



*euskal trenbide sarea*

---

Proyecto Constructivo del  
desdoblamiento en Deba entre los PK  
72+509.074 y PK 73+181.011

---

## Anejo nº 4. Trazado

Abril 2024





## Índice:

<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>2. CRITERIOS DE DISEÑO GEOMETRICO.....</b>	<b>1</b>
2.1. PLANTA.....	1
2.1.1. Alineaciones rectas .....	1
2.1.2. Curvas circulares.....	1
2.1.3. Curvas de transición.....	1
2.2. ALZADOS .....	2
2.2.1. Rampas - pendientes .....	2
2.2.2. Curvas de acuerdo .....	2
2.3. SECCION TRANSVERSAL. GALIBOS .....	3
<b>3. DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCION PROPUESTA .....</b>	<b>3</b>
3.1. TRAZADO EN PLANTA.....	3
3.2. TRAZADO EN ALZADO .....	3
<b>4. CUMPLIMIENTO DE LOS PARAMETROS DE DISEÑO.....</b>	<b>4</b>
<b>5. TRAZADO CAMINO PROYECTADO JUNTO A LA NUEVA VIA DESDOBLADA .....</b>	<b>6</b>
5.1. TRAZADO EN PLANTA.....	6
5.2. TRAZADO EN ALZADO .....	7
<b>APÉNDICE Nº 1- LISTADOS PLANTA Y ALZADO VIA DESDOBLADA.....</b>	<b>9</b>
<b>APÉNDICE Nº 2- LISTADOS PLANTA Y ALZADO CAMINO PROYECTADO .....</b>	<b>17</b>



# Anejo nº 4. Trazado

---

## 1. INTRODUCCIÓN

En el presente documento se recoge el proceso seguido para la definición geométrica del trazado del tramo comprendido entre los PPKK 72+490 y 73+080 de la línea E1 que opera Euskotren entre Bilbao y Donostia, donde se proyecta un desdoblamiento de la vía actual, objeto del presente proyecto

Para el encaje geométrico se considera, como dato de partida, el levantamiento taquimétrico realizado durante los meses de octubre y noviembre de 2023. A partir de ahí, se ajustan a lo existente los parámetros y alineaciones de trazado, tanto en planta como en alzado, obteniendo así la definición analítica del eje.

Finalmente, se compara el trazado con el definido en las Hojas “2km” y se analiza el cumplimiento de los parámetros geométricos obtenidos con los establecidos por la norma NAP 1-2-1.0 “Metodología para el diseño del trazado ferroviario” (1 edición enero 2021 + M1 enero 2024) editado por el Administrador de Infraestructuras Ferroviarias (ADIF) adaptándolos a los que habitualmente establece Euskal Trenbide Sarea en sus contratos.

## 2. CRITERIOS DE DISEÑO GEOMETRICO

Los parámetros de diseño, tanto en planta como en alzado, dependen de la velocidad de proyecto que, entre los PPKK 72+497 y 73+210 está actualmente limitada a 80 km/hora.

La vía desdoblada que se proyecta es paralela a la vía actual con su eje a 4 metros del eje de la vía actual.

### 2.1. PLANTA

El diseño del trazado en planta de las vías es el resultado de la combinación de alineaciones rectas, curvas circulares y clotoides como curvas de transición.

#### 2.1.1. Alineaciones rectas

La longitud mínima de recta entre dos alineaciones curvas consecutivas de curvaturas opuestas será de 12 metros, para evitar que ejes de un mismo bogie tengan que adaptarse a peraltes contrarios.

La norma NAP 1-2-1.0 establece que la longitud mínima de alineaciones en planta de curvatura constante un valor normal de  $V/3,5$  y excepcional de  $V/5$ , que para el caso de la velocidad de 82 km/hora da como resultado 22 y 16 metros respectivamente.

#### 2.1.2. Curvas circulares

El radio de las curvas se relaciona con la velocidad de circulación de los trenes y el peralte de la vía a través de la aceleración transversal no compensada (Anc). El valor máximo de este parámetro se limita por razones de comodidad para el viajero, estableciéndose como valor máximo de la aceleración transversal no compensada  $Anc=1 \text{ m/seg}^2$ .

Considerando un peralte máximo de 110 mm y una velocidad máxima de circulación a lo largo de la curva circular de 80 km/h, el mínimo radio posible para esa velocidad tomando como aceleración transversal no compensada  $0,65 \text{ m/seg}^2$  es de 298 m.

#### 2.1.3. Curvas de transición

Para el enlace entre alineaciones con diferente radio de curvatura se definen clotoides. La determinación de la longitud mínima necesaria de las curvas de transición se realiza en base a los siguientes criterios:

- Rampa de peralte: es la relación entre el peralte y la longitud de la curva de transición. El valor máximo de esta rampa se limita con el fin de eliminar la posibilidad de descarrilamiento debido a que los cuatro puntos de apoyo del bogie no formen un plano. Se establece como valor máximo una rampa de 2,5 mm/m.
- Velocidad ascensional: se corresponde con la velocidad vertical de la rueda exterior del vehículo originada como consecuencia de la elevación progresiva del carril exterior a lo largo de la curva de transición. Se limita el valor máximo de esta velocidad con el fin de no perjudicar al confort del viajero. Se establece como valor máximo 50 mm/s.
- Sobreaceleración: se denomina así a la variación de la aceleración transversal no compensada con respecto al tiempo. Se limita su valor máximo por razones de comodidad para el viajero. Se establece como valor máximo 0,4 m/seg<sup>3</sup>.

A continuación, se incluye un cuadro resumen de los parámetros del diseño en planta descritos anteriormente:

#### CRITERIOS DE DISEÑO EN PLANTA

Ancho entre ejes de carriles	4 mts
Velocidad de diseño	80 Km/h
Radio mínimo	298 m
Peralte máximo	120 mm
Rampa máxima de peralte	2,5 mm/m
Velocidad ascensional	50 mm/s
Sobreaceleración máxima	0,4 m/s <sup>3</sup>
Aceleración no compensada	0,65 m/seg <sup>2</sup>
Longitud mínima alineación recta entre curvas de distinto sentido	12 m

## 2.2. ALZADOS

El trazado en alzado es el resultado de la combinación de alineaciones con inclinación constante, rampas o pendientes, y curvas de acuerdo, habitualmente parábolas de segundo grado.

### 2.2.1. Rampas - pendientes

La inclinación máxima en rasantes a cielo abierto se establece en 30 milésimas.

El alzado de la vía desdoblada se proyecta con las mismas rampas que el de la vía existente que desdobra.

### 2.2.2. Curvas de acuerdo

Para el enlace entre rasantes consecutivas se definen parábolas de segundo grado. Se denomina parámetro de una parábola,  $K_v$ , al valor que representa el radio de curvatura en el vértice de la parábola.

El valor mínimo del parámetro a utilizar en el diseño del trazado en alzado viene limitado por la aceleración vertical máxima admisible que habitualmente se establece en  $0,25 \text{ m/seg}^2$ .

Para la velocidad de proyecto, establecida en  $80 \text{ km/h}$ , el  $K_v$  min resultante es  $K_{v\text{min}} = 2000$ .

$Av = v^2/K_v$ , estando la velocidad en  $\text{m/seg}^2$

### 2.3. SECCION TRANSVERSAL. GALIBOS

Debido a que la izquierda de la vía desdoblada el entreje es de  $4.00 \text{ m}$  y que a la derecha la distancia a eje de poste de catenaria de  $2.45 \text{ m}$ , según avance de PPKK, se cumplirán, a lo largo de todo el desdoblamiento de vía, los gálibos de Euskal Trenbide Sarea.

## 3. DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCION PROPUESTA

El trazado de la vía desdoblada se proyecta paralelo a la vía existente con una interdistancia constante entre ejes de vía actual y vía desdoblada de  $4 \text{ metros}$ , comprendido entre los desvíos de tipo DSMH-B1-UIC54-190-1-8-CC, cuya velocidad de circulación de la vía desviada está limitada a  $40 \text{ km/hora}$ .

La longitud útil entre piquetes de vía se ha establecido en  $505 \text{ metros}$ , entre los PPKK  $72/529$  y  $73/034$ .

Los taludes de plataforma adoptados han sido:

- Excavación en desmante:  $1H/1V$  en general y  $3H/2V$  suelos o roca meteorizada.
- Terraplén:  $3H/2V$

En el apéndice 1 se muestran los listados en planta y alzado del eje de la vía desdoblada.

### 3.1. TRAZADO EN PLANTA

Se sale del desvío de entrada (dirección hacia Donostia) con dos tramos en recta de  $154,9$  y  $43,72$  metros casi paralelas (azimuts de  $150,9554$  y  $151,0500$ , unidas a través de una alineación curva de radio de  $+50.000 \text{ m}$ . Una alineación curva de radio de  $+876 \text{ metros}$  y  $37,548 \text{ metros}$  de longitud, enlaza con una última alineación recta de  $77,77 \text{ metros}$  de longitud hasta alcanzar el desvío de salida (orden creciente PPKK). Se adopta un peralte de  $37 \text{ mm}$  en la curaba de radio  $+876 \text{ metros}$ ,

### 3.2. TRAZADO EN ALZADO

Se conserva el alzado de la vía existente (rampas y acuerdos), resultando:

Pendiente máxima:  $23,94$  milésimas.

Acuerdo mínimo:  $5.000$

Longitud acuerdo mínimo:  $20,056 \text{ metros}$

Longitud rampa mínima:  $18,61 \text{ metros}$

#### 4. CUMPLIMIENTO DE LOS PARAMETROS DE DISEÑO

A continuación, se incluye un cuadro resumen de los parámetros de diseño adoptados y su cumplimiento respecto a los criterios de diseño establecidos:

Pk	Alineación	Radio	h(mm)	V(Km/h)	z(mm)	l(mm)	anc(m/s2)	dist.parcial	rp(mm/m)	Vasc(mm/s)	danc/dt(m/s3)
	Recta	infinito	0	80	0	0	0,00				
<b>72490,000</b>	Recta-Circulo	190	0	40	71	71	0,65				
	Círculo	190	0	40	71	71	0,65	0,111	0,00	0,00	0,00
<b>72490,111</b>	circulo-Recta	190	0	40	71	71	0,65				
	Recta	infinito	0	40	0	0	0,00	23,628	0,00	0,00	0,00
<b>72513,739</b>	Recta-Circulo	-190	0	40	71	71	0,65				
	Círculo	-190	0	40	71	71	0,65	8,591	0,00	0,00	0,00
<b>72522,330</b>	circulo-Recta	-190	0	40	71	71	0,65				
	Recta	infinito	0	50	0	0	0,00	23,627	0,00	0,00	0,38
<b>72545,957</b>	Recta-Circulo	50000	0	80	1	1	0,01				
	Círculo	50000	0	80	1	1	0,01	153,905	0,00	0,00	0,00
<b>72699,862</b>	circulo-Recta	50000	0	80	1	1	0,01				
	Recta	infinito	0	80	0	0	0,00	74,325	0,00	0,00	0,00
<b>72774,187</b>	Recta-Clotoide	infinito	0	80	0	0	0,00				
	Clotoide			80				43,722	0,85	18,81	0,11
<b>72817,909</b>	Clotoide-Círculo	876	37	80	61	24	0,22				
	Círculo	876	37	80	61	24	0,22	43,900	0,00	0,00	0,00

Pk	Alineación	Radio	h(mm)	V(Km/h)	z(mm)	l(mm)	anc(m/s <sup>2</sup> )	dist.parcial	rp(mm/m)	Vasc(mm/s)	danc/dt(m/s <sup>3</sup> )
<b>72861,809</b>	Círculo-Clotoide	876	37	80	61	24	0,22				
	Clotoide			80				37,548	0,99	21,90	0,13
<b>72899,357</b>	Clotoide-Recta	infinito	0	80	0	0	0,00				
	Recta	infinito	0	80	0	0	0,00	39,909	0,00	0,00	0,36
<b>72939,266</b>	Recta-Círculo	-190	0	40	71	71	0,65				
	Círculo	-190	0	40	71	71	0,65	77,772	0,00	0,00	0,00
<b>73017,038</b>	circulo-Recta	-190	0	40	71	71	0,65				
	Recta	infinito	0	40	0	0	0,00	23,630	0,00	0,00	0,00
<b>73040,668</b>	Recta-Círculo	190	0	40	71	71	0,65				
	Círculo	190	0	40	71	71	0,65	8,598	0,00	0,00	0,00
<b>73049,266</b>	circulo	190	0	40	71	71	0,65				

Siendo:

h = peralte adoptado.

V = velocidad máxima desviada (vía desdoblada) (80 km/hora máx)

z = peralte teórico (110 mm máx.)

l = Insuficiencia de peralte

anc = aceleración no compensada (máx. valor normal 0,65 m/s<sup>2</sup>)

rp = rampa peralte (máx. valor normal 2,5 mm/m)

Vasc = velocidad ascensional (máx. valor normal 50 mm/seg)

danc = Sobreaceleración máxima máx. valor normal 0,4 m/s<sup>3</sup>)

## 5. TRAZADO CAMINO PROYECTADO JUNTO A LA NUEVA VIA DESDOBLADA

Se proyecta un camino que servirá para:

- ejecución del desmonte entre el PK 72/804 y el final del desdoblamiento en fase de construcción
- camino de obra para suministro de materiales, maquinaria y equipamiento y para labores de movimientos de tierras y desescombros.
- vía de servicio y mantenimiento en fase de explotación.

La longitud total del camino es 707 metros y su anchura del camino es de 3,50 metros entre los PPKK 15 y 665. En el origen con la conexión del camino de Itsaspe Auzoa, se establece un sobreechancho de 5 metros durante los 8 primeros metros adaptándose a la anchura de 3,5 metros entre los PPKK 8 y 15.

Entre el PK 680 y PK final se deja un sobreechancho de 9 metros para maniobras de vehículos.

El firme adoptado corresponde a una categoría de tráfico T42 para una categoría de explanada E2, conformada con 5 cm de capa de rodadura tipo **AC16 surf D** sobre 25 cm de zahorra artificial o todo uno y riego de imprimación entre ambas. Donde la zahorra se apoye directamente en suelos se procederá al saneado de los mismos y aporte de relleno de suelos adecuados.

Para la definición de trazado no se ha considerado lo establecido en la Norma 3.1-IC Trazado, de la Instrucción de Carreteras, al ser un camino de propiedad privada de Euskal Trenbide Sarea para uso exclusivo.

Los taludes de plataforma adoptados han sido:

- Excavación en desmonte: 1H/1V en general y 3H/2V en suelos o roca meteorizada.
- Terraplén: 3H/2V

### 5.1. TRAZADO EN PLANTA

Se comienza girando a derechas desde el camino existente de Itsaspe Auzoa o radio de 40 metros, continuándose con una curvatura más amplia de 285 metros en una longitud de 65,382 metros. Durante estos primeros 95 metros el trazado del camino aprovecha un camino de tierras hacia la plataforma ya establecido.

Entre los PPKK 132 y 135 el camino cruzará sobre la ampliación de la longitud de 11 a 16 metros que se realizará en la Obra de drenaje transversal existente bajo vías en esos PPKK, de sección rectangular abovedada de dimensiones 2,5 m x 3,28 m hasta la clave de la bóveda. En ese cruce donde se adoptan radios de 50 y 40 metros en curva y contracurva para acercarse lo máximo conveniente para no recurrir a una prolongación mayor de la ODT que se cruzará.

Entre el PK 151,14 y el PK 174,282 se continúa en alineación curva de radio 40 a izquierdas que provocaría el talud estable de 45° de excavación del camino alcanzando la plataforma de vía desdoblada proyectada debido a la diferencia de altura del camino con dicha vía proyectada.

Entre los PPKK 210,824 y 407,214 el camino continúa en alineación recta paralelo a la vía desdoblada a una distancia de 7,5 metros entre ambos ejes.

Es a partir del PK 407 donde el camino se distancia de la vía desdoblada proyectada, obligado por el aumento en altura y ocupación del desmonte generado para la ejecución de ampliación de la plataforma para doble vía. El camino bordeará el talud derecho por la plataforma proyectada mediante radios de 300, 105 y 50 y una alineación en recta de 84 metros.

A partir del PK 589,787 se continuará en alineación recta de 58,55 acercándose a la plataforma ferroviaria a medida que decrece la altura de desmonte a realizar. Tras 18,576 de curva de radio negativo de 18,57, el camino acaba en alineación recta los últimos 40,09 metros.

El trazado proyectado no incluye clotoides en su definición al considerarse velocidades de circulación muy bajas, inferiores a 30 km/hora en todo su recorrido.

Los parámetros más significativos de este trazado en planta son:

- Longitud mínima en recta: 20,224 m.
- Longitud mínima en curva: 14,44 m (R=50 m)
- Radio mínimo: 40 m

## 5.2. TRAZADO EN ALZADO

Durante los primeros 6,817 el camino adopta la pendiente del camino de tierras existente sobre el que se apoya.

La bajada hasta la obra de paso transversal entre los PPKK 132 y 135 se hace con rampa de 150 milésimas. Un acuerdo cóncavo de KV=75 y longitud de 22,5 metros enlaza la rampa descendente anterior con otra ascendente de 150 milésimas también. Esta rampa ascendente servirá para ganar cota respecto a la vía desdoblada proyectada, una vez atravesada la ODT. El punto bajo del camino se sitúa en el PK 129,560 a cota de 59,198.

Entre los PPKK 199,187 y 375,783 el alzado del camino se define a nivel de berma de ampliación de plataforma de vía proyectada con rampas equivalentes a la misma de 21,285 y 20,27 milésimas

Entre los PPKK 400,648 y 448,026 el camino cruzará sobre el tuno de 800 de PVC que da continuidad al paso inferior del cauce que cruza bajo las vías en el PK 72+790 de la vía desdoblada para lo cual se ha definido una cota de cruce mínima de 72,03 y rampa de 70 milésimas, garantizando una cota roja de, al menos, 2,05 metros, en el cruce sobre el tubo de 800 mm que apoyará directamente sobre el terreno existente.

A partir del PK 475,023 el desmonte existente se asciende en primer lugar con rampa de 160 milésimas y se desciende con el mismo valor de rampa a partir del PK 556,906, con acuerdo convexo de KV de 100 y longitud de 32 metros entre ambas rampas.

Finalmente, los últimos 7,67 metros del camino se proyectan en rampa descendente de 10 milésimas al objeto de facilitar el agua recogida por las cunetas proyectadas con mayor eficacia.

Los parámetros más significativos de este trazado en planta son:

- Longitud mínima en rampa: 19,761 m
- Longitud máxima rampa; 89,45 m
- Kv mínimo: 75 en 22,5 metros
- Rampa máxima; 160 milésimas



## APÉNDICE Nº 1- LISTADOS PLANTA Y ALZADO VIA DESDOBLADA

### Interpretación de los listados

Para la definición del trazado de los de los ejes que componen tanto el trazado del ferrocarril como de los caminos, se ha empleado el programa TRAZADO 3.0, que es un sistema desarrollado, por TYPESA bajo entorno Windows, para el diseño de obras lineales. Dicho programa, verificado y contrastado con otros programas comerciales, permite la lectura automática de modelos digitales del terreno en formato "dxf", "asci-digi", "IGDS" y "ArcView Shape". Los listados de salida se describen a continuación:

### Alineaciones en planta

El listado de salida de cálculo del estado de alineaciones en planta contiene once columnas, cada una de las cuales representa lo siguiente:

- Nro: Número de la alineación.
- Tipo: Tipo de alineación:
  - CIRCULO.- Alineación circular. Radio de giro positivo en sentido de avance de los azimut.
  - RECTA.- Alineación recta.
  - CLOTOIDE .- Alineación curva (Clotoide)
- PK: Punto kilométrico en metros del primer punto de tangencia de la alineación.
- Longitud: Longitud parcial, en metros de cada alineación.
- XT: Abcisa del punto principal en metros.
- YT: Ordenada del punto principal en metros.
- Azimut: Azimut de la tangente del punto principal en grados centesimales.
- XC o XI: Abcisa del centro en caso de círculo o bien abcisa del punto de la clotoide, donde el círculo osculador tiene radio infinito, en metros.
- YC o YI: Ordenada del centro en caso de círculo o bien ordenada del punto de la clotoide, donde el círculo osculador tiene radio infinito, en metros.
- Radio: Radio de la alineación circular, en metros.
- Parámetro: Parámetro de la curva de transición (clotoide).

### Listado de puntos cada 20 metros

El listado de puntos cada 20 metros, en planta, está formado por siete columnas significativas, que representan lo siguiente:

- PK: Punto kilométrico, en metros.
- DISTANCIA: Progresiva del punto del eje
- ALINEACIÓN: Tipo de alineación: Recta, Círculo, Clotoide
- X: Abcisa del punto, en metros.
- Y: Ordenada del punto, en metros.
- Azimut: Azimut de la tangente del punto, en grados centesimales.
- Radio: Radio de curvatura del eje en el punto.
- Parámetro: Parámetro de la curva de transición (clotoide).

### **Alineaciones en alzado**

Los listados de salida de resultados muestran la definición de tangentes, vértices, pendientes y acuerdos verticales.

- Entrada: tangente de entrada
- V: Vértice del acuerdo
- Salida: Tangente de salida.
- PK: Distancia al origen del punto singular.
- Cota rasante: Cota de la rasante en el punto singular.
- Pendiente: Pendiente longitudinal del punto singular (signo positivo rampa, negativo pendiente).
- Longitud acuerdo: Longitud del acuerdo vertical.
- Parámetro: Parámetro del acuerdo vertical (signo positivo cóncavo, negativo convexo).
- Bisectriz: Altura de la bisectriz en el vértice.

### **Listado de puntos cada 20 metros**

El listado de salida de los puntos cada 20 metros en alzado está compuesto de cinco columnas, cada una de las cuales representa lo siguiente:

- PK: Punto kilométrico, en metros.
- Cota: Altitud o cota, en metros, del punto.
- Terreno: Altitud o cota, en metros, del terreno.
- Pendiente %: Pendiente, en tanto por ciento, de la rasante en este punto.
- KV: Parámetro de la parábola vertical del vértice correspondiente.
- Bisectriz: Distancia de la alineación vertical en el punto a la pendiente.
- Cota roja: Diferencia cotas del punto y del terreno.

## Eje RL9966-EJE-DESDOBLADO - EJE-VIA-DESDOBLADA \* Estado de alineaciones en planta (Resultados) 6d

#	Tipo	Pk	Longitud	Xt	Yt	Azmut	Xc/i	Yc/i	Radio	Parámetros
1	Recta	72490,000000	0,111492	556196,233486	4792749,855376	150,955401				
2	Círculo	72490,111492	23,627459	556196,311131	4792749,775365	150,955401	556059,959798	4792617,456379	190,000000	
3	Recta	72513,738951	8,591060	556211,670365	4792731,841272	158,872089				
4	Círculo	72522,330011	23,627459	556216,842405	4792724,981511	158,872089	556368,552972	4792839,366405	-190,000000	
5	Recta	72545,957470	153,904187	556232,201639	4792707,047419	150,955401				
6	Círculo	72699,861657	74,325370	556339,382934	4792596,599834	150,955401	520457,453269	4757775,814037	50000,000000	
7	Recta	72774,187026	43,722240	556391,104626	4792543,222628	151,050035				
8	Clotoide	72817,909266	43,899886	556421,506805	4792511,800634	151,050035	556421,506805	4792511,800634		-196,102780
9	Círculo	72861,809152	37,547878	556451,767093	4792479,998001	152,645214	555807,145890	4791886,837395	876,000000	
10	Clotoide	72899,357030	39,908987	556476,591810	4792451,831342	155,373949	556501,865230	4792420,945940		186,976664
11	Recta	72939,266017	77,771902	556501,865230	4792420,945940	156,824112				
12	Círculo	73017,037919	23,629788	556550,659047	4792360,384961	156,824112	556698,612044	4792479,590291	-190,000000	
13	Recta	73040,667707	8,598761	556566,588842	4792342,952543	148,906643				
14	Círculo	73049,266469	23,629788	556572,772607	4792336,977617	148,906643	556440,749405	4792200,339869	190,000000	
15	Círculo	73072,896257	0,000000	556588,702402	4792319,545199	156,824112	556440,749405	4792200,339869	190,000000	

## Eje RL9966-EJE-DESDOBLADO - EJE-VIA-DESDOBLADA \* Estado de alineaciones en alzado (Resultados) 1) 6d

#	Entrada			Vértice			Longitud	Bisectriz	Salida		
	Pk	Cota	Pendiente	Pk	Cota	Parámetros			Pk	Cota	Pendiente
1	72454,806222	65,220194	1,835000	72468,962472	65,479961	20000,000000	28,312500	0,005010	72483,118722	65,759768	1,976563
2	72520,878472	66,506114	1,976563	72536,000000	66,805000	20000,000000	30,243056	0,005717	72551,121528	67,126753	2,127778
3	72633,972222	68,889631	2,127778	72644,000000	69,103000	-20000,000000	20,055556	-0,002514	72654,027778	69,306313	2,027500
4	72713,587684	70,513890	2,027500	72723,982684	70,724649	60000,000000	20,790000	0,000900	72734,377684	70,939009	2,062150
5	72810,745153	72,513821	2,062150	72827,337653	72,855983	10000,000000	33,185000	0,013766	72843,930153	73,253208	2,394000
6	72879,097143	74,095106	2,394000	72892,000000	74,404000	-8000,000000	25,805714	-0,010405	72904,902857	74,671273	2,071429
7	72923,509317	75,056693	2,071429	72934,000000	75,274000	-6000,000000	20,981366	-0,009171	72944,490683	75,454622	1,721739
8	72969,095652	75,878256	1,721739	72980,000000	76,066000	-12000,000000	21,808696	-0,004954	72990,904348	76,233927	1,540000
9	73024,852273	76,756725	1,540000	73035,852273	76,926125	-5000,000000	22,000000	-0,012100	73046,852273	77,047125	1,100000
10	73076,463486	77,372848	1,100000	73091,544369	77,538738	-3500,000000	30,161765	-0,032490	73106,625251	77,574666	0,238235
11	73139,505882	77,652999	0,238235	73150,000000	77,678000	-12000,000000	20,988235	-0,004589	73160,494118	77,684646	0,063333

Pk	Distancia	Alineación	X	Y	Azimut	Radio	Parámetro
72490,000000	0,000	Recta	556196,23349	4792749,85538	150,955401	*	*
72490,111492	0,000	Círculo	556196,31113	4792749,77536	150,955401	190,000000	*
72500,000000	0,000	Círculo	556203,00991	4792742,50303	154,268674	190,000000	*
72513,738951	0,000	Recta	556211,67037	4792731,84127	158,872089	*	*
72520,000000	0,000	Recta	556215,43968	4792726,84197	158,872089	*	*
72522,330011	0,000	Círculo	556216,84240	4792724,98151	158,872089	-190,000000	*
72540,000000	0,000	Círculo	556228,12046	4792711,38707	152,951529	-190,000000	*
72545,957470	0,000	Recta	556232,20164	4792707,04742	150,955401	*	*
72560,000000	0,000	Recta	556241,98108	4792696,96996	150,955401	*	*
72580,000000	0,000	Recta	556255,90939	4792682,61718	150,955401	*	*
72600,000000	0,000	Recta	556269,83771	4792668,26441	150,955401	*	*
72620,000000	0,000	Recta	556283,76602	4792653,91164	150,955401	*	*
72640,000000	0,000	Recta	556297,69434	4792639,55887	150,955401	*	*
72660,000000	0,000	Recta	556311,62265	4792625,20610	150,955401	*	*
72680,000000	0,000	Recta	556325,55096	4792610,85333	150,955401	*	*
72699,861657	0,000	Círculo	556339,38293	4792596,59983	150,955401	50000,000000	*
72700,000000	0,000	Círculo	556339,47928	4792596,50055	150,955577	50000,000000	*
72720,000000	0,000	Círculo	556353,40468	4792582,14496	150,981042	50000,000000	*
72740,000000	0,000	Círculo	556367,32434	4792567,78379	151,006507	50000,000000	*
72760,000000	0,000	Círculo	556381,23826	4792553,41706	151,031972	50000,000000	*
72774,187026	0,000	Recta	556391,10463	4792543,22263	151,050035	*	*
72780,000000	0,000	Recta	556395,14667	4792539,04500	151,050035	*	*
72800,000000	0,000	Recta	556409,05363	4792524,67154	151,050035	*	*
72817,909266	0,000	Clotoide	556421,50681	4792511,80063	151,050035	infinito	-196,102780
72820,000000	0,000	Clotoide	556422,96056	4792510,29805	151,053653	18393,683545	-196,102780
72840,000000	0,000	Clotoide	556436,83392	4792495,89220	151,453962	1740,833974	-196,102780
72860,000000	0,000	Clotoide	556450,54072	4792481,32805	152,516446	913,652404	-196,102780
72861,809152	0,000	Círculo	556451,76709	4792479,99800	152,645214	876,000000	*
72880,000000	0,000	Círculo	556463,94469	4792466,48500	153,967206	876,000000	*
72899,357030	0,000	Clotoide	556476,59181	4792451,83134	155,373949	876,000000	186,976664
72900,000000	0,000	Clotoide	556477,00633	4792451,33983	155,420300	890,344251	186,976664
72920,000000	0,000	Clotoide	556489,75129	4792435,92696	156,486157	1814,608181	186,976664
72939,266017	0,000	Recta	556501,86523	4792420,94594	156,824112	*	*
72940,000000	0,000	Recta	556502,32573	4792420,37439	156,824112	*	*
72960,000000	0,000	Recta	556514,87366	4792404,80039	156,824112	*	*
72980,000000	0,000	Recta	556527,42159	4792389,22639	156,824112	*	*
73000,000000	0,000	Recta	556539,96952	4792373,65239	156,824112	*	*
73017,037919	0,000	Círculo	556550,65905	4792360,38496	156,824112	-190,000000	*
73020,000000	0,000	Círculo	556552,53535	4792358,09297	155,831628	-190,000000	*

Pk	Distancia	Alineación	X	Y	Azimut	Radio	Parámetro
73040,000000	0,000	Círculo	556566,10948	4792343,41735	149,130368	-190,000000	*
73040,667707	0,000	Recta	556566,58884	4792342,95254	148,906643	*	*
73049,266469	0,000	Círculo	556572,77261	4792336,97762	148,906643	190,000000	*
73060,000000	0,000	Círculo	556580,27687	4792329,30532	152,503053	190,000000	*
73072,896257	0,000	Círculo	556588,70240	4792319,54520	156,824112	190,000000	*

Pk	Cota	Terreno	Pendiente	K.V.	Bisectriz	Cota Roja
72490,000	65,896	65,754	1,977	0,000	0,00000	-0,14169
72490,111	65,898	65,756	1,977	0,000	0,00000	-0,14170
72500,000	66,093	65,949	1,977	0,000	0,00000	-0,14461
72513,739	66,365	66,194	1,977	0,000	0,00000	-0,17141
72520,000	66,489	65,993	1,977	0,000	0,00000	-0,49567
72522,330	66,535	66,000	1,984	20000,000	-0,00005	-0,53504
72540,000	66,893	66,311	2,072	20000,000	-0,00309	-0,58181
72545,957	67,018	66,450	2,102	20000,000	-0,00067	-0,56748
72560,000	67,316	66,712	2,128	0,000	0,00000	-0,60411
72580,000	67,741	67,294	2,128	0,000	0,00000	-0,44766
72600,000	68,167	67,988	2,128	0,000	0,00000	-0,17854
72620,000	68,592	69,032	2,128	0,000	0,00000	0,43941
72640,000	69,017	71,037	2,098	-20000,000	0,00091	2,02037
72660,000	69,427	71,918	2,027	0,000	0,00000	2,49029
72680,000	69,833	72,257	2,027	0,000	0,00000	2,42363
72699,862	70,236	72,293	2,027	0,000	0,00000	2,05766
72700,000	70,238	72,294	2,027	0,000	0,00000	2,05511
72720,000	70,644	71,664	2,038	60000,000	-0,00034	1,02009
72740,000	71,055	71,770	2,062	0,000	0,00000	0,71489
72760,000	71,467	71,441	2,062	0,000	0,00000	-0,02628
72774,187	71,760	71,640	2,062	0,000	0,00000	-0,12034
72780,000	71,880	71,820	2,062	0,000	0,00000	-0,05950
72800,000	72,292	72,332	2,062	0,000	0,00000	0,04012
72817,909	72,664	73,228	2,134	10000,000	-0,00257	0,56369
72820,000	72,709	73,386	2,155	10000,000	-0,00428	0,67722
72840,000	73,160	74,139	2,355	10000,000	-0,00077	0,97930
72860,000	73,638	74,833	2,394	0,000	0,00000	1,19473
72861,809	73,681	74,884	2,394	0,000	0,00000	1,20266
72880,000	74,117	75,592	2,383	-8000,000	0,00005	1,47518
72899,357	74,554	75,500	2,141	-8000,000	0,00192	0,94553
72900,000	74,568	75,500	2,133	-8000,000	0,00150	0,93179
72920,000	74,984	75,782	2,071	0,000	0,00000	0,79780
72939,266	75,362	77,879	1,809	-6000,000	0,00227	2,51668
72940,000	75,376	77,941	1,797	-6000,000	0,00168	2,56588
72960,000	75,722	77,500	1,722	0,000	0,00000	1,77835
72980,000	76,061	77,500	1,631	-12000,000	0,00495	1,43895
73000,000	76,374	77,500	1,540	0,000	0,00000	1,12600
73017,038	76,636	77,627	1,540	0,000	0,00000	0,99066
73020,000	76,682	77,657	1,540	0,000	0,00000	0,97506

Pk	Cota	Terreno	Pendiente	K.V.	Bisectriz	Cota Roja
73040,000	76,967	76,613	1,237	-5000,000	0,00470	-0,35442
73040,668	76,975	76,376	1,224	-5000,000	0,00382	-0,59975
73049,266	77,074	77,064	1,100	0,000	0,00000	-0,01009
73060,000	77,192	77,092	1,100	0,000	0,00000	-0,10011
73072,896	77,334	77,173	1,100	0,000	0,00000	-0,16028



## **APÉNDICE Nº 2- LISTADOS PLANTA Y ALZADO CAMINO PROYECTADO**

**Interpretación de los listados** (misma que apéndice anterior)



## Eje RL9966-CAMINO - \* Estado de alineaciones en planta (Resultados) 6d

#	Tipo	Pk	Longitud	Xt	Yt	Azimut	Xc/i	Yc/i	Radio	Parámetros
1	Círculo	0,000000	36,646090	556094,439875	4792811,831399	86,839419	556102,650141	4792772,683072	40,000000	
2	Círculo	36,646090	65,382435	556128,706085	4792803,032500	145,163482	555943,057483	4792586,792826	285,000000	
3	Círculo	102,028525	21,130507	556173,016128	4792755,149654	159,768307	556213,359750	4792784,685940	-50,000000	
4	Círculo	123,159031	27,981329	556188,679580	4792741,201584	132,864110	556168,935444	4792706,414099	40,000000	
5	Círculo	151,140361	23,141675	556206,440819	4792720,319021	177,397779	556243,946194	4792734,223943	-40,000000	
6	Recta	174,282035	20,224030	556220,147674	4792702,073819	140,566660				
7	Círculo	194,506065	16,317984	556236,402801	4792690,041270	140,566660	556176,906501	4792609,665961	100,000000	
8	Recta	210,824048	196,389527	556248,669934	4792679,307972	150,955011				
9	Círculo	407,213575	43,769654	556385,439550	4792538,372106	150,955011	556170,149252	4792329,446072	300,000000	
10	Recta	450,983229	84,036603	556413,526266	4792504,853111	160,243220				
11	Círculo	535,019832	40,324450	556462,661638	4792436,677852	160,243220	556547,843593	4792498,070315	-105,000000	
12	Círculo	575,344282	14,442858	556491,868495	4792409,234577	135,794323	556465,213686	4792366,931845	50,000000	
13	Recta	589,787140	58,544874	556502,814413	4792399,889170	154,183541				
14	Círculo	648,332014	18,575967	556541,404063	4792355,862573	154,183541	556729,407700	4792520,649200	-250,000000	
15	Recta	666,907981	40,092000	556554,155834	4792342,360716	149,453210				
16	Recta	706,999981	0,000000	556582,747602	4792314,255925	149,453210				

## Eje RL9966-CAMINO - \* Estado de alineaciones en alzado (Resultados 1) 6d

#	Entrada			Vértice			Salida				
	Pk	Cota	Pendiente	Pk	Cota	Parámetros	Longitud	Bisectriz	Pk	Cota	Pendiente
1	6,816667	75,505500	-9,000000	27,816667	73,615500	-700,000000	42,000000	-0,315000	48,816667	70,465500	-15,000000
2	118,310000	60,041500	-15,000000	129,560000	58,354000	75,000000	22,500000	0,843750	140,810000	60,041500	15,000000
3	160,570807	63,005621	15,000000	179,878807	65,901821	-300,000000	38,616000	-0,621331	199,186807	66,312695	2,128000
4	266,137624	67,737409	2,128000	276,237624	67,952337	-20000,000000	20,200000	-0,002550	286,337624	68,157064	2,027000
5	375,782662	69,970115	2,027000	388,215162	70,222121	500,000000	24,865000	0,154567	400,647662	71,092396	7,000000
6	448,022889	74,408662	7,000000	461,522889	75,353662	300,000000	27,000000	0,303750	475,022889	77,513662	16,000000
7	524,906250	85,495000	16,000000	540,906250	88,055000	-100,000000	32,000000	-1,280000	556,906250	85,495000	-16,000000
8	589,333333	80,306667	-16,000000	604,333333	77,906667	200,000000	30,000000	0,562500	619,333333	77,756667	-1,000000

Pk	Distancia	Alineación	X	Y	Azimut	Radio	Parámetro
0,000000	0,000	Círculo	556094,43988	4792811,83140	86,839419	40,000000	*
20,000000	0,000	Círculo	556114,21366	4792810,97517	118,670408	40,000000	*
36,646090	0,000	Círculo	556128,70608	4792803,03250	145,163482	285,000000	*
40,000000	0,000	Círculo	556131,23790	4792800,83284	145,912663	285,000000	*
60,000000	0,000	Círculo	556145,78276	4792787,11122	150,380170	285,000000	*
80,000000	0,000	Círculo	556159,32970	4792772,40352	154,847677	285,000000	*
100,000000	0,000	Círculo	556171,81201	4792756,78214	159,315184	285,000000	*
102,028525	0,000	Círculo	556173,01613	4792755,14965	159,768307	-50,000000	*
120,000000	0,000	Círculo	556185,98328	4792742,84662	136,886314	-50,000000	*
123,159031	0,000	Círculo	556188,67958	4792741,20158	132,864110	40,000000	*
140,000000	0,000	Círculo	556201,17283	4792730,09428	159,667344	40,000000	*
151,140361	0,000	Círculo	556206,44082	4792720,31902	177,397779	-40,000000	*
160,000000	0,000	Círculo	556210,41173	4792712,41936	163,297225	-40,000000	*
174,282035	0,000	Recta	556220,14767	4792702,07382	140,566660	*	*
180,000000	0,000	Recta	556224,74351	4792698,67184	140,566660	*	*
194,506065	0,000	Círculo	556236,40280	4792690,04127	140,566660	100,000000	*
200,000000	0,000	Círculo	556240,72658	4792686,65296	144,064208	100,000000	*
210,824048	0,000	Recta	556248,66993	4792679,30797	150,955011	*	*
220,000000	0,000	Recta	556255,06025	4792672,72299	150,955011	*	*
240,000000	0,000	Recta	556268,98865	4792658,37031	150,955011	*	*
260,000000	0,000	Recta	556282,91706	4792644,01762	150,955011	*	*
280,000000	0,000	Recta	556296,84546	4792629,66493	150,955011	*	*
300,000000	0,000	Recta	556310,77386	4792615,31225	150,955011	*	*
320,000000	0,000	Recta	556324,70226	4792600,95956	150,955011	*	*
340,000000	0,000	Recta	556338,63066	4792586,60687	150,955011	*	*
360,000000	0,000	Recta	556352,55907	4792572,25419	150,955011	*	*
380,000000	0,000	Recta	556366,48747	4792557,90150	150,955011	*	*
400,000000	0,000	Recta	556380,41587	4792543,54882	150,955011	*	*
407,213575	0,000	Círculo	556385,43955	4792538,37211	150,955011	300,000000	*
420,000000	0,000	Círculo	556394,14606	4792529,00917	153,668375	300,000000	*
440,000000	0,000	Círculo	556406,94283	4792513,64380	157,912506	300,000000	*
450,983229	0,000	Recta	556413,52627	4792504,85311	160,243220	*	*
460,000000	0,000	Recta	556418,79828	4792497,53819	160,243220	*	*
480,000000	0,000	Recta	556430,49209	4792481,31306	160,243220	*	*
500,000000	0,000	Recta	556442,18589	4792465,08793	160,243220	*	*
520,000000	0,000	Recta	556453,87969	4792448,86279	160,243220	*	*
535,019832	0,000	Círculo	556462,66164	4792436,67785	160,243220	-105,000000	*
540,000000	0,000	Círculo	556465,66820	4792432,70821	157,223722	-105,000000	*
560,000000	0,000	Círculo	556479,52918	4792418,33236	145,097631	-105,000000	*
575,344282	0,000	Círculo	556491,86849	4792409,23458	135,794323	50,000000	*

Pk	Distancia	Alineación	X	Y	Azimut	Radio	Parámetro
580,000000	0,000	Círculo	556495,68633	4792406,57296	141,722167	50,000000	*
589,787140	0,000	Recta	556502,81441	4792399,88917	154,183541	*	*
600,000000	0,000	Recta	556509,54618	4792392,20895	154,183541	*	*
620,000000	0,000	Recta	556522,72911	4792377,16866	154,183541	*	*
640,000000	0,000	Recta	556535,91204	4792362,12837	154,183541	*	*
648,332014	0,000	Círculo	556541,40406	4792355,86257	154,183541	-250,000000	*
660,000000	0,000	Círculo	556549,29691	4792347,27071	151,212313	-250,000000	*
666,907981	0,000	Recta	556554,15583	4792342,36072	149,453210	*	*
680,000000	0,000	Recta	556563,49246	4792333,18311	149,453210	*	*
700,000000	0,000	Recta	556577,75554	4792319,16296	149,453210	*	*
706,999981	0,000	Recta	556582,74760	4792314,25592	149,453210	*	*

PK	Cota	Terreno	Pendiente	K.V.	Bisectriz	Cota Roja
0,000	76,119	76,119	-9,000	0,000	0,00000	-0,00041
20,000	74,195	74,192	-10,883	-700,000	0,12414	-0,00236
36,646	72,185	72,144	-13,261	-700,000	0,10580	-0,04110
40,000	71,732	71,732	-13,740	-700,000	0,05552	-0,00032
60,000	68,788	68,866	-15,000	0,000	0,00000	0,07805
80,000	65,788	65,607	-15,000	0,000	0,00000	-0,18136
100,000	62,788	62,386	-15,000	0,000	0,00000	-0,40227
102,029	62,484	61,097	-15,000	0,000	0,00000	-1,38656
120,000	59,807	58,023	-12,747	75,000	-0,01904	-1,78446
123,159	59,471	57,519	-8,535	75,000	-0,15675	-1,95211
140,000	59,924	57,164	13,920	75,000	-0,00437	-2,76009
151,140	61,591	58,650	15,000	0,000	0,00000	-2,94089
160,000	62,920	57,337	15,000	0,000	0,00000	-5,58349
174,282	64,749	57,862	10,430	-300,000	0,31333	-6,88689
180,000	65,291	59,099	8,524	-300,000	0,61356	-6,19135
194,506	66,177	61,791	3,688	-300,000	0,03652	-4,38560
200,000	66,330	62,725	2,128	0,000	0,00000	-3,60459
210,824	66,560	63,966	2,128	0,000	0,00000	-2,59402
220,000	66,756	63,840	2,128	0,000	0,00000	-2,91539
240,000	67,181	66,610	2,128	0,000	0,00000	-0,57138
260,000	67,607	67,952	2,128	0,000	0,00000	0,34473
280,000	68,028	70,200	2,059	-20000,000	0,00100	2,17210
300,000	68,434	71,000	2,027	0,000	0,00000	2,56600
320,000	68,839	69,734	2,027	0,000	0,00000	0,89415
340,000	69,245	70,744	2,027	0,000	0,00000	1,49929
360,000	69,650	71,500	2,027	0,000	0,00000	1,84980
380,000	70,073	71,500	2,870	500,000	-0,01779	1,42661
400,000	71,047	71,500	6,870	500,000	-0,00042	0,45252
407,214	71,552	70,758	7,000	0,000	0,00000	-0,79360
420,000	72,447	70,900	7,000	0,000	0,00000	-1,54676
440,000	73,847	73,458	7,000	0,000	0,00000	-0,38898
450,983	74,630	74,677	7,987	300,000	-0,01461	0,04603
460,000	75,486	75,790	10,992	300,000	-0,23909	0,30354
480,000	78,310	79,432	16,000	0,000	0,00000	1,12220
500,000	81,510	83,961	16,000	0,000	0,00000	2,45063
520,000	84,710	87,500	16,000	0,000	0,00000	2,79000
535,020	86,602	89,647	5,886	-100,000	0,51142	3,04517
540,000	86,771	90,000	0,906	-100,000	1,13911	3,22911
560,000	85,000	88,111	-16,000	0,000	0,00000	3,11097
575,344	82,545	84,781	-16,000	0,000	0,00000	2,23619

PK	Cota	Terreno	Pendiente	K.V.	Bisectriz	Cota Roja
580,000	81,800	82,734	-16,000	0,000	0,00000	0,93446
589,787	80,235	81,081	-15,773	200,000	-0,00051	0,84635
600,000	78,884	80,091	-10,667	200,000	-0,28444	1,20662
620,000	77,750	79,403	-1,000	0,000	0,00000	1,65291
640,000	77,550	80,285	-1,000	0,000	0,00000	2,73497
648,332	77,467	80,624	-1,000	0,000	0,00000	3,15748
660,000	77,350	81,000	-1,000	0,000	0,00000	3,65000
666,908	77,281	81,000	-1,000	0,000	0,00000	3,71908
680,000	77,150	81,000	-1,000	0,000	0,00000	3,85000
700,000	76,950	79,839	-1,000	0,000	0,00000	2,88899
707,000	76,880	79,500	-1,000	0,000	0,00000	2,62000