZKAIA	ZARAMILLO-BILBAO		CURVA	IZDA	54H	BLS	Doble I	Eléctric	BAD	MIXTO V/M	CERCANIAS		643003	64	1,25	643067	110	643177	1,51	53	643230	227	0,0052	R 192,3	80	50	0,270	29																
3930		BIZKAIA	ZARAMILLO-BILBAO		RECTA		54H	BLS	Doble I	Eléctric	BAD	MIXTO V/M	CERCANIAS		643230								643327	97		=		60																		
3931	26	BIZKAIA	ZARAMILLO-BILBAO		CURVA	IZDA	54H	BLS	Doble I	Eléctric	BAD	MIXTO V/M	CERCANIAS		643327	68	0,21	643395	124	643519	0,41	34	643553	226	0,0014	R 714,3	14	60	0,261	28																
3932		BIZKAIA	ZARAMILLO-BILBAO		RECTA		54H	BLS	Doble I	Eléctric	BAD	MIXTO V/M	CERCANIAS		643553								643717	164		=		60																		
3933	27	BIZKAIA	ZARAMILLO-BILBAO	ZORROTZA - PN - SUBESTACION	CURVA	DCHA	54H	BLS	Doble I	Eléctric	BAD	MIXTO V/M	CERCANIAS		643717	37	1,22	643754	156	643910	-----	-----	-----	-----	0,0036	R 277,8	45	60	0,587	64																
3934		BIZKAIA	ZARAMILLO-BILBAO		CURVA	DCHA	54H	BLS	Doble I	Eléctric	BAD	MIXTO V/M	CERCANIAS		643910	12	0,00	643922	587	644509	0,64	70	644579	669	0,0034	R 294,1	45	60	0,532	58																
3935		BIZKAIA	ZARAMILLO-BILBAO		RECTA		54H	BLS	Doble I	Eléctric	BAD	MIXTO V/M	CERCANIAS		644579								644697	118		=		80																		
3936	28	BIZKAIA	ZARAMILLO-BILBAO		CURVA	DCHA	54H	BLS	Doble I	Eléctric	BAD	MIXTO V/M	CERCANIAS		644697	63	1,03	644760	63	644823	1,16	56	644879	182	0,0027	R 370,4	65	80	0,737	81																
3937		BIZKAIA	ZARAMILLO-BILBAO		RECTA		54H	BLS	Doble I	Eléctric	BAD	MIXTO V/M	CERCANIAS		644879								644969	90		=		80																		
3938	29	BIZKAIA	ZARAMILLO-BILBAO		CURVA	IZDA	54H	BLS	Doble I	Eléctric	BAD	MIXTO V/M	CERCANIAS		644969	21	0,95	644990	28	645018	0,69	29	645047	78	0,0007	R 1429	20	80	0,162	18																
3939		BIZKAIA	ZARAMILLO-BILBAO		RECTA		54H	BLS	Doble I	Eléctric	BAD	MIXTO V/M	CERCANIAS		645047								645169	122		=		80																		
3940	30	BIZKAIA	ZARAMILLO-BILBAO		CURVA	IZDA	54H	BLS	Doble I	Eléctric	BAD	MIXTO V/M	CERCANIAS		645169	26	1,19	645195	17	645212	1,35	23	645235	66	0,0020	R 500	31	80	0,703	77																
3941		BIZKAIA	ZARAMILLO-BILBAO		RECTA		54H	BLS	Doble I	Eléctric	BAD	MIXTO V/M	CERCANIAS		645235								645417	182		=		80																		
3942	31	BIZKAIA	ZARAMILLO-BILBAO		CURVA	IZDA	54H	BLS	Doble I	Eléctric	BAD	MIXTO V/M	CERCANIAS		645417	58	0,10	645475	11	645486	0,13	47	645533	116	0,0009	R 1111	6	80	0,389	43																
3943		BIZKAIA	ZARAMILLO-BILBAO		RECTA		54H	BLS	Doble I	Eléctric	BAD	MIXTO V/M	CERCANIAS		645533								645558	25		=		80																		

PARÁMETROS DEL TRAZADO EN PLANTA. VÍA PAR

REFERENCIAS													TRANSICIÓN ENTRADA											TRANSICIÓN SALIDA			ACTUAL			
Nº	PROVINCIA	TRAMO	Referencia	Alineación	Sentido	Año de renovación	Armamento de Vía	MONTAJE CARRIL	ID. DE LA VÍA (Única-Doble Par o Impar)	LÍNEA ELECTRIFICADA	Tipo de Bloqueo	TIPO DE TRAFICO	SERVICIO	CIRCUNDAIONES / AÑO	INICIO	Longitud de acuerdo	Rampa de peralte	INICIO	L. Curvatura constante	INICIO	Rampa de peralte	Longitud de acuerdo	FINAL	Longitud de perfil	G° Curvatura	Radio metros	Peralte (con lte. peralte)	Velocidad actual	asc en la rodadura	Insuficiencia de Peralte
														PK	mts.	mm	PK	mts	PK	mm	mts.	PK	mts.	1/R	1/g°	mm	Km/h	m/s²	mm	
4015	21	BIZKAIA	ZARAMILLO-BILBAO	KASTREXANA	CURVA	IZDA	54H	BLS	Doble P	Eletrific	BAD	MIXTO V/M	CERCANIAS		641756	71	1,06	641827	30	641857	1,56	48	641905	149	0,0067	R 149,3	75	50	0,605	66
4016		BIZKAIA	ZARAMILLO-BILBAO		RECTA		54H	BLS	Doble P	Eletrific	BAD	MIXTO V/M	CERCANIAS		641905											∞		70		
4017		BIZKAIA	ZARAMILLO-BILBAO				54H	BLS	Doble P	Eletrific	BAD	MIXTO V/M	CERCANIAS		642019	88	0,85	642107	91	642198	-----	-----	-----	-----	0,0035	R 285,7	75	70	0,636	69
4018	22	BIZKAIA	ZARAMILLO-BILBAO		CURVA	IZDA	54H	BLS	Doble P	Eletrific	BAD	MIXTO V/M	CERCANIAS		642198	41	0,00	642239	50	642289	-----	-----	-----	-----	0,0031	R 322,6	75	70	0,484	53
4019		BIZKAIA	ZARAMILLO-BILBAO				54H	BLS	Doble P	Eletrific	BAD	MIXTO V/M	CERCANIAS		642289	26	0,00	642315	17	642332	1,06	71	642403	114	0,0036	R 277,8	75	70	0,673	74
4020		BIZKAIA	ZARAMILLO-BILBAO		RECTA		54H	BLS	Doble P	Eletrific	BAD	MIXTO V/M	CERCANIAS		642403											∞		70		
4021	23	BIZKAIA	ZARAMILLO-BILBAO	SANTA AGUEDA	CURVA	IZDA	54H	BLS	Doble P	Eletrific	BAD	MIXTO V/M	CERCANIAS		642506	59	0,17	642565	32	642597	0,18	57	642654	148	0,0016	R 625	10	70	0,513	56
4022		BIZKAIA	ZARAMILLO-BILBAO		RECTA		54H	BLS	Doble P	Eletrific	BAD	MIXTO V/M	CERCANIAS		642654											∞		70		
4023	24	BIZKAIA	ZARAMILLO-BILBAO		CURVA	DCHA	54H	BLS	Doble P	Eletrific	BAD	MIXTO V/M	CERCANIAS		642692	65	1,46	642757	49	642806	-----	-----	-----	-----	0,0071	R 140,8	95	50	0,499	54
4024		BIZKAIA	ZARAMILLO-BILBAO				54H	BLS	Doble P	Eletrific	BAD	MIXTO V/M	CERCANIAS		642806	27	0,56	642833	110	642943	1,31	61	643004	198	0,0061	R 163,9	80	50	0,443	48
4025	25	BIZKAIA	ZARAMILLO-BILBAO		CURVA	IZDA	54H	BLS	Doble P	Eletrific	BAD	MIXTO V/M	CERCANIAS		643004	85	0,59	643089	107	643196	1,22	41	643237	233	0,0050	R 200	50	50	0,506	55
4026		BIZKAIA	ZARAMILLO-BILBAO		RECTA		54H	BLS	Doble P	Eletrific	BAD	MIXTO V/M	CERCANIAS		643237											∞		60		
4027	26	BIZKAIA	ZARAMILLO-BILBAO		CURVA	IZDA	54H	BLS	Doble P	Eletrific	BAD	MIXTO V/M	CERCANIAS		643331	83	0,12	643414	120	643534	0,29	34	643568	237	0,0013	R 769,2	10	60	0,269	29
4028		BIZKAIA	ZARAMILLO-BILBAO		RECTA		54H	BLS	Doble P	Eletrific	BAD	MIXTO V/M	CERCANIAS		643568											∞		60		
4029	27	BIZKAIA	ZARAMILLO-BILBAO	ZORROTZA - PN - SUBESTACION	CURVA	DCHA	54H	BLS	Doble P	Eletrific	BAD	MIXTO V/M	CERCANIAS		643725	61	0,74	643786	739	644525	0,68	66	644591	866	0,0036	R 277,8	45	60	0,587	64
4030		BIZKAIA	ZARAMILLO-BILBAO		RECTA		54H	BLS	Doble P	Eletrific	BAD	MIXTO V/M	CERCANIAS		644591											∞		80		
4031	28	BIZKAIA	ZARAMILLO-BILBAO		CURVA	DCHA	54H	BLS	Doble P	Eletrific	BAD	MIXTO V/M	CERCANIAS		644712	67	1,12	644779	58	644837	1,14	66	644903	191	0,0027	R 370,4	75	80	0,646	71
4032		BIZKAIA	ZARAMILLO-BILBAO		RECTA		54H	BLS	Doble P	Eletrific	BAD	MIXTO V/M	CERCANIAS		644903											∞		80		
4033	29	BIZKAIA	ZARAMILLO-BILBAO		CURVA	IZDA	54H	BLS	Doble P	Eletrific	BAD	MIXTO V/M	CERCANIAS		644981	30	0,33	645011	20	645031	0,45	22	645053	72	0,0008	R 1250	10	80	0,303	33
4034		BIZKAIA	ZARAMILLO-BILBAO		RECTA		54H	BLS	Doble P	Eletrific	BAD	MIXTO V/M	CERCANIAS		645053											∞		80		
4035	30	BIZKAIA	ZARAMILLO-BILBAO	VIA PLACA TUNEL OLABEAGA	CURVA	IZDA	54H	BLS	Doble P	Eletrific	BAD	MIXTO V/M	CERCANIAS		645187	24	1,67	645211	16	645227	1,60	25	645252	65	0,0020	R 510,2	40	80	0,601	66
4036		BIZKAIA	ZARAMILLO-BILBAO	VIA PLACA TUNEL OLABEAGA	RECTA		54H	BLS	Doble P	Eletrific	BAD	MIXTO V/M	CERCANIAS		645252											∞		80		
4037	31	BIZKAIA	ZARAMILLO-BILBAO		CURVA	IZDA	54H	BLS	Doble P	Eletrific	BAD	MIXTO V/M	CERCANIAS		645441	24	0,42	645465	15	645480	0,32	31	645511	70	0,0009	R 1111	10	80	0,353	39
4038		BIZKAIA	ZARAMILLO-BILBAO		RECTA		54H	BLS	Doble P	Eletrific	BAD	MIXTO V/M	CERCANIAS		645511											∞		80		

APÉNDICE 2. LISTADOS DE ALINEACIONES DE TRAZADO

1. ALINEACIONES EN PLANTA

VIAS 1 Y 2 DE ALTERNATIVA 1 (EJE 1)

Istram 22.04.04.22 29/09/22 16:57:19 200356
 PROYECTO : P1535
 GRUPO : 1 : Alt1
 C.R.S. : ETRS89 (HUSO 30)
 EJE : 1 : Via doble

pagina 1

=====
 * * * LISTADO DE LAS ALINEACIONES * * *
 =====

DATO	TIPO	LONGITUD	P.K.	X TANGENCIA	Y TANGENCIA	RADIO	PARAMETRO	AZIMUT	Cos/Xc/Xinf	Sen/Yc/Yinf	Latitud (N)	Longitud (E)
1	RECTA	36.756	0.000	502182.050	4790458.247			389.8690	-0.1584667	0.9873643	43°16'00.9572"	-2°58'23.2048"
	CLOT.	54.000	36.756	502176.226	4790494.538		127.279	389.8690	502176.226	4790494.538	43°16'02.1337"	-2°58'23.4627"
2	CIRC.	55.819	90.756	502169.274	4790548.069	300.000		395.5986	502468.557	4790568.794	43°16'03.8691"	-2°58'23.7703"
	CLOT.	54.000	146.575	502170.606	4790603.792		127.279	7.4438	502180.107	4790656.930	43°16'05.6755"	-2°58'23.7104"
	CLOT.	45.000	200.575	502180.107	4790656.930		90.000	13.1734	502180.107	4790656.930	43°16'07.3979"	-2°58'23.2882"
3	CIRC.	36.511	245.575	502187.505	4790701.286	-180.000		5.2156	502008.109	4790716.016	43°16'08.8357"	-2°58'22.9594"
	CLOT.	45.000	282.086	502186.794	4790737.727		90.000	392.3026	502177.673	4790781.761	43°16'10.0170"	-2°58'22.9904"
4	RECTA	84.098	327.086	502177.673	4790781.761			384.3449	-0.2434396	0.9699161	43°16'11.4446"	-2°58'23.3944"
	CLOT.	45.000	411.184	502157.201	4790863.329		84.853	384.3449	502157.201	4790863.329	43°16'14.0890"	-2°58'24.3014"
5	CIRC.	146.559	456.184	502148.310	4790907.402	160.000		393.2973	502307.424	4790924.217	43°16'15.5177"	-2°58'24.6952"
	CLOT.	45.000	602.743	502197.187	4791040.181		84.853	51.6114	502232.530	4791067.971	43°16'19.8215"	-2°58'22.5250"
6	RECTA	100.188	647.743	502232.530	4791067.971			60.5639	0.8141918	0.5805961	43°16'20.7220"	-2°58'20.9566"
	CLOT.	45.000	747.931	502314.102	4791126.140		84.853	60.5639	502314.102	4791126.140	43°16'22.6067"	-2°58'17.3369"
7	CIRC.	242.132	792.931	502351.891	4791150.500	160.000		69.5164	502425.611	4791008.495	43°16'23.3960"	-2°58'15.6600"
	CLOT.	45.000	1035.063	502563.147	4791090.249		84.853	165.8577	502582.401	4791049.620	43°16'21.4404"	-2°58'06.2888"
8	RECTA	82.002	1080.063	502582.401	4791049.620			174.8102	0.3854368	-0.9227342	43°16'20.1231"	-2°58'05.4353"
	CLOT.	54.000	1162.065	502614.008	4790973.953		127.279	174.8102	502614.008	4790973.953	43°16'17.6698"	-2°58'04.0344"
9	CIRC.	102.714	1216.065	502636.299	4790924.790	-300.000		169.0806	502901.606	4791064.833	43°16'16.0758"	-2°58'03.0464"
	CLOT.	54.000	1318.780	502698.715	4790843.847		127.279	147.2839	502740.595	4790809.789	43°16'13.4511"	-2°58'00.2789"
	CLOT.	54.000	1372.780	502740.595	4790809.789		127.279	141.5543	502740.595	4790809.789	43°16'12.3465"	-2°57'58.4216"
10	CIRC.	63.993	1426.780	502782.476	4790775.732	300.000		147.2839	502579.585	4790554.746	43°16'11.2420"	-2°57'56.5643"
	CLOT.	54.000	1490.773	502824.660	4790727.772		127.279	160.8637	502853.093	4790681.887	43°16'09.6867"	-2°57'54.6938"
11	RECTA	9.000	1544.773	502853.093	4790681.887			166.5933	0.5009981	-0.8654484	43°16'08.1989"	-2°57'53.4333"
			1553.773	502857.602	4790674.098			166.5933			43°16'07.9463"	-2°57'53.2334"

VIA 3 DE ALTERNATIVA 1 (EJE 2)

Istram 22.04.04.22 29/09/22 16:57:19 200356
 PROYECTO : P1535
 GRUPO : 1 : Alt1
 C.R.S. : ETRS89 (HUSO 30)
 EJE : 2 : Via mercancias

pagina 1

=====
 * * * LISTADO DE LAS ALINEACIONES * * *
 =====

DATO	TIPO	LONGITUD	P.K.	X TANGENCIA	Y TANGENCIA	RADIO	PARAMETRO	AZIMUT	Cos/Xc/Xinf	Sen/Yc/Yinf	Latitud (N)	Longitud (E)
1	CIRC.	16.172	0.000	502165.069	4790839.170	190.000		385.0811	502349.875	4790883.289	43°16'13.3057"	-2°58'23.9527"
2	RECTA	6.466	16.172	502161.987	4790855.041			390.4997	-0.1486764	0.9888859	43°16'13.8202"	-2°58'24.0892"
	CLOT.	40.000	22.638	502161.026	4790861.435		74.833	390.4997	502161.026	4790861.435	43°16'14.0275"	-2°58'24.1318"
3	CIRC.	114.079	62.638	502156.971	4790901.193	140.000		399.5943	502296.969	4790902.085	43°16'15.3164"	-2°58'24.3110"
	CLOT.	40.000	176.717	502200.285	4791003.338		74.833	51.4693	502231.682	4791028.063	43°16'18.6271"	-2°58'22.3881"
4	RECTA	139.035	216.717	502231.682	4791028.063			60.5639	0.8141918	0.5805961	43°16'19.4283"	-2°58'20.9949"
	CLOT.	40.000	355.753	502344.883	4791108.786		74.833	60.5639	502344.883	4791108.786	43°16'22.0439"	-2°58'15.9716"
5	CIRC.	197.941	395.753	502378.488	4791130.414	140.000		69.6585	502442.715	4791006.016	43°16'22.7446"	-2°58'14.4804"
	CLOT.	40.000	593.694	502555.547	4791088.895		74.833	159.6680	502576.035	4791054.583	43°16'21.3966"	-2°58'06.6260"
6	RECTA	14.418	633.694	502576.035	4791054.583			168.7626	0.4712226	-0.8820143	43°16'20.2840"	-2°58'05.7177"
7	CIRC.	15.826	648.111	502582.829	4791041.866	190.000		168.7626	502415.246	4790952.334	43°16'19.8717"	-2°58'05.4165"
			663.938	502589.697	4791027.613			174.0653			43°16'19.4096"	-2°58'05.1121"

VIAS 1 Y 2 DE ALTERNATIVA 2 (EJE 5)

Istram 22.04.04.22 29/09/22 16:57:19 200356
 PROYECTO : P1535
 GRUPO : 2 : Alt2
 C.R.S. : ETRS89 (HUSO 30)
 EJE : 5 : Via doble

pagina 1

***** LISTADO DE LAS ALINEACIONES *****

DATO	TIPO	LONGITUD	P.K.	X TANGENCIA	Y TANGENCIA	RADIO	PARAMETRO	AZIMUT	Cos/Xc/Xinf	Sen/Yc/Yinf	Latitud (N)	Longitud (E)
1	RECTA	36.756	0.000	502182.050	4790458.247			389.8690	-0.1584667	0.9873643	43°16'00.9572"	-2°58'23.2048"
	CLOT.	54.000	36.756	502176.226	4790494.538		127.279	389.8690	502176.226	4790494.538	43°16'02.1337"	-2°58'23.4627"
2	CIRC.	55.819	90.756	502169.274	4790548.069	300.000		395.5986	502468.557	4790568.794	43°16'03.8691"	-2°58'23.7703"
	CLOT.	54.000	146.575	502170.606	4790603.792		127.279	7.4438	502180.107	4790656.930	43°16'05.6755"	-2°58'23.7104"
	CLOT.	45.000	200.575	502180.107	4790656.930		90.000	13.1734	502180.107	4790656.930	43°16'07.3979"	-2°58'23.2882"
3	CIRC.	36.511	245.575	502187.505	4790701.286	-180.000		5.2156	502008.109	4790716.016	43°16'08.8357"	-2°58'22.9594"
	CLOT.	45.000	282.086	502186.794	4790737.727		90.000	392.3026	502177.673	4790781.761	43°16'10.0170"	-2°58'22.9904"
4	RECTA	84.098	327.086	502177.673	4790781.761			384.3449	-0.2434396	0.9699161	43°16'11.4446"	-2°58'23.3944"
	CLOT.	45.000	411.184	502157.201	4790863.329		84.853	384.3449	502157.201	4790863.329	43°16'14.0890"	-2°58'24.3014"
5	CIRC.	146.559	456.184	502148.310	4790907.402	160.000		393.2973	502307.424	4790924.217	43°16'15.5177"	-2°58'24.6952"
	CLOT.	45.000	602.743	502197.187	4791040.181		84.853	51.6114	502232.530	4791067.971	43°16'19.8215"	-2°58'22.5250"
6	RECTA	100.188	647.743	502232.530	4791067.971			60.5639	0.8141918	0.5805961	43°16'20.7220"	-2°58'20.9566"
	CLOT.	45.000	747.931	502314.102	4791126.140		84.853	60.5639	502314.102	4791126.140	43°16'22.6067"	-2°58'17.3369"
7	CIRC.	242.132	792.931	502351.891	4791150.500	160.000		69.5164	502425.611	4791008.495	43°16'23.3960"	-2°58'15.6600"
	CLOT.	45.000	1035.063	502563.147	4791090.249		84.853	165.8577	502582.401	4791049.620	43°16'21.4404"	-2°58'06.2888"
8	RECTA	82.002	1080.063	502582.401	4791049.620			174.8102	0.3854368	-0.9227342	43°16'20.1231"	-2°58'05.4353"
	CLOT.	54.000	1162.065	502614.008	4790973.953		127.279	174.8102	502614.008	4790973.953	43°16'17.6698"	-2°58'04.0344"
9	CIRC.	102.714	1216.065	502636.299	4790924.790	-300.000		169.0806	502901.606	4791064.833	43°16'16.0758"	-2°58'03.0464"
	CLOT.	54.000	1318.780	502698.715	4790843.847		127.279	147.2839	502740.595	4790809.789	43°16'13.4511"	-2°58'00.2789"
	CLOT.	54.000	1372.780	502740.595	4790809.789		127.279	141.5543	502740.595	4790809.789	43°16'12.3465"	-2°57'58.4216"
10	CIRC.	63.993	1426.780	502782.476	4790775.732	300.000		147.2839	502579.585	4790554.746	43°16'11.2420"	-2°57'56.5643"
	CLOT.	54.000	1490.773	502824.660	4790727.772		127.279	160.8637	502853.093	4790681.887	43°16'09.6867"	-2°57'54.6938"
11	RECTA	9.000	1544.773	502853.093	4790681.887			166.5933	0.5009981	-0.8654484	43°16'08.1989"	-2°57'53.4333"
			1553.773	502857.602	4790674.098			166.5933			43°16'07.9463"	-2°57'53.2334"

VIA 3 DE ALTERNATIVA 2 (EJE 6)

Istram 22.04.04.22 29/09/22 16:57:19 200356
 PROYECTO : P1535
 GRUPO : 2 : Alt2
 C.R.S. : ETRS89 (HUSO 30)
 EJE : 6 : Via mercancias

pagina 1

***** LISTADO DE LAS ALINEACIONES *****

DATO	TIPO	LONGITUD	P.K.	X TANGENCIA	Y TANGENCIA	RADIO	PARAMETRO	AZIMUT	Cos/Xc/Xinf	Sen/Yc/Yinf	Latitud (N)	Longitud (E)
1	CIRC.	16.311	0.000	502164.582	4790841.110	190.000		385.0424	502349.361	4790885.341	43°16'13.3686"	-2°58'23.9743"
2	RECTA	12.148	16.311	502161.470	4790857.116			390.5076	-0.1485539	0.9889043	43°16'13.8875"	-2°58'24.1121"
3	CIRC.	13.046	28.459	502159.665	4790869.130	-450.000		390.5076	501714.658	4790802.280	43°16'14.2770"	-2°58'24.1920"
	CLOT.	30.000	41.505	502157.540	4790882.001		68.136	388.6621	502157.540	4790882.001	43°16'14.6942"	-2°58'24.2861"
4	CIRC.	53.481	71.505	502153.184	4790911.670	154.750		394.8328	502307.424	4790924.217	43°16'15.6560"	-2°58'24.4789"
	CLOT.	35.000	124.986	502158.053	4790964.662		150.855	16.8341	502165.714	4790819.275	43°16'17.3738"	-2°58'24.2622"
5	CIRC.	36.728	159.986	502171.211	4790996.994	125.000		32.9460	502279.842	4790935.153	43°16'18.4218"	-2°58'23.6780"
	CLOT.	35.000	196.713	502193.776	4791025.804		66.144	51.6512	502221.270	4791047.413	43°16'19.3555"	-2°58'22.6765"
6	RECTA	142.396	231.713	502221.270	4791047.413			60.5639	0.8141918	0.5805961	43°16'20.0557"	-2°58'21.4565"
	CLOT.	35.000	374.109	502337.207	4791130.088		66.144	60.5639	502337.207	4791130.088	43°16'22.7345"	-2°58'16.3118"
7	CIRC.	36.728	409.109	502366.595	4791149.041	125.000		69.4766	502424.258	4791038.135	43°16'23.3485"	-2°58'15.0078"
	CLOT.	35.000	445.837	502401.186	4791160.988		150.855	88.1818	502570.998	4791108.281	43°16'23.7354"	-2°58'13.4730"
8	CIRC.	145.478	480.837	502436.040	4791162.893	154.750		104.2938	502425.611	4791008.495	43°16'23.7968"	-2°58'11.9266"
	CLOT.	30.000	626.315	502556.455	4791091.123		68.136	164.1415	502570.796	4791064.787	43°16'21.4688"	-2°58'06.5857"
9	CIRC.	17.027	656.315	502570.796	4791064.787	-650.000		170.3123	503151.390	4791357.036	43°16'20.6149"	-2°58'05.9500"
10	RECTA	8.373	673.342	502578.650	4791049.680			168.6446	0.4728557	-0.8811399	43°16'20.1251"	-2°58'05.6018"
11	CIRC.	16.315	681.715	502582.609	4791042.302	190.000		168.6446	502415.192	4790952.460	43°16'19.8859"	-2°58'05.4263"
			698.030	502589.697	4791027.613			174.1112			43°16'19.4096"	-2°58'05.1120"

VIA DE ACCESO A BASE DE MANTENIMIENTO (EJE 9)

Istram 22.04.04.22 29/09/22 16:57:19 200356
 PROYECTO : P1535
 GRUPO : 3 : Subestacion
 C.R.S. : ETRS89 (HUSO 30)
 EJE : 9 : Via

pagina 1

=====
 * * * LISTADO DE LAS ALINEACIONES * * *
 =====

DATO TIPO	LONGITUD	P.K.	X TANGENCIA	Y TANGENCIA	RADIO	PARAMETRO	AZIMUT	Cos/Xc/Xinf	Sen/Yc/Yinf	Latitud (N)	Longitud (E)
1 RECTA	1.158	0.000	502153.344	4789937.387			345.9330	-0.7508067	0.6605220	43°15'44.0729"	-2°58'24.4855"
1 CIRC.	14.686	1.158	502152.475	4789938.152	189.500		345.9330	502277.644	4790080.430	43°15'44.0977"	-2°58'24.5241"
1 RECTA	6.462	15.844	502141.835	4789948.270			350.8667	-0.6974148	0.7166677	43°15'44.4258"	-2°58'24.9959"
2 CIRC.	30.565	22.306	502137.328	4789952.901	100.000		350.8667	502208.995	4790022.642	43°15'44.5760"	-2°58'25.1957"
3 RECTA	23.246	52.872	502119.663	4789977.699			370.3252	-0.4494334	0.8933139	43°15'45.3800"	-2°58'25.9789"
		76.118	502109.216	4789998.465			370.3252			43°15'46.0533"	-2°58'26.4421"

VIAL DE ACCESO A PARCELA (EJE 10)

Istram 22.04.04.22 04/10/22 15:58:37 200356
 PROYECTO : P1535
 GRUPO : 3 : Subestacion
 C.R.S. : ETRS89 (HUSO 30)
 EJE : 10 : Acceso01

pagina 1

=====
 * * * LISTADO DE LAS ALINEACIONES * * *
 =====

DATO TIPO	LONGITUD	P.K.	X TANGENCIA	Y TANGENCIA	RADIO	PARAMETRO	AZIMUT	Cos/Xc/Xinf	Sen/Yc/Yinf	Latitud (N)	Longitud (E)
1 RECTA	9.824	0.000	502285.634	4789828.800			359.2112	-0.5977643	0.8016719	43°15'40.5514"	-2°58'18.6193"
2 CIRC.	36.577	9.824	502279.761	4789836.675	-120.000		359.2112	502183.560	4789764.944	43°15'40.8068"	-2°58'18.8796"
3 CIRC.	32.618	46.401	502253.799	4789862.240	300.000		339.8064	502429.396	4790105.480	43°15'41.6358"	-2°58'20.0308"
4 RECTA	50.812	79.019	502228.441	4789882.731			346.7281	-0.7424985	0.6698478	43°15'42.3003"	-2°58'21.1553"
		129.831	502190.714	4789916.767			346.7281			43°15'43.4041"	-2°58'22.8283"

VIAL DE ACCESO A VIVIENDA (EJE 12)

Istram 22.04.04.22 04/10/22 15:58:37 200356
 PROYECTO : P1535
 GRUPO : 3 : Subestacion
 C.R.S. : ETRS89 (HUSO 30)
 EJE : 12 : Acceso Vivienda

pagina 1

=====
 * * * LISTADO DE LAS ALINEACIONES * * *
 =====

DATO TIPO	LONGITUD	P.K.	X TANGENCIA	Y TANGENCIA	RADIO	PARAMETRO	AZIMUT	Cos/Xc/Xinf	Sen/Yc/Yinf	Latitud (N)	Longitud (E)
1 RECTA	95.000	0.000	502285.634	4789828.800			359.2112	-0.5977643	0.8016719	43°15'40.5514"	-2°58'18.6193"
		95.000	502228.846	4789904.959			359.2112			43°15'43.0209"	-2°58'21.1370"

2. ALINEACIONES EN ALZADO

VIAS 1 Y 2 DE ALTERNATIVA 1 (EJE 1)

Istram 22.04.04.22 04/10/22 15:44:30 200356
 PROYECTO : P1535
 GRUPO : 1 : Alt1
 C.R.S. : ETRS89 (HUSO 30)
 EJE : 1 : Via doble

pagina 1

 * * * ESTADO DE RASANTES * * *

PENDIENTE	LONGITUD	PARAMETRO	VÉRTICE		ENTRADA AL ACUERDO		SALIDA DEL ACUERDO		BISECT.	DIF.PEN
			PK	Z	PK	Z	PK	Z		
(o/oo)	(m.)	(kv)	PK	Z	PK	Z	PK	Z	(m.)	(o/oo)
					0.000	9.870				
-1.466667	62.293	3200.000	38.416	9.813	7.269	9.859	69.562	10.374	0.152	19.467
18.000000	32.000	2000.000	629.781	20.458	613.781	20.170	645.781	20.490	0.064	-16.000
2.000000	31.500	3500.000	764.972	20.728	749.222	20.697	780.722	20.902	0.035	9.000
11.000000	24.500	3500.000	1066.999	24.051	1054.749	23.916	1079.249	24.271	0.021	7.000
18.000000	30.048	3200.000	1438.940	30.746	1423.916	30.475	1453.964	30.875	0.035	-9.390
8.609901							1553.773	31.734		

VIA 3 DE ALTERNATIVA 1 (EJE 2)

Istram 22.04.04.22 04/10/22 15:44:31 200356
 PROYECTO : P1535
 GRUPO : 1 : Alt1
 C.R.S. : ETRS89 (HUSO 30)
 EJE : 2 : Via mercancías

pagina 5

 * * * ESTADO DE RASANTES * * *

PENDIENTE	LONGITUD	PARAMETRO	VÉRTICE		ENTRADA AL ACUERDO		SALIDA DEL ACUERDO		BISECT.	DIF.PEN
			PK	Z	PK	Z	PK	Z		
(o/oo)	(m.)	(kv)	PK	Z	PK	Z	PK	Z	(m.)	(o/oo)
					0.000	15.660				
17.939229	48.617	8000.000	116.485	17.749	92.177	17.313	140.794	18.038	0.037	-6.077
11.862067	30.509	5000.000	578.275	23.227	563.021	23.046	593.529	23.501	0.023	6.102
17.963808							665.048	24.786		

VIAS 1 Y 2 DE ALTERNATIVA 2 (EJE 5)

Istram 22.04.04.22 04/10/22 15:44:31 200356
 PROYECTO : P1535
 GRUPO : 2 : Alt2
 C.R.S. : ETRS89 (HUSO 30)
 EJE : 5 : Via doble

pagina 8

=====
 * * * ESTADO DE RASANTES * * *
 =====

PENDIENTE	LONGITUD	PARAMETRO	VÉRTICE		ENTRADA AL ACUERDO		SALIDA DEL ACUERDO		BISECT.	DIF.PEN
			PK	Z	PK	Z	PK	Z		
(o/oo)	(m.)	(kv)	PK	Z	PK	Z	PK	Z	(m.)	(o/oo)
					0.000	9.870				
-1.466667	62.293	3200.000	38.416	9.813	7.269	9.859	69.562	10.374	0.152	19.467
18.000000	32.000	2000.000	629.781	20.458	613.781	20.170	645.781	20.490	0.064	-16.000
2.000000	31.500	3500.000	764.972	20.728	749.222	20.697	780.722	20.902	0.035	9.000
11.000000	24.500	3500.000	1066.999	24.051	1054.749	23.916	1079.249	24.271	0.021	7.000
18.000000	30.048	3200.000	1438.940	30.746	1423.916	30.475	1453.964	30.875	0.035	-9.390
8.609901							1553.773	31.734		

VIA 3 DE ALTERNATIVA 2 (EJE 6)

Istram 22.04.04.22 04/10/22 15:44:31 200356
 PROYECTO : P1535
 GRUPO : 2 : Alt2
 C.R.S. : ETRS89 (HUSO 30)
 EJE : 6 : Via mercancias

pagina 12

=====
 * * * ESTADO DE RASANTES * * *
 =====

PENDIENTE	LONGITUD	PARAMETRO	VÉRTICE		ENTRADA AL ACUERDO		SALIDA DEL ACUERDO		BISECT.	DIF.PEN
			PK	Z	PK	Z	PK	Z		
(o/oo)	(m.)	(kv)	PK	Z	PK	Z	PK	Z	(m.)	(o/oo)
					0.000	16.204				
18.000000	32.000	2000.000	236.483	20.461	220.483	20.173	252.483	20.493	0.064	-16.000
2.000018	33.066	3500.000	369.977	20.728	353.444	20.695	386.510	20.917	0.039	9.448
11.447557	22.134	3400.000	664.472	24.099	653.405	23.973	675.539	24.298	0.018	6.510
17.957513							698.030	24.702		

VIA DE ACCESO A BASE DE MANTENIMIENTO (EJE 9)

Istram 22.04.04.22 04/10/22 15:44:31 200356
 PROYECTO : P1535
 GRUPO : 3 : Subestacion
 C.R.S. : ETRS89 (HUSO 30)
 EJE : 9 : Via

pagina 15

=====
 * * * ESTADO DE RASANTES * * *
 =====

PENDIENTE	LONGITUD	PARAMETRO	VÉRTICE		ENTRADA AL ACUERDO		SALIDA DEL ACUERDO		BISECT.	DIF.PEN
			PK	Z	PK	Z	PK	Z		
(o/oo)	(m.)	(kv)	PK	Z	PK	Z	PK	Z	(m.)	(o/oo)
					0.000	10.360				
1.290000	20.000	15503.876	38.760	10.410	28.760	10.397	48.760	10.410	0.003	-1.290
0.000000							103.412	10.410		

VIAL DE ACCESO A PARCELA (EJE 10)

Istram 22.04.04.22 04/10/22 16:00:44 200356
 PROYECTO : P1535
 GRUPO : 3 : Subestacion
 C.R.S. : ETRS89 (HUSO 30)
 EJE : 10 : Acceso01

pagina 3

=====
 * * * ESTADO DE RASANTES * * *
 =====

PENDIENTE	LONGITUD	PARAMETRO	VÉRTICE		ENTRADA AL ACUERDO		SALIDA DEL ACUERDO		BISECT.	DIF.PEN
			PK	Z	PK	Z	PK	Z		
(%)	(m.)	(kv)							(m.)	(%)
					-0.593	15.792				
2.700000	14.200	100.000	52.734	17.232	45.634	17.040	59.834	16.415	0.252	-14.200
-11.500000	18.000	150.000	105.467	11.168	96.467	12.203	114.467	11.213	0.270	12.000
0.500000							131.963	11.300		

VIAL DE ACCESO A VIVIENDA (EJE 12)

Istram 22.04.04.22 04/10/22 16:00:44 200356
 PROYECTO : P1535
 GRUPO : 3 : Subestacion
 C.R.S. : ETRS89 (HUSO 30)
 EJE : 12 : Acceso Vivienda

pagina 7

=====
 * * * ESTADO DE RASANTES * * *
 =====

PENDIENTE	LONGITUD	PARAMETRO	VÉRTICE		ENTRADA AL ACUERDO		SALIDA DEL ACUERDO		BISECT.	DIF.PEN
			PK	Z	PK	Z	PK	Z		
(%)	(m.)	(kv)							(m.)	(%)
					-0.593	15.792				
2.850000	12.375	750.000	58.718	17.482	52.530	17.306	64.905	17.761	0.026	1.650
4.500000	14.250	750.000	72.386	18.098	65.261	17.777	79.511	18.283	0.034	-1.900
2.600000							96.425	18.723		

3. PUNTOS CADA 20 M

VIAS 1 Y 2 DE ALTERNATIVA 1 (EJE 1)

Istram 22.04.04.22 04/10/22 15:36:50 200356
 PROYECTO : P1535
 C.R.S. : ETRS89 (HUSO 30)
 EJE : 1 : Via doble

pagina 1

 * * * PUNTOS DEL EJE EN PLANTA * * *

TIPO	P.K.	X	Y	RADIO	Z RAS IZ.	Z RAS DR.	AZIMUT	DIST. EJE	PEN(°/°)	PERAL_I	PERAL_D	HILO BAJO	ZT (eje)	Z TERR.	Latitud (N)	Longitud (E)
RECTA Pendiente	0.000	502182.050	4790458.247	0.000	9.870	9.870	389.868992	0.000	-1.467	0.00	0.00	9.870	10.096	10.096	43°16'00.9572"	-2°58'23.2048"
RECTA KV 3200	20.000	502178.881	4790477.994	0.000	9.866	9.866	389.868992	0.000	2.512	0.00	0.00	9.866	9.651	9.651	43°16'01.5974"	-2°58'23.3451"
CLOT. KV 3200	36.756	502176.226	4790494.538	1000000.000	9.952	9.952	389.868992	0.000	7.748	0.00	0.00	9.952	9.640	9.640	43°16'02.1337"	-2°58'23.4627"
CLOT. KV 3200	40.000	502175.712	4790497.741	4993.837	9.979	9.979	389.889669	0.000	8.762	5.41	5.41	9.979	9.646	9.646	43°16'02.2376"	-2°58'23.4854"
CLOT. KV 3200	60.000	502172.670	4790517.508	696.954	10.216	10.216	390.930581	0.000	15.012	38.74	38.74	10.216	9.601	9.601	43°16'02.8784"	-2°58'23.6201"
CLOT. Rampa	80.000	502170.197	4790537.353	374.618	10.562	10.562	393.543395	0.000	18.000	72.07	72.07	10.562	9.588	9.588	43°16'03.5217"	-2°58'23.7295"
CIRC. Rampa	90.756	502169.274	4790548.069	300.000	10.756	10.756	395.598569	0.000	18.000	90.00	90.00	10.756	9.630	9.630	43°16'03.8691"	-2°58'23.7703"
CIRC. Rampa	100.000	502168.778	4790557.299	300.000	10.922	10.922	397.560207	0.000	18.000	90.00	90.00	10.922	9.625	9.625	43°16'04.1683"	-2°58'23.7922"
CIRC. Rampa	120.000	502168.678	4790577.296	300.000	11.282	11.282	1.804339	0.000	18.000	90.00	90.00	11.282	12.537	12.537	43°16'04.8165"	-2°58'23.7963"
CIRC. Rampa	140.000	502169.910	4790597.254	300.000	11.642	11.642	6.048471	0.000	18.000	90.00	90.00	11.642	20.375	20.375	43°16'05.4635"	-2°58'23.7414"
CLOT. Rampa	146.575	502170.606	4790603.792	300.000	11.760	11.760	7.443799	0.000	18.000	90.00	90.00	11.760	22.072	22.072	43°16'05.6755"	-2°58'23.7104"
CLOT. Rampa	160.000	502172.445	4790617.089	399.257	12.002	12.002	9.938489	0.000	18.000	67.63	67.63	12.002	23.907	23.907	43°16'06.1065"	-2°58'23.6286"
CLOT. Rampa	180.000	502175.967	4790636.776	787.351	12.362	12.362	12.341558	0.000	18.000	34.29	34.29	12.362	23.814	23.814	43°16'06.7446"	-2°58'23.4721"
CLOT. Rampa	200.000	502179.989	4790656.367	28157.681	12.722	12.722	13.172727	0.000	18.000	0.96	0.96	12.722	37.388	37.388	43°16'07.3797"	-2°58'23.2934"
CLOT. Rampa	200.575	502180.107	4790656.930	-1000000.000	12.732	12.732	13.173377	0.000	18.000	-0.00	-0.00	12.732	37.610	37.610	43°16'07.3979"	-2°58'23.2882"
CLOT. Rampa	220.000	502183.950	4790675.970	-416.996	13.082	13.082	11.690612	0.000	18.000	-38.85	-38.85	13.082	45.723	45.723	43°16'08.0151"	-2°58'23.1174"
CLOT. Rampa	240.000	502186.966	4790695.737	-205.455	13.442	13.442	7.065346	0.000	18.000	-78.85	-78.85	13.442	46.634	46.634	43°16'08.6558"	-2°58'22.9833"
CIRC. Rampa	245.575	502187.505	4790701.286	-180.000	13.542	13.542	5.215630	0.000	18.000	-90.00	-90.00	13.542	48.632	48.632	43°16'08.8357"	-2°58'22.9594"
CIRC. Rampa	260.000	502188.108	4790715.694	-180.000	13.802	13.802	0.113947	0.000	18.000	-90.00	-90.00	13.802	49.604	49.604	43°16'09.3028"	-2°58'22.9324"
CIRC. Rampa	280.000	502187.034	4790735.655	-180.000	14.162	14.162	393.040394	0.000	18.000	-90.00	-90.00	14.162	46.798	46.798	43°16'09.9499"	-2°58'22.9798"
CLOT. Rampa	282.086	502186.794	4790737.727	-180.000	14.200	14.200	392.302597	0.000	18.000	-90.00	-90.00	14.200	46.374	46.374	43°16'10.0170"	-2°58'22.9904"
CLOT. Rampa	300.000	502183.869	4790755.396	-299.047	14.522	14.522	387.227933	0.000	18.000	-54.17	-54.17	14.522	41.381	41.381	43°16'10.5898"	-2°58'23.1199"
CLOT. Rampa	320.000	502179.391	4790774.887	-1143.088	14.882	14.882	384.542172	0.000	18.000	-14.17	-14.17	14.882	39.881	39.881	43°16'11.2217"	-2°58'23.3182"
RECTA Rampa	327.086	502177.673	4790781.761	0.000	15.010	15.010	384.344850	0.000	18.000	-0.00	-0.00	15.010	35.939	35.939	43°16'11.4446"	-2°58'23.3944"
RECTA Rampa	340.000	502174.530	4790794.287	0.000	15.242	15.242	384.344850	0.000	18.000	0.00	0.00	15.242	32.208	32.208	43°16'11.8506"	-2°58'23.5336"
RECTA Rampa	360.000	502169.661	4790813.685	0.000	15.602	15.602	384.344850	0.000	18.000	0.00	0.00	15.602	37.845	37.845	43°16'12.4795"	-2°58'23.7494"
RECTA Rampa	380.000	502164.792	4790833.083	0.000	15.962	15.962	384.344850	0.000	18.000	0.00	0.00	15.962	49.995	49.995	43°16'13.1084"	-2°58'23.9651"
RECTA Rampa	400.000	502159.923	4790852.482	0.000	16.322	16.322	384.344850	0.000	18.000	0.00	0.00	16.322	52.354	52.354	43°16'13.7373"	-2°58'24.1808"
CLOT. Rampa	411.184	502157.201	4790863.329	1000000.000	16.523	16.523	384.344850	0.000	18.000	0.00	0.00	16.523	54.019	54.019	43°16'14.0890"	-2°58'24.3014"
CLOT. Rampa	420.000	502155.070	4790871.884	816.691	16.682	16.682	384.688461	0.000	18.000	17.63	17.63	16.682	52.107	52.107	43°16'14.3663"	-2°58'24.3958"
CLOT. Rampa	440.000	502150.725	4790891.404	249.861	17.042	17.042	388.015873	0.000	18.000	57.63	57.63	17.042	53.916	53.916	43°16'14.9991"	-2°58'24.5883"
CIRC. Rampa	456.184	502148.310	4790907.402	160.000	17.333	17.333	393.297316	0.000	18.000	90.00	90.00	17.333	52.768	52.768	43°16'15.5177"	-2°58'24.6952"
CIRC. Rampa	460.000	502147.955	4790911.201	160.000	17.402	17.402	394.815681	0.000	18.000	90.00	90.00	17.402	51.991	51.991	43°16'15.6409"	-2°58'24.7109"
CIRC. Rampa	480.000	502147.576	4790931.185	160.000	17.762	17.762	2.773428	0.000	18.000	90.00	90.00	17.762	47.700	47.700	43°16'16.2887"	-2°58'24.7274"
CIRC. Rampa	500.000	502149.692	4790951.059	160.000	18.122	18.122	10.731175	0.000	18.000	90.00	90.00	18.122	43.441	43.441	43°16'16.9330"	-2°58'24.6333"
CIRC. Rampa	520.000	502154.270	4790970.515	160.000	18.482	18.482	18.688922	0.000	18.000	90.00	90.00	18.482	39.812	39.812	43°16'17.5636"	-2°58'24.4299"
CIRC. Rampa	540.000	502161.237	4790989.248	160.000	18.842	18.842	26.646669	0.000	18.000	90.00	90.00	18.842	35.688	35.688	43°16'18.1708"	-2°58'24.1206"
CIRC. Rampa	560.000	502170.485	4791006.967	160.000	19.202	19.202	34.604417	0.000	18.000	90.00	90.00	19.202	32.930	32.930	43°16'18.7451"	-2°58'23.7100"
CIRC. Rampa	580.000	502181.871	4791023.394	160.000	19.562	19.562	42.562164	0.000	18.000	90.00	90.00	19.562	39.059	39.059	43°16'19.2775"	-2°58'23.2047"
CIRC. Rampa	600.000	502195.215	4791038.274	160.000	19.922	19.922	50.519911	0.000	18.000	90.00	90.00	19.922	42.266	42.266	43°16'19.7597"	-2°58'22.6125"
CLOT. Rampa	602.743	502197.187	4791040.181	160.000	19.971	19.971	51.611449	0.000	18.000	90.00	90.00	19.971	42.766	42.766	43°16'19.8215"	-2°58'22.5250"
CLOT. KV -2000	620.000	502210.235	4791051.466	259.522	20.272	20.272	57.161126	0.000	14.891	55.49	55.49	20.272	45.986	45.986	43°16'20.1872"	-2°58'21.9459"
CLOT. KV -2000	640.000	502226.232	4791063.467	929.832	20.470	20.470	60.298837	0.000	4.891	15.49	15.49	20.470	46.119	46.119	43°16'20.5760"	-2°58'21.2361"
RECTA Rampa	647.743	502232.530	4791067.971	0.000	20.494	20.494	60.563915	0.000	2.000	0.00	0.00	20.494	46.979	46.979	43°16'20.7220"	-2°58'20.9566"
RECTA Rampa	660.000	502242.510	4791075.087	0.000	20.518	20.518	60.563915	0.000	2.000	0.00	0.00	20.518	48.614	48.614	43°16'20.9526"	-2°58'20.5138"
RECTA Rampa	680.000	502258.794	4791086.699	0.000	20.558	20.558	60.563915	0.000	2.000	0.00	0.00	20.558	50.352	50.352	43°16'21.3288"	-2°58'19.7912"
RECTA Rampa	700.000	502275.077	4791098.311	0.000	20.598	20.598	60.563915	0.000	2.000	0.00	0.00	20.598	50.926	50.926	43°16'21.7051"	-2°58'19.0686"
RECTA Rampa	720.000	502291.361	4791109.923	0.000	20.638	20.638	60.563915	0.000	2.000	0.00	0.00	20.638	51.311	51.311	43°16'22.0813"	-2°58'18.3460"
RECTA Rampa	740.000	502307.645	4791121.535	0.000	20.678	20.678	60.563915	0.000	2.000	0.00	0.00	20.678	51.541	51.541	43°16'22.4575"	-2°58'17.6234"
CLOT. Rampa	747.931	502314.102	4791126.140	1000000.000	20.694	20.694	60.563915	0.000	2.000	0.00	0.00	20.694	51.596	51.596	43°16'22.6067"	-2°58'17.3369"

VIA 3 DE ALTERNATIVA 1 (EJE 2)

Istram 22.04.04.22 04/10/22 15:36:50 200356
 PROYECTO : P1535
 C.R.S. : ETRS89 (HUSO 30)
 EJE : 2 : Via mercancias

pagina 1

 * * * PUNTOS DEL EJE EN PLANTA * * *

TIPO	P.K.	X	Y	RADIO	Z RAS IZ.	Z RAS DR.	AZIMUT	DIST. EJE	PEN(o/oo)	PERAL_I	PERAL_D	HILO BAJO	ZT (eje)	Z TERR.	Latitud (N)	Longitud (E)
CIRC. Rampa	0.000	502165.069	4790839.170	190.000	15.660	15.660	385.081094	0.000	17.939	0.00	0.00	15.660	51.714	51.714	43°16'13.3057"	-2°58'23.9527"
RECTA Rampa	16.172	502161.987	4790855.041	0.000	15.950	15.950	390.499747	0.000	17.939	0.00	0.00	15.950	53.247	53.247	43°16'13.8202"	-2°58'24.0892"
RECTA Rampa	20.000	502161.418	4790858.826	0.000	16.018	16.018	390.499747	0.000	17.939	0.00	0.00	16.018	53.813	53.813	43°16'13.9429"	-2°58'24.1144"
CLOT. Rampa	22.638	502161.026	4790861.435	1000000.000	16.066	16.066	390.499747	0.000	17.939	0.00	0.00	16.066	54.382	54.382	43°16'14.0275"	-2°58'24.1318"
CLOT. Rampa	40.000	502158.598	4790878.626	322.549	16.377	16.377	392.213098	0.000	17.939	36.21	0.00	16.377	55.585	55.585	43°16'14.5848"	-2°58'24.2392"
CLOT. Rampa	60.000	502157.013	4790898.555	149.886	16.736	16.736	398.434168	0.000	17.939	86.21	0.00	16.736	55.277	55.277	43°16'15.2308"	-2°58'24.3093"
CIRC. Rampa	62.638	502156.971	4790901.193	140.000	16.783	16.783	399.594315	0.000	17.939	92.80	0.00	16.783	54.957	54.957	43°16'15.3164"	-2°58'24.3110"
CIRC. Rampa	80.000	502157.936	4790918.516	140.000	17.095	17.095	7.489171	0.000	17.939	110.00	0.00	17.095	52.144	52.144	43°16'15.8779"	-2°58'24.2680"
CIRC. KV -8000	100.000	502161.692	4790938.143	140.000	17.450	17.450	16.583739	0.000	16.961	110.00	0.00	17.450	49.201	49.201	43°16'16.5141"	-2°58'24.1011"
CIRC. KV -8000	120.000	502168.204	4790957.035	140.000	17.764	17.764	25.678307	0.000	14.461	110.00	0.00	17.764	46.573	46.573	43°16'17.1265"	-2°58'23.8120"
CIRC. KV -8000	140.000	502177.339	4790974.808	140.000	18.028	18.028	34.772875	0.000	11.961	110.00	0.00	18.028	37.684	37.684	43°16'17.7025"	-2°58'23.4064"
CIRC. Rampa	160.000	502188.911	4790991.099	140.000	18.266	18.266	43.867444	0.000	11.862	110.00	0.00	18.266	38.531	38.531	43°16'18.2305"	-2°58'22.8928"
CLOT. Rampa	176.717	502200.285	4791003.338	140.000	18.464	18.464	51.469346	0.000	11.862	110.00	0.00	18.464	41.507	41.507	43°16'18.6271"	-2°58'22.3881"
CLOT. Rampa	180.000	502202.684	4791005.578	152.516	18.503	18.503	52.900765	0.000	11.862	106.50	0.00	18.503	43.439	43.439	43°16'18.6997"	-2°58'22.2816"
CLOT. Rampa	200.000	502218.152	4791018.244	334.979	18.740	18.740	58.975359	0.000	11.862	56.50	0.00	18.740	48.339	48.339	43°16'19.1102"	-2°58'21.5952"
RECTA Rampa	216.717	502231.682	4791028.063	0.000	18.938	18.938	60.563915	0.000	11.862	14.70	0.00	18.938	52.303	52.303	43°16'19.4283"	-2°58'20.9949"
RECTA Rampa	220.000	502234.354	4791029.969	0.000	18.977	18.977	60.563915	0.000	11.862	6.50	0.00	18.977	52.384	52.384	43°16'19.4901"	-2°58'20.8763"
RECTA Rampa	240.000	502250.638	4791041.581	0.000	19.215	19.215	60.563915	0.000	11.862	0.00	0.00	19.215	54.103	54.103	43°16'19.8663"	-2°58'20.1537"
RECTA Rampa	260.000	502266.922	4791053.193	0.000	19.452	19.452	60.563915	0.000	11.862	0.00	0.00	19.452	55.064	55.064	43°16'20.2426"	-2°58'19.4311"
RECTA Rampa	280.000	502283.206	4791064.805	0.000	19.689	19.689	60.563915	0.000	11.862	0.00	0.00	19.689	56.118	56.118	43°16'20.6188"	-2°58'18.7085"
RECTA Rampa	300.000	502299.490	4791076.417	0.000	19.926	19.926	60.563915	0.000	11.862	0.00	0.00	19.926	56.771	56.771	43°16'20.9950"	-2°58'17.9859"
RECTA Rampa	320.000	502315.773	4791088.028	0.000	20.163	20.163	60.563915	0.000	11.862	0.00	0.00	20.163	57.752	57.752	43°16'21.3713"	-2°58'17.2633"
RECTA Rampa	340.000	502332.057	4791099.640	0.000	20.401	20.401	60.563915	0.000	11.862	0.00	0.00	20.401	56.504	56.504	43°16'21.7475"	-2°58'16.5407"
CLOT. Rampa	355.753	502344.883	4791108.786	1000000.000	20.588	20.588	60.563915	0.000	11.862	0.00	0.00	20.588	55.330	55.330	43°16'22.0439"	-2°58'15.9716"
CLOT. Rampa	360.000	502348.342	4791111.250	1318.426	20.638	20.638	60.666462	0.000	11.862	6.40	0.00	20.638	55.214	55.214	43°16'22.1237"	-2°58'15.8181"
CLOT. Rampa	380.000	502364.866	4791122.515	230.952	20.875	20.875	63.905831	0.000	11.862	56.40	0.00	20.875	54.450	54.450	43°16'22.4887"	-2°58'15.0849"
CIRC. Rampa	395.753	502378.488	4791130.414	140.000	21.062	21.062	69.658483	0.000	11.862	95.78	0.00	21.062	53.733	53.733	43°16'22.7446"	-2°58'14.4804"
CIRC. Rampa	400.000	502382.292	4791132.305	140.000	21.112	21.112	71.589937	0.000	11.862	106.40	0.00	21.112	53.324	53.324	43°16'22.8058"	-2°58'14.3116"
CIRC. Rampa	420.000	502400.887	4791139.621	140.000	21.350	21.350	80.684505	0.000	11.862	110.00	0.00	21.350	53.026	53.026	43°16'23.0428"	-2°58'13.4866"
CIRC. Rampa	440.000	502420.335	4791144.216	140.000	21.587	21.587	89.779073	0.000	11.862	110.00	0.00	21.587	53.457	53.457	43°16'23.1915"	-2°58'12.6237"
CIRC. Rampa	460.000	502440.238	4791145.994	140.000	21.824	21.824	98.873641	0.000	11.862	110.00	0.00	21.824	53.830	53.830	43°16'23.2489"	-2°58'11.7407"
CIRC. Rampa	480.000	502460.193	4791144.921	140.000	22.061	22.061	107.968209	0.000	11.862	110.00	0.00	22.061	54.505	54.505	43°16'23.2139"	-2°58'10.8554"
CIRC. Rampa	500.000	502479.791	4791141.018	140.000	22.299	22.299	117.062777	0.000	11.862	110.00	0.00	22.299	52.272	52.272	43°16'23.0871"	-2°58'09.9860"
CIRC. Rampa	520.000	502498.633	4791134.364	140.000	22.536	22.536	126.157346	0.000	11.862	110.00	0.00	22.536	54.637	54.637	43°16'22.8712"	-2°58'09.1502"
CIRC. Rampa	540.000	502516.337	4791125.095	140.000	22.773	22.773	135.251914	0.000	11.862	110.00	0.00	22.773	52.900	52.900	43°16'22.5706"	-2°58'08.3650"
CIRC. Rampa	560.000	502532.540	4791113.401	140.000	23.010	23.010	144.346482	0.000	11.862	110.00	0.00	23.010	46.745	46.745	43°16'22.1913"	-2°58'07.6463"
CIRC. KV 5000	580.000	502546.914	4791099.518	140.000	23.276	23.276	153.441050	0.000	15.258	110.00	0.00	23.276	48.575	48.575	43°16'21.7411"	-2°58'07.0089"
CLOT. Rampa	593.694	502555.547	4791088.895	140.000	23.504	23.504	159.668002	0.000	17.964	110.00	0.00	23.504	45.799	45.799	43°16'21.3966"	-2°58'06.6260"
CLOT. Rampa	600.000	502559.171	4791083.735	166.203	23.617	23.617	162.309571	0.000	17.964	100.50	0.00	23.617	46.388	46.388	43°16'21.2293"	-2°58'06.4654"
CLOT. Rampa	620.000	502569.515	4791066.625	408.945	23.977	23.977	167.696689	0.000	17.964	50.50	0.00	23.977	50.000	50.000	43°16'20.6745"	-2°58'06.0067"
RECTA Rampa	633.694	502576.035	4791054.583	0.000	24.223	24.223	168.762570	0.000	17.964	16.26	0.00	24.223	50.517	50.517	43°16'20.2840"	-2°58'05.7177"
RECTA Rampa	640.000	502579.007	4791049.021	0.000	24.336	24.336	168.762570	0.000	17.964	0.50	0.00	24.336	51.867	51.867	43°16'20.1037"	-2°58'05.5859"
CIRC. Rampa	648.111	502582.829	4791041.866	190.000	24.482	24.482	168.762570	0.000	17.964	0.00	0.00	24.482	51.874	51.874	43°16'19.8717"	-2°58'05.4165"
CIRC. Rampa	660.000	502588.100	4791031.212	190.000	24.695	24.695	172.745978	0.000	17.964	0.00	0.00	24.695	53.806	53.806	43°16'19.5263"	-2°58'05.1829"
CIRC. Rampa	663.938	502589.697	4791027.613	190.000	24.766	24.766	174.065302	0.000	17.964	0.00	0.00	24.766	53.597	53.597	43°16'19.4096"	-2°58'05.1121"

Istram 22.04.04.22 04/10/22 15:36:51 200356
 PROYECTO : P1535
 C.R.S. : ETRS89 (HUSO 30)
 EJE : 6 : Via mercancias

pagina 2

 * * * PUNTOS DEL EJE EN PLANTA * * *

TIPO	P.K.	X	Y	RADIO	Z RAS IZ.	Z RAS DR.	AZIMUT	DIST. EJE	PEN(o/oo)	PERAL_I	PERAL_D	HILO BAJO	ZT (eje)	Z TERR.	Latitud (N)	Longitud (E)
CIRC. Rampa	681.715	502582.609	4791042.302	190.000	24.409	24.409	168.644637	0.000	17.958	0.00	0.00	24.409	51.588	51.588	43°16'19.8859"	-2°58'05.4263"
CIRC. Rampa	698.030	502589.697	4791027.613	190.000	24.702	24.702	174.111158	0.000	17.958	0.00	0.00	24.702	53.597	53.597	43°16'19.4096"	-2°58'05.1120"

VIA DE ACCESO A BASE DE MANTENIMIENTO (EJE 9)

Istram 22.04.04.22 04/10/22 15:36:51 200356
 PROYECTO : P1535
 C.R.S. : ETRS89 (HUSO 30)
 EJE : 9 : Via

pagina 1

 * * * PUNTOS DEL EJE EN PLANTA * * *

TIPO	P.K.	X	Y	RADIO	Z RAS IZ.	Z RAS DR.	AZIMUT	DIST. EJE	PEN(o/oo)	PERAL_I	PERAL_D	HILO BAJO	ZT (eje)	Z TERR.	Latitud (N)	Longitud (E)
RECTA Rampa	0.000	502153.344	4789937.387	0.000	10.360	10.360	345.932991	0.000	1.290	0.00	0.00	10.360	10.179	10.179	43°15'44.0729"	-2°58'24.4855"
CIRC. Rampa	1.158	502152.475	4789938.152	189.500	10.361	10.361	345.932991	0.000	1.290	0.00	0.00	10.361	10.176	10.176	43°15'44.0977"	-2°58'24.5241"
RECTA Rampa	15.844	502141.835	4789948.270	0.000	10.380	10.380	350.866712	0.000	1.290	0.00	0.00	10.380	10.283	10.283	43°15'44.4258"	-2°58'24.9959"
RECTA Rampa	20.000	502138.937	4789951.248	0.000	10.386	10.386	350.866712	0.000	1.290	0.00	0.00	10.386	10.241	10.241	43°15'44.5224"	-2°58'25.1244"
CIRC. Rampa	22.306	502137.328	4789952.901	100.000	10.389	10.389	350.866712	0.000	1.290	0.00	0.00	10.389	10.242	10.242	43°15'44.5760"	-2°58'25.1957"
CIRC. KV -15504	40.000	502126.172	4789966.604	100.000	10.408	10.408	362.130789	0.000	0.565	0.00	0.00	10.408	12.897	12.897	43°15'45.0203"	-2°58'25.6904"
RECTA Horizontal	52.872	502119.663	4789977.699	0.000	10.410	10.410	370.325183	0.000	0.000	0.00	0.00	10.410	15.263	15.263	43°15'45.3800"	-2°58'25.9789"
RECTA Horizontal	60.000	502116.460	4789984.067	0.000	10.410	10.410	370.325183	0.000	0.000	0.00	0.00	10.410	17.206	17.206	43°15'45.5865"	-2°58'26.1209"
RECTA Horizontal	76.118	502109.216	4789998.465	0.000	10.410	10.410	370.325183	0.000	0.000	0.00	0.00	10.410	17.290	17.290	43°15'46.0533"	-2°58'26.4421"

VIAL DE ACCESO A PARCELA (EJE 10)

Istram 22.04.04.22 04/10/22 15:36:51 200356
 PROYECTO : P1535
 C.R.S. : ETRS89 (HUSO 30)
 EJE : 10 : Acceso01

pagina 1

 * * * PUNTOS DEL EJE EN PLANTA * * *

TIPO	P.K.	X	Y	RADIO	Z RAS IZ.	Z RAS DR.	AZIMUT	DIST. EJE	Pend (%)	PERAL_I	PERAL_D	Z PROJ.	ZT (eje)	Z TERR.	Latitud (N)	Longitud (E)
RECTA Rampa	0.000	502285.634	4789828.800	0.000	15.808	15.808	359.211173	0.000	2.700	-2.50	-2.50	15.808	15.781	15.781	43°15'40.5514"	-2°58'18.6193"
CIRC. Rampa	9.824	502279.761	4789836.675	-120.000	16.073	16.073	359.211173	0.000	2.700	-2.50	-2.50	16.073	16.045	16.045	43°15'40.8068"	-2°58'18.8796"
CIRC. Rampa	20.000	502273.340	4789844.566	-120.000	16.348	16.348	353.812727	0.000	2.700	-2.50	-2.50	16.348	16.291	16.291	43°15'41.0627"	-2°58'19.1643"
CIRC. Rampa	40.000	502258.887	4789858.356	-120.000	16.888	16.888	343.202397	0.000	2.700	-2.50	-2.50	16.888	16.836	16.836	43°15'41.5099"	-2°58'19.8052"
CIRC. KV -100	46.401	502253.799	4789862.240	300.000	17.058	17.058	339.806392	0.000	1.932	-2.50	-2.50	17.058	16.967	16.967	43°15'41.6358"	-2°58'20.0308"
CIRC. Pendiente	60.000	502242.957	4789870.447	300.000	16.396	16.396	342.692122	0.000	-11.500	-2.50	-2.50	16.396	15.745	15.745	43°15'41.9020"	-2°58'20.5116"
RECTA Pendiente	79.019	502228.441	4789882.731	0.000	14.209	14.209	346.728128	0.000	-11.500	-2.50	-2.50	14.209	14.147	14.147	43°15'42.3003"	-2°58'21.1553"
RECTA Pendiente	80.000	502227.713	4789883.388	0.000	14.096	14.096	346.728128	0.000	-11.500	-2.50	-2.50	14.096	13.509	13.509	43°15'42.3216"	-2°58'21.1876"
RECTA KV 150	100.000	502212.863	4789896.784	0.000	11.838	11.838	346.728128	0.000	-9.145	-2.50	-2.50	11.838	15.318	15.318	43°15'42.7561"	-2°58'21.8461"
RECTA Rampa	120.000	502198.013	4789910.181	0.000	11.240	11.240	346.728128	0.000	0.500	-2.50	-2.50	11.240	15.738	15.738	43°15'43.1905"	-2°58'22.5046"
RECTA Rampa	129.831	502190.714	4789916.767	0.000	11.289	11.289	346.728128	0.000	0.500	-2.50	-2.50	11.289	15.046	15.046	43°15'43.4041"	-2°58'22.8283"

VIAL DE ACCESO A VIVIENDA (EJE 12)

Istram 22.04.04.22 04/10/22 15:36:51 200356
 PROYECTO : P1535
 C.R.S. : ETRS89 (HUSO 30)
 EJE : 12 : Acceso Vivienda

pagina 1

=====
 * * * PUNTOS DEL EJE EN PLANTA * * *
 =====

TIPO	P.K.	X	Y	RADIO	Z RAS IZ.	Z RAS DR.	AZIMUT	DIST. EJE	Pend (%)	PERAL_I	PERAL_D	Z PROJ.	ZT (eje)	Z TERR.	Latitud (N)	Longitud (E)
RECTA Rampa	0.000	502285.634	4789828.800	0.000	15.809	15.809	359.211174	0.000	2.850	-2.50	-2.50	15.809	15.781	15.781	43°15'40.5514"	-2°58'18.6193"
RECTA Rampa	20.000	502273.678	4789844.833	0.000	16.379	16.379	359.211174	0.000	2.850	-2.50	-2.50	16.379	16.294	16.294	43°15'41.0713"	-2°58'19.1493"
RECTA Rampa	40.000	502261.723	4789860.867	0.000	16.949	16.949	359.211174	0.000	2.850	-2.50	-2.50	16.949	16.836	16.836	43°15'41.5912"	-2°58'19.6794"
RECTA KV 750	60.000	502249.768	4789876.900	0.000	17.556	17.556	359.211174	0.000	3.846	-2.50	-2.50	17.556	17.517	17.517	43°15'42.1111"	-2°58'20.2094"
RECTA Rampa	80.000	502237.813	4789892.933	0.000	18.295	18.295	359.211174	0.000	2.600	-2.50	-2.50	18.295	18.267	18.267	43°15'42.6310"	-2°58'20.7395"
RECTA Rampa	95.000	502228.846	4789904.959	0.000	18.685	18.685	359.211174	0.000	2.600	-2.50	-2.50	18.685	18.572	18.572	43°15'43.0209"	-2°58'21.1370"

APÉNDICE 3. JUSTIFICACIÓN DE PARÁMETROS

COMPROBACIÓN DE CUMPLIMIENTO DE PARÁMETROS FUNCIONALES Y GEOMÉTRICOS EN PLANTA
NAP 1-2-1.0 (Ancho métrico)

		m RADIO	m L CIRCULO	m L CLOTOIDE	Tipo de valor límite	Peralte		Máxima aceleración sin compensar a1 (m/s ²)	m/s Vmax total	m/s Vmax calculo	m/s ² ac,max calculo	Máximo exceso de peralte Emax (mm)	Velocidad mínima para el exceso de peralte Emax		Radio mínimo (m)		
						D (mm)	Dmax (mm)						Vmin (m/s)	Vmin mercancías real			
ALTERNATIVA 1	Viajeros y mercancías	300,0	55,819	54	Referencia	90	90	0,65	75,94	75	0,613	60	33	60	Cumple	200	Cumple referencia
		180,0	36,511	45	Referencia	90	90	0,65	58,82	55	0,463	60	26	60	Cumple	200	No cumple referencia
		160,0	146,559	45	Referencia	90	90	0,65	55,46	55	0,625	60	24	60	Cumple	200	No cumple referencia
	Mercancías	160,0	242,132	45	Referencia	90	90	0,65	55,46	55	0,625	60	24	60	Cumple	200	No cumple referencia
		300,0	102,714	54	Referencia	90	90	0,65	75,94	75	0,613	60	33	60	Cumple	200	Cumple referencia
		300,0	63,993	54	Referencia	90	90	0,65	75,94	75	0,613	60	33	60	Cumple	200	Cumple referencia
ALTERNATIVA 2	Viajeros y mercancías	140,0	114,079	40	Referencia	80	90	0,65	50,23	50	0,637	60	18	60	Cumple	200	No cumple referencia
		140,0	197,941	40	Referencia	80	90	0,65	50,23	50	0,637	60	18	60	Cumple	200	No cumple referencia
		300,0	55,819	54	Referencia	90	90	0,65	75,94	75	0,613	60	33	60	Cumple	200	Cumple referencia
	Mercancías	180,0	36,511	45	Referencia	90	90	0,65	58,82	55	0,463	60	26	60	Cumple	200	No cumple referencia
		160,0	146,559	45	Referencia	90	90	0,65	55,46	55	0,625	60	24	60	Cumple	200	No cumple referencia
		160,0	242,132	45	Referencia	90	90	0,65	55,46	55	0,625	60	24	60	Cumple	200	No cumple referencia

m RADIO	Insuficiencia de peralte (Imax (mm))		
	Valor calculado	Valor máximo	Cumplimiento
300	65,61	70	Cumple
180	49,47	70	Cumple
160	66,90	70	Cumple
160	66,90	70	Cumple
300	65,61	70	Cumple
300	65,61	70	Cumple
140	68,20	70	Cumple
140	68,20	70	Cumple
300	65,61	70	Cumple
180	49,47	70	Cumple
160	66,90	70	Cumple
160	66,90	70	Cumple
300	65,61	70	Cumple
300	65,61	70	Cumple
155	48,42	70	Cumple
125	64,44	70	Cumple
125	64,44	70	Cumple
155	48,42	70	Cumple

Valor calculado	Valor máximo	Cumplimiento
30,56	35	Cumple
30,56	35	Cumple
30,56	35	Cumple
34,72	35	Cumple
34,72	35	Cumple
27,78	35	Cumple
27,78	35	Cumple
34,72	35	Cumple
30,56	35	Cumple
30,56	35	Cumple
30,56	35	Cumple
34,72	35	Cumple
34,72	35	Cumple
25,00	35	Cumple
25,00	35	Cumple
25,00	35	Cumple
25,00	35	Cumple

m RADIO	Variación de la insuficiencia con el tiempo (mm/seg)			Variación de Acsc con el tiempo (m/seg ³)			Variación del peralte respecto a la longitud (mm/m)			Longitud de circunferencia (m)		
	Valor calculado	Valor máximo	Cumplimiento	Valor calculado	Valor máximo	Cumplimiento	Valor calculado	Valor máximo	Cumplimiento	Valor colocado	Valor mínimo	Cumplimiento
300	25,31	40,00	Cumple	0,237	0,36	Cumple	1,67	2,00	Cumple	55,819	25,00	Cumple
180	16,80	40,00	Cumple	0,157	0,36	Cumple	2,00	2,00	Cumple	36,511	20,00	Cumple
160	22,71	40,00	Cumple	0,212	0,36	Cumple	2,00	2,00	Cumple	146,559	20,00	Cumple
160	22,71	40,00	Cumple	0,212	0,36	Cumple	2,00	2,00	Cumple	242,132	20,00	Cumple
300	25,31	40,00	Cumple	0,237	0,36	Cumple	1,67	2,00	Cumple	102,714	25,00	Cumple
300	25,31	40,00	Cumple	0,237	0,36	Cumple	1,67	2,00	Cumple	63,993	25,00	Cumple
140	23,68	40,00	Cumple	0,221	0,36	Cumple	2,00	2,00	Cumple	114,079	20,00	Cumple
140	23,68	40,00	Cumple	0,221	0,36	Cumple	2,00	2,00	Cumple	197,941	20,00	Cumple
300	25,31	40,00	Cumple	0,237	0,36	Cumple	1,67	2,00	Cumple	55,819	25,00	Cumple
180	16,80	40,00	Cumple	0,157	0,36	Cumple	2,00	2,00	Cumple	36,511	20,00	Cumple
160	22,71	40,00	Cumple	0,212	0,36	Cumple	2,00	2,00	Cumple	146,559	20,00	Cumple
160	22,71	40,00	Cumple	0,212	0,36	Cumple	2,00	2,00	Cumple	242,132	20,00	Cumple
300	25,31	40,00	Cumple	0,237	0,36	Cumple	1,67	2,00	Cumple	102,714	25,00	Cumple
300	25,31	40,00	Cumple	0,237	0,36	Cumple	1,67	2,00	Cumple	63,993	25,00	Cumple
155	20,18	40,00	Cumple	0,189	0,36	Cumple	2,00	2,00	Cumple	53,481	25,00	Cumple
125	23,02	40,00	Cumple	0,215	0,36	Cumple	2,00	2,00	Cumple	36,728	20,00	Cumple
125	23,02	40,00	Cumple	0,215	0,36	Cumple	2,00	2,00	Cumple	36,728	20,00	Cumple
155	20,18	40,00	Cumple	0,189	0,36	Cumple	2,00	2,00	Cumple	145,478	20,00	Cumple

COMPROBACIONES EN ALZADO SEGÚN NAP 1-2-1.0																				
	Pki	PKI	Pendiente (milésimas)	Kv (m)	Longitud (m)	Vmax (m/s)	Radio mínimo en acuerdos verticales (m)				Variación de rasante (mm/m)	¿Es necesario kv?	¿Longitud mínima de 20 m?	Aceleración vertical (m/s ²)	Longitud mínima rasante constante				Observaciones	
							Referencia	Normal	Excepcional	Cumplimiento					Referencia	Normal	Excepcional	Cumplimiento		
ALTERNATIVA 1	Vía viajeros y mercancías	0+000,000	0+007,269	-1,50		7,269	95									47,50	31,67	19,00	-	Conexión con rasante actual
		0+007,269	0+069,562		3,200	62,293	95	3,158,75	2,256,25	1,714,75	Cumple referencia	19,50	Es necesario Kv	Cumple	0,22	47,50	31,67	19,00	Cumple referencia	
		0+069,562	0+613,781	18,00		544,219	95									47,50	31,67	19,00	Cumple referencia	
		0+613,781	0+645,781		2,000	32,000	75	2,000,00	2,000,00	1,068,75	Cumple referencia	16,00	Es necesario Kv	Cumple	0,22	50,00	33,33	20,00	Cumple referencia	
		0+645,781	0+749,222	2,00		103,441	100									50,00	33,33	20,00	Cumple referencia	
		0+749,222	0+780,722		3,500	31,500	100	3,500,00	2,500,00	1,900,00	Cumple referencia	9,00	Es necesario Kv	Cumple	0,22	50,00	33,33	20,00	Cumple referencia	
		0+780,722	1+054,749	11,00		274,027	100									50,00	33,33	20,00	Cumple referencia	
	1+054,749	1+079,249		3,500	24,500	100	3,500,00	2,500,00	1,900,00	Cumple referencia	7,00	Es necesario Kv	Cumple	0,22	50,00	33,33	20,00	Cumple referencia		
	1+079,249	1+423,916	18,00		344,667	100									50,00	33,33	20,00	Cumple referencia		
	1+423,916	1+453,964		3,200	30,048	95	3,158,75	2,256,25	1,714,75	Cumple referencia	9,40	Es necesario Kv	Cumple	0,22	47,50	31,67	19,00	Cumple referencia		
	1+453,964	1+553,773	8,60		99,809	95									57,50	38,33	23,00	Cumple referencia		
	0+000,000	0+075,340	17,90		75,340	115									57,50	38,33	23,00	Cumple referencia		
	0+075,340	0+110,076		5,000	34,736	115	4,628,75	3,306,25	2,512,75	Cumple referencia	6,90	Es necesario Kv	Cumple	0,20	57,50	38,33	23,00	Cumple referencia		
	0+110,076	0+547,997	11,00		437,921	115									57,50	38,33	23,00	Cumple referencia		
0+547,997	0+582,905		5,000	34,908	115	4,628,75	3,306,25	2,512,75	Cumple referencia	7,00	Es necesario Kv	Cumple	0,20	57,50	38,33	23,00	Cumple referencia			
0+582,905	0+663,938	18,00		81,033	115									57,50	38,33	23,00	Cumple referencia			
ALTERNATIVA 2	Vía viajeros y mercancías	0+000,000	0+001,229	-1,50		1,229	95								47,50	31,67	19,00	-	Conexión con rasante actual	
		0+001,229	0+063,318		3,200	62,089	95	3,158,75	2,256,25	1,714,75	Cumple referencia	19,40	Es necesario Kv	Cumple	0,22	47,50	31,67	19,00	Cumple referencia	
		0+063,318	0+608,735	17,90		545,417	95								47,50	31,67	19,00	Cumple referencia		
		0+608,735	0+640,607		2,000	31,872	75	2,000,00	2,000,00	1,068,75	Cumple referencia	15,90	Es necesario Kv	Cumple	0,22	50,00	33,33	20,00	Cumple referencia	
		0+640,607	0+749,222	2,00		108,615	100								50,00	33,33	20,00	Cumple referencia		
		0+749,222	0+780,722		3,500	31,500	100	3,500,00	2,500,00	1,900,00	Cumple referencia	9,00	Es necesario Kv	Cumple	0,22	50,00	33,33	20,00	Cumple referencia	
		0+780,722	1+054,749	11,00		274,027	100								50,00	33,33	20,00	Cumple referencia		
	1+054,749	1+079,249		3,500	24,500	100	3,500,00	2,500,00	1,900,00	Cumple referencia	7,00	Es necesario Kv	Cumple	0,22	50,00	33,33	20,00	Cumple referencia		
	1+079,249	1+423,916	18,00		344,667	100									50,00	33,33	20,00	Cumple referencia		
	1+423,916	1+453,964		3,200	30,048	95	3,158,75	2,256,25	1,714,75	Cumple referencia	9,40	Es necesario Kv	Cumple	0,22	47,50	31,67	19,00	Cumple referencia		
	1+453,964	1+553,773	8,60		99,809	95									47,50	31,67	19,00	Cumple referencia		
	0+000,000	0+220,483	18,00		220,483	75									37,50	25,00	15,00	Cumple referencia		
	0+220,483	0+252,483		2,000	32,000	75	2,000,00	2,000,00	1,068,75	Cumple referencia	16,00	Es necesario Kv	Cumple	0,22	50,00	33,33	20,00	Cumple referencia		
	0+252,483	0+353,444	2,00		100,961	100									50,00	33,33	20,00	Cumple referencia		
0+353,444	0+386,510		3,500	33,066	100	3,500,00	2,500,00	1,900,00	Cumple referencia	9,40	Es necesario Kv	Cumple	0,22	50,00	33,33	20,00	Cumple referencia			
0+386,510	0+653,405	11,40		266,895	100									50,00	33,33	20,00	Cumple referencia			
0+653,405	0+675,539		3,400	22,134	95	3,158,75	2,256,25	1,714,75	Cumple referencia	6,60	Es necesario Kv	Cumple	0,20	47,50	31,67	19,00	-	Conexión con vía de viajeros		
0+675,539	0+692,757	18,00		17,218	95									47,50	31,67	19,00	-	Conexión con vía de viajeros		

APÉNDICE 4. CÁLCULO DE RAMPAS CARACTERÍSTICAS

ALTERNATIVA 1					
Radio R (m)	Rampa P (milésimas)	Longitud L (m)	Rampa ficticia I (milésimas)	L*I	
1E+26	-1,5	38,416	-1,50	-57,62	
300	18,0	162,159	19,67	3.189,13	
180	18,0	126,511	20,78	2.628,61	
190	18,0	50,695	20,63	1.045,92	
1E+26	18,0	8,056	18,00	145,01	
190	17,9	16,172	20,53	332,04	
1E+26	17,9	6,466	17,90	115,75	
140	17,9	70,070	21,47	1.504,49	
140	11,0	124,010	14,57	1.807,00	
1E+26	11,0	139,035	11,00	1.529,39	
140	11,0	209,698	14,57	3.055,60	
140	18,0	68,243	21,57	1.472,10	
1E+26	18,0	14,418	18,00	259,52	
190	18,0	12,404	20,63	255,90	
1E+26	18,0	8,055	18,00	145,00	
190	18,0	50,829	20,63	1.048,69	
300	18,0	210,715	19,67	4.144,05	
300	18,0	66,160	19,67	1.301,15	
300	8,6	105,833	10,27	1.086,55	
1E+26	8,6	9,000	8,60	77,40	
		1.496,944	21,57	25.085,66	16,76
		Rampa característica			19,67 Redondeado 20
		Longitud trazado actual (m)		1.959,02	
		Reducción longitud (m)		462,07	
		Longitud total (m)		6.674,93	
		Longitud rampa ficticia mayor (m)		394,92	Cumple

ALTERNATIVA 2					
Radio R (m)	Rampa P (milésimas)	Longitud L (m)	Rampa ficticia I (milésimas)	L*I	
1E+26	-1,5	32,500	-1,50	-48,75	
300	17,9	168,075	19,57	3.288,67	
180	17,9	126,511	20,68	2.615,96	
190	17,9	50,695	20,53	1.040,85	
1E+26	17,9	10,055	17,90	179,98	
190	18,0	16,311	20,63	336,53	
1E+26	18,0	12,148	18,00	218,67	
450	18,0	13,046	19,11	249,32	
155	18,0	83,481	21,23	1.771,95	
125	18,0	106,728	22,00	2.348,01	
1E+26	18,0	4,769	18,00	85,85	
1E+26	2,0	133,494	2,00	266,99	
1E+26	11,4	4,132	11,40	47,10	
125	11,4	106,728	15,40	1.643,61	
155	11,4	175,478	14,63	2.566,51	
650	11,4	8,157	12,17	99,26	
650	18,0	8,870	18,77	166,49	
1E+26	18,0	8,373	18,00	150,72	
190	18,0	11,042	20,63	227,81	
1E+26	18,0	8,129	18,00	146,32	
190	18,0	50,756	20,63	1.047,17	
300	18,0	210,714	19,67	4.144,05	
300	18,0	66,160	19,67	1.301,15	
300	8,6	105,833	10,27	1.086,55	
1E+26	8,6	9,000	8,60	77,40	
		1.531,185	22,00	25.058,15	16,37
		Rampa característica			19,67 Redondeado 20
		Longitud trazado actual (m)		1.959,02	
		Reducción longitud (m)		427,84	
		Longitud total (m)		6.709,16	
		Longitud rampa ficticia mayor (m)		445,52	Cumple

APÉNDICE 5. CÁLCULO DE GÁLIBOS NOMINALES

Vías 1 y 2 (ejes 1 y 5) en recta

Los parámetros más restrictivos para las vías 1 y 2 en recta son los que se indican a continuación:

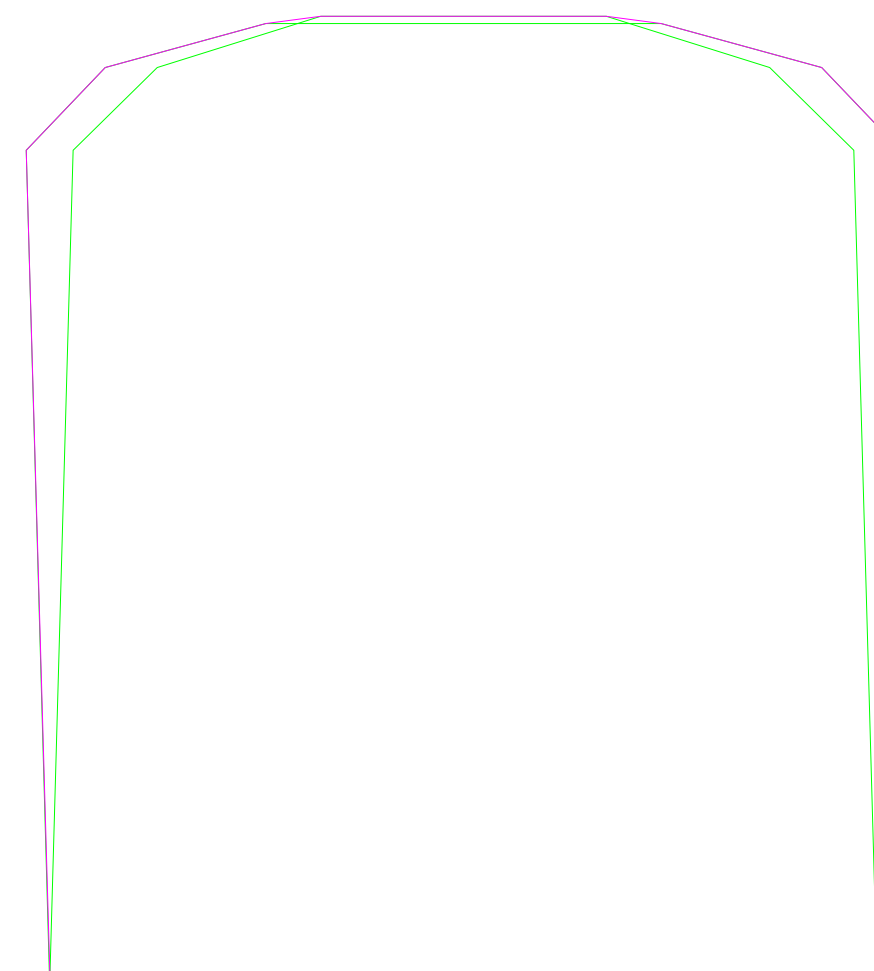
- Tipo de vía: en placa
- Velocidad máxima del tramo: $V_{m\acute{a}x} = 75 \text{ Km/h}$
- Radio mínimo en planta: $R = \text{Infinito}$
- Radio mínimo del acuerdo vertical: $R_v = \text{Infinito}$
- Peralte máximo: $D_{m\acute{a}x} = 0$
- Insuficiencia máxima de peralte: $I_{m\acute{a}x} = 0$

Aplicando las fórmulas de desplazamientos correspondientes a cada punto del contorno del gálibo cinemático, se obtienen las siguientes combinaciones de movimientos a partir de las cuales se generará el gálibo nominal:

- Para vehículo circulando a la máxima velocidad permitida ($V = V_{max}$):

GÁLIBO NOMINAL								
$V = V_{max}$								
Punto	$b_{\text{obstáculo}} \text{ máximo con } h_{\text{obstáculo}} \text{ compatible}$				$h_{\text{obstáculo}} \text{ máximo con } b_{\text{obstáculo}} \text{ compatible}$			
	Interior		Exterior		Interior		Exterior	
	b (mm)	h (mm)	b (mm)	h (mm)	b (mm)	h (mm)	b (mm)	h (mm)
1	-836,29	4256,04	836,29	4256,04	-603,71	4287,45	603,71	4287,45
2	-1514,91	4070,00	1514,91	4070,00	-1295,09	4070,00	1295,09	4070,00
3	-1848,74	3720,00	1848,74	3720,00	-1651,26	3720,00	1651,26	3720,00
4	-1751,14	230,00	1751,14	230,00	-1748,86	230,00	1748,86	230,00

El contorno de galibo nominal se obtiene dibujando los 2 contornos definidos anteriormente por las tablas y hallando la envolvente simétrica de los mismos. El resultado es la figura que se representa a continuación:



Gálibo nominal GEE10

Vías 1 y 2 (ejes 1 y 5) en curva de radio R=160 m

Los parámetros más restrictivos para las vías 1 y 2 en curva son los que se indican a continuación:

- Tipo de vía: en placa
- Velocidad máxima del tramo: $V_{m\acute{a}x} = 75 \text{ Km/h}$
- Radio mínimo en planta: $R = 160 \text{ m}$
- Radio mínimo del acuerdo vertical: $R_v = 2.000$
- Peralte máximo: $D_{m\acute{a}x} = 90 \text{ mm}$
- Insuficiencia máxima de peralte: $I_{m\acute{a}x} = 67 \text{ mm}$

Aplicando las fórmulas de desplazamientos correspondientes a cada punto del contorno del gálibo cinemático, se obtienen las siguientes combinaciones de movimientos a partir de las cuales se generará el gálibo nominal:

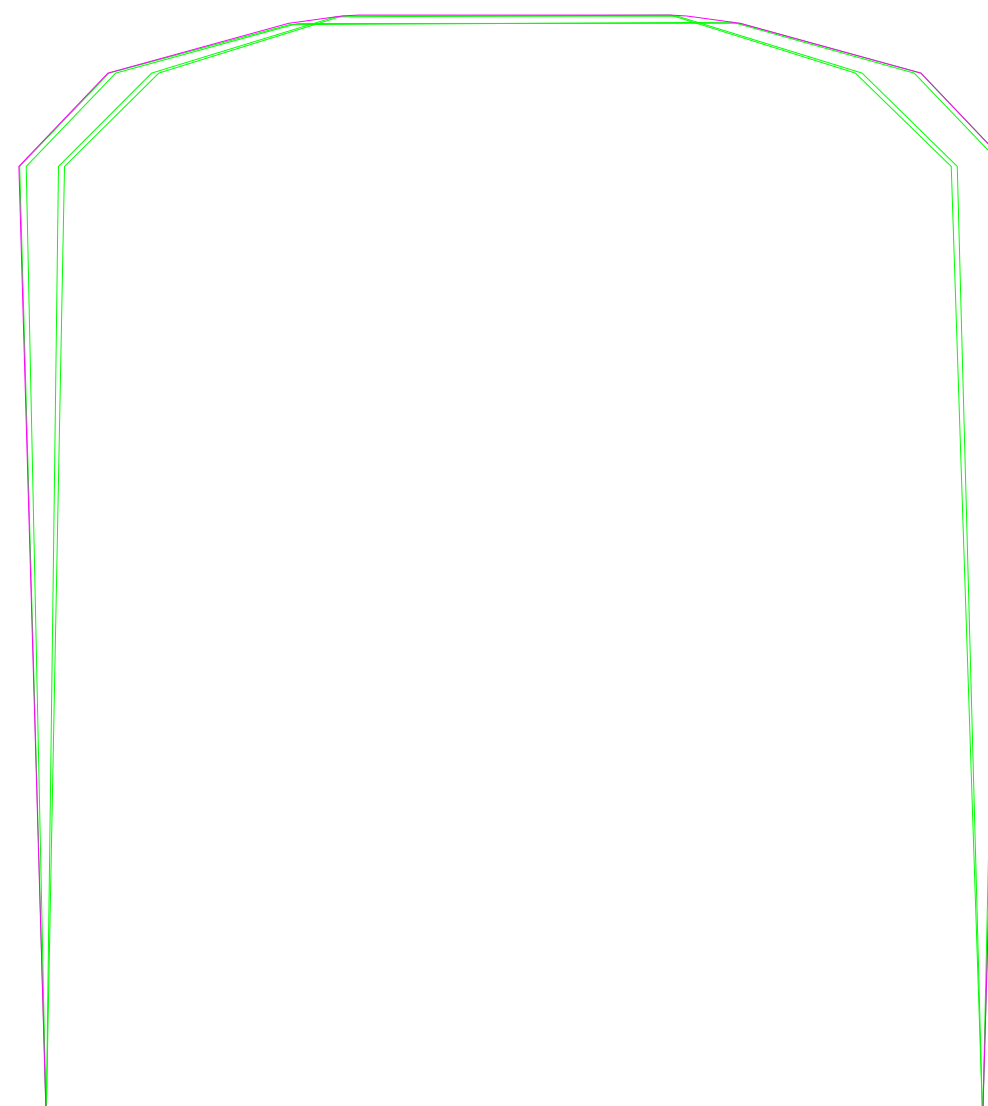
- Para vehículo circulando a la máxima velocidad permitida ($V = V_{max}$), con máxima insuficiencia de peralte I, hacia el interior y exterior de la curva:

GÁLIBO NOMINAL								
$V=V_{max}$								
Punto	$b_{obstáculo}$ máximo con $h_{obstáculo}$ compatible				$h_{obstáculo}$ máximo con $b_{obstáculo}$ compatible			
	Interior		Exterior		Interior		Exterior	
	b (mm)	h (mm)	b (mm)	h (mm)	b (mm)	h (mm)	b (mm)	h (mm)
1	-814,25	4281,04	845,66	4281,91	-644,50	4309,45	613,09	4308,09
2	-1494,61	4095,00	1524,28	4095,00	-1334,14	4095,00	1304,47	4095,00
3	-1831,50	3745,00	1858,11	3745,00	-1687,25	3745,00	1660,64	3745,00
4	-1757,39	205,00	1757,39	205,00	-1755,11	205,00	1755,11	205,00

- Para vehículo parado ($V = 0$), con máximo exceso de peralte D, hacia el interior y exterior de la curva:

GÁLIBO NOMINAL								
$V=0$								
Punto	$b_{obstáculo}$ máximo con $h_{obstáculo}$ compatible				$h_{obstáculo}$ máximo con $b_{obstáculo}$ compatible			
	Interior		Exterior		Interior		Exterior	
	b (mm)	h (mm)	b (mm)	h (mm)	b (mm)	h (mm)	b (mm)	h (mm)
1	-841,55	4277,25	818,37	4285,70	-671,80	4305,66	585,79	4311,88
2	-1520,39	4095,00	1498,50	4095,00	-1359,92	4095,00	1278,69	4095,00
3	-1854,63	3745,00	1834,99	3745,00	-1710,38	3745,00	1637,51	3745,00
4	-1757,39	205,00	1757,39	205,00	-1755,11	205,00	1755,11	205,00

El contorno de galibo nominal se obtiene dibujando los 4 contornos definidos anteriormente por las tablas y hallando la envolvente simétrica de los mismos. El resultado es la figura que se representa a continuación:



Gálibo nominal GEE10

Vía 3 (eje 2) en curva de radio R=140 m

Los parámetros más restrictivos para la vía 3 en curva son los que se indican a continuación:

- Tipo de vía: en placa
- Velocidad máxima del tramo: $V_{m\acute{a}x} = 50 \text{ Km/h}$
- Radio mínimo en planta: $R = 140 \text{ m}$
- Radio mínimo del acuerdo vertical: $R_v = 5.000$
- Peralte máximo: $D_{m\acute{a}x} = 80 \text{ mm}$
- Insuficiencia máxima de peralte: $I_{m\acute{a}x} = 70 \text{ mm}$

Aplicando las fórmulas de desplazamientos correspondientes a cada punto del contorno del gálibo cinemático, se obtienen las siguientes combinaciones de movimientos a partir de las cuales se generará el gálibo nominal:

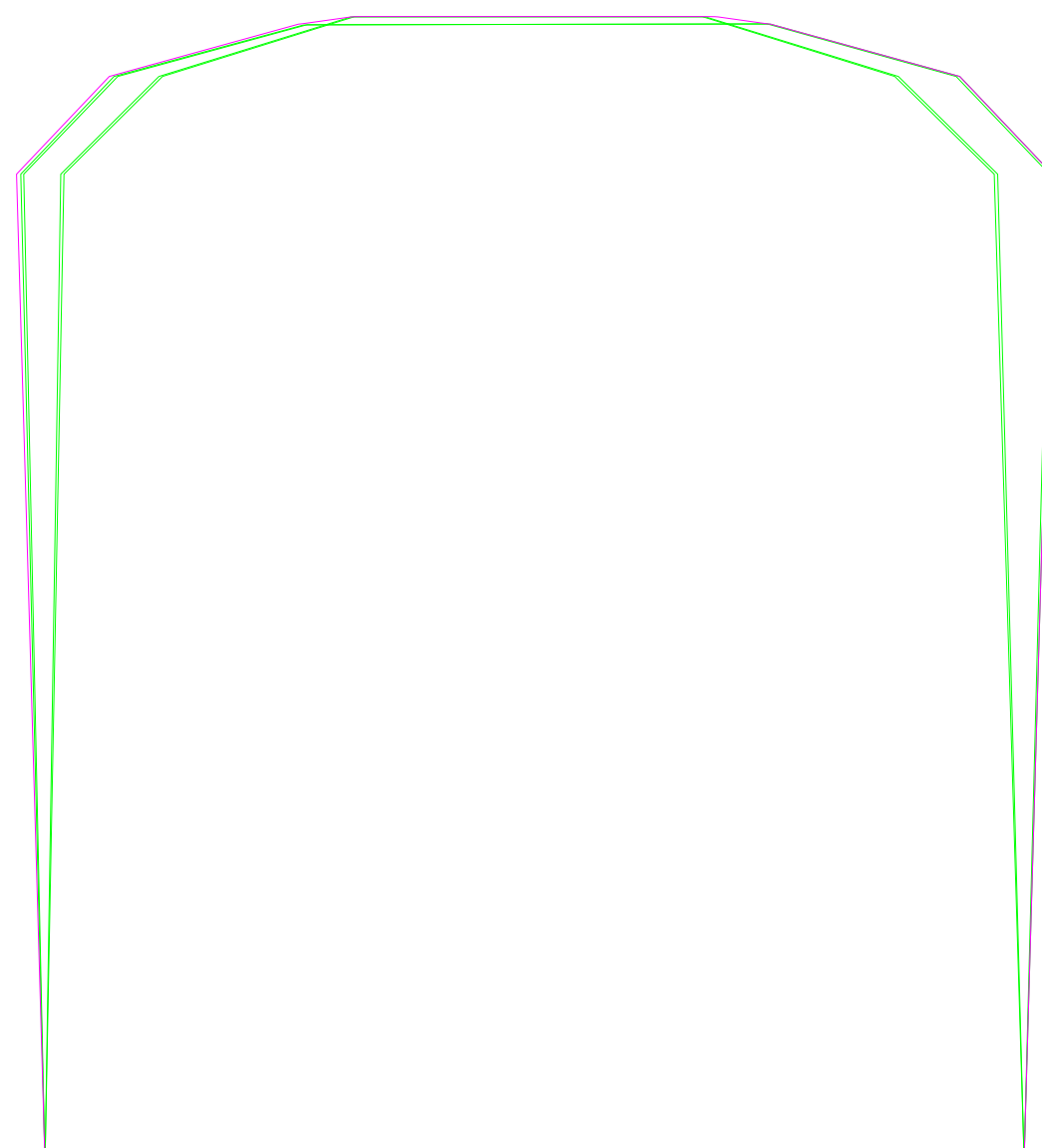
- Para vehículo circulando a la máxima velocidad permitida ($V = V_{max}$), con máxima insuficiencia de peralte I, hacia el interior y exterior de la curva:

GÁLIBO NOMINAL								
V=V _{max}								
Punto	b _{obstáculo} máximo con h _{obstáculo} compatible				h _{obstáculo} máximo con b _{obstáculo} compatible			
	Interior		Exterior		Interior		Exterior	
	b (mm)	h (mm)	b (mm)	h (mm)	b (mm)	h (mm)	b (mm)	h (mm)
1	-815,59	4266,04	847,00	4266,91	-645,84	4294,45	614,43	4293,09
2	-1495,95	4080,00	1525,62	4080,00	-1335,48	4080,00	1305,81	4080,00
3	-1832,84	3730,00	1859,45	3730,00	-1688,59	3730,00	1661,97	3730,00
4	-1758,28	220,00	1758,28	220,00	-1756,01	220,00	1756,01	220,00

- Para vehículo parado ($V = 0$), con máximo exceso de peralte D, hacia el interior y exterior de la curva:

GÁLIBO NOMINAL								
V=0								
Punto	b _{obstáculo} máximo con h _{obstáculo} compatible				h _{obstáculo} máximo con b _{obstáculo} compatible			
	Interior		Exterior		Interior		Exterior	
	b (mm)	h (mm)	b (mm)	h (mm)	b (mm)	h (mm)	b (mm)	h (mm)
1	-829,24	4264,14	833,35	4268,81	-659,49	4292,56	600,78	4294,99
2	-1508,84	4080,00	1512,73	4080,00	-1348,37	4080,00	1292,92	4080,00
3	-1844,40	3730,00	1847,89	3730,00	-1700,16	3730,00	1650,41	3730,00
4	-1758,28	220,00	1758,28	220,00	-1756,01	220,00	1756,01	220,00

El contorno de galibo nominal se obtiene dibujando los 4 contornos definidos anteriormente por las tablas y hallando la envolvente simétrica de los mismos. El resultado es la figura que se representa a continuación:



Gálibo nominal GEE10

Vía 3 (eje 6) en curva de radio R=125 m

Los parámetros más restrictivos para la vía 3 en curva son los que se indican a continuación:

- Tipo de vía: en placa
- Velocidad máxima del tramo: $V_{m\acute{a}x} = 50 \text{ Km/h}$
- Radio mínimo en planta: $R = 125 \text{ m}$
- Radio mínimo del acuerdo vertical: $R_v = 5.000$
- Peralte máximo: $D_{m\acute{a}x} = 70 \text{ mm}$
- Insuficiencia máxima de peralte: $I_{m\acute{a}x} = 70 \text{ mm}$

Aplicando las fórmulas de desplazamientos correspondientes a cada punto del contorno del gálibo cinemático, se obtienen las siguientes combinaciones de movimientos a partir de las cuales se generará el gálibo nominal:

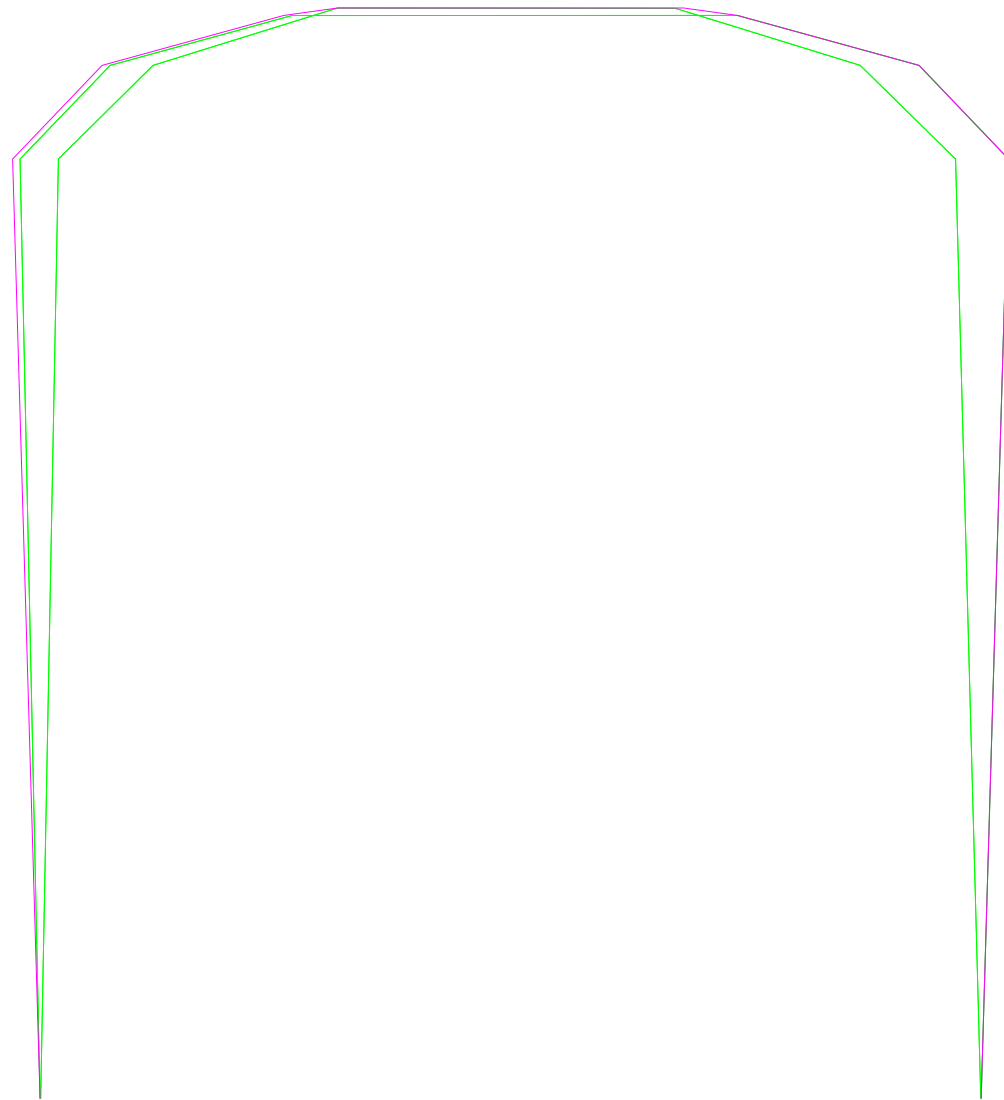
- Para vehículo circulando a la máxima velocidad permitida ($V = V_{max}$), con máxima insuficiencia de peralte I , hacia el interior y exterior de la curva:

GÁLIBO NOMINAL								
$V = V_{max}$								
Punto	$b_{obst\acute{a}culo} \text{ m\acute{a}ximo con } h_{obst\acute{a}culo} \text{ compatible}$				$h_{obst\acute{a}culo} \text{ m\acute{a}ximo con } b_{obst\acute{a}culo} \text{ compatible}$			
	Interior		Exterior		Interior		Exterior	
	b (mm)	h (mm)	b (mm)	h (mm)	b (mm)	h (mm)	b (mm)	h (mm)
1	-816,87	4266,04	848,29	4266,91	-647,13	4294,45	615,71	4293,09
2	-1497,24	4080,00	1526,91	4080,00	-1336,76	4080,00	1307,09	4080,00
3	-1834,12	3730,00	1860,74	3730,00	-1689,88	3730,00	1663,26	3730,00
4	-1759,14	220,00	1759,14	220,00	-1756,86	220,00	1756,86	220,00

- Para vehículo parado ($V = 0$), con máximo exceso de peralte D , hacia el interior y exterior de la curva:

GÁLIBO NOMINAL								
$V = 0$								
Punto	$b_{obst\acute{a}culo} \text{ m\acute{a}ximo con } h_{obst\acute{a}culo} \text{ compatible}$				$h_{obst\acute{a}culo} \text{ m\acute{a}ximo con } b_{obst\acute{a}culo} \text{ compatible}$			
	Interior		Exterior		Interior		Exterior	
	b (mm)	h (mm)	b (mm)	h (mm)	b (mm)	h (mm)	b (mm)	h (mm)
1	-816,87	4266,04	848,29	4266,91	-647,13	4294,45	615,71	4293,09
2	-1497,24	4080,00	1526,91	4080,00	-1336,76	4080,00	1307,09	4080,00
3	-1834,12	3730,00	1860,74	3730,00	-1689,88	3730,00	1663,26	3730,00
4	-1759,14	220,00	1759,14	220,00	-1756,86	220,00	1756,86	220,00

El contorno de galibo nominal se obtiene dibujando los 4 contornos definidos anteriormente por las tablas y hallando la envolvente simétrica de los mismos. El resultado es la figura que se representa a continuación:



Gálibo nominal GEE10

APÉNDICE 6. CÁLCULO DEL GÁLIBO DEL PANTÓGRAFO

CÁLCULO DEL GÁLIBO DEL PANTÓGRAFO PARA HC=4,75 m

Se han considerado los siguientes datos:

- Gálibo GEE10
- Catenaria CA-160 3 kV c.c.
- Ancho del pantógrafo: 1.700 mm obtenido del cuadro 3.5 del apartado 3.5.1.1 del Capítulo 3 de la Instrucción se obtiene: bw = 850 mm:

Del apartado 3.12.4.2 del Capítulo 3 de la Instrucción:

- $e_{po} = 0,150$ m, a la máxima altura de verificación $h'_0 = 5,5$ m
- $e_{pu} = 0,082$ m, a la mínima altura de verificación $h'_u = 4,7$ m
- $L = 1,055$ m
- $s'_0 = 0,225$
- $h'_{c0} = 0,5$ m
- $D'_0 = l'_0 = 0,07$
- $c_w = 0$ (en líneas nuevas o acondicionadas, para permitir pantógrafos con trocadores no aislados).

Del cuadro 3.5 del apartado 3.5.2 del Capítulo 3 de la Instrucción:

- b_{elec} (estática) = 100 mm
- b_{elec} (dinámica) = 50 mm

Del cuadro 3.25 del apartado 3.12.1.3 del Capítulo 3 de la Instrucción:

- $T_{via} = 0,005$ m
- $T_D = 0,003$ m
- $\alpha_c = 0,77^\circ$
- $\alpha_{susp} = 0,23^\circ$
- $T_N = 0,020$ m
- $K' = 1$

Para vía en placa, del apartado 3.12.4.2:

- Lado exterior de la curva:
 - $\alpha_{osc} = 0,34^\circ$
- lado interior de la curva:
 - $\alpha_{osc} = 0,06^\circ$

Del cuadro 3.6 del apartado 3.5.1.3 del Capítulo 3 de la Instrucción para catenaria CA-160:

- $f_s = 195$ mm (con $V = V_{m\acute{a}x}$)
- $f_s = 78$ mm (con $V = 0$)
- $f_{ws} + f_{wa} = 70$ mm

Se han calculado los desplazamientos, en los siguientes casos:

- Vehículo circulando a la máxima velocidad permitida.
- Vehículo parado.

Se han considerado los siguientes puntos de referencia (mm):

- Máxima altura de verificación: $h'_0 = 5.500$
- Mínima altura de verificación: $h'_u = 4.700$

Y los siguientes datos:

- $h_f = 4,75$ m
- $D = 90$ mm
- $l = 67$ mm
- $L = 1,055$ m
- $R = 160$ m
- Vía en placa

Los salientes (m) han sido calculados a partir de la fórmula siguiente:

$$s'_i = s'_a = \frac{2,5}{R} + \frac{l-d}{2}$$

$$s'_i = s'_a = 33,75 \text{ mm}$$

Los desplazamientos cuasiestáticos laterales (mm) obtenidos a partir de las siguientes fórmulas:

$$qs'_i = \frac{s'_0}{L} \cdot [D - D'_0]_{>0} \cdot (h - h'_{c0})$$

$$qs'_a = \frac{s'_0}{L} \cdot [l - l'_0]_{>0} \cdot (h - h'_{c0})$$

La suma cuadrática de los desplazamientos aleatorios laterales se ha calculado a partir de la siguiente expresión:

$$\Sigma j' = K' \cdot \sqrt{T_{via}^2 + [h + s'_0 \cdot [h - h'_{c0}]_{>0}]^2 \cdot \left(\frac{T_D}{L}\right)^2 + (tg^2 \alpha_{susp} + tg^2 \alpha_c + tg^2 \alpha_{osc}) \cdot [h - h'_{c0}]_{>0}^2}$$

Obteniendo:

	PUNTO	$\Sigma J'$
INTERIOR	1	72,98
	2	55,65
EXTERIOR	1	78,61
	2	59,91

A continuación se muestran las anchuras del gálibo mecánico y eléctrico (mm) calculadas según las siguientes fórmulas:

$$b_{obstaculo,i} \geq b_w + e_p + S'_i + qs'_i + \Sigma j'$$

$$b_{obstaculo,a} \geq b_w + e_p + S'_a + qs'_a + \Sigma j'$$

		Mecánico	Eléctrico
	Punto	b_{obst}	$b_{obst,elec}$
Interior	1	1.128,06	1.228,06
	2	1.037,61	1.137,61
Exterior	1	1.132,36	1.162,36
	2	1.025,66	1.075,66

La altura del gálibo mecánico del pantógrafo (mm) calculada según la siguiente expresión:

$$h_{eff} = h_f + f_s + f_{ws} + f_{wa}$$

Resulta:

Para vehículo circulando a la máxima velocidad permitida:

- $h_{eff} = 5.015$ mm

Para vehículo parado:

- $h_{eff} = 4.898$ mm

La altura del gálibo eléctrico del pantógrafo (mm) calculada según la siguiente expresión:

$$h_{eff,elec} = h_{eff} + b_{elec}$$

Resulta:

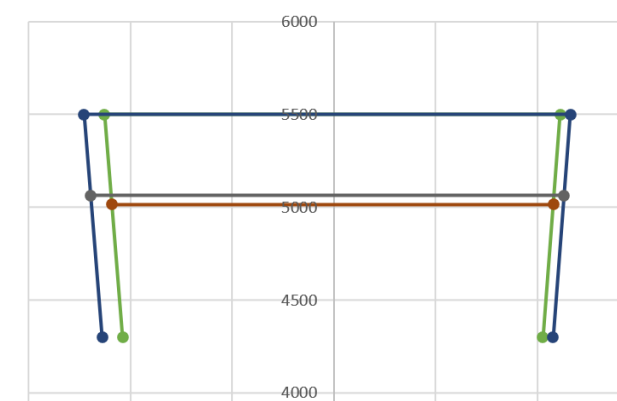
Para vehículo circulando a la máxima velocidad permitida:

- $h_{eff,elec} = 5.065$ mm

Para vehículo parado:

- $h_{eff,elec} = 4.998$ mm

El gálibo del pantógrafo obtenido se puede observar a continuación:



En las secciones tipo incluidas en el Documento de planos se ha dibujado la anchura más desfavorable obtenida del lado interior y exterior, estando así del lado de la seguridad.

CÁLCULO DEL GÁLIBO DEL PANTÓGRAFO PARA HC=4,50 m

Se han considerado los siguientes datos:

- Gálibo GEE10
- Catenaria CA-160 3 kV c.c.
- Ancho del pantógrafo: 1.700 mm obtenido del cuadro 3.5 del apartado 3.5.1.1 del Capítulo 3 de la Instrucción se obtiene: $b_w = 850$ mm:

Del apartado 3.12.4.2 del Capítulo 3 de la Instrucción:

- $e_{po} = 0,150$ m, a la máxima altura de verificación $h'_0 = 5,5$ m
- $e_{pu} = 0,082$ m, a la mínima altura de verificación $h'_u = 4,7$ m
- $L = 1,055$ m
- $s'_0 = 0,225$
- $h'_{c0} = 0,5$ m
- $D'_o = I'_o = 0,07$
- $c_w = 0$ (en líneas nuevas o acondicionadas, para permitir pantógrafos con trocadores no aislados).

Del cuadro 3.5 del apartado 3.5.2 del Capítulo 3 de la Instrucción:

- b_{elec} (estática) = 100 mm
- b_{elec} (dinámica) = 50 mm

Del cuadro 3.25 del apartado 3.12.1.3 del Capítulo 3 de la Instrucción:

- $T_{vía} = 0,005$ m
- $T_D = 0,003$ m
- $\alpha_c = 0,77^\circ$
- $\alpha_{susp} = 0,23^\circ$
- $T_N = 0,020$ m
- $K' = 1$

Para vía en placa, del apartado 3.12.4.2:

- Lado exterior de la curva:
 - $\alpha_{osc} = 0,34^\circ$
- lado interior de la curva:
 - $\alpha_{osc} = 0,06^\circ$

Del cuadro 3.6 del apartado 3.5.1.3 del Capítulo 3 de la Instrucción para catenaria CA-160:

- $f_s = 195$ mm (con $V = V_{máx}$)
- $f_s = 78$ mm (con $V = 0$)
- $f_{ws} + f_{wa} = 70$ mm

Se han calculado los desplazamientos, en los siguientes casos:

- Vehículo circulando a la máxima velocidad permitida.
- Vehículo parado.

Se han considerado los siguientes puntos de referencia (mm):

- Máxima altura de verificación: $h'_0 = 5.500$
- Mínima altura de verificación: $h'_u = 4.700$

Y los siguientes datos:

- $h_f = 4,50$ m
- $D = 0$ mm
- $l = 0$ mm
- $L = 1,055$ m
- Recta
- Vía en placa

Los salientes (m) han sido calculados a partir de la fórmula siguiente:

$$s'_i = s'_a = \frac{2,5}{R} + \frac{l-d}{2}$$

$$s'_i = s'_a = 27,50 \text{ mm}$$

Los desplazamientos cuasiestáticos laterales (mm) obtenidos a partir de las siguientes fórmulas:

$$qs'_i = \frac{s'_o}{L} \cdot [D - D'_o]_{>0} \cdot (h - h'_{c0})$$

$$qs'_a = \frac{s'_o}{L} \cdot [I - I'_o]_{>0} \cdot (h - h'_{c0})$$

La suma cuadrática de los desplazamientos aleatorios laterales se ha calculado a partir de la siguiente expresión:

$$\Sigma j' = K' \cdot \sqrt{T_{via}^2 + [h + s_o' \cdot [h - h'_{co}]_{>0}]^2 \cdot \left(\frac{T_D}{L}\right)^2 + (tg^2 \alpha_{susp} + tg^2 \alpha_c + tg^2 \alpha_{osc}) \cdot [[h - h'_{co}]_{>0}]^2}$$

Obteniendo:

	PUNTO	Σj'
INTERIOR	1	72,98
	2	55,65
EXTERIOR	1	78,61
	2	59,91

A continuación se muestran las anchuras del gálibo mecánico y eléctrico (mm) calculadas según las siguientes fórmulas:

$$b_{obstaculo,i} \geq b_w + e_p + S'_i + qS'_i + \Sigma j'$$

$$b_{obstaculo,a} \geq b_w + e_p + S'_a + qS'_a + \Sigma j'$$

		Mecánico	Eléctrico
	Punto	b _{obst}	b _{obst,elec}
Interior	1	1.100,48	1.200,48
	2	1.015,15	1.115,15
Exterior	1	1.106,11	1.156,11
	2	1.019,41	1.069,41

La altura del gálibo mecánico del pantógrafo (mm) calculada según la siguiente expresión:

$$h_{eff} = h_f + f_s + f_{ws} + f_{wa}$$

Resulta:

Para vehículo circulando a la máxima velocidad permitida:

- h_{eff} = 4.765 mm

Para vehículo parado:

- h_{eff} = 4.648 mm

La altura del gálibo eléctrico del pantógrafo (mm) calculada según la siguiente expresión:

$$h_{eff,elec} = h_{eff} + b_{elec}$$

Resulta:

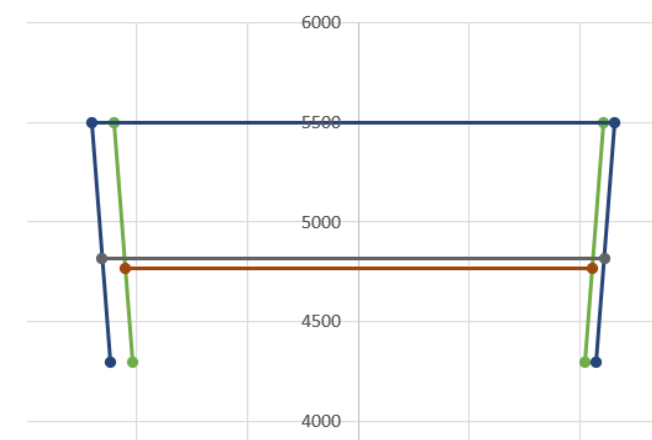
Para vehículo circulando a la máxima velocidad permitida:

- h_{eff,elec} = 4.815 mm

Para vehículo parado:

- h_{eff,elec} = 4.748 mm

El gálibo del pantógrafo obtenido se puede observar a continuación:



En las secciones tipo incluidas en el Documento de planos se ha dibujado la anchura más desfavorable obtenida del lado interior y exterior, estando así del lado de la seguridad.