



ESTUDIO PARA LA MEJORA DE LA SEGURIDAD VIAL DE LA CARRETERA CV-245, PPKK 19+800 A
21+000 EN EL T.M. DE ALCUBLAS (VALENCIA).

Autor: Elia Canet Artés

Tutor: José Manuel Campoy Ungria

TRABAJO FINAL DE GRADO

Titulación: Grado en Ingeniería Civil

Curso: 2015-2016



ÍNDICE GENERAL

1.- DOCUMENTO Nº1: MEMORIA Y ANEJOS

1.1.- ANEJO Nº1: DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL

1.2.- ANEJO Nº2: ANEJO FOTOGRAFICO

1.3.- ANEJO Nº3: ESTUDIO DEL TRÁFICO

1.4.- ANEJO Nº4: ESTUDIO GEOLÓGICO Y GEOTÉCNICO

1.5.- ANEJO Nº5: ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO

1.6.- ANEJO Nº6: ESTUDIO DE ALTERNATIVAS

1.7.- ANEJO Nº7: CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DEL TRAZADO

1.8.- ANEJO Nº8: ESTUDIO DE FIRMES Y PAVIMENTOS

1.9.- ANEJO Nº9: SEÑALIZACIÓN Y BALIZAMIENTO

2.- DOCUMENTO Nº2: PLANOS

3.- DOCUMENTO Nº3: ESTIMACIÓN ECONÓMICA

MEMORIA

Estudio para la mejora de la Seguridad Vial de la Carretera CV-245, PPKK 19+800 a 21+000 en el T.M. de Alcublas
(Valencia).

Autor: Elia Canet Artés

Tutor: José Manuel Campoy Ungria



Escuela Técnica Superior de Ingenieros de
Caminos, Canales y Puertos

TRABAJO FINAL DE GRADO
Titulación: Grado en Ingeniería Civil
Curso: 2015-2016

ÍNDICE

- 1.- INTRODUCCIÓN Y OBJETO
- 2.- ÁMBITO DE ESTUDIO
- 3.- NORMATIVA
- 4.- CARTOGRAFÍA EMPLEADA
- 5.- SITUACIÓN AMBIENTAL
- 6.- DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL
 - 6.1.- ANÁLISIS GEOMÉTRICO
 - 6.1.1.- TRAZADO EN PLANTA
 - 6.1.2.- TRAZADO EN ALZADO
 - 6.2.- TRÁFICO
 - 6.2.1.- TIPO DE VEHÍCULOS
 - 6.2.2.- PROCEDENCIA Y DISTRIBUCIÓN HORARIA
 - 6.3.- SEÑALIZACIÓN NY BALIZAMIENTO
 - 6.4.- SISTEMAS DE CONTENCIÓN
 - 6.5.- ACCIDENTALIDAD
- 7.- ESTUDIO DEL TRÁFICO
- 8.- DIAGNÓSTICO DE LA PROBLEMÁTICA
- 9.- ESTUDIO DE SOLUCIONES POSIBLES
- 10.- PROPUESTAS DE MEJORA
 - 10.1.- GEOMETRÍA
 - 10.1.1.- TRAZADO EN PLANTA
 - 10.1.2.- TRAZADO EN ALZADO
 - 10.1.3.- OCUPACIÓN DEL SUELO
 - 10.1.4.- RESUMEN CARACTERISTICAS GEOMÉTRICAS
 - 10.2.- SECCIÓN TRANSVERSAL
 - 10.3.- FIRMES Y PAVIMENTOS
 - 10.4.- SEÑALIZACIÓN Y BALIZAMIENTO
 - 10.5.- SISTEMAS DE CONTENCIÓN
 - 10.6.- HIDROLOGÍA Y DRENAJES
- 11.- ESTIMACIÓN ECONÓMICA
- 12.- CONCLUSIONES



1.- INTRODUCCIÓN Y OBJETO

El título del proyecto es 'Estudio para la mejora de la Seguridad Vial de la Carretera CV-245, PPKK 19+800 a 21+000 en el T.M. de Alcuablas (Valencia).

Como indica el título, el objeto del proyecto será el estudio de soluciones para la mejora del tramo de 1,2 km indicado de la carretera CV-245 que se encuentra en el término municipal de Alcuablas (Valencia), límite de provincia con Castellón de la Plana. En el estudio se pretende analizar principalmente los parámetros geométricos actuales (planta y alzado), el estado actual del firme y de accidentalidad, entre otros, con el fin de encontrar la problemática existente para ofrecer alternativas de acuerdo con la Normativa actual. A partir de este análisis se pretende ofrecer una solución que cumpla con los parámetros geométricos y técnicos necesarios para asegurar al usuario unas condiciones óptimas de seguridad y comodidad durante la circulación por este tramo, y en general por la carretera a la que este pertenece.

Debido a que se trata de un estudio de soluciones propuesto como trabajo de fin de grado con objeto puramente académico, se desarrollarán los documentos que normalmente incluyen este tipo de proyectos (Memoria y Anejos, Planos, Estimación Económica y Conclusiones).

2.- ÁMBITO DE ESTUDIO

La carretera CV-245 a la cual pertenece el tramo objeto de estudio pertenece a la red de carreteras de la Comunidad Valenciana, y es competencia de la División de Carreteras de la Conselleria de Vivienda, Obras Públicas y Vertebración del Territorio de la Generalitat Valenciana.

La obra a realizar se sitúa en el término municipal de Alcuablas, límite de provincia con Castellón. Como se ha especificado anteriormente, el tramo sobre el que se va a actuar pertenece a la carretera autonómica CV-245, exactamente al tramo de esta que va desde la CV-235 hasta la CV-25, comprendido entre las poblaciones de Alcuablas y Altura.

La zona estudiada se encuentra al norte de la provincia de Valencia, a unos 53 km de la ciudad capital de provincia. Dicha zona posee una orografía accidentada, lo que implica un trazado actual sinuoso que puede presentar problemas de seguridad vial.

A continuación, se adjuntan unos mapas que nos permiten situar la zona geográficamente.



Figura 1: Situación de la zona dentro de la Comunidad Valenciana.

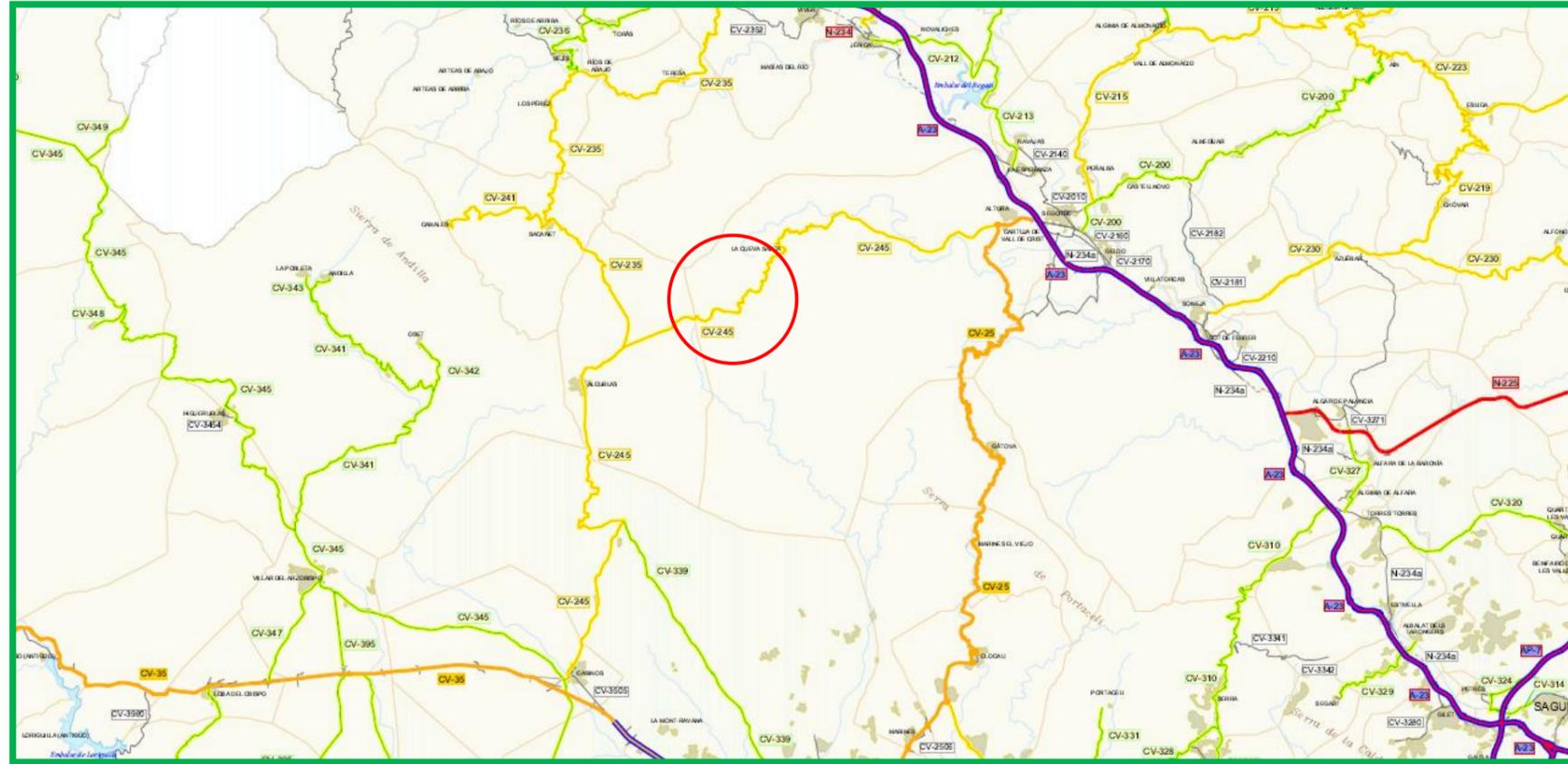


Figura 2: Situación de la zona dentro de la provincia de Valencia.

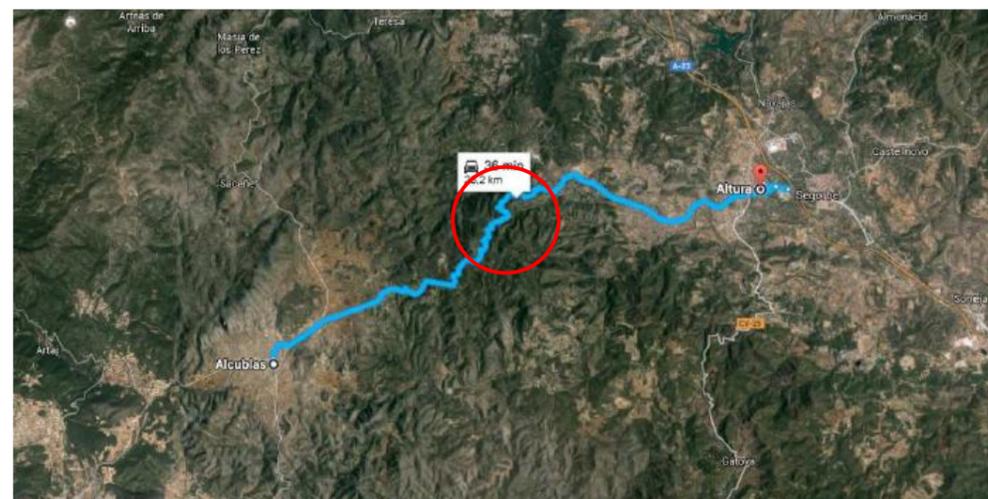


Figura 3: Vista aérea de la zona desde satéli



3.- NORMATIVA

En la redacción del trabajo se ha empleado la normativa vigente en materia de Trazado, Firmes, Señalización, Balizamiento, Defensas y Drenaje.

A continuación se enumeran algunas de ellas:

<u>Trazado:</u>	Instrucción 3.1-IC "Trazado" (2000). Instrucción 3.1-IC "Trazado" (2016).
<u>Firmes:</u>	Instrucción 6.1-IC "Secciones de Firme" (2003).
<u>Señalización:</u>	Instrucción 8.1-IC "Señalización Vertical" (2014). Instrucción 8.2-IC "Marcas Viales" (1987). Señales verticales de circulación. Tomo I. Características de las Señales. Señales verticales de circulación. Tomo II. Catálogo y Significado de las Señales. Orden circular 309/90 CyE sobre hitos de arista. Orden circular 35/2014 sobre Criterios de Aplicación de Sistemas de Contención de Vehículos. Guía para el proyecto y ejecución de obras de señalización horizontal.
<u>Drenaje:</u>	Instrucción 5.2-IC "Drenaje superficial" (2016).
<u>Generales:</u>	Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para obras de carreteras y puentes (PG-3). Orden FOM/3317/2010. Instrucción sobre las medidas específicas para la mejora de la eficiencia en la ejecución de las obras públicas de infraestructuras ferroviarias, carreteras y aeropuertos del Ministerio de Fomento.

4.- CARTOGRAFÍA EMPLEADA

La cartografía utilizada tanto para el análisis de la situación actual como para el trazado del nuevo trazado ha sido el modelo digital del terreno formado por curvas de nivel cada 0,5 m proporcionado por el tutor del TFG.

Para la obtención de el Modelo Digital del Terreno (MDT) utilizado, se ha partido de la información geográfica LiDAR procedente del Instituto Geográfico Nacional (IGN), correspondiente al Plan Nacional de Ortofotografía Aérea (PNOA). El procedimiento y algoritmos de interpolación empleados se centran en la clasificación de puntos LiDAR y el tratamiento del entorno de la carretera analizada y de sus estructuras mediante una rasterización previa, obteniendo una resolución de 1 m. El resultado se proporciona en una anchura de unos 100 m entorno al eje de la carretera en forma de una cartografía .dxf apta para su uso por los técnicos y servicios pertinentes para una amplia variedad de estudios geométricos.

5.- SITUACIÓN AMBIENTAL

El entorno por el que transcurre el trazado actual de la carretera CV-245, en especial el tramo objeto de estudio, así como el nuevo trazado propuesto, no pertenece a ningún espacio protegido de los que se encuentran en zonas cercanas.

En el mismo término municipal de Alcablas se encuentra el Paraje Natural de La Solana y Barranco de Lucía, limítrofe con la provincia de Castellón. Con una superficie de unas 371,4 ha representa un conjunto de gran interés paisajístico contando también con la existencia de enclaves de especial interés botánico. De entre los valores geológicos y científicos, se puede destacar el bosque formado por pinos carrascos y laricios.

Por otra parte, también en las proximidades de la zona pero ya perteneciente al término municipal de Altura en la provincia de Castellón, más cercano al tramo estudiado se sitúa el Parque Natural de La Torrecilla- Puntal de Navarrete. Con 331,3 ha de superficie este paraje presenta un alto valor ecológico, donde predominan las masas mixtas de pino laricio, sabina albar y carrasca.

Ambos se pueden observar en el mapa que se muestra a continuación.



Figura 4. Situación ambiental de la zona.

6.- DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL

El estado actual de esta carretera presenta deficiencias en su trazado, tanto en planta como en alzado.

6.1.- ANÁLISIS GEOMÉTRICO

Para el análisis geométrico de la carretera a analizar se debe tener en cuenta que pertenece al Grupo 3: C-90, C-80, C-70, C-60, C-50 y C-40. Además, se caracteriza por tratarse de una carretera convencional interurbana con un carril por sentido, de 3,5 m cada uno, y ausencia de arcenes.

6.1.1.- PLANTA

En el trazado actual, se observa la carencia de alineaciones rectas, y la mayoría de ellas no se adaptan a la Normativa por no tener la longitud mínima exigida.

El tramo presenta sucesivas curvas sinuosas que incumplen la Normativa. Debido a la falta de simetría y sus radios reducidos el trazado presenta tramos de visibilidad reducida, así como incomodidad e inseguridad en el usuario durante la conducción por dicho tramo.

6.1.2.- ALZADO

Las inclinaciones de las rasantes del tramo analizado oscilan entre 0,02 y 6,61%, siendo únicamente la inclinación mínima la que no cumple con la Normativa vigente. No obstante, los acuerdos verticales en general no cumplen con los criterios exigidos por la norma, por lo que pueden desencadenar en problemas de visibilidad y percepción visual, creando una sensación de inseguridad en el usuario.

6.1.3.- COORDINACIÓN PLANTA-ALZADO

Actualmente, en el trazado de la carretera se observa la falta de coordinación en algunos puntos del tramo analizado. Esta carencia se debe a muchos factores, principalmente a que muchos de los acuerdos verticales no coinciden con las curvas en planta, así como algunos de los puntos de tangencia se sitúan fuera de la clotoide en planta del trazado actual.

Por este motivo se dan situaciones de descoordinación, en muchos casos combinadas, que presentan una inconsistencia del trazado, provocando problemas de circulación.

6.2.- TRÁFICO

La Intensidad Media Diaria (IMD) del tramo de carretera estudiado es de 986 vehículos por día según los últimos datos del año 2015, con un porcentaje de tráfico pesado de 3,8%.

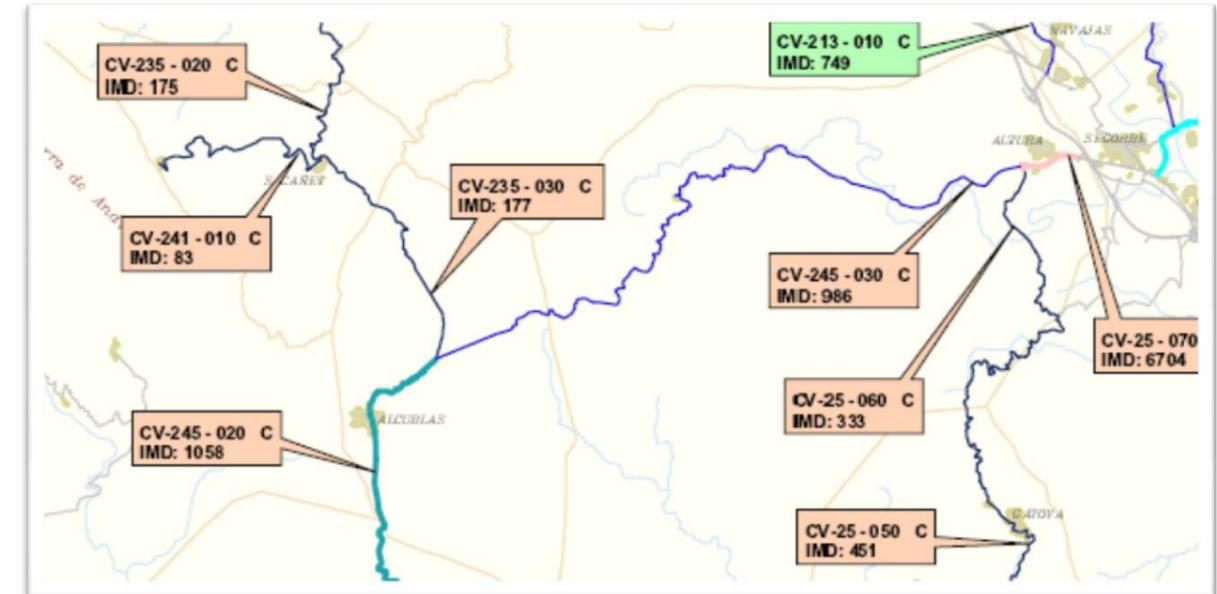


Figura 5. Mapa de tránsito.

6.2.1.- TIPO DE VEHÍCULOS

La carretera objeto de estudio está frecuentada principalmente por vehículos ligeros, pero también cuenta con tráfico de vehículos pesados. Así mismo, también existe un importante tráfico ciclista, ya que se trata de una ruta conocida como “el Puerto de Alcublas”, actualmente considerada como una de las más transitadas y representativas de la Provincia de Valencia.

6.2.2.- PROCEDENCIA Y DISTRIBUCIÓN HORARIA

El tráfico que accede a la carretera CV-245 procede tanto de la provincia de Valencia como de la de Castellón por distintos accesos posibles, que se pueden observar en el plano que se expone a continuación.

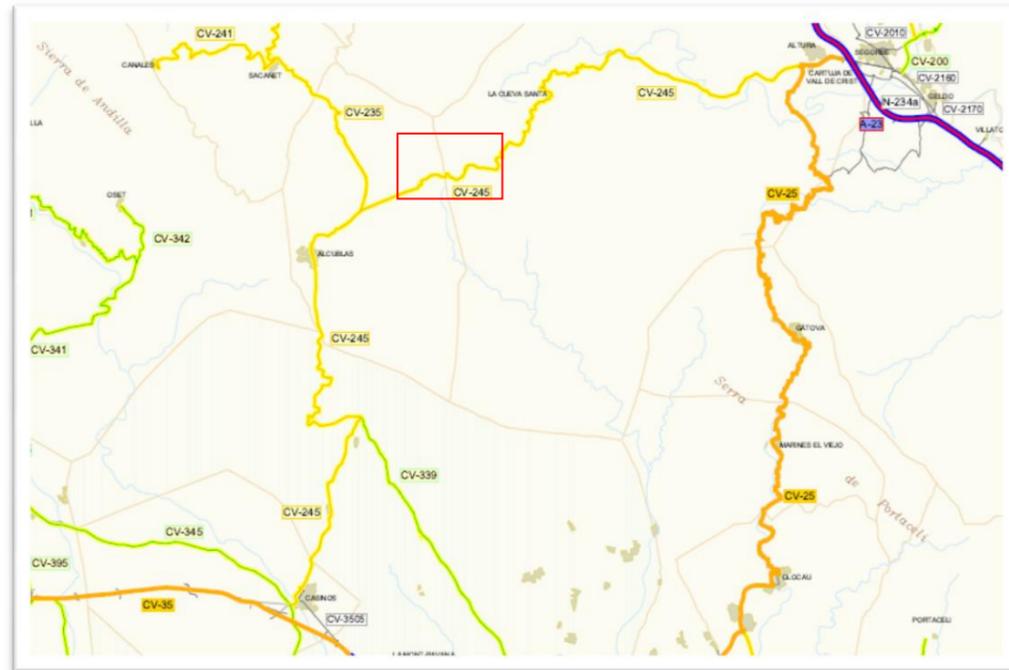


Figura 6. Ampliación zona de estudio Mapa de Carreteras Valencia.

El tráfico que circula por la carretera CV-245 se distribuye de forma desigual a lo largo de una jornada horaria, el tráfico se concentra mayoritariamente entre las 8:00 y las 21:00. Entre esta franja horaria dan horas punta como las 9:00 h, las 12:00 h, hora en la que se registra el mayor número de vehículos, y las 18:00 h, así como horas valle, como las 15:00 h, en la que se produce una disminución notable en el volumen de vehículos que circulan por la carretera.

6.3.- SEÑALIZACIÓN Y BALIZAMIENTO

La señalización y balizamiento existente en el trazado actual en muchos casos no cumple con la Normativa por distintos motivos. Ya sea por las exigencias de regulación como por insuficiencia de señalización entre otros. Este hecho disminuye la seguridad en la carretera, provocando además de inseguridad, incomodidad y falta de orientación.

6.4.- SISTEMA DE CONTENCIÓN

En el tramo de carretera objeto de estudio se observan algunos tramos que contienen sistemas de contención de vehículos. Todos ellos están sujetos por soportes IPN, lo que significa que ninguno de estos podrá reponerse como indica la Norma. Además los tramos dotados de estos sistemas son insuficientes, ya que no cubren los elementos o situaciones potenciales de riesgo que existen en las inmediaciones del trazado.

6.5.- ACCIDENTALIDAD

Entre los accidentes que se han registrado entre los PPK 19+800 y 21+000, la mayoría de ellos se dan en el mismo punto kilométrico, el PK 20+000, lo que significa que este se trata de un punto crítico en este tramo de carretera. Este punto se sitúa justo en el tramo de inicio de las obras.

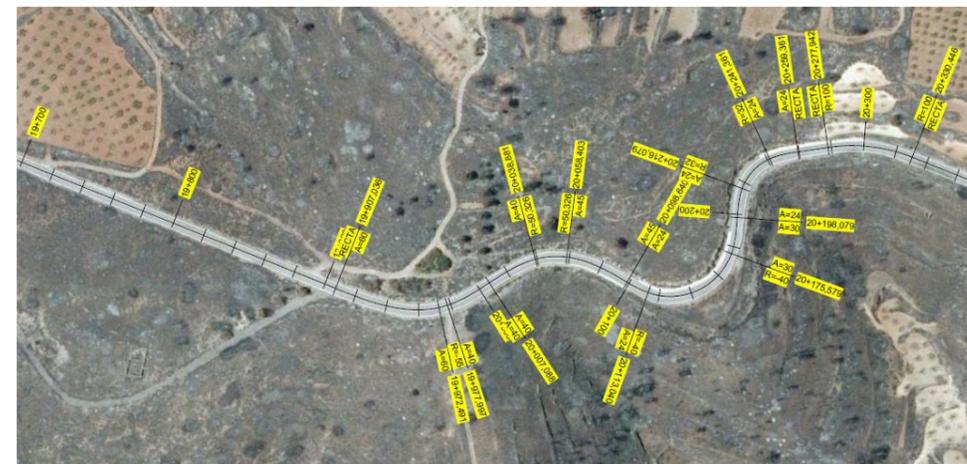


Figura 7. Trazado en planta. PK 20+000.

No obstante también se registran accidentes puntualmente en otros puntos del tramo de carretera analizado.

Además, todos los accidentes registrados se dan por características similares (debido a las alineaciones curvas) así como en condiciones atmosféricas favorables en todos los casos. Entre los accidentes registrados, la mayoría derivan en heridos leves, y no se registra muerte ninguna.

7.- ESTUDIO DEL TRAFICO

Con el fin de definir las características adecuadas para el diseño de la carretera proyectada se realiza el estudio y previsión del tráfico. A partir de los datos de los que se dispone actualmente por el organismo competente, se calcula la categoría de tráfico y nivel de servicio para el carril de proyecto en el año de la puesta en servicio. De hecho, según expone la Norma 3.1- IC de Trazado, la sección transversal de una carretera y los elementos de la misma se establecerán en función de la intensidad y composición del tráfico previsible en el año horizonte (20 años posteriores a la entrada en servicio), el nivel de servicio y los estudios económicos pertinentes.

Por tanto, a partir de los incrementos de tráfico establecidos por la Orden FOM/3317/2010, se calcula la IMD y la IMD de pesados desde el año de puesta en servicio hasta el año horizonte, suponiendo que la carretera será puesta en servicio en 2017. En la tabla que se muestra a continuación se refleja dicho cálculo. Se obtiene una **IMD de pesados** para el año de puesta en servicio de **38 veh.pesados/día**. Que conforme la tabla 1.B. CATEGORÍAS DE TRÁFICO PESADO T3 Y T4 contenida en la instrucción de Carreteras 3.1-IC capítulo 4: Categorías de tráfico pesado, constituye un tráfico del tipo **T41**. Se considera el mismo tipo de tráfico para el año horizonte.

TABLA 1.B. CATEGORÍAS DE TRÁFICO PESADO T3 Y T4

CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO	T31	T32	T41	T42
IMDp (vehículos pesados/día)	< 200 ≥ 100	< 100 ≥ 50	< 50 ≥ 25	< 25

Figura 8. Tabla categorías de tráfico pesado.

Los niveles de servicio sirven para la valoración de la calidad de la circulación por parte del usuario: comodidad, seguridad, economía y fluidez; así como para la medición cualitativa del funcionamiento de un elemento viario.

Nivel de Servicio	Circulación
A	Fluida
B	Estable a alta velocidad
C	Estable
D	Casi inestable
E	Inestable
F	Forzada

Mediante la metodología del Manual de Capacidad de EEUU (Highway Capacity Manual 2010), se concluye que el tramo de carretera analizado tendrá un Nivel de Servicio C para la hora de proyecto en el año horizonte, el cual es correcto para un tipo de carretera convencional y deberá estar constituido por carriles de 3,00 m y arcenes de 0,5 m como mínimo (según exige la Norma de Trazado 3.1-IC).

CLASE DE CARRETERA	VELOCIDAD DE PROYECTO (km/h)	CARRILES (m)	ARCÉN (m)		BERMAS (m)		NIVEL DE SERVICIO EN LA HORA DE PROYECTO DEL AÑO HORIZONTE
			EXTERIOR	INTERIOR	MÍNIMO	MÁXIMO ****	
De calzadas separadas	120	3,5	2,5	1,0-1,5 *	0,75	1,5	C
	100	3,5	2,5	1,0-1,5 *	0,75	1,5	D
	80	3,5	2,5	1,0	0,75	1,5	D
De calzada única	Vías rápidas	100	3,5	2,5	0,75	1,5	C
		80	3,5	2,5	0,75	1,5	D
	Carreteras convencionales	100	3,5	1,5 - 2,5	0,75	1,5	D
		80	3,5	1,5 ***	0,75 **	1,5 **	D
		60	3,5	1,0 - 1,5 ***	0,75 **	1,5 **	E
		40 IMD ≥ 2000	3,5	0,5	-	-	E
40 IMD < 2000	3,0	0,5	-	-	E		

* El valor 1,5 se exigirá para medianas en las que, de forma continuada, la barrera esté adosada al arcén.
 ** Para carreteras en terreno muy accidentado y con baja intensidad de tráfico (IMD < 3000) se podrá justificar la ausencia o reducción de berma.
 *** Para carreteras en terreno muy accidentado, o con baja intensidad de tráfico (IMD < 3000) se podrá reducir de forma justificada la dimensión del arcén en 0,5 metros como máximo.
 **** Salvo justificación en contrario (visibilidad, sistemas de contención de vehículos, etc).
 NOTA: El nivel de servicio se definirá de acuerdo con el Manual de Capacidad.

Figura 9. Tabla características en función del tipo de carretera.

8.- DIAGNÓSTICO DE LA PROBLEMÁTICA

Después de realizar un estudio de la situación actual del tramo de carretera objeto de estudio, se observa que este no se adapta a la Norma 3.1-IC de Trazado de la Instrucción de Carreteras. El principal problema es el incumplimiento de radios mínimos y longitudes de elementos de transición en curvas. También se observan problemas debido a los parámetros de acuerdos en alzado, así como de coordinación entre la planta y el alzado. Como consecuencia se tienen zonas de visibilidad reducida.

Por tanto, por todos los motivos anteriormente expuestos, se considera la realización de mejoras de acondicionamiento del tramo de carretera CV-245 desde el P.K. 19+800 hasta el P.K. 21+000 aproximadamente, adaptando el nuevo trazado a las características de la carretera convencional con velocidad de proyecto de 40 km/h existente de modo que la unión entre el nuevo trazado y el anterior sea consistente y se mejore la seguridad vial de la infraestructura.

9.- ESTUDIO DE SOLUCIONES POSIBLES

Con el fin de examinar las distintas posibilidades de mejora de la Seguridad Vial del tramo objeto de estudio de la carretera CV-245 se realiza un estudio de soluciones en el que se proponen distintas alternativas. Se baraja entre dos posibles soluciones, las cuales se exponen a continuación por orden de prioridad, teniendo en cuenta la Seguridad Vial del trazado:

- Mejora del trazado actual de la carretera: Se pretende corregir los parámetros geométricos deficientes, tanto en planta como en alzado, con tal de conseguir que el tramo se adapte a la carretera convencional existente, la cual tiene una velocidad de proyecto de 40 km/h, teniendo en cuenta el trazado, las estructuras, el impacto ambiental y el factor económico.
- Mejora de la señalización y balizamiento y visibilidad de las curvas sin realizar cambios en el trazado: Se pretende aumentar la seguridad, eficacia y comodidad de la circulación así como facilitar la orientación de los conductores.

Solución 1: Mejora del trazado

Para la primera opción en la que se propone mejorar el trazado actual de la carretera se han estudiado tres alternativas de trazado tanto en planta como en alzado con el fin de determinar la solución más ventajosa para el caso de la carretera estudiada. En el diseño de las distintas alternativas se ha definido la misma sección tipo y las mismas variables en cuanto a definición de cunetas y taludes, modificando el trazado en planta siempre que sea necesario con el fin de compensar los movimientos de tierras en alzado.

Alternativa 1

Con este nuevo trazado se pretende mitigar la problemática actual (situada principalmente en esta consecución de curvas), con un trazado que contemple la mínima longitud y radios que permitan circular dentro de unos valores mínimos de seguridad y comodidad.

No obstante, aunque con este trazado se mejora la situación actual, no se cumple con la norma de Trazado 3.1-IC, por lo que es conveniente la elección de otra alternativa que sí cumpla con los criterios establecidos por dicha Instrucción.



Figura 10. Alternativa 1.

Alternativa 2

Como característica principal del trazado, esta alternativa se ha intentado ajustar al trazado de la actual CV-245, modificando el mismo en los puntos donde las curvas no se ajustan a las alineaciones contiguas o a la velocidad de proyecto de la carretera. También en la misma línea se han modificado las pendientes y los acuerdos verticales, siempre adaptándose a los criterios exigidos por la Norma.



Figura 11. Alternativa 2.

Alternativa 3

Esta alternativa también se ha intentado ajustar al trazado de la actual CV-245, modificando el mismo en los puntos donde las curvas no se ajustan a las alineaciones contiguas o a la velocidad de proyecto de la carretera. También en la misma línea se han modificado las pendientes y los acuerdos verticales, siempre adaptándose a los criterios exigidos por la Norma. Se ha intentado compensar el movimiento de tierras y que este fuera el mínimo, con tal de que esta alternativa fuese óptima y adoptada como solución final.



Figura 12. Alternativa 3.

Solución 2: Mejora de la señalización y balizamiento y visibilidad de las curvas

Para el caso de la segunda opción, en la que se pretende únicamente realizar mejoras en la señalización y balizamiento así como en los sistemas de contención de vehículos, se propone una única alternativa cuyos criterios básicos de diseño e implantación se adapten a los principios expuestos y cumplan con las normas exigidas. (Solución desarrollada más extensamente en Anejo Nº 4. Estudio de Alternativas).



ESTUDIO COMPARATIVO

Se elegirá como solución final la Solución 1, dejando como posible actuación en otros casos la Solución 2 propuesta.

Quedando descartada la Alternativa 1 por incumplimiento de la norma, aunque mejora las condiciones de trazado actuales, se realizará un breve estudio comparativo entre las otras dos alternativas propuestas de características similares. Se elige como solución final la **Alternativa 3** tanto por criterios funcionales como por criterios económicos.

10.- PROPUESTAS DE MEJORA

El tramo de carretera sobre el que se pretende actuar pertenece a una carretera convencional de calzada única con ausencia de arcenes que transcurre por un terreno muy accidentado (según la Instrucción, para máxima inclinación media $i > 25$).

Se realizan estudios para la adecuación del nuevo trazado a la normativa por lo que respecta a sus elementos en planta y alzado, así como sección transversal. Así mismo, se tiene en cuenta la coordinación entre el trazado planta-alzado.

Entre las alternativas propuestas para el acondicionamiento del tramo de carretera PPKK 19+800 a 21+000 de la carretera CV-245, la alternativa elegida se caracteriza por conservar la mayor parte posible de la traza actual, proponiendo un trazado de la menor longitud posible que sustituya las curvas que actualmente no cumplen con los radios mínimos.

10.1.- GEOMETRÍA

10.1.1.- TRAZADO EN PLANTA

El trazado en planta se compondrá de la adecuada combinación de sus elementos: alineaciones rectas, curvas circulares y curvas de transición (clotoides).

En la traza proyectada únicamente se han dispuesto dos alineaciones rectas, de 8,8 m y la segunda de 2,8 m de longitud. Ninguna de las dos cumple con las longitudes mínimas deseadas, ya que ambas actúan como elementos de unión entre el nuevo trazado y el trazado existente actualmente.

El radio mínimo utilizado en planta ha sido de 85 m, mientras que el máximo ha sido de 300 m (el mínimo después de una recta superior a 400, que proviene del trazado anterior, cumpliendo con la coordinación entre elementos). De modo que todas las curvas circulares cumplen con los criterios que exige la Instrucción.

Los parámetros de clotoide que se han utilizado para el diseño del nuevo trazado oscilan entre $A=62$ correspondiente a las clotoides de la curva de radio mínimo, y $A=145$, el cual pertenece a la curva de radio máximo, en todo caso cumpliendo con las exigencias de la Normativa.

10.1.2.- TRAZADO EN ALZADO

Respecto a la definición del trazado en alzado se consideran prioritarias las características funcionales de seguridad y comodidad, que deriven de la visibilidad disponible, de la deseable ausencia de pérdida de trazado y de una variación continua y gradual de parámetros.

En el caso del trazado propuesto se tiene una inclinación máxima del 4,12%, y una inclinación mínima del 1,68%, que cumplen tanto con el mínimo como con el máximo que establece la Norma.

Tanto los valores mínimos de los parámetros como de las longitudes exigidos por la Normativa se cumplen en toda la traza del tramo de la carretera.

10.1.3.- RESUMEN DE CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICA

	Máximo	Mínimo
Radio planta (m)	300	85
A parámetros clotoide (m)	145	62
Kv acuerdo cóncavo (m)	2658	1500
Kv acuerdo convexo (m)	4825	1786
Pendiente (%)	4,1207	1,6772

10.1.4.- OCUPACIÓN DEL SUELO

Gran parte del nuevo trazado propuesto ocupa el suelo que actualmente atraviesa la traza existente, por lo que la ocupación del suelo se reduce respecto a lo que sería si este nuevo trazado no coincidiera en ningún tramo con la traza actual. Se trata de aproximadamente unos 205.000 m² de terreno a expropiar.

Por una parte, a partir de los mapas de ocupación del suelo obtenidos por los Servicios Terrasit de la Generalitat Valenciana, se observa que el suelo por el que discurre la traza está ocupado principalmente por matorral, coníferas, frutales no cítricos y pastizal.

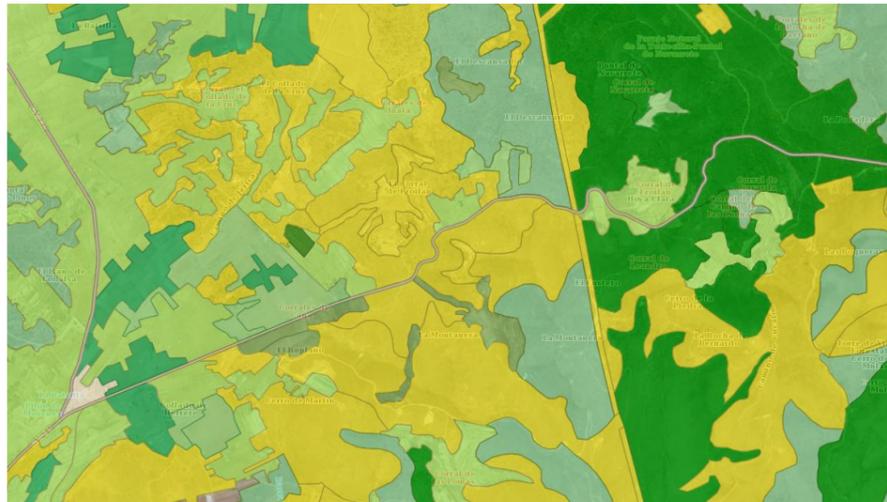


Figura 13. Mapa ocupación del suelo. Escala 1/15.000.

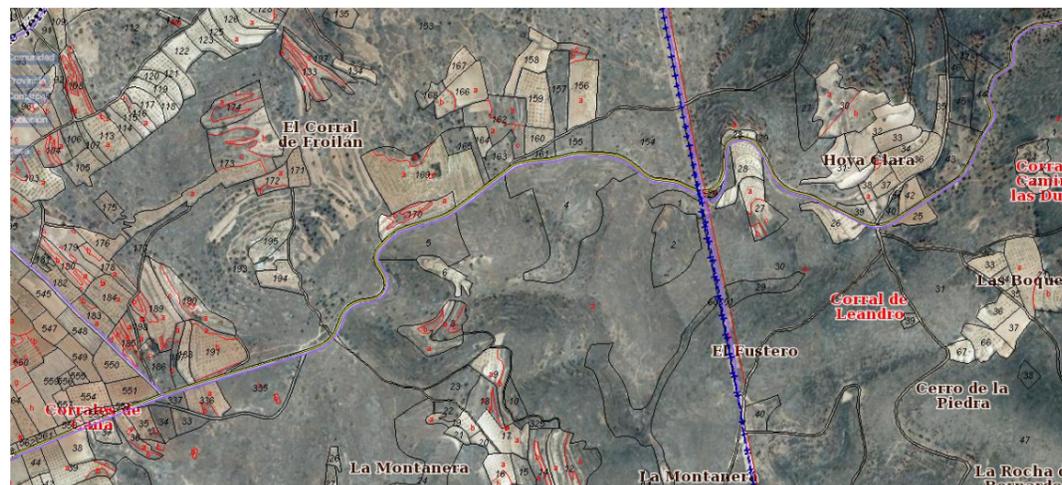


Figura 14. Mapa registro catastral. Escala 1/7.500.

10.2.- SECCIÓN TRANSVERSAL

Se adopta la siguiente sección transversal para todo el tramo:

- Carril: 2 x 3 m = 6 metros
- Arcén: 2 x 0,5 m = 1 metro
- Bermas: 2 x 0,5 m = 1 metro

Ancho total de plataforma = 7 metros

Con los siguientes bombeos y pendientes transversales en curvas:

- Rectas:
 - Calzadas + arcenes: 2%
 - Subrasante: 2%
 - Bermas: 4%
- Curvas:
 - Circulares :
 - Calzada + arcén: 7%
 - Berma interior: 7%
 - Berma exterior: 4%
 - Transición:
 - Calzada + arcén: transición.
 - Berma interior: =pendiente calzada + arcén.
 - Berma exterior: 4%.

Y los siguientes taludes:

- Firme: 2/1
- Desmorte: 3/2
- Terraplén: 3/2

10.3.- FIRMES

Se considera adoptar como estructura del firme la sección tipo **4121** constituida por 30 cm de zahorra artificial y 10 cm de mezclas bituminosas, obteniendo así un firme flexible junto con la explanada elegida.



Figura 15. Sección de firme tipo 4121.

La zona de estudio pertenece a una zona térmica estival media Por tanto con un tráfico del tipo T4, por lo que se considera que la denominación de la mezcla bituminosa a aplicar debe ser:

- AC 16 surf B 50/70 S para la capa de rodadura.
- AC 22 bin B 50/70 S para la capa intermedia.

Como resumen, el firme elegido para la solución adoptada quedará compuesto por las siguientes capas (de arriba hacia abajo):

- 5 cm de mezcla bituminosa AC 16 surf B 50/70 S (capa de rodadura).
- Riego de adherencia C60B3.
- 5 cm de mezcla bituminosa AC 22 bin B 50/70 S (capa intermedia).
- Riego de imprimación C50BF4 IMP.
- 30 cm de zahorra artificial.

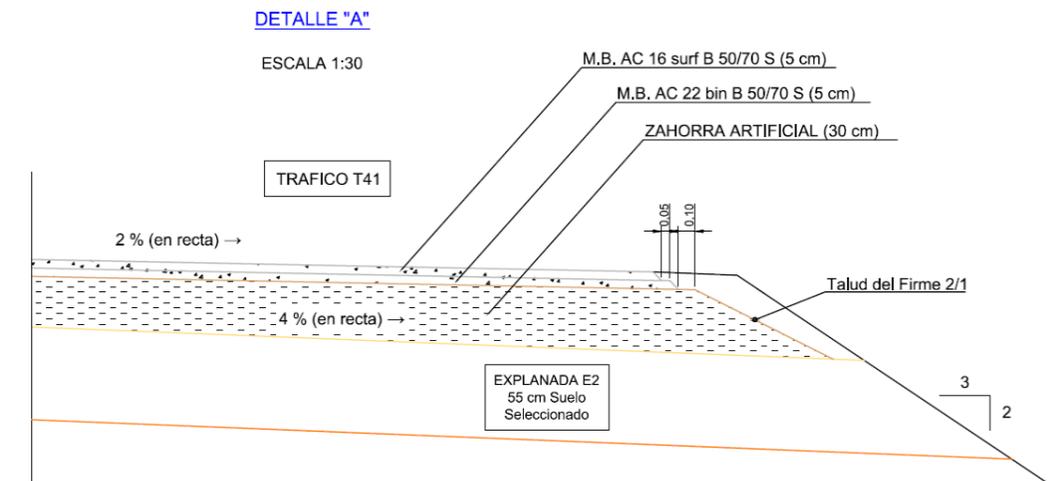


Figura 16. Sección tipo firme.

Todas las características geométricas y constructivas expuestas en los apartados anteriores se han introducido en el programa de diseño de trazado de carreteras utilizado para la realización del Proyecto, CLIP. Este también permite ver los resultados en 3D de las obras proyectadas.



Figura 17. Vista 3D nuevo trazado Clip.



Figura 18. Vista 3D nuevo trazado Clip.

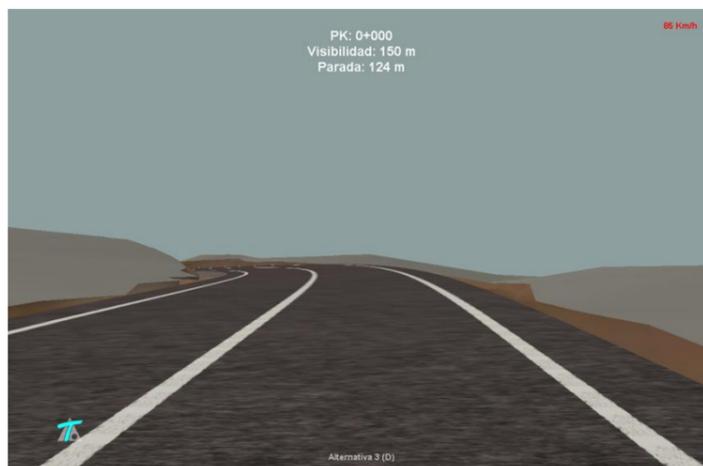


Figura 19. Vista 3D nuevo trazado Clip.

10.4.- SEÑALIZACIÓN Y BALIZAMIENTO

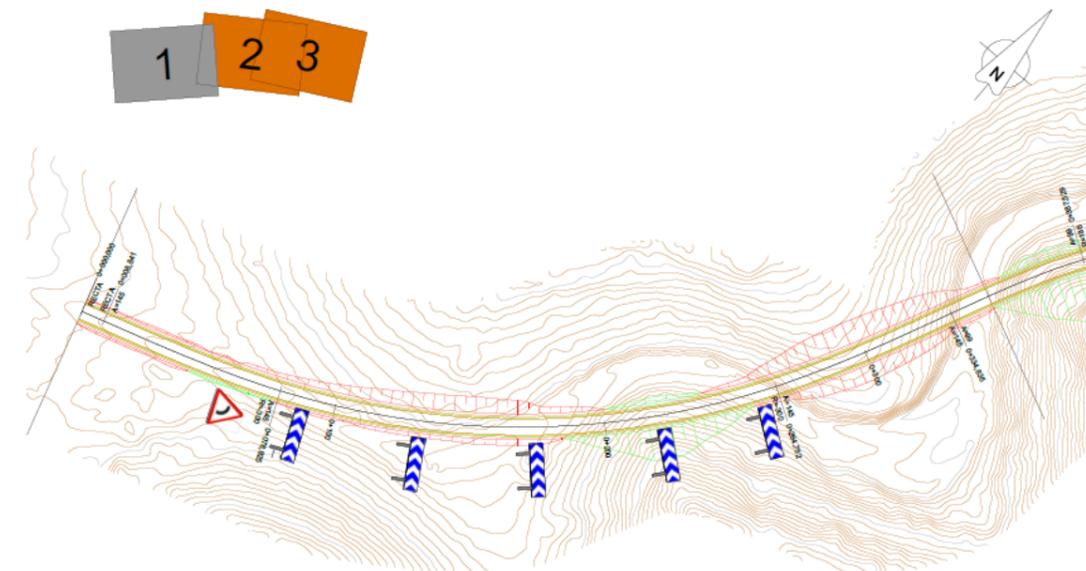
Se trata de la descripción de los elementos que integrarán la señalización, tanto vertical como horizontal, el balizamiento y los elementos de protección de vehículos del estudio de mejora del tramo PPKK 19+800 a 21+000 de la carretera CV-245 en el T.M. de Alcablas (Valencia).

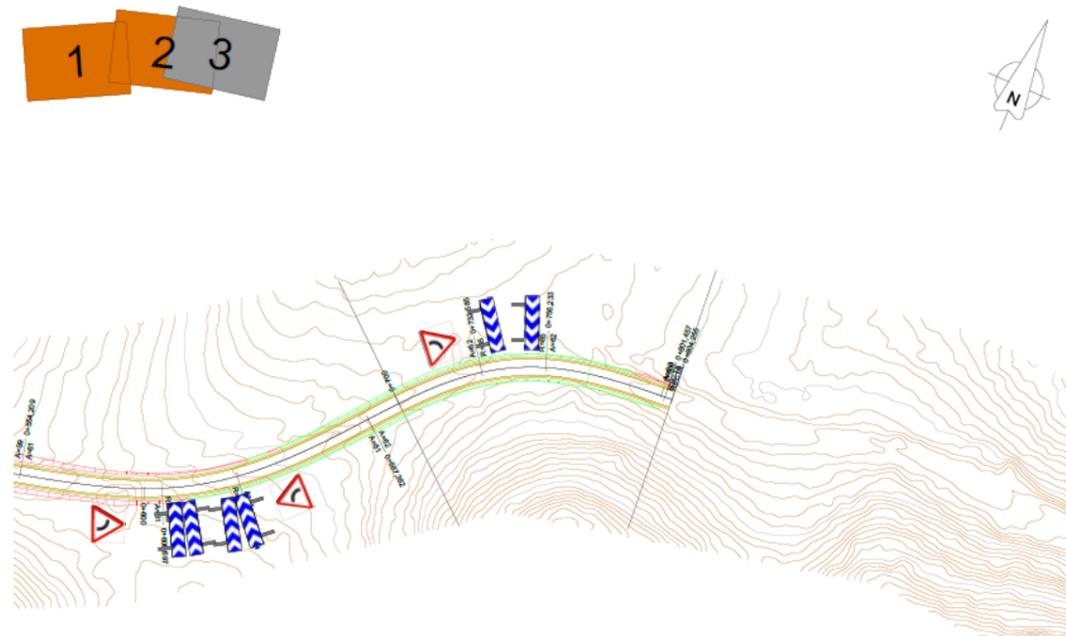
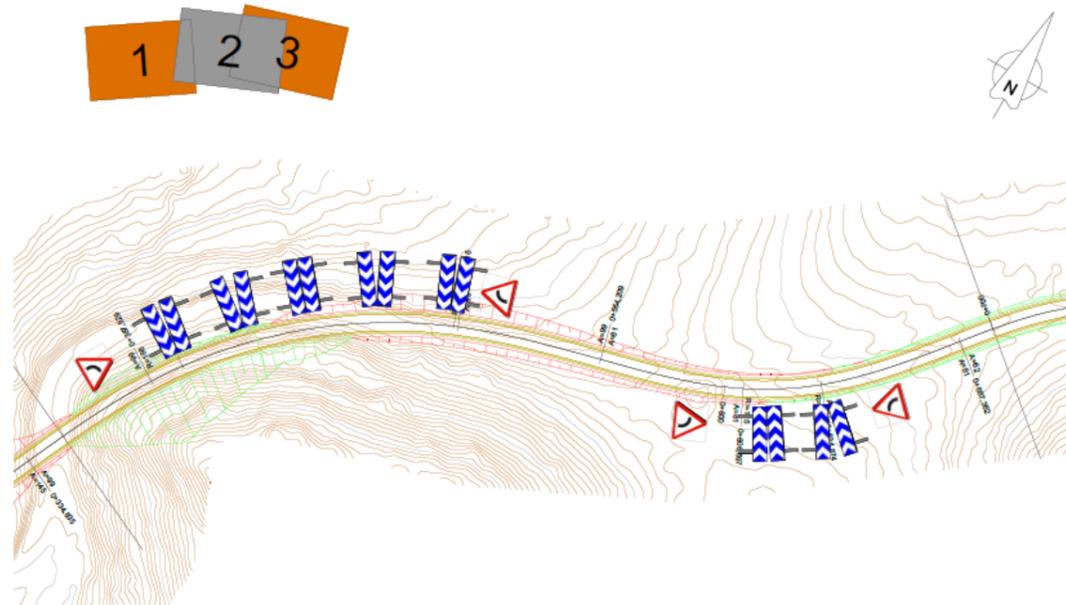
Con el objetivo de conocer el balizamiento necesario para cada curva y, como consecuencia, su señalización, se ha realizado un breve análisis de los paneles y señales a disponer en cada una de las curvas que componen el trazado.

El balizamiento de las curvas del tramo, en cuanto a paneles de curva se refiere, estará compuesto únicamente por paneles simples. Tanto la disposición de los paneles como el número de paneles a colocar se han calculado teniendo en cuenta las indicaciones de la norma 8.1-IC para la disposición de paneles de curva.

En cuanto a la señalización a disponer, únicamente es necesaria la existencia de señales del tipo P-14, siendo innecesaria la señalización de recomendación o prohibición de velocidad, debido a que no existen cambios bruscos de velocidad, por lo que es suficiente la presencia de paneles.

La señalización quedará colocada como se propone en los planos que se muestran a continuación.





10.5.- SISTEMAS DE CONTENCIÓN

Los accidentes que se estiman para el tramo de carretera sobre el que se va a actuar se pueden clasificar como accidentes normales, los cuales necesitan de la colocación de barreras de seguridad en aquellos puntos donde existen terraplenes de altura superior a 3 metros, obras de fábrica y emplazamientos singulares con riesgo de accidente. En este caso el comienzo y terminación de las barreras será a una distancia de 72 m antes y después de los puntos donde se haya detectado el riesgo.

SENTIDO CRECIENTE	
PK inicio	PK fin
0+128	0+328
0+308	0+500
SENTIDO DECRECIENTE	
PK inicio	PK fin
0+472	0+328
0+302	0+158

10.6.- HIDROLOGÍA Y DRENAJES

Se dispondrán como drenaje superficial de la plataforma a continuación de los taludes de desmonte cunetas no simétricas revestidas de hormigón in situ. Estas cumplen con las exigencias de la actual Instrucción 5.2-IC de Drenaje Superficial, teniendo capacidad superior al caudal de proyecto calculado.

También se dispondrán de obras de drenaje transversal en aquellos puntos kilométricos donde se considera necesario, en el caso de este tramo únicamente dos que coinciden ligeramente con algunas existentes actualmente. Estas se configurarán por tuberías de 1,2 m de diámetro prefabricadas de hormigón armado, con su correspondiente colocación.



11.- ESTIMACIÓN ECONÓMICA

El presupuesto de la Ejecución Material de las obras asciende a la expresada cantidad de OCHOCIENTOS VEINTICINCO MIL SETECIENTOS TREINTA Y CUATRO EUROS con OCHENTA Y SEIS céntimos (825.734,86 €).

Aplicando el 21,00 % de IVA se obtiene el Precio Base de Licitación, que asciende a la expresada cantidad de UN MILLÓN CUENTO CINCUENTA Y SEIS MIL VEINICOCHO EUROS con OCHENTA céntimos (1.156.028,80 €).

12.- CONCLUSIONES

El presente Proyecto se trata de un Estudio de mejora para la Seguridad Vial que se adecua a todas las Normativas vigentes publicadas por el Ministerio de Fomento para el área de Carreteras a fecha de la publicación de este. Además puede ser susceptible de ser entregado al Servicio Público una vez terminado, elevándose previamente a la superioridad con tal de ser aprobado.

Valencia, Septiembre 2016
El autor del proyecto

Fdo.: Elia Canet Artés.

Anejo nº1. Descripción de la situación actual.

Estudio para la mejora de la Seguridad Vial de la Carretera CV-245, PPKK 19+800 a 21+000 en el T.M. de Alcublas (Valencia).

Autor: Elia Canet Artés

Tutor: José Manuel Campoy Ungria



Escuela Técnica Superior de Ingenieros de
Caminos, Canales y Puertos

TRABAJO FINAL DE GRADO
Titulación: Grado en Ingeniería Civil
Curso: 2015-2016



ÍNDICE

- 1.- INTRODUCCIÓN
- 2.- ANÁLISIS GEOMÉTRICO
 - 2.1.- TRAZADO EN PLANTA
 - 2.2.- TRAZADO EN ALZADO
 - 2.3.- COORDINACIÓN PLANTA ALZADO
 - 2.4.- SECCIÓN TRANSVERSAL
- 3.- TRÁFICO
 - 3.1.- DATOS DE TRÁFICO
 - 3.2.- TIPO DE VEHÍCULOS
 - 3.3.- PROCEDENCIA
 - 3.4.- DISTRIBUCIÓN HORARIA
- 4.- SEÑALIZACIÓN Y BALIZAMIENTO
- 5.- SISTEMAS DE CONTENCIÓN
- 6.- ACCIDENTALIDAD



1.- INTRODUCCIÓN

Para conocer la situación en la que se encuentra actualmente la carretera estudiada y poder diagnosticar la problemática que presenta será necesario analizar varios aspectos. En primer lugar, se analizará geométricamente el trazado actual de la carretera, teniendo en cuenta el cumplimiento de la Normativa. También se tendrá en cuenta el tráfico y accidentalidad que presenta el tramo estudiado, así como si la señalización, balizamiento y sistemas de contención existentes son suficientes y cumplen con la Normativa.

2.- ANÁLISIS GEOMÉTRICO

En primer lugar, se va a realizar un análisis geométrico del trazado actual del tramo estudiado. Para ello, una vez realizada la restitución de dicho tramo mediante el programa de trazado "Clip" y obtenidos los datos de los elementos que lo componen, se puede realizar el análisis tanto del trazado en planta como en alzado, así como de la coordinación entre ambos. Para ello se utilizará la Norma 3.1-IC Trazado de la Instrucción de Carreteras, la cual recoge los aspectos técnicos que debe cumplir el trazado de una carretera. La anterior Norma, vigente desde el 27 de Diciembre de 1999 ha quedado derogada con la aprobación de la nueva Norma el pasado 19 de Febrero, siendo esta vigente desde dicho momento. No obstante, se han teniendo en cuenta ambas Normas, pero se considerará el cumplimiento de la antigua debido a la poca experiencia de aplicación de la vigente. Así mismo, también se ha considerado destacar las diferencias o similitudes.

La carretera a analizar pertenece al Grupo 3: C-90, C-80, C-70, C-60, C-50 y C-40. Se caracteriza por tratarse de una carretera convencional interurbana C-40 con un carril por sentido, de 3 m cada uno, y ausencia de arceles.

2.1.- TRAZADO EN PLANTA

El trazado en planta se compondrá de la adecuada combinación de los elementos que lo integran: recta, curva circular y curva de transición. La definición del trazado en planta se refiere a un eje que define un punto en cada sección transversal. En el caso del tramo a analizar, debido a que pertenece a una carretera de una única calzada, se considera como eje el centro de la misma, sin tener en cuenta eventuales carriles adicionales.

En el caso de las **rectas**, ambas normas consideran deseable limitar las longitudes máximas con tal de evitar problemas relacionados con el cansancio, deslumbramientos, excesos de velocidad, etc. Así mismo, también se deben limitar las longitudes mínimas para que se produzca una acomodación y adaptación a la conducción. De este modo, limita las rectas a las siguientes longitudes:

$$\begin{aligned} L_{\min.s} &= 1,39 \cdot V_p \\ L_{\min.o} &= 2,78 \cdot V_p \\ L_{\max} &= 16,70 \cdot V_p \end{aligned}$$

Siendo:

$L_{\min.s}$ = longitud mínima (m) para trazados en "S" (alineación recta entre alineaciones curvas con radios de curvatura de sentido contrario).
 $L_{\min.o}$ = longitud mínima (m) para el resto de casos (alineación recta entre alineaciones curvas con radios de curvatura del mismo sentido).
 L_{\max} = longitud máxima (m).
 V_p = velocidad de proyecto (km/h).

Esto significa, que las rectas estarán limitadas a las siguientes longitudes:

Rectas $V_p=40$ km/h		
$L_{\min.s}$ (m)	$L_{\min.o}$ (m)	L_{\max} (m)
55,6	111,2	668

En el caso de la nueva Norma vigente desde el 19 de Febrero del 2016, se introduce un nuevo concepto: la recta de longitud limitada o recta de longitud dependiente. Según la Instrucción, se considerará que una alineación recta situada entre dos alineaciones curvas es de longitud limitada si la velocidad máxima alcanzable en ella se ve condicionada por la presencia de dichas curvas. Si la longitud de la recta es superior a la limitada, el conductor podrá alcanzar la velocidad máxima alcanzable en dicha alineación recta.

Los valores máximos de las longitudes de las alineaciones rectas para ser consideradas de longitud limitada se encuentran tabulados en la Instrucción 3.1-IC de Trazado:

VELOCIDAD DE PROYECTO (V_p) DEL TRAMO (km/h)	MÁXIMA LONGITUD DE UNA ALINEACIÓN RECTA PARA SER CONSIDERADA DE LONGITUD LIMITADA (m)
140, 130, 120, 110 y 100	400
90	300
80	230
70	175
60	85
50	50 (*)
40	30 (*)

(*) Este valor es inferior a ($L_{\min.s}$) recomendado en la Tabla 4.1.

Figura 1. Tabla de valores máximos de las longitudes de las alineaciones rectas para ser consideradas de longitud limitada.

Por tanto, ya que la velocidad de proyecto del tramo analizado es de 40 km/h, cualquier alineación recta de longitud menor de 30 m será considerada de longitud limitada.

En el tramo analizado, existen únicamente seis alineaciones rectas de las cuales tres no cumplen con la longitud mínima. Por otra parte, de estas seis alineaciones, únicamente una es considerada de longitud limitada, y esta misma es una de las que no cumple con la recomendación de longitud.

En las siguientes imágenes del trazado en planta se pueden observar marcadas las alineaciones rectas que no cumplen con la normativa, tanto la anterior como la vigente, ya que en el caso de las rectas sigue el mismo criterio.

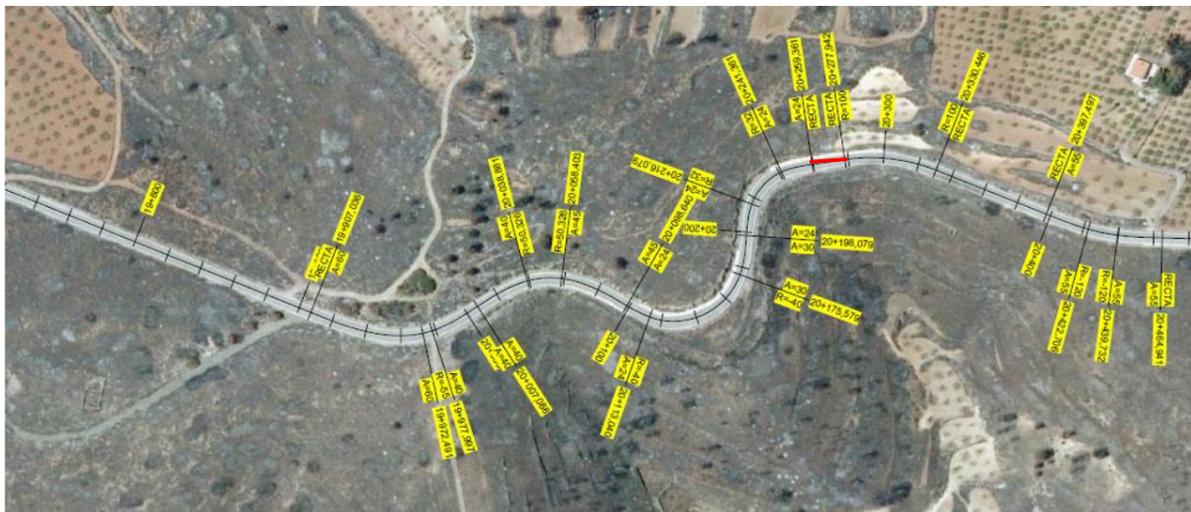


Figura 2. Trazado en planta.

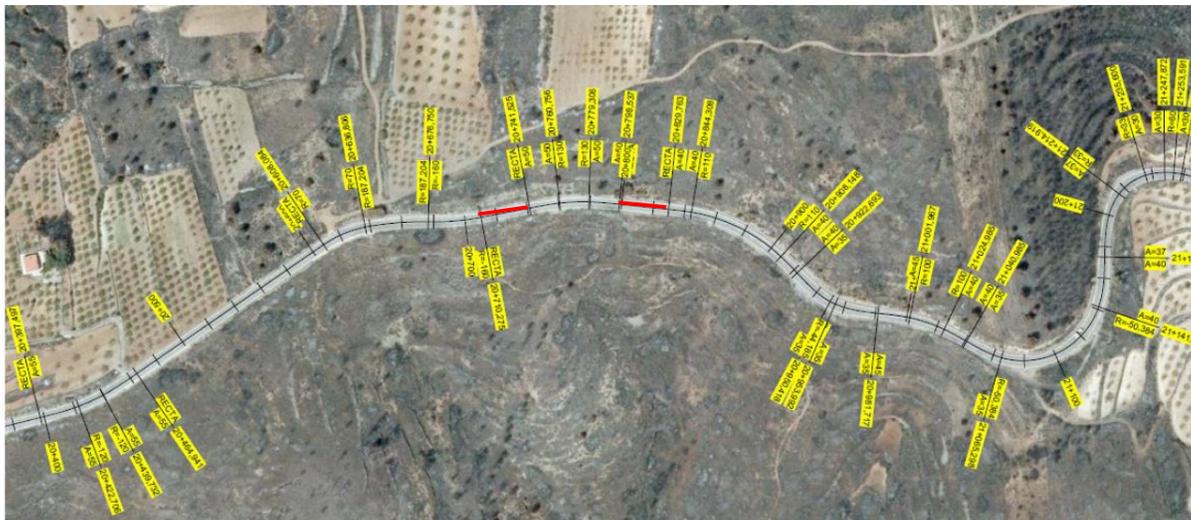


Figura 3. Trazado en planta.

En el caso de las **curvas circulares**, fijada una velocidad de proyecto, se determinará el radio mínimo a adoptar en curvas circulares en función de:

- El peralte y el rozamiento transversal movilizado.
- La visibilidad de parada.
- La coordinación del trazado en planta y alzado.

El peralte se establecerá, teniendo en cuenta que la carretera analizada pertenece al grupo 2, de acuerdo con el siguiente criterio:

Grupo 2) Carreteras C-80, C-60 y C-40:

$$50 \leq R \leq 350 \rightarrow p = 7$$

$$350 \leq R \leq 2500 \rightarrow p = 7 - 6,08 \cdot (1 - 350/R)^{1,3}$$

$$2500 \leq R < 3500 \rightarrow p = 2$$

$$3500 \leq R \rightarrow \text{Bombeo}$$

Siendo: R = radio de la curva circular (m).
p = peralte (%).

Figura 4. Peraltes.

La velocidad específica de la curva circular, el radio, el coeficiente de rozamiento transversal movilizado y el peralte, se relacionan mediante la siguiente fórmula:

$$V^2 = 127 \cdot R \cdot (f_t + p/100)$$

Siendo:

- V = Velocidad de la curva circular (km/h).
- R = Radio de la circunferencia definida por el eje del trazado en planta (m).
- f_t = Coeficiente de rozamiento transversal movilizado.
- p = Peralte (%).

El radio deducido de la expresión anterior constituirá el mínimo de admisible en el diseño de la curva circular.

Para toda curva circular con peralte máximo se cumplirá que, recorrida la curva circular a la velocidad específica correspondiente al radio de dicha alineación, no se sobrepasen los valores de f_t de la tabla:

TABLA 4.2.

V. (km/h)	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150
f_t	0,180	0,166	0,151	0,137	0,122	0,113	0,104	0,096	0,087	0,078	0,069	0,060

Figura 5. Tabla coeficiente de rozamiento transversal en función de la velocidad específica.



En la tabla siguiente se incluye la relación entre los radios y peraltes correspondientes a diferentes velocidades específicas para carreteras del grupo 2, al cual pertenece la carretera objeto de estudio por tratarse de una C-40.

TABLA 4.4. RELACIÓN VELOCIDAD ESPECÍFICA - RADIO - PERALTE PARA CARRETERAS C-80, C-60 Y C-40 (GRUPO 2)

VELOCIDAD ESPECÍFICA (km/h)	RADIO (m)	PERALTE (%)
40	50	7,00
45	65	7,00
50	85	7,00
55	105	7,00
60	130	7,00
65	155	7,00
70	190	7,00
75	225	7,00
80	265	7,00
85	305	7,00
90	350	7,00
95	410	6,50
100	485	5,85
105	570	5,24
110	670	4,67

Figura 6. Tabla coeficiente de rozamiento transversal en función de la velocidad específica.

De esta obtendremos a partir del radio existente en el trazado actual la velocidad específica a la que se debe circular por la curva.

En este caso, la normativa sí que introduce algunos cambios. A parte de que la carretera objeto de estudio pertenece ahora al grupo 3, el cual engloba a las carreteras C-90, C-80, C-70, C-60, C-50 y C-40, se introducen cambios también en la relación entre radios y peraltes, que ahora se relacionan con la velocidad de proyecto y no con la específica:

RELACIÓN VELOCIDAD DE PROYECTO - RADIO MÍNIMO - PERALTE MÁXIMO.

VELOCIDAD DE PROYECTO (V _p) (km/h)	GRUPO 1		GRUPO 2		GRUPO 3	
	A-140 y A-130		A-120, A-110, A-100, A-90, A-80 y C-100		C-90, C-80, C-70, C-60, C-50 y C-40	
	RADIO MÍNIMO (m)	PERALTE MÁXIMO (%)	RADIO MÍNIMO (m)	PERALTE MÁXIMO (%)	RADIO MÍNIMO (m)	PERALTE MÁXIMO (%)
140	1050	8,00	-	-	-	-
130	850	8,00	-	-	-	-
120	-	-	700	8,00	-	-
110	-	-	550	8,00	-	-
100	-	-	450	8,00	-	-
90	-	-	350	8,00	350	7,00
80	-	-	250	8,00	265	7,00
70	-	-	-	-	190	7,00
60	-	-	-	-	130	7,00
50	-	-	-	-	85	7,00
40	-	-	-	-	50	7,00

Para radios superiores a los mínimos indicados en la Tabla 4.4 se deberán cumplir los criterios indicados en la Tabla 4.5.

Figura 7. Relación velocidad de proyecto- radio mínimo- peralte máximo.

Cuando se utilicen radios superiores al mínimo expresado anteriormente, el peralte p (%) se establecerá de acuerdo con los criterios que se establecen en la siguiente tabla:

GRUPO	DENOMINACIÓN	RADIO (m)	PERALTE (%)
1	Autopistas y autovías A-140 y A-130	850 ≤ R ≤ 1050	8
		1050 ≤ R ≤ 5000	8 - 7,96(1 - 1050/R) ^{1,2}
		5000 ≤ R < 7500	2
		7500 ≤ R	Bombeo
2	Autopistas y autovías A-120, A-110, A-100, A-90 y A-80, carreteras multicarril C-100 y carreteras convencionales C-100	250 ≤ R ≤ 700	8
		700 ≤ R ≤ 5000	8 - 7,3(1 - 700/R) ^{1,3}
		5000 ≤ R < 7500	2
		7500 ≤ R	Bombeo
3	Carreteras multicarril C-90, C-80, C-70, C-60, C-50 y C-40 y carreteras convencionales C-90, C-80, C-70, C-60, C-50 y C-40	50 ≤ R ≤ 350	7
		350 ≤ R ≤ 2500	7 - 6,65(1 - 350/R) ^{1,8}
		2500 ≤ R < 3500	2
		3500 ≤ R	Bombeo

Figura 8. Relación radio-peralte.



Los criterios comentados para el caso de las curvas circulares son de mayor aplicación para el caso del diseño de nuevos trazados que para la comprobación de trazados existentes como es el caso. Por lo que la comprobación de las curvas circulares se basará en su coordinación como se expresará más adelante.

Por otra parte, para el caso de las **curvas de transición** se deberá comprobar su parámetro y longitud según los distintos criterios que establece la Norma. Algunos de estos son comunes para la norma anterior y la vigente, y también algunos de ellos son de mayor importancia por lo que se tendrán más en cuenta que otros.

En primer lugar se debe observar si es necesaria o no la existencia de curvas de acuerdo. Según exigen ambas normas, para el caso de la carretera analizada, para curvas circulares de radios menores que 2.500 m será necesario utilizar curvas de transición, mientras que para radios mayores no será necesario utilizarlas.

Se observa que todos los valores de los radios del tramo analizado son inferiores a este valor límite, por lo que cada curva debe contener las curvas de acuerdo que precise. No obstante, no es el caso, ya que existen cuatro curvas circulares que no tienen sus respectivas curvas de acuerdo, siendo todas ellas de radio menor a 2.500:

PK inicio	PK fin	Longitud	Radio
20.277,942	20.330,446	52,504	100
20.608,084	20.636,608	28,524	70
20.636,608	20.676,750	40,142	187,204
20.676,750	20.710,275	33,525	-160

Esto puede provocar incomodidad e inseguridad en el conductor, el cual por la inexistencia de las curvas de transición, para adaptarse a la curva circular fabricará su propia clotoide invadiendo espacios no habilitados a este fin.

La forma de esta curva de acuerdo debe ser una clotoide, cuya ecuación intrínseca es la siguiente:

$$R \cdot L = A^2$$

La longitud de la curva de acuerdo, y como consecuencia el parámetro de esta, serán los mayores que cumplan las limitaciones que se enumeran a continuación:

1. Limitación de la variación de la aceleración centrífuga en el plano horizontal.

Este criterio sigue siendo el mismo para ambas normas, y su cumplimiento es de especial importancia.

Se debe limitar a un valor J aceptable desde el punto de vista de la comodidad. Este valor se establece en función de la velocidad específica de la curva circular contigua a las curvas de acuerdo.

TABLA 4.5.

V_e (km/h)	$V_e < 80$	$80 \leq V_e < 100$	$100 \leq V_e < 120$	$120 \leq V_e$
J (m/s ³)	0,5	0,4	0,4	0,4
J_{\max} (m/s ³)	0,7	0,6	0,5	0,4

Figura 9. Variación de la aceleración centrífuga en función de la V_e .

Se usarán las siguientes fórmulas simplificadas para el cálculo de los valores de longitud y parámetro mínimos:

$$A_{\min} = \sqrt{\frac{R_o \cdot V_e}{46,656 \cdot J} \cdot \left[\frac{V_e^2}{R_o} - 1,27 \cdot P_o \right]}$$

$$L_{\min} = \frac{V_e}{46,656 \cdot J} \cdot \left[\frac{V_e^2}{R_o} - 1,27 \cdot P_o \right]$$

Del tramo analizado, pocas de las curvas de transición cumplen este criterio que exige la norma. Esto significa que la longitud, y por tanto también el parámetro de la curva de acuerdo es menor al que se establece en las expresiones anteriores. Por tanto, el usuario que circule por este trazado fabricará su propia clotoide buscando una transición suave de curvas. Esto puede suponer la invasión del carril de sentido contrario o la salida de la calzada ya que no existe arcén, lo que supone una inconsistencia de trazado desde el punto de vista de la comodidad así como de la seguridad.



2. Limitación por la variación de la pendiente transversal.

La variación de la pendiente transversal se limitará a un máximo del 4% por segundo para la velocidad específica de la curva asociada de radio menor por razones de comodidad y seguridad. Esto se traduce en las siguientes fórmulas:

$$L_{min} = \frac{V_e \cdot p}{14,4}$$

$$A_{min} = \sqrt{\frac{V_e \cdot p \cdot R_o}{14,4}}$$

En la nueva norma, este criterio se introduce de forma distinta como limitación de transición de peralte, considerando la velocidad de proyecto en lugar de la velocidad específica de la curva de menor radio como era el caso anterior.

Por razones de comodidad, se limita la variación longitudinal de la pendiente transversal ∇_{ip} (gradiente de la pendiente transversal) en la transición de peralte.

Se utilizan las siguientes expresiones para limitar la longitud y el parámetro de las curvas de acuerdo:

$$L_{min} = \frac{|p_f - p_i|}{\nabla_{ip}} \cdot B \cdot k$$

$$A_{min} = \sqrt{R \cdot B \cdot k \cdot \frac{|p_f - p_i|}{\nabla_{ip}}}$$

Se cree que con los cambios realizados resultará un trazado de menor consistencia que con la normativa anterior adaptado a la velocidad de proyecto y no a la velocidad específica, que es a la que realmente se circula por la alineación.

3. Limitaciones por condiciones de percepción visual.

Para que se cumpla este criterio, se deben cumplir simultáneamente los siguientes requisitos:

- La variación de acimut entre los extremos de la clotoide debe ser mayor o igual a 1/18 radianes.
- El retranqueo de la curva circular debe ser mayor o igual a 50 cm.

Esto se traduce en las siguientes expresiones:

$$L_{min} = 2 \cdot \sqrt{3 \cdot R_o}; A_{min} = (12 \cdot R_o^3)^{1/4}$$

$$L_{min} = \frac{R_o}{9}; A_{min} = \frac{R_o}{3}$$

Se deben cumplir simultáneamente las condiciones anteriores, según expone la anterior norma 3.1-IC.

Sin embargo, en el caso de la normativa vigente, las primeras expresiones se deben utilizar para el caso de radios menores de 972 m, y para el resto de casos la segunda. Por tanto, para nuestro caso se deberán tener en cuenta únicamente la primera expresión.

En este caso, más de la mitad de las curvas de acuerdo no cumplen con la Normativa. En caso de incumplimiento, la curva no resultará fácilmente perceptible por el conductor, por lo que se creará una sensación de inseguridad e incomodidad durante la circulación por estos elementos.

Además, las curvas de acuerdo deben tener una longitud inferior a 1,5 veces la longitud mínima que cumpla todos los criterios anteriores. Según se ha comprobado, este criterio se cumple para la mayoría de las curvas de acuerdo que forman el trazado existente.

Respecto a la simetría de las curvas de acuerdo, muchas de las alineaciones curvas no están compuestas por clotoides simétricas, lo que puede desencadenar problemas de consistencia y accidentalidad ya que no se cumplen las expectativas del conductor.

La última comprobación que se realiza en planta es la **coordinación entre alineaciones curvas**. Como se expresa en la Norma, para todo tipo de carretera, cuando se unan curvas circulares consecutivas sin recta intermedia o con recta de longitud menor o igual que 400 m, la relación de radios de las curvas circulares no sobrepasará los valores obtenidos de las siguientes expresiones, que también se encuentran tabuladas:

TABLA 4.6.

CLASE DE CARRETERA		R_s
Grupo 1	AP, AV, R y C-100	$1,5 \cdot R + 1,05 \cdot 10^{-8} \cdot (R - 250)^3 \cdot R$ $250 \leq R \leq 700$
Grupo 2	C-80, C-60 y C-40	$1,5 \cdot R + 4,693 \cdot 10^{-8} \cdot (R - 50)^3 \cdot R$ $50 \leq R \leq 300$

Figura 10. Radios de salida.

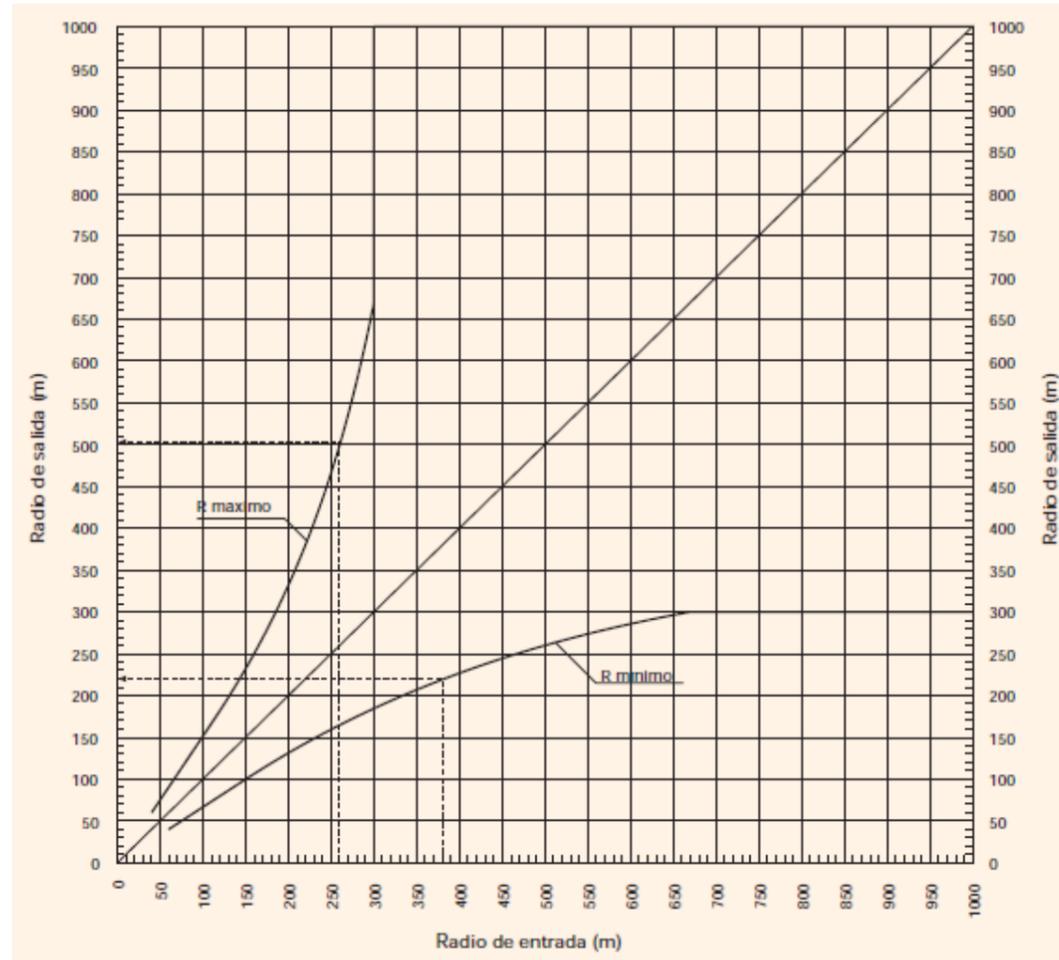


Figura 11. Relación entre radios de curvas circulares consecutivas sin recta intermedia, o con recta de longitud menor a cuatrocientos metros (400 m) para carreteras del Grupo 2. Norma 3.1-IC Trazado derogada.

TABLA 4.8. RELACIÓN ENTRE RADIOS CONSECUTIVOS - GRUPO 2

RADIO ENTRADA	RADIO SALIDA MÁXIMO	RADIO SALIDA MÍNIMO	RADIO ENTRADA	RADIO SALIDA MÁXIMO	RADIO SALIDA MÍNIMO
50	75	50	360	> 670	212
60	90	50	370	> 670	216
70	105	50	380	> 670	220
80	120	53	390	> 670	223
90	135	60	400	> 670	227
100	151	67	410	> 670	231
110	166	73	420	> 670	234
120	182	80	430	> 670	238
130	198	87	440	> 670	241
140	215	93	450	> 670	244
150	232	100	460	> 670	247
160	250	106	470	> 670	250
170	269	112	480	> 670	253
180	289	119	490	> 670	256
190	309	125	500	> 670	259
200	332	131	510	> 670	262
210	355	137	520	> 670	265
220	381	143	530	> 670	267
230	408	149	540	> 670	270
240	437	154	550	> 670	273
250	469	160	560	> 670	275
260	503	165	570	> 670	278
270	540	171	580	> 670	280
280	580	176	590	> 670	282
290	623	181	600	> 670	285
300	670	186	610	> 670	287
310	> 670	190	620	> 670	289
320	> 670	195	640	> 670	294
330	> 670	199	660	> 670	298
340	> 670	204	680	> 670	302
350	> 670	208	700	> 670	306

Figura 12. Tabla relación radios de entrada-radios de salida para e Grupo 2.



Para el caso de una C-40 cuando se enlacen curvas circulares consecutivas con una recta intermedia de longitud superior a 400 m, el valor del radio de la curva circular de salida debe ser igual o mayor a 300 m.

Pero estas condiciones cambian en la nueva Norma 3.1-IC. En esta se indica que cuando se unan dos alineaciones consecutivas sin recta intermedia o con una recta intermedia de longitud limitada, se tendrá en cuenta la relación entre radios consecutivos en ambos sentidos del eje del tramo analizado de carretera. En este caso, si el radio es inferior a 50 m no se aplicará la Normativa, ya que esta no tiene en cuenta radios inferiores a 50 m.

R (m)	R' (m)
50 – 450	$\frac{50}{77} \cdot R + 7,8 \leq R' < \frac{127}{80} \cdot R - 14,4$
450 – 700	$\frac{40}{135} \cdot R + 166,7 \leq R' < \frac{110}{25} \cdot R - 1280$
700 – 1800	$R' \geq \frac{40}{135} \cdot R + 166,7$
> 1800	$R' \geq 700$

Figura 13. Relación radios de entrada-radios de salida para e Grupo 3. Norma 3.1-IC Trazado vigente.

Como se observa en el gráfico que relaciona los radios de entrada con los de salida, en la nueva norma este ya no es simétrico, por lo que para un mismo radio de entrada y salida, los radios mínimos y máximos no se corresponderán, como ocurría con la Norma anterior.

Por otra parte, cuando se unan dos alineaciones consecutivas con una alineación recta intermedia de longitud no limitada, el radio de la curva circular de salida en el sentido de la marcha para carreteras del Grupo 3 será mayor o igual que el doble del radio mínimo asociado a la velocidad de proyecto Vp. En este caso, siendo la Vp de 40 km/h, el radio mínimo asociado es de 50 m, por lo que en este caso el radio para curvas de estas características debe ser mayor o igual a 100 m.

Muchas de las curvas circulares del trazado actual no cumplen los criterios que exige la norma, tanto la anterior como la vigente.

A continuación se muestra una tabla que resume las alineaciones y el cumplimiento de la normativa según la Norma 3.1-IC de Trazado anterior, vigente hasta principios del pasado mes de febrero, debido a la mayor experiencia de aplicación y mejor definición de sus criterios:

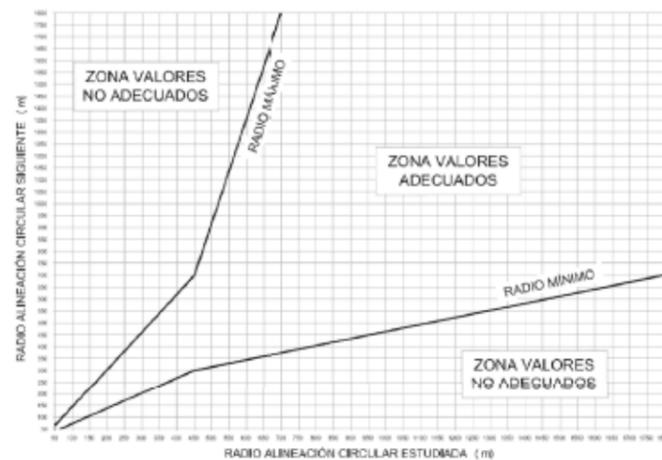


Figura 14. Relación radios de entrada-radios de salida para e Grupo 3. Norma 3.1-IC Trazado vigente.



2.2.- TRAZADO EN ALZADO

El trazado en alzado de una carretera está formado por la adecuada combinación entre sus elementos: las rasantes con inclinación uniforme (rectas), y las curvas de acuerdo vertical (parábolas). La definición del trazado en alzado se refiere un eje, en este caso al centro de la calzada (marca vial de separación de sentidos) sin tener en cuenta eventuales carriles adicionales, ya que se trata de carretera de calzada única y doble sentido de circulación.

En cuanto a la inclinación de las rasantes, su valor debe ser superior al mínimo e inferior al máximo establecido por la Norma 3.1.-IC de Trazado.

– Carreteras convencionales

V_p (km/h)	INCLINACIÓN MÁXIMA (%)	INCLINACIÓN EXCEPCIONAL (%)
100	4	5
80	5	7
60	6	8
40	7	10

Los valores definidos como excepcionales, podrán incrementarse en un uno por ciento (1%) en casos suficientemente justificados, por razón del terreno (muy accidentado) o de baja intensidad de tráfico ($IMD < 3000$).

Figura 14. Inclinación rasantes.

El valor mínimo para toda carretera es de 0,5 %, y excepcionalmente de 0,2 %, mientras que el valor máximo viene dado en función de la velocidad de proyecto. Para el caso del tramo analizado, cuya velocidad de proyecto es de 40 km/h, la inclinación máxima será del 7 % (de obligado cumplimiento para toda rasante de longitud mayor que 3000 m), pudiendo llegar a ser excepcionalmente del 10 %, incluso hasta del 11 % por tratarse de un carretera con una IMD menor que 3000.

En el tramo analizado las inclinaciones existentes oscilan entre el 0,02 % y el 6,61 %, siendo únicamente la inclinación mínima de 0,02% y otra rasante con una inclinación del 0,23% las que no cumplen con la normativa por no cumplir el mínimo exigido. No obstante, la segunda rasante se puede considerar un caso excepcional.

Por otra parte, la longitud de la curva de acuerdo y el parámetro correspondiente deben ser los mayores que cumplan las limitaciones impuestas por consideraciones de visibilidad y percepción visual para garantizar la comodidad del usuario. Muchos de los acuerdos de la carretera existente no cumplen con estos criterios. En el caso de la norma ya derogada no lo hacen por condiciones estéticas, pero en el caso de la nueva norma la mayoría no cumple ni por visibilidad ni por percepción visual por lo que no se puede garantizar una comodidad de circulación para el usuario de la carretera.

A continuación se muestran las comprobaciones realizadas para el trazado en alzado actual del tramo de carretera de estudio.



ACUERDOS									Inclin. rasantes	Acuerdos verticales										
PK	CV	KV	L	B	TH		Inclin. Anterior	θ		Norma anterior				Norma vigente						
										Consideraciones de visibilidad			Consideraciones estéticas	Visibilidad parada		Visibilidad adelantamiento		Visib.	Percepción visual	Long. Curvas acuerdo
										Kv minimo	Kv deseable			L	Kv	L	Kv			
19658,04	853,264	2126	30	-0,053	-0,0141	convexo	6,61%	0,0141	cumple	303	1085	cumple	no cumple	3,525	250	4,23	300,00	cumple	no cumple	no cumple
19815,395	861,449	2376	80	-0,337	-0,0337	convexo	5,20%	0,0337	cumple	303	1085	cumple	cumple	8,425	250	10,11	300,00	cumple	cumple	cumple
19910,368	863,191	4239	30	0,027	0,0071	cóncavo	1,83%	0,0071	cumple	568	1374	cumple	no cumple	5,396	760	17,04	2400,00	cumple	no cumple	cumple
19972,989	864,783	708	40	-0,283	-0,0565	convexo	2,54%	0,0565	cumple	303	1085	cumple	cumple	14,125	250	16,95	300,00	cumple	cumple	cumple
20038,479	862,747	1042	20	0,048	0,0192	cóncavo	-3,11%	0,0192	cumple	568	1374	cumple	no cumple	14,592	760	46,08	2400,00	no cumple	no cumple	cumple
20081,525	862,235	1720	30	-0,065	-0,0174	convexo	-1,19%	0,012	cumple	303	1085	cumple	no cumple	3	250	3,6	300,00	cumple	no cumple	no cumple
20201,437	858,716	2243	35	0,068	0,0156	cóncavo	-2,39%	0,0102	cumple	568	1374	cumple	no cumple	7,752	760	24,48	2400,00	no cumple	no cumple	no cumple
20290,944	857,486	1432	20	0,035	0,014	cóncavo	-1,37%	0,0139	cumple	568	1374	cumple	no cumple	10,564	760	33,36	2400,00	no cumple	no cumple	no cumple
20443,448	857,52	561	20	-0,089	-0,0356	convexo	0,02%	0,0356	no cumple	303	1085	cumple	no cumple	8,9	250	10,68	300,00	cumple	no cumple	no cumple
20619,661	851,282	2113	135	1,078	0,0637	cóncavo	-3,54%	0,0639	cumple	568	1374	cumple	cumple	48,564	760	153,36	2400,00	no cumple	cumple	cumple
20701,652	853,619	862	30	-0,131	-0,348	convexo	2,85%	0,0348	cumple	303	1085	cumple	no cumple	8,7	250	10,44	300,00	cumple	no cumple	no cumple
20800,041	852,997	851	20	-0,059	-0,0235	convexo	-0,63%	0,0235	cumple	303	1085	cumple	no cumple	5,875	250	7,05	300,00	cumple	no cumple	no cumple
20840,354	851,795	933	30	0,121	0,0322	cóncavo	-2,98%	0,0321	cumple	568	1374	cumple	no cumple	24,396	760	77,04	2400,00	no cumple	no cumple	no cumple
20946,122	852,041	3657	45	-0,069	-0,0123	convexo	0,23%	0,0123	no cumple	303	1085	cumple	cumple	3,075	250	3,69	300,00	cumple	cumple	no cumple
21230,222	849,205	1140	30	0,099	0,0263	cóncavo	-1,00%	0,0263	cumple	568	1374	cumple	no cumple	19,988	760	63,12	2400,00	no cumple	no cumple	no cumple

2.3.- COORDINACIÓN PLANTA ALZADO

La buena coordinación de la planta con el alzado permite al usuario circular en condiciones de seguridad y comodidad por la carretera estudiada. A partir del trazado en planta, del perfil del alzado y de la vista 3D del trazado existente desde el punto de vista del usuario, se van a detectar los problemas de coordinación que presenta.

Se observa que muchos de los acuerdos verticales no coinciden con las curvas circulares en planta así como que los puntos de tangencia no están situados dentro de la clotoide en planta.

Así mismo algunos de ellos no cumplen con el parámetro deseable que exige la normativa : $K_v \geq \frac{100 \cdot R}{p}$ para carreteras con velocidad de proyecto menor a 60 km/h , y otros ni si quiera cumplen el parámetro mínimo exigido: $\frac{K_v}{6} \geq R$, como se observa a continuación:

ACUERDOS									Coordinación planta-alzado	
PK	CV	KV	L	B	TH		Inclin. Anterior	θ	R	
19658,04	853,264	2126	30	-0,053	-0,0141	convexo	6,61%	0,0141	2200	no cumple
19815,395	861,449	2376	80	-0,337	-0,0337	convexo	5,20%	0,0337	0	cumple
19910,368	863,191	4239	30	0,027	0,0071	cóncavo	1,83%	0,0071	-55	cumple
19972,989	864,783	708	40	-0,283	-0,0565	convexo	2,54%	0,0565	-55	mínimo
20038,479	862,747	1042	20	0,048	0,0192	cóncavo	-3,11%	0,0192	50,326	cumple
20081,525	862,235	1720	30	-0,065	-0,0174	convexo	-1,19%	0,012	-40	cumple
20201,437	858,716	2243	35	0,068	0,0156	cóncavo	-2,39%	0,0102	32	cumple
20290,944	857,486	1432	20	0,035	0,014	cóncavo	-1,37%	0,0139	100	cumple
20443,448	857,52	561	20	-0,089	-0,0356	convexo	0,02%	0,0356	-120	no cumple
20619,661	851,282	2113	135	1,078	0,0637	cóncavo	-3,54%	0,0639	70	cumple
20701,652	853,619	862	30	-0,131	-0,348	convexo	2,85%	0,0348	-160	no cumple
20800,041	852,997	851	20	-0,059	-0,0235	convexo	-0,63%	0,0235	0	cumple
20840,354	851,795	933	30	0,121	0,0322	cóncavo	-2,98%	0,0321	110	mínimo
20946,122	852,041	3657	45	-0,069	-0,0123	convexo	0,23%	0,0123	-44,185	cumple
21230,222	849,205	1140	30	0,099	0,0263	cóncavo	-1,00%	0,0263	33	cumple

Se crean distintas situaciones que pueden afectar a la percepción del conductor que circula por el tramo de carretera estudiado:

- Pérdida del trazado (marcado en rojo): se produce en alineaciones rectas, cuando el conductor experimenta la desaparición de su campo visual de un tramo de plataforma.
- Pérdida de orientación (marcado en naranja): se produce una incertidumbre sobre la posible trayectoria a seguir debido a la desaparición total de la plataforma del campo visual del conductor.
- Pérdida dinámica (marcado en azul): consiste en la desaparición parcial de la plataforma y alguna de sus características que permiten el guiado del vehículo.

Estas situaciones se presentan de forma combinada, y presentan una desproporción entre el trazado en planta y en alzado que hace que se inconsistente.

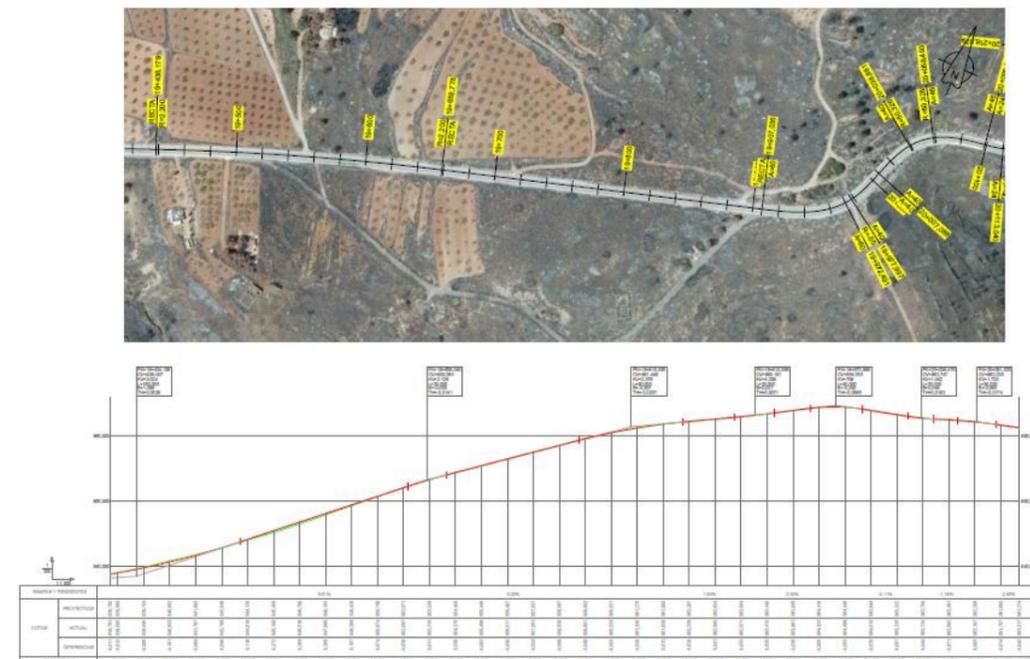


Figura 15.Planta-alzado. Subtramo 1.

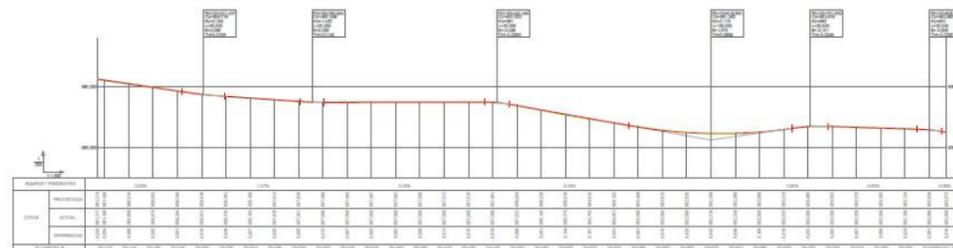


Figura 16. Planta-alzado. Subtramo 2.

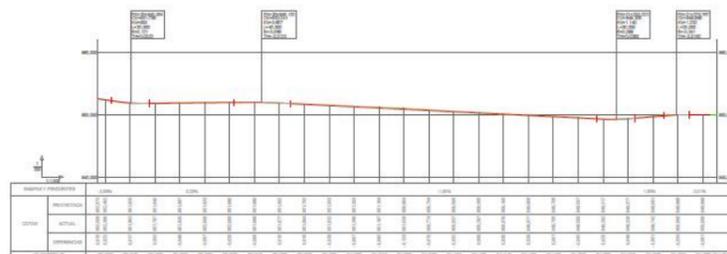
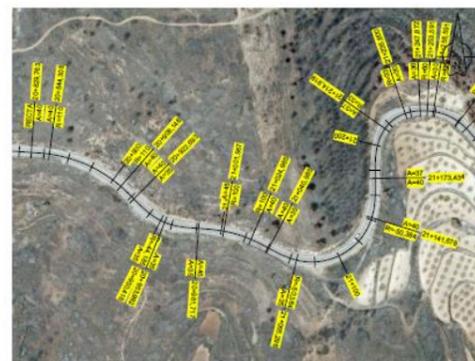


Figura 17. Planta-alzado. Subtramo 3.

2.4.- SECCIÓN TRANSVERSAL

El tramo de estudio de la carretera CV-245 comprendido entre los PPKK 19+800 y 21+000, dispone de una única calzada con dos carriles, uno por sentido de circulación, de 3 m cada uno. Hay secciones en las que esta anchura de carril disminuye, especialmente en las de radio de curvatura reducido. No existe la presencia de arcenes en esta carretera.

3.- TRÁFICO

3.1.- DATOS DE TRÁFICO

Según los datos proporcionados por la División de Carreteras de la Conselleria d'Habitatge, Obres Públiques i Vertebració del Territori de la Generalitat Valenciana, correspondientes al año 2015, en el tramo de estudio la Intensidad Media Diaria (IMD) es de 986 vehículos por día.

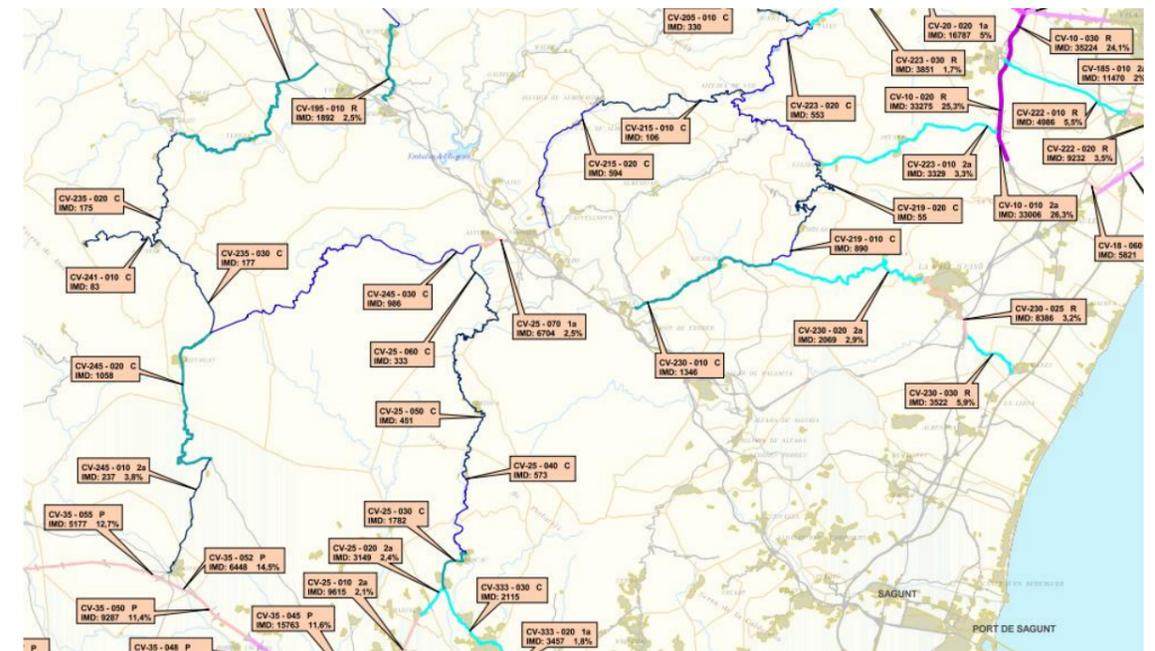


Figura 18. Mapa de tránsito zona centro de la Comunidad Valenciana. Fuente: Conselleria D'Habitatge, Obres Públiques i Vertebració del Territori.

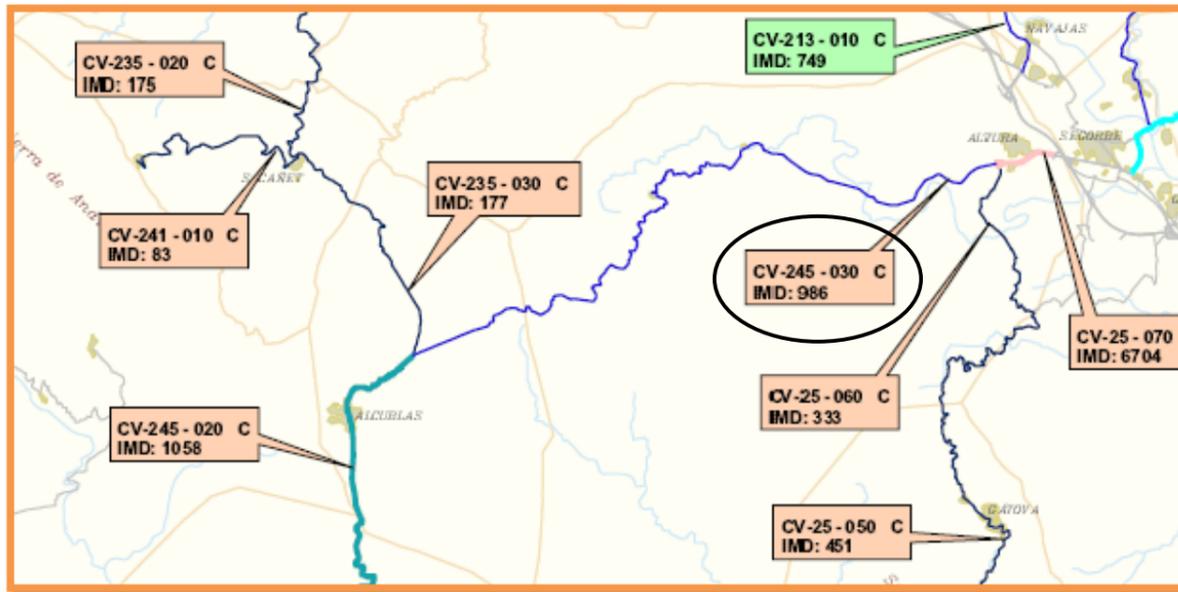


Figura 19. Ampliación zona tramo estudio.

Los datos de aforo anuales del tramo comprendido entre la CV-235 y la CV-25 (tramo comprendido entre las localidades de Alcublas y Altura que va desde des de el PK 18+000 hasta el 38+500), se obtienen mediante la estación de cobertura portátil 245030 situada en el PK 37+000, a una distancia considerable del tramo de estudio.

GENERALITAT VALENCIANA		INTENSIDAD MEDIA DIARIA / INTENSITAT MITJANA DIÀRIA IMD 2011-2015															
CV	Tramo	Pk Ini	Inicio	Pk Fin	Fin	Calzada	Pk Est.	IMD 2011	%P	IMD 2012	%P	IMD 2013	%p	IMD 2014	%p	IMD 2015	%p
CV-235	235020	11+955	CV-236	20+350	CV-217	Conv.	18+300	338	-	127	0,4%	90	-	192	-	175	-
CV-235	235030	20+350	CV-217	26+720	CV-245	Conv.	25+000	217	-	308	-	191	-	104	-	177	-
CV-241	241010	0+000	CV-235	6+750	Canales	Conv.	1+000	82	-	83	-	49	-	71	-	83	-
CV-245	245010	0+000	CV-35	6+800	CV-339	Conv.	4+900	188	3,8%	218	3,5%	183	4,7%	167	3,8%	237	3,8%
CV-245	245020	6+800	CV-339	18+000	CV-235	Conv.	14+000	862	2,4%	774	-	685	-	690	-	1.058	-
CV-245	245030	18+000	CV-235	38+500	CV-25	Conv.	37+000	1.206	-	807	-	784	-	671	-	986	-

Figura 20. IMD 2011-2015 carretera CV-245.

Para el tramo estudiado, la estación de cobertura no registra datos de tráfico pesado, por lo que se puede suponer que el porcentaje de vehículos pesados que circulan por este tramo es el mismo que el de la estación secundaria 245010, situada en el PK 4+900, un 3,8%.

La evolución interanual de la IMD muestra una tendencia de disminución, pasando de una IMD de 1.206 en 2010 y 2011 a 671 en 2014. No obstante, en este último año, la evolución del tráfico no ha seguido esta tendencia, aumentando la IMD de 671 a 986 en 2015.

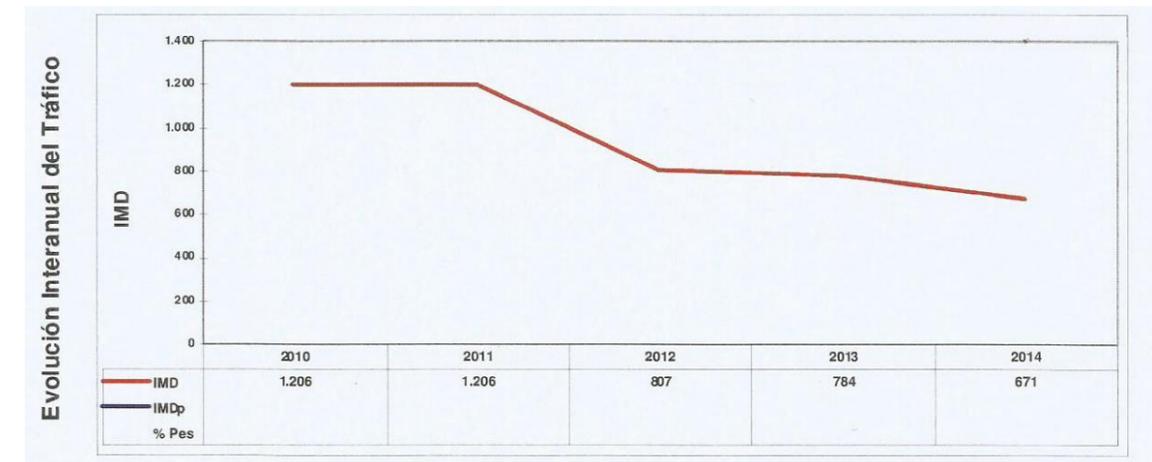


Figura 21. Evolución Interanual del Tráfico Tramo 18+000 – 38+500. Año 2010-2014.

3.2.- TIPO DE VEHÍCULOS

La carretera estudiada, conocida como el Puerto de Alcublas, actualmente está considerada como una de las rutas ciclistas más transitadas y representativas de la Provincia de Valencia. Por tanto, el tráfico que circula por esta carretera estará integrado tanto por vehículos a motor como por ciclistas.

De los vehículos a motor que circulan por la carretera estudiada, la mayoría se trata de vehículos ligeros, considerando que el porcentaje de tráfico pesado es de un 3,8%.

3.3.- PROCEDENCIA

El tráfico que accede a la carretera CV-245 procede de distintas provincias, desde el norte, el sur y el este respecto a la ubicación geográfica de la carretera estudiada.

El tráfico procedente de la Provincia de Valencia tiene la posibilidad de acceder al tramo de carretera estudiada por sus dos extremos, procediendo siempre desde el sur de la misma, y existen distintos itinerarios que posibilitan este acceso:

- Por la CV-35 (Pista de Lliria).
- Por la CV-25 (Lliria- Segorb).
- Por la CV-345 (Titaguas- Casinos).
- Por la CV-339.

El tráfico procedente de la Provincia de Castellón, tiene dos posibles accesos a la CV-245:

- Por el Norte, por la CV-235 (paso por Sacañet).
- Por el Este, por la CV-25 (Lliria- Segorb).

Se puede observar la ubicación de las carreteras que tienen acceso a la carretera objeto de estudio en el Mapa de Carreteras de Valencia que se muestra a continuación (Figura 22).

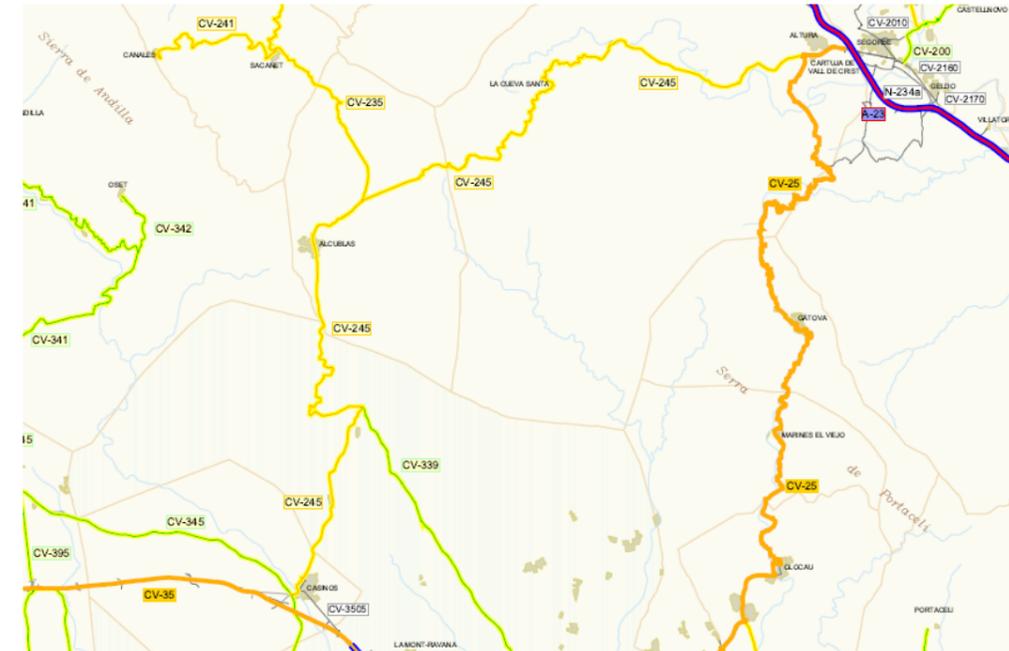


Figura 22. Ampliación zona de estudio Mapa de Carreteras Valencia.

3.4.- DISTRIBUCIÓN HORARIA

El tráfico que circula por la carretera CV-245 se distribuye de forma desigual a lo largo de una jornada horaria. Según la estación 245030 que cubre el tramo de carretera estudiado, el tráfico se concentra mayoritariamente entre las 8:00 y las 21:00. Entre esta franja horaria dan horas punta como las 9:00 h, las 12:00 h, hora en la que se registra el mayor número de vehículos, y las 18:00 h, así como horas valle, como las 15:00 h, en la que se produce una disminución notable en el volumen de vehículos que circulan por la carretera, como se puede observar en el gráfico que se expone a continuación (Figura 23).

4.- SEÑALIZACIÓN Y BALIZAMIENTO

Después de una visita de campo se ha recogido la información sobre la señalización vertical, balizamiento, sistemas de protección de vehículos y obras de drenaje que se ha organizado en la tabla que se muestra en la siguiente página.

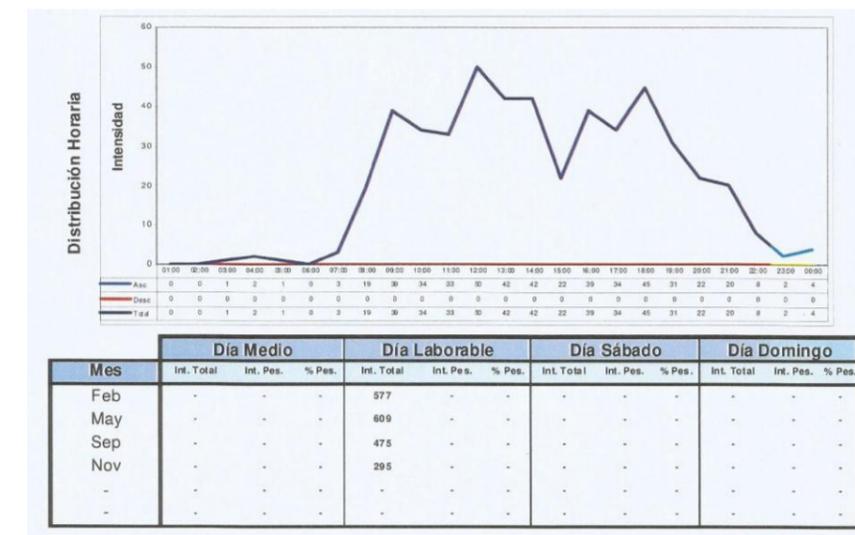


Figura 23. Distribución horaria Tramo PPK 18+000-35+000.



Referencia	PK	Señal o obra	Longitud (m)	Dirección	Fecha Fabricación	Fecha Caducidad	Marcado CE (Si/No)	Otro	Biondas						Protección motorista	
				Sentido CRECIENTE					Longitud		Abatimieto		Perfil IPN,UPN o TUBULAR			
									biondas	metros	Inicial	Final				
											Biondas	Metros	Biondas	Metros		
1	19500	S_450?PK 19,5	0													
2	19674	R-305	174		jul-12	jul-22	Si									
3	19884	P-14b	210		sep-10				4	16	2	8	1	4	IPN	No
4	19920	R-301	36		oct-06	oct-13	No	Aenor								
5	19948,7	inicio bionda	28,7													
6	19949,1	R-502	0,4													
7	19949,7	panel	0,6		jul-12	jul-22	Si									
8	19955,7	panel	6		jul-12	jul-22	Si									
9	19955,7	panel	0	contraria	jul-12	jul-22	Si									
10	19965,5	panel	9,8	contraria	jul-12	jul-22	Si									
11	19998,5	S-572 PK20	33						5	20	3	12	3	12	IPN	No
	19998,5															
12	20036,5	inicio bionda	38						8	32	2	8	1	4	IPN	Si
13	20047,5	R-305	11		jul-12	jul-22	Si									
14	20104,5	Inicio bionda con protección motorista	57													
15	20122,9	panel	18,4		jul-12	jul-22	Si									
16	20130,7	Panel	7,8		jul-12	jul-22	Si									
17	20153,3	R-502	22,6		abr-11	abr-21	No									
18	20161	panel	7,7	contraria	jul-12	jul-22	Si		17	68	2	8	3	12	IPN	
19	20170,5	panel	9,5	contraria	jul-12	jul-22	Si									
20	20177	Inicio bionda	6,5						7	28						
	20177	con un tramo de prot.motorista						b.motorista								
21	20237,7	R-305	60,7	contraria	jul-12	jul-22	Si									
22	20281,9	R-501	44,2				No	Muy antigua								
23	20299,3	Obra drenaje transversal	17,4					No contiene señalización								
24	20347,4	R-305	48,1		abr-12	abr-22	Si	cuneta hormigonada								
25	20413	R-500	65,6		jun-01			Aenor								
26	20414	panel	1	contraria	jul-12	jul-22	Si									
27	20441,3	panel	27,3		jul-12	jul-22	Si									
28	20502,7	PK 20.5	61,4													
	20502,7															
29	20513,2	R-305	10,5	contraria	jul-12	jul-22	Si									
30	20596,5	inicio cuneta hormigonada	83,3													



31	20637,2	Obra drenaje transversal	40,7															
32	20639,2	fin cuneta hormigonada	2															
33	20653,2	R-305	14	14 o16	jul-10													
34	20680	R-502	26,8		abr-11	abr-21	No											
35	20684	pilón CV-245	4															
36	20756,4	R-305	72,4	contraria	jul-12	jul-22	Si			8	32	2	8	3	12		IPN	
37	20758,4	Obra drenaje transversal	2															
38	20837,9	inicio bionda	79,5															
39	20852,9	Obra drenaje transversal	15															
40	20868,2	R-305	15,3		jul-12	jul-22	Si											
41	20935,6	R-301	67,4		jul-11	jul-21	No											
42	20936,6	panel	1	contraria	abr-12	abr-22	No											
43	20942,6	panel	6	contraria	abr-12	abr-22	No											
44	20952,3	panel	9,7		abr-12	abr-22	No											
45	20959,3	panel	7		abr-12	abr-22	No											
46	20996	S-572 PK 21	36,7															
	20996																	
47	21070,9	panel	74,9		abr-12	abr-22	No											
48	21079,3	panel	8,4		oct-05	oct-15	No											
49	21113,3	Provincia Castellón	34		dic-12	dic-22	Si											
50	21115,3	panel	2	contraria	may-11	may-21	No											
51	21122,5	R-502	7,2		jul-12	jul-22	Si											
52	21126	panel	3,5	contraria	feb-09	jul-05	No	Aenor										
53	21171,3	P-14a + S-9 + S810	45,3		jul-12	jul-22	Si											
54	21214	R-305	42,7	contraria	jul-12	jul-22	Si											
55	21225	Obra drenaje transversal	11															
56	21307,1	R-305	82,1					Antigua										
57	21367,3	panel	60,2		jul-12	jul-22	Si											
58	21387	R-502	19,7		jul-12	jul-22	Si											



Referencia	PK	Señal o obra	Longitud (m)	Dirección	Fecha Fabricación	Fecha Caducidad	Marcado CE (Si/No)	Otro	Biondas						Protección motorista
				Sentido DECRECIENTE					Longitud		Abatimieto		Perfil		
									biondas	metros	Inicial	Final	IPN,UPN o TUBULAR		
											Biondas	Metros		Biondas	
60	21479,6	R-305	79	contraria			No								
61	21400,6	panel	13				No								
62	21387,6	panel	25				No								
63	21362,6	panel	0,5	contraria			No								
64	21362,1	panel	33				No								
65	21329,1	panel	0	contraria			No								
66	21329,1	R-305	34,2		jul-12	jul-22	Si								
67	21294,9	panel	1,3	contraria			No								
68	21293,6	inicio camino	5,5												
69	21288,1	inicio cuneta hormigón	53,8												
70	21234,3	Provincia de Valencia	62,7												
71	21171,6	fin cuneta hormigón	92,5												
72	21079,1	inicio cuneta hormigón	165												
73	20914,1	fin cuneta hormigón	46												
74	20868,1	R-502	22,9		jul-10	jul-20	No	Aenor							
75	20845,2	R-305	38	contraria	jul-12	jul-22	Si								
76	20807,2	hastial	16,4												
77	20790,8	Obra drenaje transversal	1												
78	20789,8	inicio cuneta hormigón	68,9												
79	20720,9	hastial	25,7												
80	20695,2	Obra drenaje transversal	0,5												
81	20694,7	R-305	3,3		jul-12	jul-22	Si								
82	20691,4	R-502	102,9		No visible	No visible									
83	20588,5	R-305	0	contraria	No visible	No visible									
84	20588,5	panel	14,6	contraria	jul-12	jul-22	Si								
85	20573,9	señal drenaje	0,7												
86	20573,2	Obra drenaje transversal	0,7												
87	20572,5	fin cuneta hormigón	4,4												
88	20568,1	panel	5,8		jul-12	jul-22	Si								
89	20562,3	inicio camino 5m	12,7												



90	20549,6	inicio camino 4.3m	58,8																
91	20490,8	R-305	46,3		jul-12	jul-22	Si												
92	20444,5	inicio camino 5.2m	52																
93	20392,5	R-502	14,3		may-09	may-19	No	Aenor											
94	20378,2	P-14b	67,3		09-oct		No												
95	20310,9	R-305	29,7	contraria	jul-10	jul-20	No												
96	20281,2	baliza	49,9																
97	20231,3	Obra drenaje transversal	0																
98	20231,3	inicio cuneta hormigón	0																
99	20231,3	panel	12,5		jul-12	jul-22	Si												
100	20218,8	R-301	6,2		jul-12	jul-22	Si												
101	20212,6	fin cuneta hormigón	46,1																
102	20166,5	R-305	1,6		jul-12	jul-22	Si												
103	20164,9	panel	6,6	contraria	jul-12	jul-22	Si												
104	20158,3	inicio cuneta hormigón	43,7																
105	20114,6	fin cuneta hormigón	78																
106	20036,6	panel	43,8		jul-12	jul-22	Si												
107	19992,8	R-305	12	contraria	jul-12	jul-22	Si												
108	19980,8	panel	2	contraria	jun-05	jun-15	No												
109	19978,8	R-501	103,3				No												
110	19875,5	R-502	111,8		jun-09	jun-19	No	Aenor											
111	19763,7	inicio cuneta hormigón	50,4																
112	19713,3	fin cuneta hormigón	29																
113	19684,3	inicio camino 6m	25,3																
114	19659	R-305	34,3	contraria	jul-12	jul-22	Si												
115	19624,7	inicio cuneta hormigón	2,4																
116	19622,3	fin cuneta hormigón	7,2																
117	19615,1	inicio camino 3m	37,8																
118	19577,3	inicio camino 8.5m asfaltado	77,3																

Respecto a la **señalización vertical**, esta debe cumplir con la Norma 8.1.- IC de la Instrucción de Carreteras. Según la normativa, la señalización persigue cuatro objetivos fundamentales: aumentar la seguridad, la eficacia y la comodidad de la circulación, y facilitar la orientación de los conductores. En ella se establecen los criterios técnicos básicos de diseño e implantación de la señalización, los cuales tienen como principios básicos: claridad, sencillez, uniformidad y continuidad. Estos se fijan dentro de un marco legal que establece al conductor las obligaciones de controlar su vehículo y mantener el campo de visión necesario, así como adoptar la velocidad a las circunstancias que aparezcan. A su vez, estos criterios se basan en una combinación entre un gran número y variedad de factores.

En consecuencia, debe entenderse la señalización como una ayuda a la circulación por la red de carreteras que facilita su buen uso, pero en ningún momento se puede considerar garantía de seguridad.

En el caso del tramo de carretera analizado se va a tener en cuenta la señalización específica de velocidad máxima (señales de velocidad limitada R-301 y de velocidad recomendada S-7), y la señalización y balizamiento de curvas: balizamiento, señales de advertencia de peligro, señales de recomendación de velocidad máxima y señales de limitación de velocidad cuando sea necesario (no se disponga de visibilidad necesaria, por siniestralidad u otras características).

Por lo que se refiere a la señalización específica, la primera señal de velocidad máxima debe ser visible desde una distancia tal que a su altura la velocidad haya disminuido llegando a tal punto con una velocidad no superior a la indicada. Se recomienda que esta distancia no sea inferior a la indicada en la siguiente tabla:

DISTANCIA DE VISIBILIDAD (m) GEOMÉTRICA MÍNIMA A UNA SEÑAL DE LIMITACIÓN DE VELOCIDAD

VELOCIDAD DE APROXIMACIÓN (km/h)	LIMITACIÓN DE VELOCIDAD (km/h) EN LA SEÑAL										
	0	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110
40	55	45									
50	80	70	60	45							
60	105	95	85	75	55						
70			120	105	90	65					
80				140	120	100	75				
90					160	140	105	85			
100						180	155	125	95		
110							205	175	140	100	
120								225	190	155	115

Figura 24. Distancia de visibilidad geométrica mínima a una señal de limitación de velocidad.

Las reducciones superiores a 40 km/h exigen varias señales con el fin de escalonar el intervalo de velocidades de menor a mayor. Estos escalones deben ser como máximo de 20 km/h cuando sea posible.

En el tramo analizado la señalización de velocidad máxima es escasa, para ser exactos únicamente existen tres señales de velocidad limitada (R-301), dos para la circulación en el sentido creciente de PPKK, y una para el sentido decreciente.

La primera de estas, de limitación de velocidad a 40 km/h, se encuentra situada en el PK 19+920, esto es justo antes de la primera curva que presenta el tramo analizado, de radio 55 m. Según se ha calculado, la velocidad de aproximación a esta curva es de 117 km/h, por lo que la reducción es de 77 km/h. Por este motivo se debe escalonar la señalización a ser posible cada 20 Km/h. No obstante, en este caso no se observa ninguna señal previa a la que se está analizando, por lo que se considera que la señalización es insuficiente para garantizar la seguridad y comodidad de los usuarios.



Figura 25. Curva radio 55 m.

La segunda señal que se puede encontrar en el sentido creciente de este tramo se encuentra situada en el PK 20+932,9, previa a la curva de radio 44,185 m. En este caso, la velocidad de aproximación es de 57 km/h mientras que la velocidad que se a la que se debe circular por la curva es de 40 km/h, lo que supone una reducción de unos 17 km/h, velocidad suficiente para advertir de la velocidad a tomar en la curva con una única señal de velocidad máxima, como es el caso. No obstante, la señal indica que la curva se debe recorrer como máximo a una velocidad de 50 km/h, mientras que la específica de esta curva es de 40 km/h, siendo también esta señalización inadecuada.



Figura 26. Curva radio 44,185 m.

La tercera y última señal de velocidad que se puede observar en este tramo se encuentra situada en el PK 20+218,8, previa a una curva a izquierdas en el sentido decreciente de radio 32 m, que limita la velocidad dentro de la curva a 40 km/h. En este caso la limitación sería correcta, ya que la velocidad específica de la curva es de 40 km/h. Como la velocidad de aproximación en el sentido decreciente es de 54 km/h, la reducción de velocidad es de 14 km/h, por lo que este escalón de velocidad se puede cubrir con una sola señal como es el caso, por lo que esta vez se puede considerar que la señalización es correcta.



Figura 27. Curva radio 32 m.

No obstante, existen más curvas que necesitan de este tipo de señalización por la diferencia entre la velocidad de aproximación y la velocidad a la que se recomienda circular por la curva.

Por otra parte, el **balizamiento** de la curva sirve para ayudar al conductor a identificar el trazado de dicha alineación. El primer panel (simple, doble o triple) advierte de la peligrosidad de la curva en función de la diferencia entre la velocidad de aproximación y la velocidad recomendada para la curva estudiada. La velocidad de aproximación se calcula en función de: la distancia entre el fin de limitación de un tramo y el principio de la limitación del siguiente (D), la pendiente del tramo (p), la velocidad de la curva anterior (V1) y la velocidad de recorrido de la curva a balizar (V2).

La disposición de estos así como la de los paneles simples que siguen el trazado de la curva debe seguir las exigencias de la norma: perpendiculares al conductor, separados verticalmente entre sí 15 cm en caso de que se coloque más de un panel, separados a lo largo de la curva aproximadamente R/10 (una distancia entre 6 y 40 m), y que sean visibles siempre entre 3 y 5 paneles.

Se ha realizado un estudio en el que se indica qué tipo de panel debe ser el primero en balizar la curva en cada sentido en función de la peligrosidad de la misma y la separación mínima entre los paneles dentro de la curva. Se ha realizado tanto considerando como velocidad máxima la actual de 90 km/h como la habitual adoptada por los vehículos ligeros de 120 km/h. Como se observa, según este análisis, en el sentido creciente únicamente es necesaria la señalización de tres curvas (una con primer panel triple, otra doble y la última simple) y en sentido decreciente solo dos alineaciones curvas necesitan ser señalizadas y el primer panel debe ser simple. Sin embargo, actualmente se encuentran señalizadas más curvas que las que son necesarias, pero todas únicamente con paneles simples.



SENTIDO CRECIENTE DE PKS																		
Pkinicial	Pkfinal	D	Cota PK inicial	Cota PK final	Pendiente	Curvas	Radio	Vel.Máx.120 km/h					Vel.Máx.90 km/h					Min. Sep. en curva (m)
								V1	V2	Va	Va-V2	Primer Panel	V1	V2	Va	Va-V2	Primer Panel	
19658,78	19972,49	313,71	853,31	864,50	0,03567273	Curva 23	-55	110	42	117	76	Triple	90	42	90	48	Triple	6,0
19978,00	20038,88	60,88	864,47	862,79	-2,76%	Curva 24	50,326	42	40	42	2	No se necesita señalización	42	40	42	2	No se necesita señalización	6,0
20058,40	20113,04	54,64	862,51	861,31	-2,20%	Curva 25	-40	40	40	41	1	No se necesita señalización	40	40	41	1	No se necesita señalización	6,0
20175,58	20216,08	40,50	859,48	858,52	-2,37%	Curva 26	32	40	40	41	1	No se necesita señalización	40	40	41	1	No se necesita señalización	6,0
20241,36	20277,94	36,58	858,17	857,66	-1,38%	Curva 27	100	40	54	40	-14	No se necesita señalización	40	54	40	-14	No se necesita señalización	10,0
20330,45	20422,41	91,96	857,50	857,52	0,03%	Curva 28	-120	54	58	55	-3	No se necesita señalización	54	58	55	-3	No se necesita señalización	12,0
20439,73	20608,08	168,35	857,48	852,43	-3,00%	Curva 29	70	58	46	86	40	Doble	58	46	86	40	Doble	7,0
20636,81	20636,81	0,00	852,37	852,37	#¡DIV/0!	Curva 30	187,204	46	70	46	-24	No se necesita señalización	46	70	46	-24	No se necesita señalización	18,7
20676,75	20676,75	0,00	852,93	852,93	#¡DIV/0!	Curva 31	-160	70	66	70	4	No se necesita señalización	70	66	70	4	No se necesita señalización	16,0
20710,28	20760,76	50,48	853,54	853,25	-0,59%	Curva 32	130	66	60	66	6	No se necesita señalización	66	60	66	6	No se necesita señalización	13,0
20779,31	20844,31	65,00	853,13	851,87	-1,93%	Curva 33	110	60	56	61	5	No se necesita señalización	60	56	61	5	No se necesita señalización	11,0
20908,15	20954,42	46,27	852,00	851,94	-0,14%	Curva 34	-44,185	56	40	57	17	Simple	56	40	57	17	Simple	6,0
20953,99	21001,97	47,98	851,70	851,48	-0,45%	Curva 35	100	40	54	41	-13	No se necesita señalización	56	54	41	-13	No se necesita señalización	10,0



SENTIDO DECRECIENTE DE PKS																			
Pkinicial	Pkfinal	D	Cota PK inicial	Cota PK final	Pendiente	Curvas	Radio	Vel.Máx.120 km/h					Vel.Máx.90 km/h					Min. Sep. en curva (m)	
								V1	V2	Va	Va-V2	Primer Panel	V1	V2	Va	Va-V2	Primer Panel		
21001,97	20953,99	47,98	851,52	851,91	0,83%	Curva 34	-44,185	54	40	55	15	No se necesita señalización	54	40	55	15	No se necesita señalización	6,0	
20950,18	20908,15	42,03	851,48	851,70	0,52%	Curva 33	110	40	56	41	-16	No se necesita señalización	54	56	41	-16	No se necesita señalización	11,0	
20844,31	20779,31	65,00	851,87	853,13	1,93%	Curva 32	130	56	60	57	-3	No se necesita señalización	56	60	57	-3	No se necesita señalización	13,0	
20760,76	20710,28	50,48	853,25	853,54	0,59%	Curva 31	-160	60	66	61	-5	No se necesita señalización	60	66	61	-5	No se necesita señalización	16,0	
20676,75	20676,75	0,00	852,93	852,93	#¡DIV/0!	Curva 30	187,204	66	70	66	-4	No se necesita señalización	66	70	66	-4	No se necesita señalización	18,7	
20636,81	20636,81	0,00	852,37	852,37	#¡DIV/0!	Curva 29	70	70	46	70	24	Simple	70	46	70	24	Simple	7,0	
20608,08	20439,73	168,35	852,43	857,48	3,00%	Curva 28	-120	46	58	86	27	Simple	46	58	86	27	Simple	12,0	
20422,41	20330,45	91,96	857,52	857,50	-0,03%	Curva 27	100	58	54	59	5	No se necesita señalización	58	54	59	5	No se necesita señalización	10,0	
20277,94	20241,36	36,58	857,66	858,17	1,38%	Curva 26	32	54	40	54	14	No se necesita señalización	54	40	54	14	No se necesita señalización	6,0	
20216,08	20175,58	40,50	858,52	859,48	2,37%	Curva 25	-40	40	40	41	1	No se necesita señalización	40	40	41	1	No se necesita señalización	6,0	
20113,04	20058,40	54,64	861,31	862,51	2,20%	Curva 24	50,326	40	40	41	1	No se necesita señalización	40	40	41	1	No se necesita señalización	6,0	
20038,88	19978,00	60,88	862,79	864,47	2,76%	Curva 23	-55	40	42	41	-1	No se necesita señalización	40	42	41	-1	No se necesita señalización	6,0	
19972,49	19658,78	313,71	864,50	853,31	-3,57%	Curva 22	2200	42	110	111	1	No se necesita señalización	42	90	90	0	No se necesita señalización	220,0	



Tanto para la señalización como para el balizamiento se debe tener en cuenta la vigencia de las mismas, así como que contienen el marcado CE que exige la Normativa. Respecto a estas exigencias, pocas de las señales han sobrepasado la fecha de caducidad impuesta, mientras que muchas de ellas no cuentan con el marcado CE, como se puede observar en la tabla que se muestra anteriormente.

También en cuanto a balizamiento se refiere, según se dispone en la Orden Circular 309/90 C. y E. del 15 de Enero de 1990, los hitos de arista tiene por objeto primordial balizar los bordes de las carreteras durante las horas nocturnas o de escasa visibilidad. No obstante también balizan el borde de las vías durante las horas diurnas, por ello son de color blanco con una franja inclinada hacia el eje de la carretera. Al mismo tiempo sirven para materializar los hectómetros de la vía, hecho muy interesante para estudios de accidentes y otros temas.

En el caso de la carretera objeto de estudio, por tratarse de una carretera convencional de calzada única, en caso de existir este tipo de balizamiento, deberían ser los de Tipo I. Estos se caracterizan por tener sección en forma de "A" con lados iguales de 12 cm de longitud. El ángulo formado por los lados de la "A" debe ser de 30º sexagesimales. La altura del hito sobre el pavimento debe ser de 1,05 m, y la longitud de anclaje depende del lugar y material (en este caso al tratarse de tierra será mayor o igual que 50 cm o en los casos de roca o hormigón mediante una pieza metálica galvanizada totalmente inmovilizada). Pero como se puede observar en el tramo objeto de estudio este tipo de balizamiento es inexistente, aunque proporcionaría una mayor comodidad para el usuario de la infraestructura viaria, ya que ayudaría a identificar mejor el trazado sinuoso existente.

5.- SISTEMAS DE CONTENCIÓN

Para el análisis de los sistemas de contención de vehículos que se encuentran actualmente en el tramo de estudio se ha recurrido a la Orden Circular 35/2014 sobre criterios de aplicación de sistemas de contención de vehículos. En ella se añade como anejo las Recomendaciones sobre criterios de aplicación de sistemas de contención de vehículos.

Según la OC, se deben considerar eficaces las instalaciones de sistemas de contención actualmente en servicio, cuyo mantenimiento o reposición puntual podrá seguir realizándose mediante elementos o sistemas semejantes a los existentes. Se exceptúan los sistemas que previamente fueron anulados por sus características geométricas, en particular no podrán reponerse en ningún caso soportes IPN o similares.

En el tramo de carretera objeto de estudio se observan algunos tramos que contienen sistemas de contención de vehículos. Todos ellos están sujetos por soportes IPN, lo que significa que ninguno de estos podrá reponerse. Además los tramos que contienen sistemas de contención de vehículos son insuficientes, ya que no cubren los elementos o situaciones potenciales de riesgo que existen en las inmediaciones del trazado.

6.- ACCIDENTALIDAD

Los datos de accidentalidad registrados en el listado de accidentes de la carretera CV-245 proporcionan información específica de cada accidente que se ha producido en la infraestructura. Estos han sido facilitados por la División de Carreteras de la Conselleria de Vivienda, Obras Públicas y Vertebración del Territorio de la Generalitat Valenciana, encargada del mantenimiento de la carretera objeto de estudio. Para analizar la situación de la carretera en cuanto a accidentalidad se refiere se deben tener en cuenta únicamente los comprendidos entre los PPKK 19+800 y 21+000. No obstante también es recomendable observar los accidentes producidos en un rango de PPKK un poco más extenso que contenga este tramo a estudiar.

De este modo, del listado de accidentes registrados desde el año 2000 hasta la actualidad, para el rango de PPKK deseado se observa que se han producido desde hace aproximadamente 16 años un total de 11 accidentes. Se puede deducir que se trata de un tramo de baja accidentalidad. De hecho en el último año (2015), con una IMD de 986 veh/día, una longitud de tramo analizado de 1,2 km y un único accidente con víctimas registrado durante el año; presenta una Tasa de Siniestralidad de $2,32 \cdot 10^{-6}$ acv/veh km.

Esto puede ser debido a distintos factores como podría ser un alto nivel de concentración de los conductores durante la circulación por tratarse de un tramo de carretera desconocido, que la mayoría de usuarios de la carretera son habituales por lo que ya conocen los problemas de la misma, u otros factores. No obstante, este no es motivo para asumir que la carretera se encuentra en buen estado, ya que presenta problemas de trazado y señalización como se ha comprobado anteriormente.

PK	Fecha	M	G	L	Características	Consecuencias	Superficie	Luminosidad	F. Atmosféricos	Otras	Observaciones
21,0	03/09/2000	0	0	1	Curva suave	Salida de la vía sin colisión	SL	PD	BT	N	La motocicleta sufre vuelco en calzada y posterior salida
20,5	07/10/2000	0	1	0	Curva suave	Vuelco en calzada	SL	PD	BT	N	Vuelca en calzada y salida de vía
20,0	01/11/2000	0	0	2	Curva suave	Colisión vehículo en marcha	SL	PD	BT	N	Colisión por raspado positivo al vehículo que le precedía
20,0	02/12/2000	0	1	0	Curva suave	Salida de la vía sin colisión	SL	PD	BT	N	Se sale de la vía volcando fuera de la calzada
20,3	17/03/2001	0	1	0	Curva suave	Colisión de vehículo con obstáculo en calzada	SL	PD	BT	N	Se sale de la vía y choca contra la valla metálica
20,0	19/01/2003	0	1	0	Curva suave	Salida de la vía con colisión	SL	PD	BT	N	La motocicleta se sale de la vía a margen dcha. volcando en curva.
20,2	09/04/2006	0	0	0	Curva suave	Salida de la vía con colisión	SL	PD	BT	N	Salida de vía por margen dcho. chocando frontalmente
20,0	16/09/2007	0	0	1	Curva suave	Salida de la vía sin colisión	SL	PD	BT	N	Salida de la vía por marge dcho. por imper. en la conducción
20,0	06/12/2008	0	0	1	Curva fuerte con señal y velocidad señalizada	Salida de la vía sin colisión	SL	PD	BT	N	El conductor del vehículo implicado toma una curva a izq.
20,0	03/12/2014	0	0	1		Otro tipo de accidente	SL	PD	BT	N	Posiblemente por distracción o vel. inadecuada en el conductor
20,0	08/11/2015	0	0	1		Salida de la vía sin colisión	SL	PD	O	N	Circulando motocicleta por tramo curvo orientado hacia la izq.

Entre los accidentes que se han registrado entre los PPKK 19+800 y 21+000, 7 de ellos se dan en el mismo punto kilométrico, el PK 20+000, lo que significa que este se trata de un punto crítico en este tramo de carretera, el cual deberemos tener en cuenta tanto en nuestro estudio del estado actual de la carretera como en las soluciones de mejora a proponer.

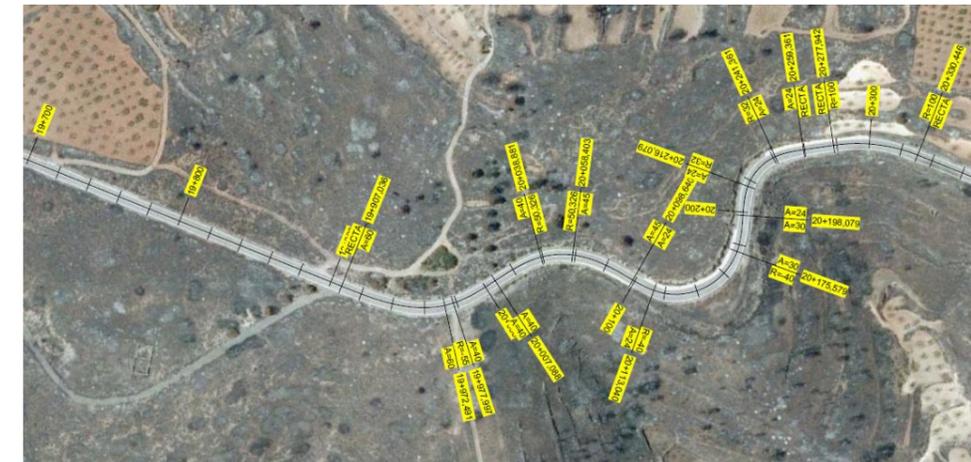


Figura 28. Trazado en planta. PK 20+000.

Como se observa en el trazado en planta de la carretera este punto se encuentra según el sentido creciente de PPKK dentro de una curva de acuerdo de salida perteneciente a una curva a izquierdas compuesta por: una curva circular de 55 m de radio y sus curvas de acuerdo (clotoides) de entrada y salida con parámetros 60 y 40 respectivamente. Esta curva está precedida por una recta de 248,258 m de longitud. En este caso se observan distintos problemas analizando el caso en el sentido creciente de PPKK:

- Por una parte, después de una recta de longitud considerable se presenta una curva con un radio reducido, lo que supone una reducción de velocidad importante, ya que la velocidad específica de la curva es de 40 km/h, y en la recta se alcanzará una velocidad mucho mayor. Esto se debe tanto a su longitud como a su trazado anterior, ya que en los PPKK anteriores a la recta de la que se está hablando se tiene una curva de radio 2.200 m sin curvas de acuerdo, precedida de otra recta de una longitud importante. De este modo, la velocidad a la que se podrá circular por este tramo anterior a la curva será la máxima permitida, en este caso, de 90 km/h.

- Por otra parte, se observa que no existe simetría entre las clotoides contiguas a la alineación circular.
- Además, se debe tener en cuenta si se cumple el Criterio I de Limitación de la aceleración centrífuga en el plano horizontal. Este criterio se considera desde el punto de vista de la comodidad, por lo que se limita a un valor J en función de la velocidad específica de la curva a la que pertenecen las curvas de acuerdo analizadas. Si no se cumple este criterio significa que los parámetros de la curva de acuerdo son insuficientes para la velocidad a la que se circula. Por este motivo, el usuario se fabricará su propia clotoide, invadiendo o bien el arcén o parte del carril de sentido contrario, con el fin de circular de una forma cómoda y segura. Como se ha comprobado, en el caso de las clotoides que integran la curva analizada, la clotoide de salida no cumple este criterio, por lo que se tratará de un trazado inconsistente desde el punto de vista de la comodidad del usuario, el cual se fabricará su propia clotoide invadiendo el carril contrario ya que no se dispone de arcén.

PK inicio	PK fin	Alineación	Longitud	Radio	A	Ve	Curvas de transición			
							Criterio 1- Var. de la acel. Centrif.			
							J	Lmin	Amin	
19658,778	19.907,036	Recta	248,258				-	-	-	-
19907,036	19.972,491	Curva transición	65,455		60	0,5	34,638	43,647	cumple	
19972,491	19.977,997	Curva circular	5,506	55		40	-	-	-	-
19977,997	20.007,088	Curva transición	29,091		40	0,5	34,638	43,647	no cumple	

- Respecto a la señalización, según el análisis según la Norma 8.1.-IC de Señalización Vertical, la curva analizada requiere un primer panel triple, seguido de dos a cuatro paneles simples. El primer panel puede ser simple, doble o triple, según la diferencia de velocidades que se produce al circular por este tramo. Los paneles que siguen a este primero, siempre serán simples, y deben disponerse a una separación aproximada de R/10, siempre que el conductor pueda ver un mínimo de 3 paneles y un máximo de 5 desde un ángulo de 20º, y con una separación mínima de 6m y máxima de 40m.

Pkinicial	Pkfinal	D	Cota PK inicial	Cota PK final	Pendiente	Radio	Vel. Máx. 90 km/h				
							V1	V2	Va	Va-V2	Primer Panel
19658,778	19972,491	313,713	853,311	864,502	0,0356	-55	90	42	90	48	Triple

No obstante, actualmente la curva dispone de una señalización insuficiente, ya que solo contiene dos paneles, y el primero no se corresponde con un panel triple como exige la Normativa si no con un panel simple, como se puede observar en las siguientes imágenes:



Figura 29. Señalización PK 20+000. Sentido creciente



Figura 30. Señalización PK 20+000. Sentido creciente.

Según el sentido decreciente de PPKK, se observa que el punto problemático se encuentra precedido por dos curvas consecutivas de sentido contrario y sin recta intermedia. Se observan en este sentido problemas similares al sentido directo:

- Siguiendo el sentido decreciente, se encuentra en primer lugar una curva de radio 40 m y con sus respectivas clotoides de parámetros 30 y 24 respectivamente. Esto significa que la curva de acuerdo de salida será menor que la de entrada, y lo mismo sucede con la segunda curva de radio 50,326 m y parámetros 45 y 40 respectivamente. Por lo que en el sentido contrario al analizado anteriormente tampoco se observa simetría en cuanto a las curvas de transición contiguas a la curva circular precedente al punto kilométrico conflictivo.
- Por otra parte, si se considera la limitación de la aceleración centrífuga en curvas de transición, para el caso de sentido indirecto realizadas las comprobaciones pertinentes, se observa que en este caso no cumple la clotoide de salida según el sentido de circulación indirecto, es decir, la de menor parámetro. Esto significa que el usuario de la infraestructura, en este elemento de la carretera se fabricará una clotoide de mayor parámetro, y como consecuencia de mayor longitud, para circular en condiciones óptimas de comodidad.

PK inicio	PK fin	Alineación	Longitud	Radio	A	Ve	Curvas de transición			
							Criterio 1- Var. de la acel. Centrif.			
							J	Lmin	Amin	
20007,088	20.038,881	Curva transición	31,793		40		0,5	39,132	44,377	no cumple
20038,881	20.058,403	Curva circular	19,522	50,326		40	-	-	-	-
20058,403	20.098,640	Curva transición	40,237		45		0,5	39,132	44,377	cumple

- Respecto a la señalización, en el caso del sentido decreciente, en la primera curva a derechas de radio 40 m se dispone de dos paneles simples, y en la segunda curva a izquierdas de radio 50,326 m se dispone de un único panel simple, como se observa en las imágenes.



Figura 31. Señalización PK 20+000. Sentido decreciente.

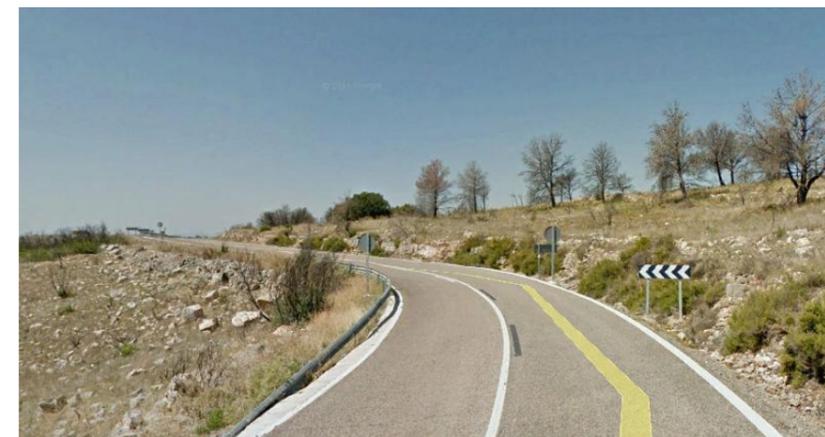


Figura 32. Señalización PK 20+000. Sentido decreciente.

Según la Norma 8.1.-IC las curvas analizadas, precedentes al PK conflictivo en el sentido decreciente no necesitan señalización.

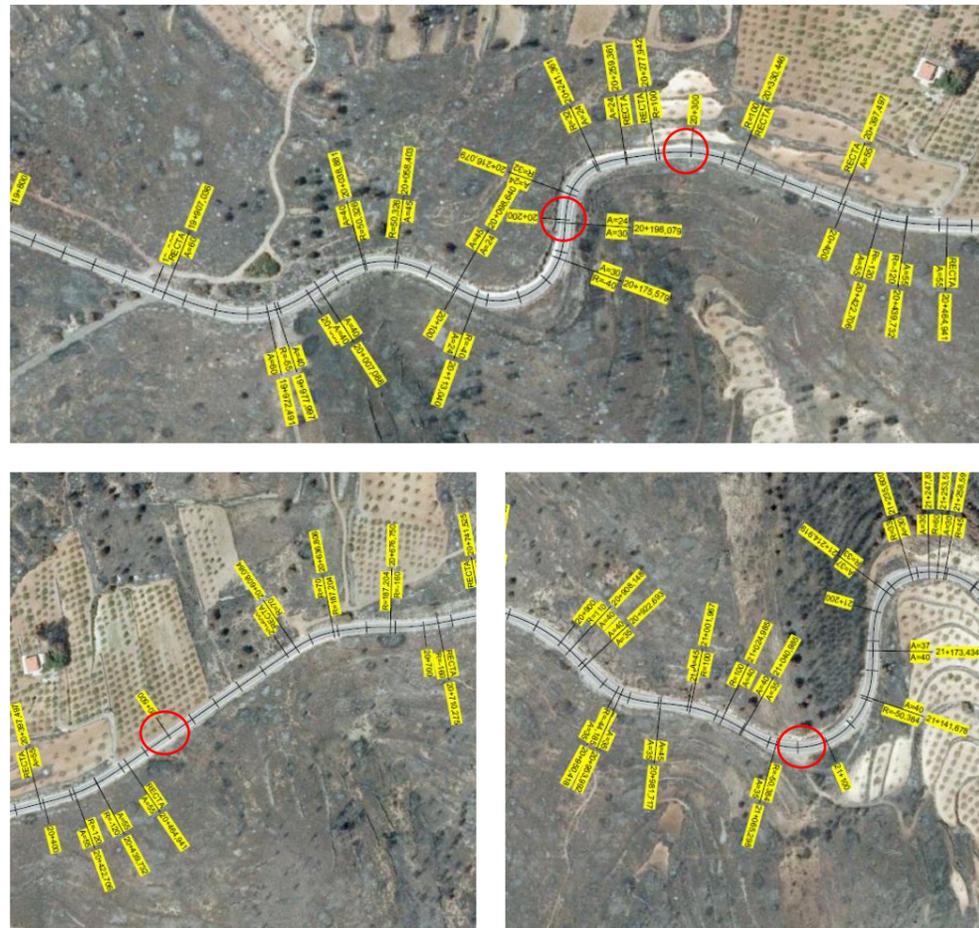
Pkinicial	Pkfinal	D	Cota PK inicial	Cota PK final	Pendiente	Radio	Vel.Máx.90 km/h				Primer Panel
							V1	V2	Va	Va-V2	
20216,079	20175,579	40,5	858,517	859,475	2,37%	-40	40	40	41	1	No se necesita señalización
20113,04	20058,403	54,637	861,31	862,51	2,20%	50,326	40	40	41	1	No se necesita señalización

Esto es porque la diferencia de velocidades entre el tramo anterior a esta curva y las mismas curvas es muy pequeña. No obstante, al tratarse de un punto crítico, se puede considerar que la señalización existente es adecuada.

De los accidentes registrados en este punto, no se tiene información sobre el sentido de circulación del vehículo o vehículos implicados, pero coincide que la mayoría de accidentes producidos son normalmente salidas de vía, en general sin colisión. Se puede pensar que la mayoría de accidentes se darán en el sentido creciente de PPKK, debido a que se produce un mayor cambio en el trazado de las alineaciones, lo que se traduce en una importante reducción de la velocidad.

Por lo que se refiere a las características de los accidentes registrados, de los que se originan en el PK 20+000 todos se producen características de curva suave excepto uno que se da en una curva fuerte señalizada, así como su velocidad.

Por otra parte, no existe ningún tramo en el que se den varios accidentes. De hecho, los otros cuatro accidentes registrados se dan en PPKK distintos, y distintos al PK 20+000 analizado anteriormente (PPKK 20+200, 20+300, 20+500 y 21+000), marcados en las siguientes imágenes.



Figuras 33,34 y 35. Trazado actual en planta. PPKK localización accidentes.

Como también se puede observar, estos PPKK presentan características similares a las observadas en el punto crítico analizado anteriormente.

El PK 20+200 registra un accidente por salida de vía con colisión, por lo que se puede pensar que se debe al trazado. Este punto está situado entre dos curvas de sentido de curvatura contrario y radios 40 y 32 m respectivamente.

El PK 20+300 está situado dentro de una alineación curva de radio 100 m entre dos rectas. El accidente que se produjo en este tramo fue por colisión con un obstáculo en la calzada, por lo que se puede decir que la geometría de este tramo no es inconsistente, ya que el accidente se dio debido a un factor externo al trazado de la carretera.

En el PK 20+500 se registró un accidente de vuelco en calzada y salida de vía en curva suave. Este punto se encuentra localizado en una recta entre dos curvas de radios 120 y 70 m con sentido de curvatura opuesto.

Por último, el PK 21+000 se encuentra en una curva de radio 100 m situada entre otras dos curvas de radios 44,185 m y 50,384m, la primera con sentido de curvatura opuesto y la segunda con el mismo sentido que la curva intermedia. El accidente registrado en este punto se sabe que se trataba de una motocicleta, que volcó en la calzada con posterior salida de la vía.

No obstante, aunque no se trata de puntos críticos como es el caso del PK 20,00, se puede suponer que todo el tramo presenta la misma problemática, ya que presenta las mismas características de trazado.

Las condiciones en las que se dan los accidentes registrados: la superficie, luminosidad y condiciones atmosféricas, son comunes a todos los accidentes excepto a uno: superficie seca y limpia, a pleno día, y con buen tiempo, a excepción de un accidente que se produce con otras condiciones atmosféricas no especificadas en el registro.

Si nos fijamos en las víctimas que han producido el total de accidentes del que hablamos, se registran heridos leves en mayor número que heridos graves, pero ninguna muerte, por lo que podemos concluir que no se trata de accidentes mortales, y la mayoría son de poca gravedad. De este modo, se trata de un tramo conflictivo pero con accidentes leves.

Anejo nº2. Anejo fotográfico.

Estudio para la mejora de la Seguridad Vial de la Carretera CV-245, PPKK 19+800 a 21+000 en el T.M. de Alcublas (Valencia).

Autor: Elia Canet Artés

Tutor: José Manuel Campoy Ungria



Escuela Técnica Superior de Ingenieros de
Caminos, Canales y Puertos

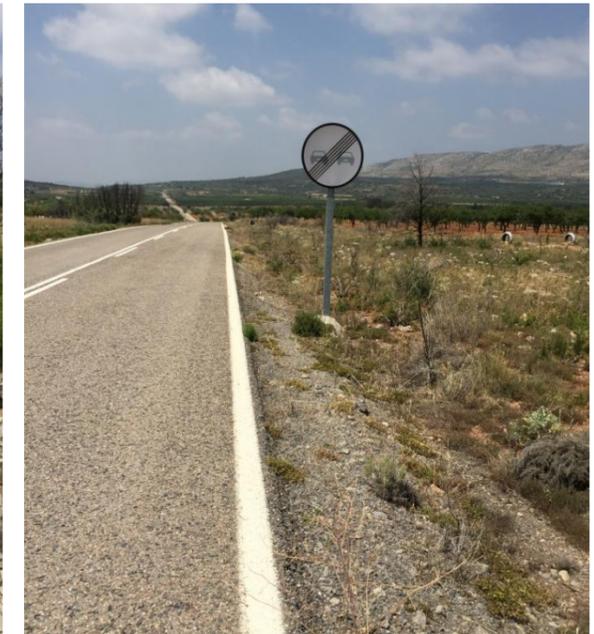
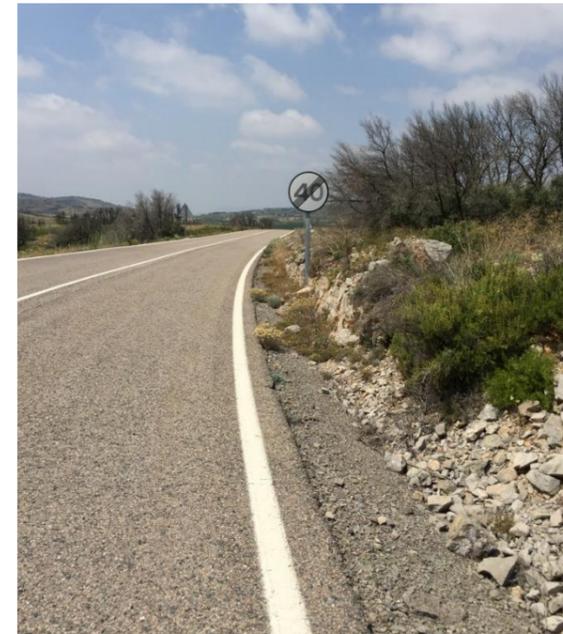
TRABAJO FINAL DE GRADO

Titulación: Grado en Ingeniería Civil

Curso: 2015-2016







Anejo nº3. Estudio del Tráfico.

Estudio para la mejora de la Seguridad Vial de la Carretera CV-245, PPKK 19+800 a 21+000 en el T.M. de Alcublas (Valencia).

Autor: Elia Canet Artés

Tutor: José Manuel Campoy Ungria



Escuela Técnica Superior de Ingenieros de
Caminos, Canales y Puertos

TRABAJO FINAL DE GRADO
Titulación: Grado en Ingeniería Civil
Curso: 2015-2016



ÍNDICE

- 1.- INTRODUCCIÓN
- 2.- ESTUDIO DEL TRAFICO
 - 2.1.- CATEGORIA DE TRAFICO
 - 2.2.- NIVEL DE SERVICIO

1.- INTRODUCCIÓN

Con el fin de definir los datos adecuados que sirvan como base para el diseño de la carretera proyectada se realiza el estudio y previsión del tráfico.

Según los datos facilitados por la División de Carreteras de la Conselleria d'Habitatge, Obres Públiques i Vertebració del Territori de la Generalitat Valenciana, correspondientes al año 2015, en el tramo de estudio la Intensidad Media Diaria (IMD) es de 986 vehículos por día, con un porcentaje de vehículos pesados de 3,8 %.

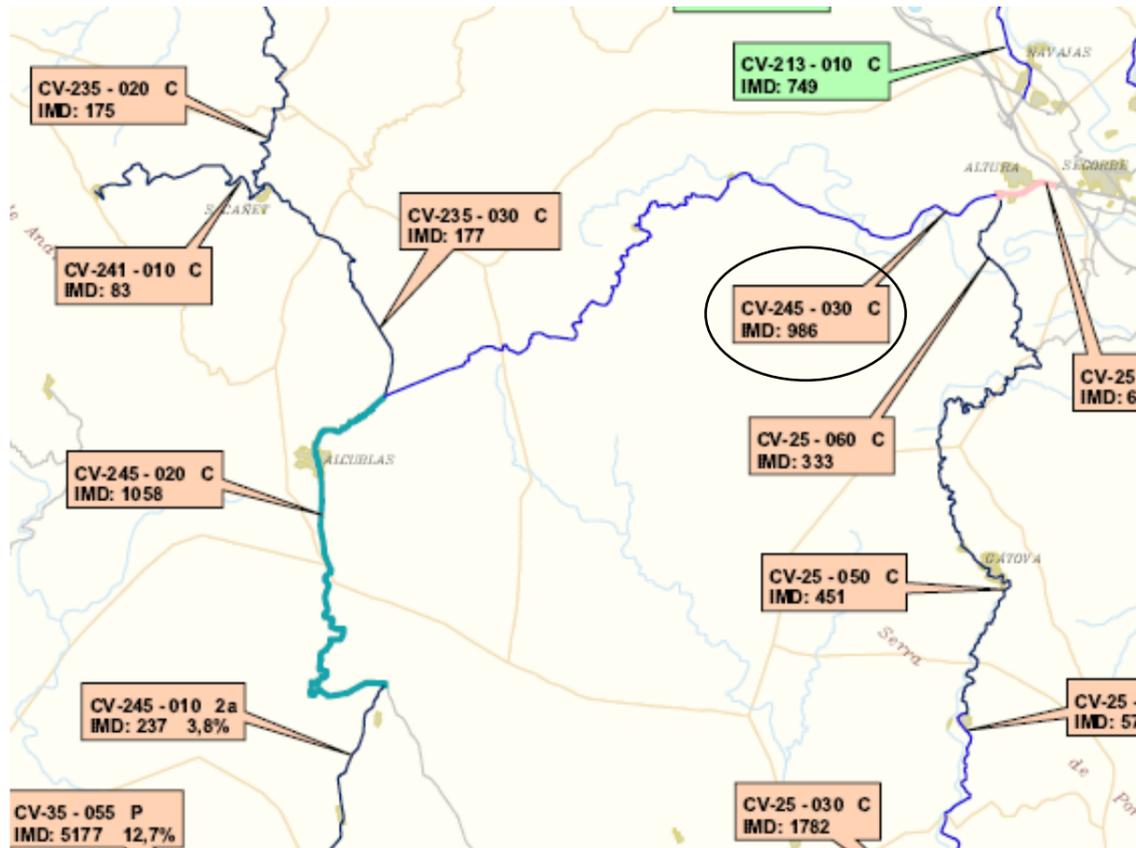


Figura 1. Mapa de tránsito de la zona.

2.- ESTUDIO DEL TRAFICO

2.1.- CATEGORIA DE TRAFICO

Para el estudio y previsión del tráfico se utilizará la Instrucción para la mejora de la eficiencia en la ejecución de obras públicas del Ministerio de Fomento (Orden FOM/3317/2010). Según se dispone en esta Instrucción, los incrementos de tráfico a utilizar en los estudios de tráfico a efectos de definir la necesidad de carriles adicionales en rampa, terceros carriles por cuestión de capacidad, la categoría del firme, así como cualquier otra gestión de la geometría de la carretera serán los siguientes:

Incrementos de tráfico a utilizar en estudios

Período	Incremento anual acumulativo
2010 – 2012	1,08 %
2013 – 2016	1,12 %
2017 en adelante	1,44 %

Figura 2. Incrementos de tráfico.

Como expone la Norma 3.1- IC de Trazado, la sección transversal de una carretera y los elementos de la misma se establecerán en función de la intensidad y composición del tráfico previsible en el año horizonte (20 años posteriores a la entrada en servicio), el nivel de servicio y los estudios económicos pertinentes. Mientras que a efectos de la aplicación de la Norma 6.1-IC de diseño de las secciones de firmes, para definir la categoría de tráfico pesado se tendrá en cuenta la IMD de pesados (IMDp) prevista para el carril de proyecto en el año de la puesta en servicio.



Por tanto, a partir de los incrementos de tráfico establecidos por la Orden FOM/3317/2010, se calcula la IMD y la IMD de pesados desde el año de puesta en servicio hasta el año horizonte, suponiendo que la carretera será puesta en servicio en 2017. En la tabla que se muestra a continuación se refleja dicho cálculo:

Año	IMD	IMD. Pesados
2015	986	37
2016	997	38
2017	1011	38
2018	1026	39
2019	1041	40
2020	1056	40
2021	1071	41
2022	1086	41
2023	1102	42
2024	1118	42
2025	1134	43
2026	1150	44
2027	1167	44
2028	1184	45
2029	1201	46
2030	1218	46
2031	1236	47
2032	1253	48
2033	1271	48
2034	1290	49
2035	1308	50
2036	1327	50
2037	1346	51

Obtenemos una **IMD de pesados** para el **año de puesta en servicio** de **38 veh.pesados/día**. Que conforme la tabla 1.B. CATEGORÍAS DE TRÁFICO PESADO T3 Y T4 contenida en la instrucción de Carreteras 3.1-IC capítulo 4: Categorías de tráfico pesado, tendremos un tráfico **T41**.

Para el **año horizonte**, la IMD de pesados es de **51 veh.pesados/día**, por lo que justo en este año el tráfico pasaría a ser T32 por tan solo dos vehículos. No obstante, se considerará que la categoría de tráfico no varía desde el año de puesta en servicio hasta el año horizonte, debido a que durante este periodo de 20 años se realizará un mantenimiento del pavimento en el que en caso de necesidad se reforzará el firme, por lo que es innecesario diseñar el firme para una categoría de tráfico pesado superior a la necesaria para la puesta en servicio de la infraestructura viaria.

TABLA 1.B. CATEGORÍAS DE TRÁFICO PESADO T3 Y T4

CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO	T31	T32	T41	T42
IMDp (vehículos pesados/día)	< 200 ≥ 100	< 100 ≥ 50	< 50 ≥ 25	< 25

Figura 3. Tabla Categorías de tráfico pesado.

2.2.- NIVEL DE SERVICIO

Por otra parte, los niveles de servicio sirven para la valoración de la calidad de la circulación por parte del usuario: comodidad, seguridad, economía y fluidez; así como para la medición cualitativa del funcionamiento de un elemento viario.

Nivel de Servicio	Circulación
A	Fluida
B	Estable a alta velocidad
C	Estable
D	Casi inestable
E	Inestable
F	Forzada

Por tanto, para poder valorar la calidad de la circulación y su funcionamiento se realizará el cálculo del Nivel de Servicio del tramo de carretera estudiado para la hora de proyecto del año horizonte. Para ello se emplea la metodología del Manual de Capacidad de EEUU (Highway Capacity Manual 2010).



Según la Norma de Trazado 3.1-IC, los niveles de servicio para los distintos tipos de carreteras deben ser como mínimo los que se expresan en la siguiente tabla. Por lo que para el caso, el Nivel de Servicio debe ser como mínimo nivel E.

CLASE DE CARRETERA	VELOCIDAD DE PROYECTO (km/h)	CARRILES (m)	ARCÉN (m)		BERMAS (m)		NIVEL DE SERVICIO EN LA HORA DE PROYECTO DEL AÑO HORIZONTE
			EXTERIOR	INTERIOR	MÍNIMO	MÁXIMO ****	
De calzadas separadas	120	3,5	2,5	1,0-1,5 *	0,75	1,5	C
	100	3,5	2,5	1,0-1,5 *	0,75	1,5	D
	80	3,5	2,5	1,0	0,75	1,5	D
De calzada única	Vías rápidas	100	3,5	2,5	0,75	1,5	C
		80	3,5	2,5	0,75	1,5	D
	Carreteras convencionales	100	3,5	1,5 - 2,5	0,75	1,5	D
		80	3,5	1,5 ***	0,75 **	1,5 **	D
		60	3,5	1,0 - 1,5 ***	0,75 **	1,5 **	E
		40 IMD ≥ 2000	3,5	0,5	-	-	E
40 IMD < 2000	3,0	0,5	-	-	E		

* El valor 1,5 se exigirá para medianas en las que, de forma continuada, la barrera esté adosada al arcén.
 ** Para carreteras en terreno muy accidentado y con baja intensidad de tráfico (IMD < 3000) se podrá justificar la ausencia o reducción de berma.
 *** Para carreteras en terreno muy accidentado, o con baja intensidad de tráfico (IMD < 3000) se podrá reducir de forma justificada la dimensión del arcén en 0,5 metros como máximo.
 **** Salvo justificación en contrario (visibilidad, sistemas de contención de vehículos, etc).
 NOTA: El nivel de servicio se definirá de acuerdo con el Manual de Capacidad.

Figura 4. Tabla características en función del tipo de carretera.

La carretera a la que pertenece el tramo se trata de una carretera de clase II, en la que los conductores no esperan viajar a velocidades elevadas. Se considerará que la IHP será un 15% de la IMD, por lo que tendremos una IHP en la hora de proyecto del año horizonte (se considera como tal el año 2037) de 202 veh/h. Suponiendo que el tráfico es igual en ambos sentidos, tendremos una IHP direccional de 101 veh/h por sentido.

En primer lugar, se realiza la estimación de la velocidad en flujo libre (FFS). Partiendo de la velocidad de flujo base (BFFS) suele tomarse como velocidad en flujo libre la velocidad de diseño o puede estimarse con la velocidad límite + 10 mi/h, ajustándola según la anchura de carril y arcén y la densidad de accesos. Teniendo en cuenta que la velocidad límite de la carretera es de 90 km/h, la velocidad de flujo base BFFS será de 65,9 mi/h, el factor de sección transversal F_{LS} será de 6,4 y el de densidad media de accesos por servicio 0. Por tanto, la velocidad en flujo libre FFS será de 59,5 mi/h, según la expresión: $FFS = BFFS - F_{LS} - F_A$.

En segundo lugar, se ajusta la demanda para estimar el % en cola (PTSF). Para ello se utilizará la siguiente expresión: $V_{i,PTSF} = \frac{V_i}{PHF \cdot f_{g,PTSF} \cdot f_{HV,PTSF}}$. Sabiendo que $V_i=101$ veh/h y que $PHF=0,90$ por tratarse de una carretera rural, se obtienen de las tablas del Manual de Capacidad el factor de pendiente ($f_{g,PTSF}$) y el factor de pesados para % de tiempo en cola ($f_{HV,PTSF}$), obteniéndose respectivamente los valores de 0,73 y 0,97. Por tanto, a partir de los factores obtenidos, se calculará la intensidad de demanda para PTSF ($v_{i,PTSF}$), el cual resulta un valor de 158 pc/h.

Por último, se estimará el porcentaje % de tiempo en cola (PTSF). Considerando que el porcentaje de zona de adelantamiento no permitido es de un 40% y que el tráfico es el mismo en ambas direcciones, se estima un porcentaje de tiempo en cola de un 56,4%.

Sabiendo que la carretera pertenece a una carretera de tipo clase II y el PTSF es superior al rango 55-70%, el tramo de carretera analizado tiene un **Nivel de Servicio C**, que supone una circulación estable. Esto significa que el tipo de carretera es adecuado para el uso de la misma, ya que el nivel de servicio para la hora de proyecto del año horizonte es más favorable que el nivel límite exigido por la norma para carreteras convencionales con velocidad de proyecto de 40 km/h y $IMD < 2000$.

Anejo nº4. Estudio Geológico y Geotécnico.

Estudio para la mejora de la Seguridad Vial de la Carretera CV-245, PPKK 19+800 a 21+000 en el T.M. de Alcublas (Valencia).

Autor: Elia Canet Artés

Tutor: José Manuel Campoy Ungria



Escuela Técnica Superior de Ingenieros de
Caminos, Canales y Puertos

TRABAJO FINAL DE GRADO
Titulación: Grado en Ingeniería Civil
Curso: 2015-2016



ÍNDICE

- 1.- INTRODUCCIÓN
- 2.- MARCO GEOLÓGICO
- 3.- PRÉSTAMOS, YACIMIENTOS Y CANTERAS
 - 3.1.- GENERALIDADES
 - 3.2.- CALIZAS PARA MACHAQUEO
 - 3.3.- PORFIDOS
 - 3.4.- DIABASAS, GARBOS Y VULCANITAS
 - 3.5.- ARENAS
 - 3.6.- INSTALACIONES PRODUCTORAS DE MEZCLAS BITUMINOSAS EN CALIENTE
- 4.- ESTUDIO GEOTECNICO
 - 4.1.- TRABAJOS DE CAMPO Y ENSAYOS REALIZADO
 - 4.2.- DESMONTES
 - 4.2.1.- ESTABILIDAD
 - 4.2.2.- APROVECHAMIENTO DE MATERIALES
 - 4.2.3.- EXCAVABILIDAD
 - 4.3.- TERRAPLENES

1.- INTRODUCCIÓN

El presente anejo tiene como finalidad el estudio de las características geotécnicas de los terrenos y materiales atravesados por el trazado de la carretera CV-245 del municipio de Alcublas o la CV-235 al límite de provincia con Castellón. Tramo PPKK 19+800 – 21+000 perteneciente al T.M. de Alcublas, de modo que se puedan clasificar y valorar los materiales presentes en la zona en función de la campaña de trabajos, así como de los ensayos geotécnicos pertinentes realizados en laboratorio.

2.- MARCO GEOLÓGICO

La traza discurre por las proximidades del parque natural La Torrecilla-Puntal de Navarrete, localizado en el término municipal de Altura, en confluencia con los términos de Alcublas y Jérica, el cual posee una superficie de 331,30 ha. Se caracteriza por su diversidad de estratos aflorantes, entre los que predomina el de carácter mesozoico, que caracteriza un paisaje cárstico con elevadas crestas y barrancos, derrubios y abrigos naturales. No obstante, este paisaje natural no interfiere en ningún punto ni con la carretera CV-245 ni con el tramo objeto de estudio.

Se ha localizado el tramo de carretera a mejorar en la hoja 667 (28-26) VILLAR DEL ARZOBISPO perteneciente al Mapa Geológico de España a escala 1:50.000 proporcionado por el Instituto Geológico y Minero de España (IGME) en su página web.

MAPA GEOLÓGICO DEL TRAMO 19+800 – 21+000 DE LA CARRETERA CV-245, ALCUBLAS-ALTURA

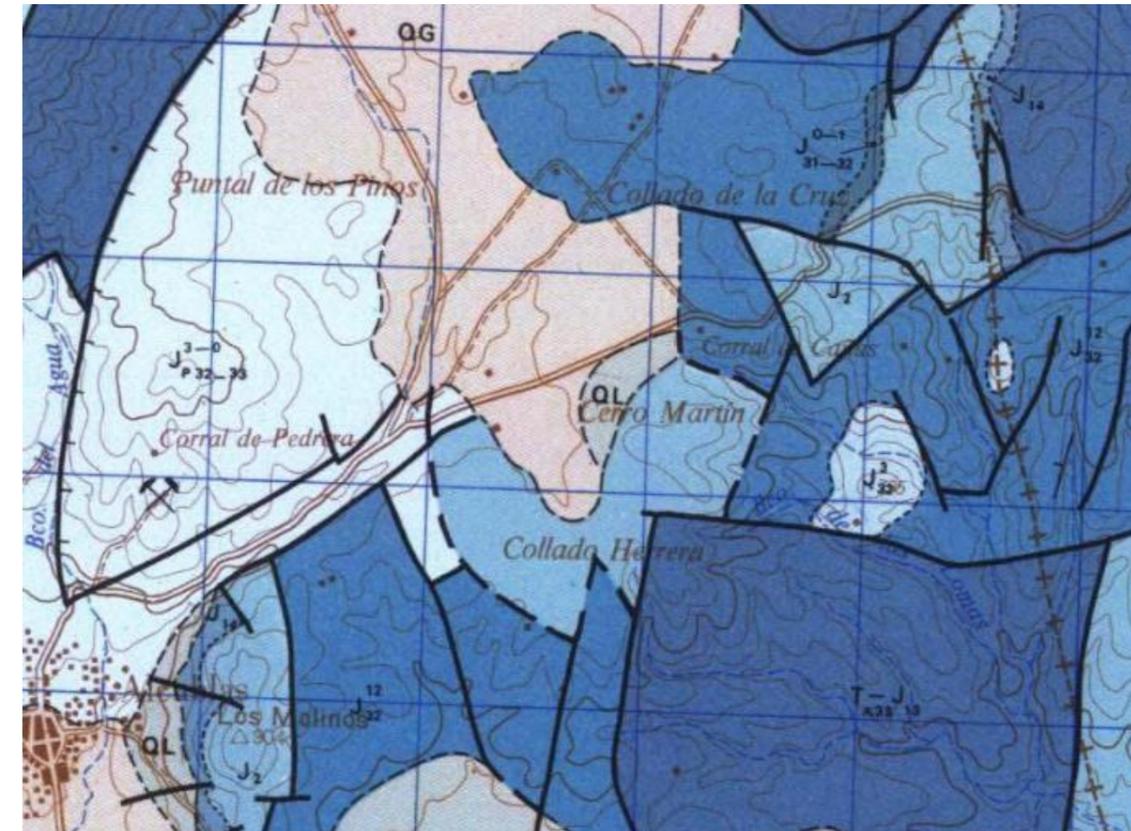


Figura 1. Mapa geológico tramo CV-245 objeto de estudio.

LEYENDA DEL MAPA GEOLÓGICO

CUATERNARIO			QL	Q.G	QAI	QAI	Gravas, arenas y limos	
CRETACICO	SUPERIOR	CENOMANIEN.	C ₂₁ ¹³	C ₂₁ ¹³	C ₂₁ ¹³	C ₂₁ ¹³	Dolomías y calcarenitas con intercalaciones margosas	
		ALBIENSE	C ₁₆	C ₁₆	C ₁₆	C ₁₆	Alternancia de areniscas calcáreas, arenas blancas y margas	
	INFERIOR	APTIENSE	C ₁₅	C ₁₅	C ₁₅	C ₁₅	Calizas bioclásticas y oolíticas	
		FACIES WEALD	C _{w11-18}	C _{w11-18}	C _{w11-18}	C _{w11-18}	C _{w11-18}	Alternancia de conglomerados, arenas y arcillas. Caolíníferas. Colores blancos y rojos
			PORTLANDIEN	J ₃₂₋₃₃ ³⁻⁰	J ₃₂₋₃₃ ³⁻⁰	J ₃₂₋₃₃ ³⁻⁰	J ₃₂₋₃₃ ³⁻⁰	Alternancia de margas, arenas, areniscas calizas y arcillas
JURASICO	MALM	KIMMERIDGIEN	SUPERIOR	J ₃₂ ³	J ₃₂ ³	J ₃₂ ³	Calizas esparticas, bioclásticas, pisoíticas	
			MEDIO	J ₃₂ ¹²	J ₃₂ ¹²	J ₃₂ ¹²	Margas. Alternancia rítmica de calizas y margas. Juntas de estratificación hojosas	
		INFERIOR	J ₃₂ ⁰⁻¹	J ₃₂ ⁰⁻¹	J ₃₂ ⁰⁻¹	Calizas micríticas, Ammonites. Belemnites y Esponjas		
		OXFORDIENSE	J ₃₁₋₃₂ ⁰⁻¹	J ₃₁₋₃₂ ⁰⁻¹	J ₃₁₋₃₂ ⁰⁻¹	Calizas micríticas, nódulos de sílex y de pirita. Bancos potentes. Intercalaciones margosas		
	DOGGER	J ₂	J ₂	J ₂	Calizas micríticas, nódulos de sílex y de pirita. Bancos potentes. Intercalaciones margosas			
	LIAS	TOARCIENSE	J ₁₄	J ₁₄	J ₁₄	Calizas bioclásticas, nódulos de sílex. Margas y margocalizas. Braquiópodos. Calizas con Lamelibranchios		
		PLIENSBACHIEN	T ₁₃ -J ₁₃	T ₁₃ -J ₁₃	T ₁₃ -J ₁₃	Dolomías carníolares y brechoides, calizas micríticas y/o bioclásticas		
		SINEMURIENSE	T ₀₃	T ₀₃	T ₀₃	Arcillas, margas y yesos. Coloración diversa		
		HETANGIENSE	T ₀₂	T ₀₂	T ₀₂	Dolomías y calizas, intercalaciones margosas		
	TRIASICO	RETHIENSE	T ₀₁	T ₀₁	T ₀₁	Conglomerados, areniscas y arcillas		
KEUPER		CA-P	CA-P	CA-P	Cuarzitas micáceas ferríferas			
MUSCHELKALK		CA-P	CA-P	CA-P	Cuarzitas micáceas ferríferas			
BUNTSANDSTEIN		CA-P	CA-P	CA-P	Cuarzitas micáceas ferríferas			
PALEOZOICO INDIFERENCIADO		CA-P	CA-P	CA-P	Cuarzitas micáceas ferríferas			

Figura 2. Leyenda mapa geológico.

Centrándonos en el tramo de carretera estudiada y su área de influencia, el trazado afecta aproximadamente por partes iguales a materiales del jurásico y del cuaternario, en los que se encuentran los distintos niveles descritos de abajo hacia arriba:

- Calizas micríticas, nódulos de sílex y de piritas. Bancos potentes. Instalaciones margosas.
- Margas, alternancia rítmica de calizas y margas. Juntas de estratificación hojosas.
- Gravas y arenas
- Conglomerados, arenas y limos.

A falta de ensayos de clasificación de suelos, considerando que el material predominante son las calizas entre las que se encuentran estratos de instalaciones margosas y después de realizar una inspección visual de los afloramientos existentes (como se observa en las imágenes, la mayoría del terreno es rocoso), se considera que el terreno existente en el tramo de estudio podría clasificarse como **adecuado**.



Figuras 3 y 4. Taludes existentes en el tramo de carretera.



Figuras 5 y 6. Taludes existentes en el tramo de carretera.

3.- PRÉSTAMOS, YACIMIENTOS Y CANTERAS

3.1.- GENERALIDADES

Los movimientos de tierras previstos son:

- Desmante: 15.819 m³.
- Terraplén: 7.063 m³.

Lo que significa que por compensación de movimientos de tierras, no será necesario prever zonas de préstamos para la construcción de la explanada, ya que esta se podrá realizar aprovechando el suelo adecuado disponible del volumen de desmante para configurar su coronación.

Por tanto, se realizará un estudio de préstamos, yacimientos y canteras con el fin de realizar una búsqueda de los materiales adecuados para la configuración de las posibles capas de firme:

- Bases de zahorra artificial.
- Mezcla bituminosa en caliente en capa base.
- Mezcla bituminosa en caliente en capa de rodadura.
- Hormigones

3.2.- CALIZAS PARA MACHAQUEO

El yacimiento de calizas más próximo a la zona de proyecto se encuentra en la misma traza de la actual carretera CV-245, muy próximo al inicio de las obras, a escasos metros. Se trata de una reserva pequeña y actualmente en estado de inactividad.

Como se puede observar en el mapa de Rocas Industriales del Instituto Geológico Minero de España (Figura 8) se encuentran catalogados más yacimientos de calizas con distintos tamaños y estados actuales de utilización. Otra posible procedencia de material calizo sería del segundo yacimiento más próximo, localizado en la provincia de Castellón situado en el T.M. de Altura, un yacimiento no explotado de mayor tamaño que el anterior. Este está situado a unos 4,5 kilómetros del origen de las obras, pero su extensión también interfiere con la traza de la carretera actual.

Se trata de calizas del Jurásico superior, del Kimmeridgiense. Estas calizas son generalmente de wackstones a packstones con bioclastos y pellets. Se suelen estratificar en bancos gruesos de aspecto masivo y son muy duras, por lo que suelen marcar resaltes topográficos en el terreno, mostrándose a la intemperie con tonos ocres y rojizos. El espesor de estas capas oscila entre os 15 m en el área de Liria, aumentando hasta los 60 en todas direcciones. La ausencia de este material en Cuenca y Albacete de debe a la erosión.

Los accesos a ambos yacimientos son buenos, si bien existen resaltes topográficos producidos por los mismos materiales. Además, ambos se encuentran en las inmediaciones de la actual traza de la carretera.

Se propone el material procedente de estos yacimientos para las zahorras artificiales y la capa intermedia de mezcla bituminosa en caliente. Así mismo también se puede utilizar este material para la producción de hormigones.

3.3.- PORFIDOS

Los pórfidos, dada su estructura filoniana, la cual proporciona una mayor resistencia frente a la erosión y formas alargadas que producen resaltes topográficos, se localizan con facilidad. El afloramiento más próximo al emplazamiento de las obras que se encuentra de este material se sitúa en la Comunidad de Cataluña. Más específicamente en las proximidades de las carreteras T-700 y T-7002 que unen las poblaciones de Vimbodí i Poblet y L'Espluga de Francolí, las cuales pertenecen a la provincia de Tarragona, situadas a unos 310 km de Alcuablas aproximadamente.



En la zona de Espluga de Francolí las muestras recogidas presentan como componentes principales cuarzo y plagioclasa; como secundarios clorita, epidota y sericita; como accesorios biotita, apatito, circón, opacos y feldespato potásico. La roca encajante del yacimiento de dicho emplazamiento es una tonalita porfídica, con cuarzo, plagioclasa y biotita como elementos principales, y feldespato potásico, circón, apatito y opacos como accesorios. Este yacimiento aflora en masas prominentes de perfil convexo con laderas de fuerte pendiente que llegan hasta las proximidades de las vaguadas, prácticamente carentes de recubrimiento alguno. Este material es adecuado para su uso en la industria de Rocas de Construcción y Áridos, por lo que se puede considerar que el material será apto para áridos de carreteras.

3.4.- DIABASAS, GARBOS Y VULCANITAS

Este tipo de rocas poseen características por las que son las más recomendables para áridos de carreteras, entre las que destacamos su dureza y resistencia al desgaste y su adhesividad a los betunes. Petrográficamente se trata de rocas ígneas intrusivas como pórfidos diabásicos o andesíticos, gabros, dioritas y vulcanitas de distintos tipos.

La localización más próxima a la zona de las obras de este tipo de materiales se encuentra a unos 250 km de distancia, en la provincia de Teruel, más exactamente al norte de la localidad de Loscos. Por este mismo motivo, se considerará la utilización de gravas y zahorras como áridos para carretera, ya que son un material abundante en la zona de estudio, con numerosas reservas ilimitadas con posibilidades de explotación elevadas en el perímetro.

3.5.- ARENAS

El yacimiento de arenas y areniscas más próximo a la obra se encuentra situado en las cercanías de la localidad de Altura, contigua a Alcublas, término municipal al que pertenece el tramo de carretera en el que se realizarán las obras. Los materiales proceden de distintos niveles cronoestratigráficos, y se trata de una explotación actualmente abandonada de pequeñas dimensiones, cuyos productos se destinaron a construcción.

3.6.- INSTALACIONES PRODUCTORAS DE MEZCLAS BITUMINOSAS EN CALIENTE

Las instalaciones productoras de mezclas bituminosas que más se adaptan a la obra propuesta se enumeraran a continuación por orden de prioridad. Para ello se ha tenido en cuenta el factor distancia a la obra, así como las condiciones de producción.

- Aldaia

Planta asfáltica de BECSA S.A. en Aldaia, Valencia (A unos 56 km de Alcublas).

Fabrica mezclas tanto para capas de rodadura como para intermedias a partir de los áridos almacenados y procesados en la planta de áridos contigua. La planta asfáltica tiene una capacidad de producción de entre 200 y 260 t/h.

Además la empresa también dispone de plantas móviles de fabricación de suelocemento con una capacidad de 600 t/h.

- Manises

Asfaltos Pardo S.L., Manises, Valencia (A unos 57 km de Alcublas).

Esta planta se dedica a trabajos de asfaltado y producción de todo tipo de pavimentos así como otras actividades similares del sector.

- Real de Montroi

Planta de ELSAN, Grupo OHL en Real de Montroi, Valencia (A unos 76 km de la obra).

Se trata de una planta productora de mezclas bituminosas en caliente de tipo discontinuo. La capacidad de producción de esta planta es de 200 t/h para un único tipo de mezcla. Para la fabricación del pavimento se dispone de una criba seleccionada de cuatro granulometrías y sistema de dosificación de 4 áridos, 2 filler, 1 betún y 8 predosificadores.

A continuación se muestra un mapa con las distintas rutas a las posibles plantas asfálticas que se han numerado anteriormente (El tramo de la carretera objeto de estudio, la CV-245 se localiza como el punto A, mientras que las distintas plantas asfálticas, se localizan como punto B):

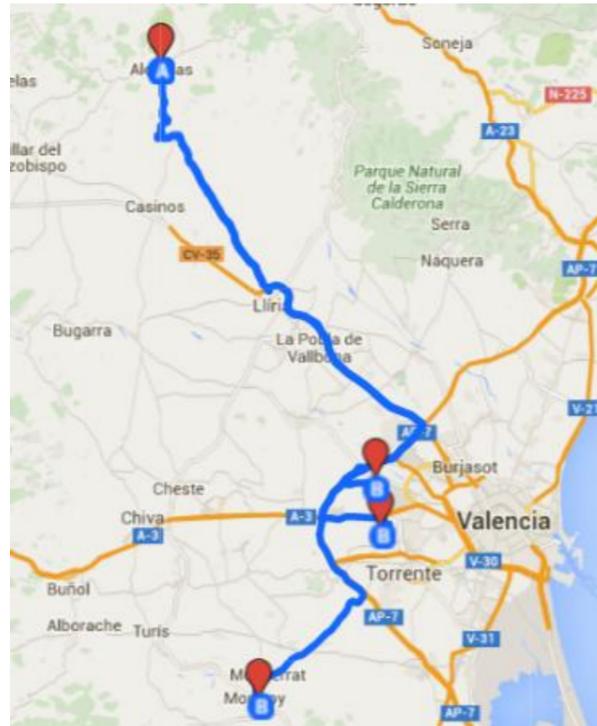


Figura 7. Mapa plantas asfálticas.

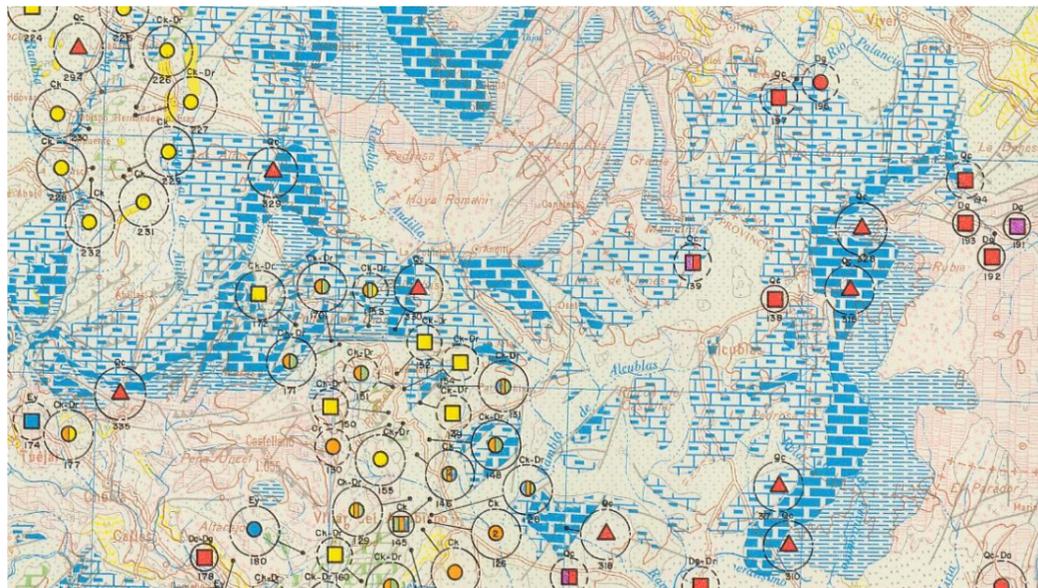


Figura 8. Mapa rocas industriales de la zona.

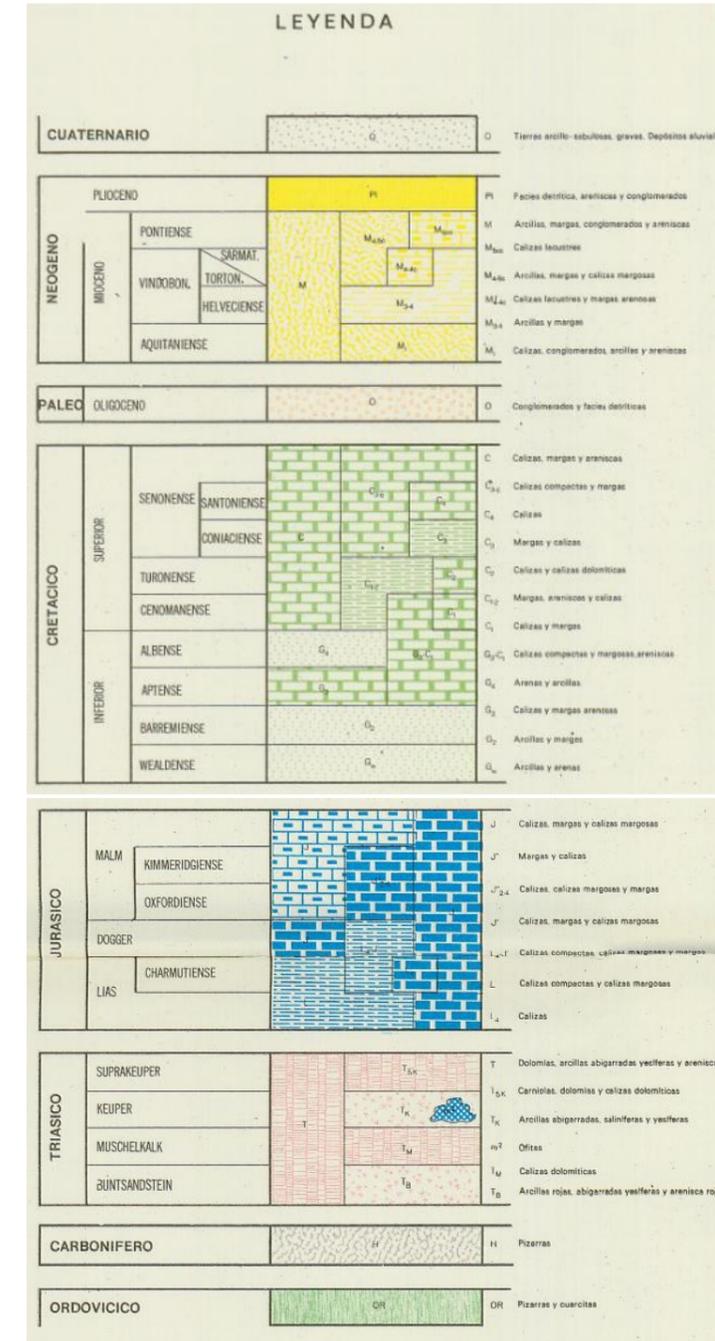


Figura 9. Leyenda mapa rocas industriales.



4.- ESTUDIO GEOTÉCNICO

El objeto del siguiente estudio es caracterizar geotécnicamente los materiales existentes en el tramo estudiado de la traza de la carretera CV-245, límite de provincia con Castellón.

4.1.- TRABAJOS DE CAMPO Y ENSAYOS REALIZADOS

No se dispone de ensayo ninguno de la zona sobre la que se sitúa la carretera CV-245, por lo que no es posible determinar el tipo de suelo a partir de los datos obtenidos por ensayos. Por tanto, a partir de visitas de campo, observación y comparación se ha determinado que el suelo existente en la traza actual de la carretera estudiada es un suelo adecuado.

4.2.- DESMONTES

En el trazado propuesto existen tres desmontes entre los P.K. 0+000 al 0+192, P.K. 0+244 al 0+346, y entre los P.K. 0+450 a 0+615, entre los cuales la altura máxima es de 6,3 m, localizándose esta en el segundo desmonte. La altura media del primer y tercer desmonte es de 1,3 m, mientras que la del segundo desmonte es superior, de unos 3,15.

Todo el tramo discurre por un estrato compuesto principalmente por calizas y margas con juntas de estratificación hojosas. No existe ensayo ninguno de este terreno, pero por lo que se ha determinado se trata de un suelo adecuado y según se ha detectado por inspección visual en general no se observa capa ninguna de suelo vegetal sobre este terreno.

4.2.1.- ESTABILIDAD

Se proyecta un talud 3/2 tanto para el desmonte como para el terraplén. Con este ángulo de inclinación no es necesario ningún estudio especial de estabilidad del desmonte, ya que se asegura que no se produzca inestabilidad por vuelco por la inclinación de los estratos. Por otra parte, este talud también es indicado para la configuración de terraplenes sobre un tipo de suelo adecuado.

4.2.2.- APROVECHAMIENTO DE MATERIALES

El suelo que compone el material existente en la traza podrá ser utilizado en núcleos y coronaciones de rellenos de obra, ya que se trata de suelo adecuado, mientras que la roca caliza y margosa del terreno se podrá utilizar en núcleos de rellenos en función de la granulometría del material extraído.

4.2.3.- EXCAVABILIDAD

Para la retirada del material existente en la traza de la carretera proyectada se utilizarán medios mecánicos, siendo innecesario el uso de explosivos. Por tanto, se podrán realizar los trabajos de excavación mediante maquinaria como puede ser una retroexcavador para la primera fase de excavación, y un bulldozer con cabezal ripper cuando se alcance mayor profundidad y dureza del material.

4.3.- TERRAPLENES

En la traza existen tres terraplenes situados entre los P.K. 0+192 a 0+244, P.K. 0+346 al 0+450 y entre los P.K. 0+615 a 0+804,255 (final). La máxima altura se localiza en el segundo terraplén, de unos 5 m de altura, mientras que el último terraplén tiene una altura máxima de 0,8 m.

Anejo nº5. Estudio Hidrológico e Hidráulico.

Estudio para la mejora de la Seguridad Vial de la Carretera CV-245, PPKK 19+800 a 21+000 en el T.M. de Alcublas (Valencia).

Autor: Elia Canet Artés

Tutor: José Manuel Campoy Ungria



Escuela Técnica Superior de Ingenieros de
Caminos, Canales y Puertos

TRABAJO FINAL DE GRADO

Titulación: Grado en Ingeniería Civil

Curso: 2015-2016



ÍNDICE

- 1.- INTRODUCCIÓN
- 2.- ZONAS DE RIESGO DE INUNDACIÓN
- 3.- HIDROLOGÍA
 - 3.1.- MÉTODO DE CÁLCULO RACIONAL
 - 3.1.1.- INTENSIDAD DE PRECIPITACIÓN
 - 3.1.1.1.- INTENSIDAD MEDIA DIARIA DE PRECIPITACIÓN CORREGIDA
 - 3.1.1.2.- TIEMPO DE CONCENTRACIÓN (tc)
 - 3.1.2.- COEFICIENTE DE ESCORRENTIA
 - 3.1.2.1.- FORMULA DE CÁLCULO
 - 3.1.2.2.- UMBRAL DE ESCORRENTIA
 - 3.1.2.3.- VALOR INICIAL DEL UMBRAL DE ESCORRENTIA
 - 3.1.2.4.- COEFICIENTE CORRECTOR DEL UMBRAL DE ESCORRENTIA
 - 3.2.- METODOLOGÍA DE CÁLCULO DE LA ZONA DE PEQUEÑAS CUENCAS DEL LEVANTE Y SURESTE PENINSULAR
 - 3.3.- RESULTADOS
- 4.- DISPOSICIÓN DE ELEMENTOS DE DRENAJE
 - 4.1.1.- DRENAJE LONGITUNIDAL
 - 4.1.2.- DRENAJE TRANSVERSAL

1.- INTRODUCCIÓN

En el presente anejo se realiza un estudio de la hidrología del terreno con el fin de obtener los valores de drenaje tanto longitudinal como transversal necesarios para el trazado de la carretera. Estos detalles son determinantes a la hora de definir algunas de las características de la construcción del nuevo trazado propuesto.

2.- ZONAS DE RIESGO DE INUNDACIÓN

Según establece el PATRICOVA (Plan de Acción Territorial de Carácter Sectorial sobre Prevención de Riesgo de la Comunidad Valenciana), es aquella parte del territorio que tiene el mismo nivel de peligrosidad de inundación y se encuentra en la misma zona inundable.

Así mismo, la delimitación concreta de las zonas inundables así como los niveles de peligrosidad asociado a cada una de ellas se recoge en los Planos de Ordenación del PATRICOVA, existiendo posibilidad de modificación según los términos de la presente Normativa. Se establecen seis niveles de peligrosidad de inundación de origen hidrológico-hidráulico y un nivel geomorfológico, ordenados mayor a menor.

NIVEL DE RIESGO		
Nivel	Frecuencia	Calado
1	Alta (25 años)	Alto (más de 0,8 m)
2	Media (100 años)	Alto (más de 0,8 m)
3	Alta (25 años)	Bajo (menos de 0,8 m)
4	Media (100 años)	Bajo (menos de 0,8 m)
5	Baja (500 años)	Alto (más de 0,8 m)
6	Baja (500 años)	Bajo (menos de 0,8 m)

Como también expone dicha Norma, el riesgo de inundación resulta de la combinación de la peligrosidad de inundación junto con la vulnerabilidad del uso del suelo frente a las inundaciones.

Por tanto, según se observa en los planos que se muestran a continuación proporcionados por PATRICOVA, no existe ni peligrosidad ni Riesgo de Inundación en la zona de estudio.

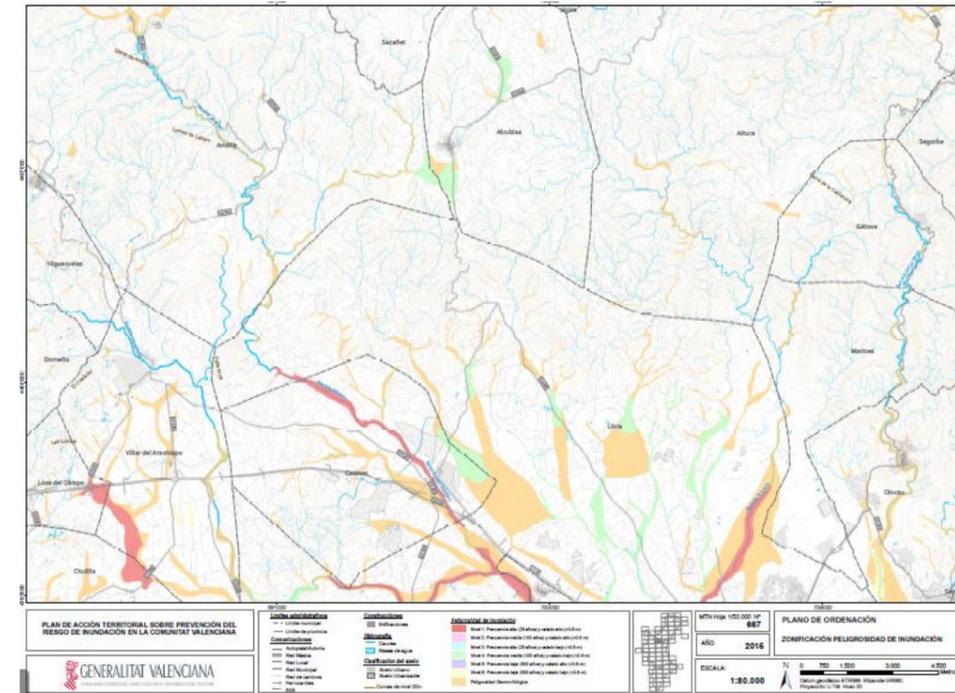


Figura 1. Mapa peligrosidad por inundación.

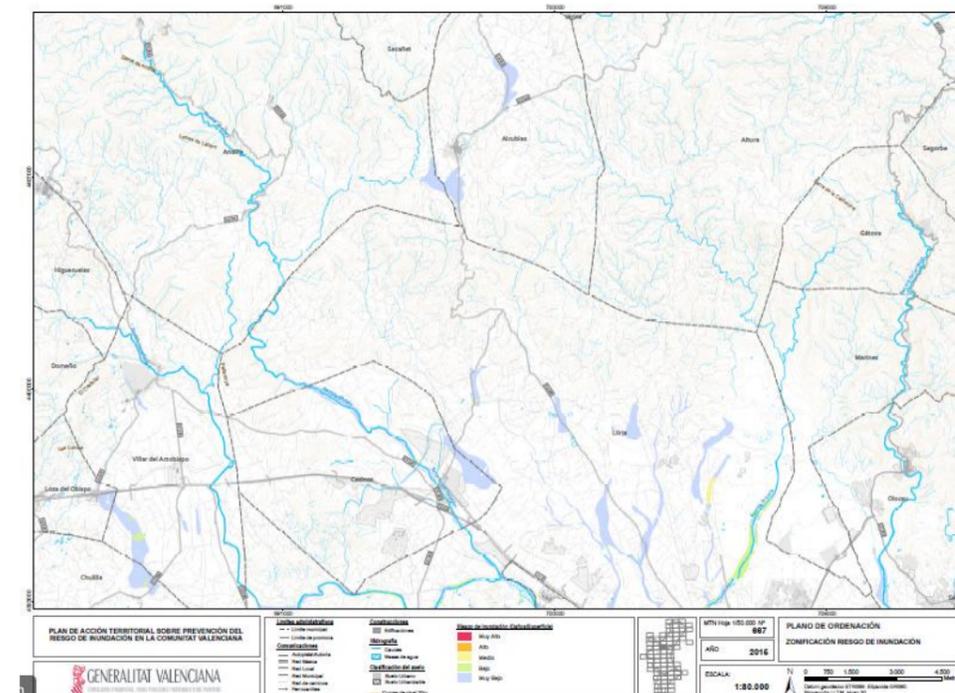


Figura 2. Mapa zonificación de riesgo de inundación.



3.- HIDROLOGÍA

Se presenta la necesidad del cálculo de la hidrología por la interrupción de la cuenca o cuencas que se darán al realizarse la obra. Así mismo, estas pueden estar ya interrumpidas por el actual trazado.

En el caso de nuestra zona de estudio, nos encontramos con tres cuencas distintas cuyo libre paso es interrumpido tanto por el trazado actual como por el nuevo trazado, si es que este se considera conveniente más adelante en el presente proyecto.

Las características de estas cuencas se obtienen a partir de un análisis realizado mediante ArcMap, las cuales nos servirán de aplicación en los posteriores apartados.

Cuenca 1:

- Área de la cuenca: 0,4 km².
- Longitud del recorrido principal de la cuenca: 40,2 m.
- Cota más alta: 881 m.
- Cota más baja: 885,8 m.

Cuenca 2:

- Área de la cuenca: 0,2 km².
- Longitud del recorrido principal de la cuenca: 211,4 m.
- Cota más alta: 880,2 m.
- Cota más baja: 875,5 m.

Cuenca 3:

- Área de la cuenca: 0,31 km².
- Longitud del recorrido principal de la cuenca: 207,4 m.
- Cota más alta: 882,5 m.
- Cota más baja: 877 m.

3.1.- MÉTODO DE CÁLCULO RACIONAL

Cuando se dice que existe la necesidad de obras de drenaje por el agua, se habla del agua que procede de la lluvia que ha precipitado sobre la infraestructura y las cuencas vertientes a esta, por lo que se necesita evacuar esta agua para evitar daños.

Caudal de proyecto Q_p , es aquél que se debe tener en cuenta para efectuar el dimensionamiento hidráulico de una obra, elemento o sistema de drenaje superficial de la carretera. Se considera igual al caudal máximo anual correspondiente a determinados periodos de retorno:

- Drenaje de plataforma y márgenes: $T = 25$ años, salvo en el caso excepcional de desagüe por bombeo en que se debe adoptar $T = 50$ años.
- Drenaje transversal: se debe establecer por el proyecto en un valor $T \geq 100$ años.

Por tanto, los datos de precipitaciones serán necesarios para la obtención de los caudales de diseño de las infraestructuras de drenaje. Para ello, se realiza estadísticamente una caracterización mediante la cual se podrá determinar la lluvia esperable. A partir de este dato, se procederá a la conversión de esta en escorrentía mediante una modelización del flujo a partir de los parámetros geomorfológicos y de vegetación que presente el terreno. Para todo esto se tendrá en cuenta el Método Racional, que se recoge en la Instrucción 5.2-IC d Drenaje Superficial.

$$Q_T = \frac{I(T, t_c) \cdot C \cdot A \cdot K_t}{3,6}$$

Donde:

- Q_t (m³/s): Caudal máximo anual correspondiente al período de retorno T , en el punto de desagüe de la cuenca (figura 2.2).
- $I(T, t_c)$ (mm/h): Intensidad de precipitación (epígrafe 2.2.2) correspondiente al período de retorno considerado T , para una duración del aguacero igual al tiempo de concentración t_c , de la cuenca.
- C (adimensional): Coeficiente medio de escorrentía (epígrafe 2.2.3) de la cuenca o superficie considerada.
- A (km²): Área de la cuenca o superficie considerada.
- K_t (adimensional): Coeficiente de uniformidad en la distribución temporal de la precipitación.

Estas variables deben ser determinadas para cada una de las cuencas interceptadas por las obras. Por tanto, hay que tener en cuenta que el coeficiente de escorrentía (C) así como la superficie considerada (A) resultan de la observación, adoptando a su vez hipótesis simplificadoras. Mientras que el valor de la intensidad de precipitación se obtendrá para un determinado periodo de retorno, en función del tipo de obra y situación respecto la traza (longitudinal, transversalmente, etc...).

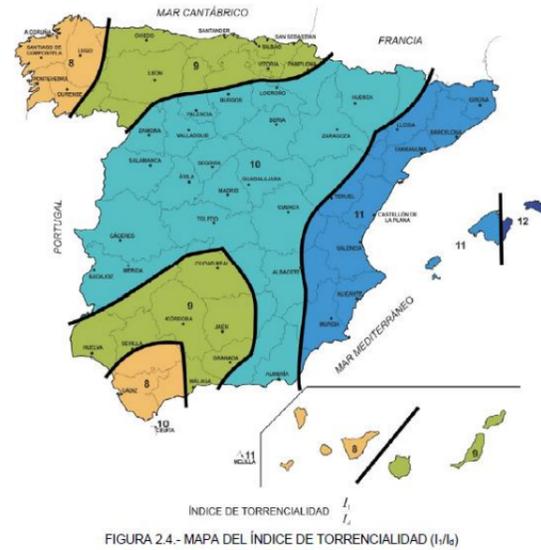


Figura 4. Mapa del índice de torrencialidad.

3.1.1.2.- TIEMPO DE CONCENTRACIÓN (t_c)

Tiempo de concentración t_c , es el tiempo mínimo necesario desde el comienzo del aguacero para que toda la superficie de la cuenca esté aportando escorrentía en el punto de desagüe. Se obtiene calculando el tiempo de recorrido más largo desde cualquier punto de la cuenca hasta el punto de desagüe.

$$t_c = 0.3 \cdot L_c^{0.76} \cdot J_c^{-0.19}$$

Donde:

- t_c (horas): Tiempo de concentración.
- L_c (km): Longitud del cauce.
- J_c (adimensional): Pendiente media del cauce.

Considerando que se trata de un flujo difuso con ausencia de pavimento y con vegetación escasa, mediante la fórmula de flujo difuso se calcula el tiempo de concentración:

$$t_{dif} = 2 \cdot L_{dif}^{0.408} \cdot \eta_{dif}^{0.312} \cdot J_{dif}^{-0.209}$$

TABLA 2.1.- VALORES DEL COEFICIENTE DE FLUJO DIFUSO n_{dif}

Cobertura del terreno		n_{dif}
Pavimentado o revestido		0,015
No pavimentado ni revestido	Sin vegetación	0,050
	Con vegetación escasa	0,120
	Con vegetación media	0,320
	Con vegetación densa	1,000

Por tanto tenemos en función de las distintas cuencas que se han expuesto anteriormente:

- $t_{dif1} = 3,82$ min.
- $t_{dif2} = 7,51$ min.
- $t_{dif3} = 7,45$ min.

De modo que a partir de la tabla de determinación del tiempo de concentración a partir del calculado anteriormente en condiciones de flujo difuso, se tiene:

- $t_{c1} = 5$ min.
- $t_{c2} = 7,51$ min.
- $t_{c3} = 7,45$ min.

TABLA 2.2.- DETERMINACIÓN DE t_c EN CONDICIONES DE FLUJO DIFUSO

t_{dif} (minutos)	t_c (minutos)
≤ 5	5
$5 \leq t_{dif} \leq 40$	t_{dif}
≥ 40	40

3.1.2.- COEFICIENTE DE ESCORRENTIA

3.1.2.1.- FORMULA DE CÁLCULO

El coeficiente de escorrentía C , define la parte de precipitación de intensidad i que genera el caudal de avenida en el punto de desagüe de la cuenca. Se obtiene mediante la siguiente fórmula representada gráficamente:

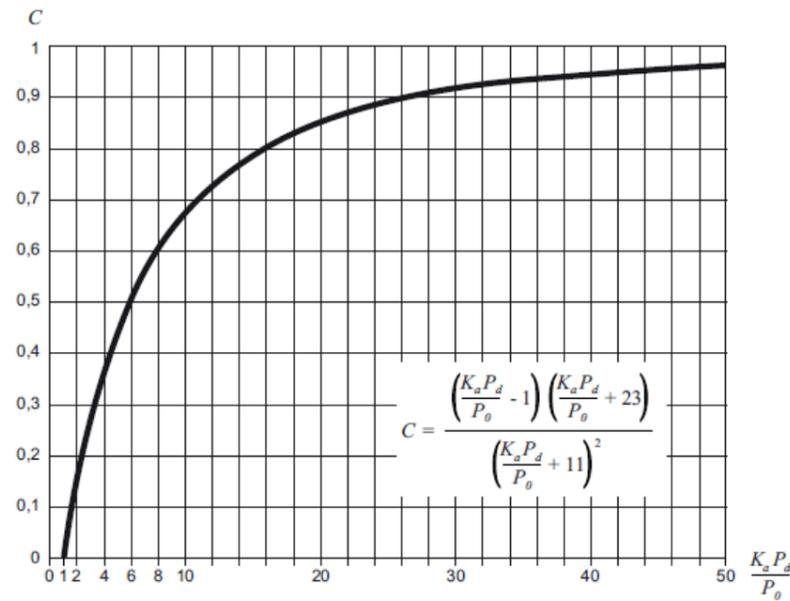


FIGURA 2.6.- DETERMINACIÓN DEL COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA

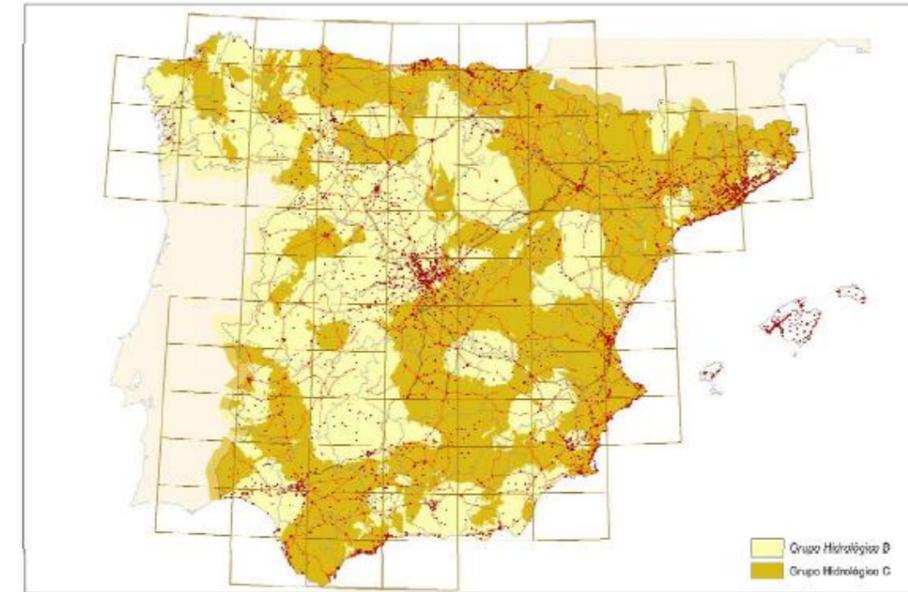


FIGURA 2.7.- MAPA DE GRUPOS HIDROLÓGICOS DE SUELO

3.1.2.2.- UMBRAL DE ESCORRENTIA

El umbral de escorrentía P_o , representa la precipitación mínima que debe caer sobre la cuenca para que se inicie la generación de escorrentía. Se determinará mediante la siguiente fórmula:

$$P_o = P_o^i \cdot \beta$$

Donde:

- P_o (mm): Umbral de escorrentía
- P_o^i (mm): Valor inicial del umbral de escorrentía.
- β (adimensional): Coeficiente corrector del umbral de escorrentía.

3.1.2.3.- VALOR INICIAL DEL UMBRAL DE ESCORRENTIA

El valor inicial del umbral de escorrentía P_o^i se obtendrá a partir de los valores proporcionados por las tablas de la Norma en función del tipo de suelo, pendiente de este, etc. debido a la ausencia de datos de la zona geográfica por parte de la Dirección General de Carreteras.

De este modo se considera que el valor inicial del umbral de escorrentía P_o^i será igual a 1 por tratarse de redes viarias y terreno asociados del grupo C (infiltración lenta, textura arcillo-arenosa, drenaje imperfecto).

3.1.2.4.- COEFICIENTE CORRECTOR DEL UMBRAL DE ESCORRENTIA

La formulación del método racional requiere una calibración con datos reales de las cuencas, que se introduce en el método racional a través de un coeficiente corrector del umbral de escorrentía β .

Teniendo en cuenta que la zona de estudio pertenece a la región 822 y que los valores se obtienen de la tabla que proporciona la norma de drenaje superficial, en este caso, habrá dos coeficientes correctores en función del tipo de obra:

- Para drenaje de plataforma y márgenes:

$$\beta^{PM} = \beta_m \cdot F_T$$

$$\beta^{PM} = 2,784$$

- Para las obras de drenaje transversal:

$$\beta^{DT} = (\beta_m - \Delta_{50}) \cdot F_T$$

$$\beta^{DT} = 2,494$$



FIGURA 2.9.- REGIONES CONSIDERADAS PARA LA CARACTERIZACIÓN DEL COEFICIENTE CORRECTOR DEL UMBRAL DE ESCORRENTÍA

TABLA 2.5.- COEFICIENTE CORRECTOR DEL UMBRAL DE ESCORRENTÍA: VALORES CORRESPONDIENTES A CALIBRACIONES REGIONALES

Región	Valor medio, β_m	Desviación respecto al valor medio para el intervalo de confianza del			Período de retorno T (años), F_T				
		50% Δ_{50}	67% Δ_{67}	90% Δ_{90}	2	5	25	100	500
11	0,90	0,20	0,30	0,50	0,80	0,90	1,13	1,34	1,59
12	0,95	0,20	0,25	0,45	0,75	0,90	1,14	1,33	1,56
13	0,80	0,15	0,25	0,40	0,74	0,90	1,15	1,34	1,55
21	1,20	0,20	0,35	0,55	0,74	0,88	1,18	1,47	1,90
22	1,50	0,15	0,20	0,35	0,74	0,90	1,12	1,27	1,37
23	0,70	0,20	0,35	0,55	0,77	0,89	1,15	1,44	1,82
24	1,10	0,15	0,20	0,35	0,76	0,90	1,14	1,36	1,63
25	0,80	0,15	0,20	0,35	0,82	0,92	1,12	1,29	1,48
31	0,90	0,20	0,30	0,50	0,87	0,93	1,10	1,26	1,45
32	1,00	0,20	0,30	0,50	0,82	0,91	1,12	1,31	1,54
33	2,15	0,25	0,40	0,65	0,70	0,88	1,15	1,38	1,82
41	1,20	0,20	0,25	0,45	0,91	0,96	1,00	1,00	1,00
42	2,25	0,20	0,35	0,55	0,67	0,86	1,18	1,46	1,78
511	2,15	0,10	0,15	0,20	0,81	0,91	1,12	1,30	1,50
512	0,70	0,20	0,30	0,50	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
52	0,95	0,20	0,25	0,45	0,89	0,94	1,09	1,22	1,36
53	2,10	0,25	0,35	0,60	0,88	0,87	1,16	1,38	1,56
61	2,00	0,25	0,35	0,60	0,77	0,91	1,10	1,18	1,17
71	1,20	0,15	0,20	0,35	0,82	0,94	1,00	1,00	1,00
72	2,10	0,30	0,45	0,70	0,67	0,86	1,00	-	-
81	1,30	0,25	0,35	0,60	0,76	0,90	1,14	1,34	1,58
821	1,30	0,35	0,50	0,85	0,82	0,91	1,07	-	-
822	2,40	0,25	0,35	0,60	0,70	0,86	1,16	-	-

3.2.- METODOLOGÍA DE CÁLCULO DE LAA ZONA DE PEQUEÑAS CUENCAS DEL LEVANTE Y SURESTE PENINSULAR

Debido a que la zona de estudio pertenece a la región 822, la cual pertenece a la zona de pequeñas cuencas del Levante y Sureste peninsular (regiones 72,821 y 822) y que la Administración Hidráulica no dispone de datos sobre caudales máximos, se aplicará el siguiente método de cálculo según la actual Instrucción de Drenaje 5.2-IC:

- Si el periodo de retorno es inferior o igual a veinticinco años, el caudal máximo anual correspondiente Q_T , se debe determinar según el método racional.
- Si el periodo de retorno es superior a veinticinco años, el caudal máximo anual correspondiente Q_T , se debe determinar según el modelo regional que proporciona valores aproximados generalmente conservadores:

$$Q_T = \varphi \cdot Q_{10}^\lambda$$

Donde:

- Q_T (m3/s): Caudal máximo anual correspondiente al período de retorno T , en el punto de desagüe de la cuenca (figura 2.2).
- Q_{10} (m3/s): Caudal máximo anual correspondiente al período de retorno de diez años en el punto de desagüe de la cuenca, calculado mediante el método racional
- φ (adimensional): Coeficiente propio de la región y del período de retorno considerado.
- λ (adimensional): Exponente propio de la región y del período de retorno considerado.

TABLA 2.6.- PARÁMETROS PARA EL CÁLCULO EN CUENCAS PEQUEÑAS DEL LEVANTE Y SURESTE PENINSULAR ($T > 25$ años)

Región 72				
Período de retorno, T (años)	50	100	200	500
φ	1,4057	3,0570	4,7152	6,9135
λ	1,2953	1,2751	1,2678	1,2631
Regiones 821 y 822				
Período de retorno, T (años)	50	100	200	500
φ	11,1378	51,6297	86,5765	131,7650
λ	0,7401	0,6065	0,5982	0,5953



3.3.- RESULTADOS

Drenaje longitudinal:

Para un periodo de retorno de $T= 25$ años, el caudal máximo anual es de unos 0,35 m³/s por cuenca, un total de unos 2 m³/s en el total de cuencas que forman la zona.

Drenaje transversal:

Para un periodo de retorno de $T= 100$ años, el caudal máximo anual es de unos 0,60 m³/s por cuenca.

4.- DISPOSICIÓN DE ELEMENTOS DE DRENAJE

4.1.1.- DRENAJE LONGITUNIDAL

Después de los cálculos realizados se propone la disposición de una cuneta de seguridad de forma no simétrica con una profundidad de 0,2 m (detalles en planos), revestida de hormigón in situ. Esta se encontrará en las zonas de desmonte con tal de recoger el agua pluvial que fluya por este con el fin de ser evacuada.

4.1.2.- DRENAJE TRANSVERSAL

Se proponen como obras de drenaje transversal tuberías prefabricadas de 1,2 m de diámetro por su longitud y por su caudal a trasvasar. Estas se ubicarán en los PPKK 0+480 y 0+765 del nuevo trazado.

Anejo nº6. Características geométricas del trazado.

Estudio para la mejora de la Seguridad Vial de la Carretera CV-245, PPKK 19+800 a 21+000 en el T.M. de Alcublas (Valencia).

Autor: Elia Canet Artés

Tutor: José Manuel Campoy Ungria



Escuela Técnica Superior de Ingenieros de
Caminos, Canales y Puertos

TRABAJO FINAL DE GRADO

Titulación: Grado en Ingeniería Civil

Curso: 2015-2016



ÍNDICE

- 1.- INTRODUCCIÓN
- 2.- TRAZADO EN PLANTA
 - 2.1.- RECTAS
 - 2.2.- RADIOS EN PLANTA
 - 2.3.- CURVAS DE TRANSICIÓN
 - 2.4.- PERALTES
 - 2.5.- SECCIÓN TIPO
 - 2.6.- SOBRECANCHO
 - 2.7.- BOMBEO Y PENDIENTES TRANSVERSALES EN CURVAS
 - 2.8.- TALUES
- 3.- TRAZADO EN ALZADO
 - 3.1.- INCLINACIÓN DE LAS RASANTES
 - 3.2.- ACUERDOS VERTICALES
- 4.- SECCIÓN TRANSVERSAL
- 5.- VISIBILIDAD
- 6.- RESUMEN DE CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DEL TRAZADO
- 7.- LISTADOS
 - 7.1.- EJE EN PLANTA
 - 7.1.1.- DATOS DE ENTRADA
 - 7.1.2.- PUNTOS SINGULARES
 - 7.2.- EN ALZADO
 - 7.2.1.- VÉRTICES
 - 7.3.- OTROS
 - 7.3.1.- MOVIMIENTO DE TIERRAS



1.- INTRODUCCIÓN

En el presente Anejo se expondrán las especificaciones y normas necesarias y recomendadas para la realización de un nuevo trazado adecuado del tramo de carretera de estudio. La Norma 3.1-IC de Trazado de la Instrucción de Carreteras recoge los criterios técnicos sobre las características geométricas del trazado.

De acuerdo con lo que se especifica en dicha norma, el tramo de carretera sobre el que se pretende actuar pertenece a una carretera convencional de calzada única con ausencia de arcones que transcurre por un terreno muy accidentado (según la Instrucción, para máxima inclinación media $i > 25$).

Se adjuntan los estudios realizados para la adecuación del nuevo trazado a la normativa por lo que respecta a sus elementos en planta, en alzado, así como a la sección transversal. Así mismo, se deberá tener en cuenta la coordinación adecuada entre los trazados en planta y alzado.

Entre las alternativas propuestas para el acondicionamiento del tramo de carretera PPKK 19+800 a 21+000 de la carretera CV-245, la alternativa elegida se caracteriza por conservar la mayor parte posible de la traza actual, proponiendo un trazado de la menor longitud posible que sustituya las curvas que actualmente no cumplen con los radios mínimos.

2.- TRAZADO EN PLANTA

El trazado en planta se compondrá de la adecuada combinación de sus elementos: alineaciones rectas, curvas circulares y curvas de transición (clotoides).

La definición del trazado en planta se referirá a un eje, que define un punto en cada sección transversal. Se adopta para la definición de eje el centro de la calzada, sin tener en cuenta eventuales carriles adiciónelas, ya que la carretera de diseño es de calzada única.

2.1.- RECTAS

La recta es un elemento de trazado indicado para obtener suficientes oportunidades de adelantamiento en carreteras de dos carriles, y para adaptarse a condicionamientos externos obligados en cualquier tipo de carretera (como infraestructuras preexistentes, condiciones urbanísticas, terrenos llanos, etc).

Para evitar problemas relacionados con el cansancio, deslumbramientos, excesos de velocidad, etc, es deseable limitar las longitudes máximas de las alineaciones rectas y para que se produzca una acomodación y adaptación a la conducción es deseable establecer unas longitudes mínimas. Estas se establecen en función de la velocidad de proyecto de la carretera o del tramo.

El nuevo trazado se proyecta para una velocidad de proyecto de 40 km/h con el fin de dar continuidad al trazado existente, por tanto, las longitudes deseables para las alineaciones rectas son las siguientes:

Rectas $V_p=40$ km/h		
Lmin s (m)	Lmin o (m)	Lmáx (m)
56	111	668

En la traza proyectada únicamente se han dispuesto dos alineaciones rectas, y ninguna de las dos cumple con las longitudes mínimas deseadas. En el sentido de PPKK creciente la primera tiene una longitud de 8,841 m y la segunda de 2,798 m. Estas se encuentran en el inicio y fin del nuevo trazado respectivamente. Aunque en el listado de alineaciones en planta la longitud que pertenece a la recta inicial es 8,841 m, esta alineación tiene una longitud que supera a mínima con creces, debido a que da continuidad a la alineación recta existente en el trazado actual. Por otra parte, la última alineación del nuevo trazado, correspondiente a la recta de 2,798 m se ha dispuesto como unión entre el trazado proyectado y el actual para ofrecer continuidad y desarrollar la clotoide de la curva anterior.

2.2.- RADIOS EN PLANTA

Fijada una velocidad de proyecto, el radio mínimo a adoptar en las curvas circulares se determina en función de:

- El peralte y el rozamiento transversal movilizado.
- La visibilidad de parada en toda su longitud.
- La coordinación en planta y alzado, especialmente para evitar pérdidas de trazado.

El radio mínimo que exige la norma 3.1-IC de Trazado para una carretera C-40 es de 50 m, con un peralte del 7%. Todas las curvas superan este radio mínimo.

También se ha tenido en cuenta la coordinación entre elementos de trazado, de modo que los radios cumplan con el radio mínimo de salida para curvas circulares consecutivas sin recta intermedia o con recta de longitud menor o igual que 400 metros.



El radio mínimo utilizado en planta ha sido de 85 m, mientras que el máximo ha sido de 300 m (el mínimo después de una recta superior a 400, que proviene del trazado anterior, cumpliendo con la coordinación entre elementos). De modo que todas las curvas circulares cumplen con los criterios que exige la norma.

2.3.- CURVAS DE TRANSICIÓN

Las curvas de transición tiene por objeto evitar las discontinuidades en la curvatura de la traza, por lo que en su diseño deben ofrecer las mismas condiciones de seguridad, comodidad y estética que el resto de los elementos de trazado.

La curva de transición utilizada es la clotoide, cuya ecuación intrínseca es: $R \cdot L = A^2$, siendo:

R= radio de curvatura en un punto cualquiera.

L= longitud de la curva entre su punto de inflexión ($R=\infty$) y el punto de radio R.

A= parámetro de la clotoide, característico de la misma.

Las longitudes, y como consecuencia los parámetros de las curvas de transición, deberán cumplir con las limitaciones de la variación de aceleración centrífuga y de la transición de peralte, así como con las condiciones de percepción visual. Tampoco deberán superar los valores máximos exigidos.

Los parámetros de clotoide que se han utilizado para el diseño del nuevo trazado oscilan entre A=62 correspondiente a las clotoides de la curva de radio 86 m, y A=145, el cual pertenece a la curva de radio máximo 300 m.

2.4.- PERALTES

Se adoptan los peraltes mínimos para cada alineación, generados automáticamente por el programa utilizado para el diseño del trazado del nuevo eje (CLIP), de acuerdo con el cumplimiento de la Norma 3.1-IC.

La transición de peraltes se lleva a cabo combinando las tres condiciones siguientes: características dinámicas aceptables para el vehículo, rápida evacuación de las aguas y agradable sensación estética.

2.5.- SECCIÓN TIPO

Se adopta la siguiente sección transversal para todo el tramo:

- Carril: 2 x 3 m = 6 metros
- Arcén: 2 x 0,5 m = 1 metro
- Bermas: 2 x 0,5 m = 1 metro

Ancho total de plataforma = 7 metros

2.6.- SOBREANCHO

En alineaciones circulares de radio inferior a 250 m, el ancho total en metros de cada carril será:

$$3,5 + \frac{l^2}{2 \cdot R_h}$$

Siendo:

l = longitud del vehículo, medida entre su extremo delantero y el eje de las ruedas traseras (m). Normalmente 9 m.

R_h = radio del eje en la curva horizontal (m).

Se obtendrá linealmente, en una longitud de transición mínima de 30 m desarrollada a lo largo de la clotoide, aumentando progresivamente los anchos de los carriles hasta alcanzar los valores de los sobreesanchos totales en el inicio de la curva circular. En casos especialmente difíciles podrá aceptarse que el 25% de la longitud de transición de sitúe dentro de la propia curva circular, y sin obtenerse de la disminución de los arcenes, según indica la norma 3.1-IC.

2.7.- BOMBEO Y PENDIENTES TRANSVERSALES EN CURVAS

El bombeo de la plataforma en recta se proyectará de modo que se evacuen con facilidad las aguas superficiales, y que su recorrido en la calzada sea mínimo. Para ello, por tratarse de una carretera de calzada única, la calzada y los arcenes se dispondrán con una misma inclinación transversal mínima del 2% hacia cada lado a partir del eje de la calzada. Las bermas se dispondrán con una inclinación transversal del 4% hacia el exterior de la plataforma.



En curvas circulares y de transición la pendiente transversal de la calzada y arcenes coincidirá con el peralte. Cuando el peralte de la curva supere el 4%, la berma del lado interior de la curva tendrá una pendiente transversal igual al peralte, manteniéndose el 4% hacia el exterior de la plataforma en el lado exterior de la curva.

Por tanto se tendrá:

- Rectas:
 - Calzadas + arcenes: 2%
 - Subrasante: 2%
 - Bermas: 4%

- Curvas:
 - Circulares :
 - Calzada + arcén: 7%
 - Berma interior: 7%
 - Berma exterior: 4%

 - Transición:
 - Calzada + arcén: transición.
 - Berma interior: =pendiente calzada + arcén.
 - Berma exterior: 4%.

2.8.- TALUDES

Se adoptarán los siguientes taludes para los distintos tipos de materiales, expresados en distancia horizontal/distancia vertical.

- Firme: 2/1

- Desmorte: 3/2

- Terraplén: 3/2

3.- TRAZADO EN ALZADO

Respecto a la definición del trazado en alzado se considerarán prioritarias las características funcionales de seguridad y comodidad, que deriven de la visibilidad disponible, de la deseable ausencia de pérdida de trazado y de una variación continua y gradual de parámetros, según dispone la norma 3.1-IC.

El eje que define el alzado coincide con el eje físico de la calzada, es decir con la marca vial de separación de sentidos.

El trazado en alzado está constituido por rasantes en rama o pendiente, y acuerdos entre las mismas, que pueden ser cóncavos o convexos.

Para los acuerdos verticales las parábolas se definirán por el valor del parámetro K_v , el cual configurará a longitud de la curva por variación de pendiente y por el radio de curvatura del vértice, coincidente con curvas circulares del trazado en planta.

3.1.- INCLINACIÓN DE LAS RASANTES

Según indica la norma, los valores máximos de inclinación de la rasante en rampas y pendientes, son función de la velocidad de proyecto V_p , que para el caso de una carretera convencional con $V_p=40$ km/h la inclinación máxima es del 7% y la excepcional del 10%.

También se establece que el valor mínimo de la inclinación de la rasante no será inferior a 0,5%, siendo excepcionalmente este valor del 0,2%.

En el caso del trazado propuesto se tiene una inclinación máxima del 4,1207%, y una inclinación mínima del 1,6772%, que cumplen tanto con el mínimo como con el máximo que establece la norma.



3.2.- ACUERDOS VERTICALES

La curva de acuerdo vertical será una parábola de eje vertical y de ecuación:

$$y = \frac{x^2}{2 \cdot K_v}$$

Los parámetros de los acuerdos deberán tener unos valores mínimos por consideraciones de visibilidad y estéticas.

Por consideraciones de visibilidad el parámetro deberá cumplir con los siguientes valores mínimos:

Vp(km/h)	MÍNIMO		DESABLE	
	Kv CONVEXO (m)	Kv CÓNCAVO (m)	Kv CONVEXO (m)	Kv CÓNCAVO (m)
40	303	568	1085	1374

Mientras que por consideraciones estéticas la longitud de la curva de acuerdo debe ser mayor a la velocidad de proyecto. En caso contrario, el parámetro deberá responder al siguiente criterio: $K_v \geq V_p/\theta$.

Ambas condiciones, tanto del valor del parámetro como de la longitud se cumplen en toda la traza del tramo de la carretera.

4.- SECCIÓN TRANSVERSAL

La sección transversal se diseña en función del tráfico estimado en la hora de proyecto del año horizonte, 20 años después de la puesta en servicio, considerando que esta se produce en el año 2017.

Se ha proyectado una carretera de calzada única con dos sentidos de circulación. El ancho total de la plataforma es de 7 m, compuesto por dos carriles de 3 m de ancho y arcenes de 0,5 m. Además también se ha considerado la colocación de bermas con un ancho de 0,5 m.

5.- VISIBILIDAD

Se considera suficiente el estudio del el valor del despeje necesario para disponer de una determinada visibilidad en las curvas circulares, ya que estas alineaciones son las que suelen mostrar más problemas de este tipo. Para ello se considera anteriormente la visibilidad de parada.

El despeje necesario se obtendrá aplicando la siguiente fórmula:

$$F = R - (R + b) \cdot \cos\left(\frac{31,83 \cdot D}{R + b}\right)$$

Siendo:

F = distancia mínima del obstáculo al borde de la calzada más próxima a él (m).

R = radio del borde de la calzada más próxima al obstáculo (m).

b = distancia del punto de vista del conductor al borde de la calzada más próximo al obstáculo (m).

D = visibilidad (m).

6.- RESUMEN DE CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DEL TRAZADO

Ancho del carril: 3 metros.

Ancho del arcén: 0,5 metros.

Ancho de la plataforma: 7 metros.

	Máximo	Mínimo
Radio planta (m)	300	85
A parámetros clotoide (m)	145	62
Kv acuerdo cóncavo (m)	2658	1500
Kv acuerdo convexo (m)	4825	1786
Pendiente (%)	4,1207	1,6772



7.- LISTADOS

A continuación se adjuntan los listados de interés obtenidos a partir de la generación por el programa de trazado (CLIP) utilizado para el desarrollo del análisis de la carretera así como del nuevo trazado:

7.1.- EJE EN PLANTA

7.1.1.- DATOS DE ENTRADA

Los datos introducidos en el programa para realizar el trazado en planta de la carretera propuesta como alternativa 3 son los siguientes:

Al.	Tipo	Radio	Retr.	AE	AS	X1	Y1	X2	Y2
1	Fijo	Infinito				699.960,579	4.409.863,318	700.005,004	4.409.876,454
2	Móvil	-300,000		145,00	145,00				
3	Fijo	186,000		99,00	99,00	700.224,031	4.410.108,281	700.277,885	4.410.168,047
4	Móvil	-125,000		81,00	81,00				
5	Fijo	85,000		62,00	62,00	700.491,241	4.410.291,416	700.553,741	4.410.321,971
6	Giratorio	Infinito						700.575,004	4.410.324,759

7.1.2.- PUNTOS SINGULARES

Estación	Long.	Coord. X	Coord. Y	Acimut	Radio	Parám.	X Centro	Y Centro
0+000,000	0,000	699.960,579	4.409.863,318	81,6973	Infinito			
0+008,841	8,841	699.969,057	4.409.865,825	81,6973	Infinito			
0+078,925	70,083	700.035,400	4.409.888,284	74,2613	-300,000	145,00	699.917,386	4.410.164,097
0+264,752	185,827	700.173,602	4.410.008,041	34,8275	-300,000		699.917,386	4.410.164,097
0+334,835	70,083	700.205,272	4.410.070,513	27,3915	Infinito	145,00		
0+387,529	52,694	700.229,465	4.410.117,272	36,4091	186,000	99,00	700.385,866	4.410.016,601
0+501,516	113,987	700.315,832	4.410.188,912	75,4234	186,000		700.385,866	4.410.016,601
0+554,209	52,694	700.366,256	4.410.204,047	84,4411	Infinito	99,00		
0+606,697	52,488	700.416,074	4.410.220,245	71,0752	-125,000	81,00	700.361,214	4.410.332,563
0+634,874	28,176	700.439,790	4.410.235,348	56,7250	-125,000		700.361,214	4.410.332,563
0+687,362	52,488	700.475,538	4.410.273,641	43,3590	Infinito	81,00		
0+732,585	45,224	700.506,911	4.410.306,014	60,2944	85,000	62,00	700.556,554	4.410.237,018
0+756,233	23,648	700.527,769	4.410.316,995	78,0058	85,000		700.556,554	4.410.237,018
0+801,457	45,224	700.572,215	4.410.324,537	94,9412	Infinito	62,00		
0+804,255	2,798	700.575,004	4.410.324,759	94,9412	Infinito			



7.2.- EN ALZADO

7.2.1.- VÉRTICES

Ver.	Estación	Cota	Pente.(%)	Long.(L)	Radio(kv)	Flecha
1	0+000,000	861,147•				
2	0+168,365	865,700•	2,7043	329,361	-4.825,800•	-2,810
3	0+445,015	854,300•	-4,1207	156,178	2.658,000•	1,147
4	0+598,860	857,000•	1,7550	89,332	-1.786,000•	-0,559
5	0+752,858	852,000•	-3,2468	73,859	1.500,000•	0,455
6	0+804,255	852,862•	1,6772			

7.3.- OTROS

7.3.1.- MOVIMIENTO DE TIERRAS

Estación	As. Terr.	Sup. Ocup.	V.T. Veg.	V. Expla.	V. Terra.	V.D. Tier.	V. Bermas	S. Expla.	S. Terra.	S.D. Tie.	S. Bermas
0+000	0	0	0	0	0	0	0	5,29	0,00	6,19	0,55
	0	213	64	105	0	140	11				
0+020	0	213	64	105	0	140	11	5,24	0,00	7,30	0,52
	0	644	193	318	0	466	31				
0+080	0	857	257	424	0	606	42	5,24	0,00	9,76	0,52
	3.248	11.213	3.364	3.910	7.063	15.213	375				
0+804,255	3.248	12.070	3.621	4.334	7.063	15.819	417	5,36	0,00	6,76	0,55

Anejo nº7. Estudio de Alternativas.

Estudio para la mejora de la Seguridad Vial de la Carretera CV-245, PPKK 19+800 a 21+000 en el T.M. de Alcublas (Valencia).

Autor: Elia Canet Artés

Tutor: José Manuel Campoy Ungria



Escuela Técnica Superior de Ingenieros de
Caminos, Canales y Puertos

TRABAJO FINAL DE GRADO
Titulación: Grado en Ingeniería Civil
Curso: 2015-2016



ÍNDICE

- 1.- INTRODUCCIÓN
- 2.- DESCRIPCIÓN DE ALTERNATIVAS
- 3.- ESTUDIO COMPARATIVO



1.- INTRODUCCIÓN

Con el fin de examinar las distintas posibilidades de mejora de la Seguridad Vial del tramo objeto de estudio de la carretera CV-245 se realiza un estudio de soluciones en el que se proponen distintas alternativas. Se baraja entre dos posibles soluciones, las cuales se exponen a continuación por orden de prioridad, teniendo en cuenta la Seguridad Vial del trazado:

- Mejora del trazado actual de la carretera.
- Mejora de la señalización y balizamiento y visibilidad de las curvas sin realizar cambios en el trazado.

En la primera de las soluciones expuesta, se pretende corregir los parámetros geométricos deficientes, tanto en planta como en alzado, con tal de conseguir que el tramo se adapte a la carretera convencional existente, la cual tiene una velocidad de proyecto de 40 km/h. Según la Norma de Trazado 3.1-IC, se tendrán en cuenta los siguientes parámetros:

- El **trazado**, en el cual se considerará la longitud de la infraestructura viaria; la pendiente, que determinará el volumen de movimiento de tierras; y la velocidad específica de los elementos que integran el trazado, que definirá el tiempo necesario para que el conductor recorra el tramo en condiciones de seguridad y comodidad.
- Las **estructuras**, entre las que se incluyen obras tipo marco, obras de fábrica y obras de paso necesarias, que determinan el coste y complejidad del proyecto.
- El **impacto ambiental** sobre el paisaje, teniendo en cuenta la afección al mismo provocada por la construcción de la infraestructura viaria. Se valorará el tipo de flora y su destrucción debido a la superficie de desbroce, y la superficie de terreno afectada por la nueva traza de la carretera.
- El **factor económico**, teniendo gran influencia en este las partidas de movimiento de tierras. Es fundamental que este sea el menor posible y los volúmenes entre desmontes y terraplenes estén compensados.

En la segunda solución se pretende aumentar la seguridad, eficacia y comodidad de la circulación así como facilitar la orientación de los conductores. Según indica la norma 8.1-IC Señalización Vertical, para ello, siempre que sea factible se debe advertir de los posibles peligros, ordenar la circulación, recordar o acotar prescripciones del Reglamento General de Circulación y proporcionar al usuario la información que precisa. Dicha norma también establece los criterios básicos a los que se debe ajustar el diseño e implantación de la señalización en los proyectos de carreteras, y tiene en cuenta los siguientes principios:

- La claridad impone transmitir mensajes fácilmente comprensibles por los usuarios, no recargar la atención del conductor y, en todo caso, imponer las menores restricciones posibles a la circulación.
- La sencillez exige que se emplee el menor número posible de elementos.
- La uniformidad requiere que los elementos utilizados, su implantación y los criterios de aplicación sean exclusivamente los que exige la presente norma.
- La continuidad en la señalización significa que un destino incluido una vez debe ser repetido en todos los carteles siguientes hasta que se alcance.

2.- DESCRIPCIÓN DE ALTERNATIVAS

Solución 1: Mejora del trazado

Para la primera opción en la que se propone mejorar el trazado actual de la carretera se han estudiado 3 alternativas de trazado tanto en planta como en alzado con el fin de determinar la solución más ventajosa para el caso de la carretera estudiada. Para ello se han tenido en cuenta los parámetros expuestos anteriormente. En el diseño de las distintas alternativas se ha definido la misma sección tipo y las mismas variables en cuanto a definición de cunetas y taludes, modificando el trazado en planta siempre que sea necesario con el fin de compensar los movimientos de tierras en alzado.

Los parámetros de trazado más significativos para cada alternativa son: longitud, radios de curvatura mínimos y máximos, pendientes máximas y mínimas, ancho de plataforma y taludes tipo.

Se desarrolla cada una de las alternativas realizando modificaciones del trazado actual expuesto en el anejo Nº1 Descripción de la Situación Actual, con el fin de realizar un análisis comparativo. A continuación se detalla cada una de las alternativas y sus características:

Alternativa 1

La primera alternativa propuesta como “Alternativa 1” cuenta con una longitud total de 605,868 m. Su trazado en planta está compuesto por dos alineaciones rectas y dos alineaciones curvas.

Con este nuevo trazado se pretende mitigar la problemática actual (situada principalmente en esta consecución de curvas), con un trazado que contemple la mínima longitud y radios que permitan circular dentro de unos valores mínimos de seguridad y comodidad.

- Longitud: 605,868.
- Radios de curvas mínimos: 120 m.
- Radios de curvas máximos: 150 m.
- Pendiente máxima: 2,725 %.
- Pendiente mínima: 0.571 %.
- Ancho de plataforma: 7 m.
- Taludes tipo: 3/2 desmonte, 3/2 terraplén.

No obstante, aunque con este trazado se mejora la situación actual, no se cumple con la norma de Trazado 3.1-IC, por lo que es conveniente la elección de otra alternativa que sí cumpla con los criterios establecidos por dicha Instrucción.



Figura 1. Alternativa 1.

Alternativa 2

La “Alternativa 2” tiene una longitud total de 1198,923 m . Su trazado en planta está compuesto por tres alineaciones rectas y cuatro alineaciones curvas.

Como característica principal del trazado, esta alternativa se ha intentado ajustar al trazado de la actual CV-245, modificando el mismo en los puntos donde las curvas no se ajustan a las alineaciones contiguas o a la velocidad de proyecto de la carretera. También en la misma línea se han modificado las pendientes y los acuerdos verticales, siempre adaptándose a los criterios exigidos por la Norma.

- Longitud: 1.198,923 m
- Radios de curvas mínimos: 100 m.
- Radios de curvas máximos: 300 m.
- Pendiente máxima: 3,039 %.
- Pendiente mínima: 0,51 %.
- Ancho de plataforma: 7 m.
- Taludes tipo: 3/2 desmonte, 3/2 terraplén.



Figura 2. Alternativa 2.

Alternativa 3

La “Alternativa 3” cuenta con una longitud total de 804,255 m. Su trazado en planta está compuesto por dos alineaciones rectas y cuatro alineaciones curvas.

Esta alternativa también se ha intentado ajustar al trazado de la actual CV-245, modificando el mismo en los puntos donde las curvas no se ajustan a las alineaciones contiguas o a la velocidad de proyecto de la carretera. También en la misma línea se han modificado las pendientes y los acuerdos verticales, siempre adaptándose a los criterios exigidos por la Norma. Se ha intentado compensar el movimiento de tierras y que este fuera el mínimo, con tal de que esta alternativa fuese óptima y adoptada como solución final.

- Longitud: 804,255 m.
- Radios de curvas mínimos: 85 m.
- Radios de curvas máximos: 300 m.
- Pendiente máxima: 3,2468 %.
- Pendiente mínima: 1.6772%.
- Ancho de plataforma: 7 m.
- Taludes tipo: 3/2 desmonte, 3/2 terraplén.



Figura 3. Alternativa 3.



Figura 4. Alternativas propuestas.

Solución 2: Mejora de la señalización y balizamiento y visibilidad de las curvas

Para el caso de la segunda opción que se estudia, en la que se pretende únicamente realizar mejoras en la señalización y balizamiento así como en los sistemas de contención de vehículos, se propone una única alternativa cuyos criterios básicos de diseño e implantación se adapten a los principios expuestos anteriormente y cumplan con las normas exigidas.

Por tanto, la señalización vertical y balizamiento de curvas deberán cumplir con las exigencias de la norma 8.1-IC Señalización Vertical, mientras que los sistemas de contención de vehículos se dispondrán según la Orden Circular 35/2014 Sobre Criterios de Aplicación de Sistemas de Contención de Vehículos.

En primer lugar, para la señalización y balizamiento de las curvas, se tendrá en cuenta la norma 8.1-IC de Señalización Vertical. Se realizará el balizamiento de la curva con el fin de ayudar al conductor a identificar el trazado de la curva, advirtiéndolo con el primer panel de la peligrosidad de la misma en función de la diferencia entre la velocidad de aproximación y la velocidad recomendada para la curva. De acuerdo con este criterio la norma dispone que:

- Las velocidades recomendadas para las curvas que forman parte del trazado de carreteras convencionales como es el caso de la estudiada sean:

Radio	Recomendación de velocidad
Menor de 65 m	
Entre 65 m y 105 m	
Entre 105 m y 155 m	
Entre 155 m y 220 m	
Entre 220 m y 300 m	
Entre 300 m y 400 m	

Figura 5. Tabla velocidades.

- En función de la velocidad de aproximación (V_a) y la velocidad de a curva (V_2) se dispone un primer panel, simple, doble o triple, de acuerdo con la siguiente tabla de la norma:

V_a-V_2	Panel		Señales
Entre 15 km/h y 30 km/h	Simple		P-13 o P-14
Entre 30 km/h y 45 km/h	Doble		P-13 o P-14 + S-7
Más de 45 km/h	Triple		P-13 o P-14 + 2 S-7

Figura 6. Tabla paneles curvas

La disposición de estos paneles se realizará:

- Perpendicular al conductor.
- Si el primer panel contiene más de un panel, estos deben estar separados entre sí 15 cm.
- La separación a lo largo de la curva debe ser de aproximadamente $R/10$, con un mínimo de 6 y un máximo de 40 m, y con un número de paneles visible de entre 3 y 5.
- En el caso de que los paneles sean de un solo galón, estarán separados aproximadamente $R/15$, una distancia entre 4 y 10 m, y deberán ser visibles para el conductor entre 4 y 6 paneles.

En el caso de carreteras convencionales sin arcenes que discurren por terrenos accidentados podrán disponerse paneles de 0,80 x 0,40 m (2 galones) o de 0,40 x 0,40 m (1 galón), como es el caso. No obstante, siempre que sea posible se dispondrán paneles de 1,60 x 0,40 (4 galones), como los existentes actualmente.



- En cuanto a las señales de recomendación de velocidad S-7 se colocarán tal que la primera señal sea vista desde una distancia tal que a su altura la velocidad haya disminuido hasta la aproximación a un valor no superior al por ella indicado. Las reducciones superiores a 40 km/h exigen varias señales, que se escalonen de manera que el intervalo entre ellas sea menor al principio y mayor al final. De este modo, se intentará disponer las señales de recomendación de velocidad según las distancias mínimas establecidas en la norma 8.1-IC recogidas en las siguientes tablas:

DISTANCIA DE VISIBILIDAD (m) GEOMÉTRICA MÍNIMA A UNA SEÑAL DE LIMITACIÓN DE VELOCIDAD

VELOCIDAD DE APROXIMACIÓN (km/h)	LIMITACIÓN DE VELOCIDAD (km/h) EN LA SEÑAL										
	0	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110
40	55	45									
50	80	70	60	45							
60	105	95	85	75	55						
70			120	105	90	65					
80				140	120	100	75				
90					160	140	105	85			
100						180	155	125	95		
110							205	175	140	100	
120								225	190	155	115

Figura 7. Tabla distancia de visibilidad geométrica mínima.

DISTANCIA (m) ENTRE SEÑALES SUCESIVAS DE VELOCIDAD LIMITADA*

DESDE	HASTA									
	0	20	30	40	50	60	70	80	90	
40	35									
50	50	45	35							
60		65	55	40						
70			80	65	50					
80				95	80	60				
90					111	90	65			
100						127	105	75		
110							145	115	80	

*Excepto en las salidas de las vías

Figura 8. Tabla distancia de visibilidad geométrica mínima entre señales consecutivas.

- Por último, entre la elección de señales P-13 o P-14, se dispondrán las P-14 siempre que se justifique la existencia de curvas enlazadas. Para ello, la norma indica que se dispondrán señales P-14a o P-14 b en los siguientes casos:
 - Si la diferencia entre la velocidad de aproximación y la velocidad recomendada para la primera curva es mayor que 15km/h y la diferencia entre las velocidades de recomendación entre la primera y la segunda curva es menor que 15 km/h.
 - Antes de una curva seguida de otra muy próxima y con poca visibilidad, en lugar de las P-13a y P-13b.
 - En lugar de las P-13a y P-13b antes de la primera serie de curvas menor de 3 km y con diferencia entre la velocidad de aproximación y la velocidad recomendada para recorrer la curva menor de 30 km/h.

A partir de las disposiciones anteriores se realiza un estudio de la señalización y balizamiento necesario para el tramo analizado, del cual obtenemos los siguientes resultados expresados en las siguientes tablas para ambos sentidos de circulación:



SENTIDO CRECIENTE DE PKS																			
Tramos*	Pkinicial	Pfinal	D	Cota PK inicial	Cota PK final	Pendiente	Curvas	Radio	Vel. Máx. 90 km/h										
									V1	V2	Va	Va-V2	Primer Panel	Min. Sep. en curva (m)	Señalización curva	Señal recomend. vel. Curva	Distancia inicio curva	Señal escalonam.	Distancia señal anterior
Tramo 23	19658,78	19972,49	313,71	853,31	864,50	0,03567273	Curva 23	-55	90	42	90	48	Triple	6,0	P-14b	40	105	70	65
Tramo 24	19978,00	20038,88	60,88	864,47	862,79	-2,76%	Curva 24	50,326	42	40	42	2	No se necesita señalización	6,0					
Tramo 25	20058,40	20113,04	54,64	862,51	861,31	-2,20%	Curva 25	-40	40	40	41	1	No se necesita señalización	6,0					
Tramo 26	20175,58	20216,08	40,50	859,48	858,52	-2,37%	Curva 26	32	40	40	41	1	No se necesita señalización	6,0					
Tramo 27	20241,36	20277,94	36,58	858,17	857,66	-1,38%	Curva 27	100	40	54	40	-14	No se necesita señalización	10,0					
Tramo 28	20330,45	20422,41	91,96	857,50	857,52	0,03%	Curva 28	-120	54	58	55	-3	No se necesita señalización	12,0					
Tramo 29	20439,73	20608,08	168,35	857,48	852,43	-3,00%	Curva 29	70	58	46	86	40	Doble	7,0	P-13a	40	140	80	95
Tramo 30	20636,81	20636,81	0,00	852,37	852,37	#iDIV/0!	Curva 30	187,204	46	70	46	-24	No se necesita señalización	18,7					
Tramo 31	20676,75	20676,75	0,00	852,93	852,93	#iDIV/0!	Curva 31	-160	70	66	70	4	No se necesita señalización	16,0					
Tramo 32	20710,28	20760,76	50,48	853,54	853,25	-0,59%	Curva 32	130	66	60	66	6	No se necesita señalización	13,0					
Tramo 33	20779,31	20844,31	65,00	853,13	851,87	-1,93%	Curva 33	110	60	56	61	5	No se necesita señalización	11,0					
Tramo 34	20908,15	20954,42	46,27	852,00	851,94	-0,14%	Curva 34	-44,185	56	40	57	17	Simple	6,0	P-14b	No			
Tramo 35	20953,99	21001,97	47,98	851,70	851,48	-0,45%	Curva 35	100	56	54	41	-13	No se necesita señalización	10,0					

*Los tramos van desde el fin de la limitación de velocidad anterior hasta el inicio de la siguiente, es decir, desde el fin de la curva circular anterior hasta el inicio de la siguiente.



SENTIDO DECRECIENTE DE PKS																			
Tramos*	Pkinicial	Pkfinal	D	Cota PK inicial	Cota PK final	Pendiente	Curvas	Radio	Vel.Máx.90 km/h										
									V1	V2	Va	Va-V2	Primer Panel	Min. Sep. en curva (m)	Señalización curva	Señal recomend. vel. Curva	Distancia inicio curva	Señal escalonam.	Distancia señal anterior
Tramo 34	21001,97	20953,99	47,98	851,52	851,91	0,83%	Curva 34	-44,185	54	40	55	15	No se necesita señalización	6,0					
Tramo 33	20950,18	20908,15	42,03	851,48	851,70	0,52%	Curva 33	110	54	56	41	-16	No se necesita señalización	11,0					
Tramo 32	20844,31	20779,31	65,00	851,87	853,13	1,93%	Curva 32	130	56	60	57	-3	No se necesita señalización	13,0					
Tramo 31	20760,76	20710,28	50,48	853,25	853,54	0,59%	Curva 31	-160	60	66	61	-5	No se necesita señalización	16,0					
Tramo 30	20676,75	20676,75	0,00	852,93	852,93	#¡DIV/0!	Curva 30	187,204	66	70	66	-4	No se necesita señalización	18,7					
Tramo 29	20636,81	20636,81	0,00	852,37	852,37	#¡DIV/0!	Curva 29	70	70	46	70	24	Simple	7,0	P-14b	No			
Tramo 28	20608,08	20439,73	168,35	852,43	857,48	3,00%	Curva 28	-120	46	58	86	27	Simple	12,0	P-14a	No			
Tramo 27	20422,41	20330,45	91,96	857,52	857,50	-0,03%	Curva 27	100	58	54	59	5	No se necesita señalización	10,0					
Tramo 26	20277,94	20241,36	36,58	857,66	858,17	1,38%	Curva 26	32	54	40	54	14	No se necesita señalización	6,0					
Tramo 25	20216,08	20175,58	40,50	858,52	859,48	2,37%	Curva 25	-40	40	40	41	1	No se necesita señalización	6,0					
Tramo 24	20113,04	20058,40	54,64	861,31	862,51	2,20%	Curva 24	50,326	40	40	41	1	No se necesita señalización	6,0					
Tramo 23	20038,88	19978,00	60,88	862,79	864,47	2,76%	Curva 23	-55	40	42	41	-1	No se necesita señalización	6,0					
Tramo 22	19972,49	19658,78	313,71	864,50	853,31	-3,57%	Curva 22	2200	42	90	90	0	No se necesita señalización	220,0					

*Los tramos van desde el fin de la limitación de velocidad anterior hasta el inicio de la siguiente, es decir, desde el fin de la curva circular anterior hasta el inicio de la siguiente.

En cuanto a los sistemas de contención de vehículos, estos se dispondrán conforme a la Orden Circular 35/2014 sobre Criterios de Aplicación de Sistemas de Contención de Vehículos en función de los criterios obtenidos a partir de la inspección visual de la carretera y de los datos del análisis de accidentalidad realizado en el Anejo nº1. Descripción de la situación actual.

Se considera la disposición de estos en las curvas que precisan de señalización, disponiendo también en ellas sistemas de protección para usuarios de motocicletas, debido a las reducciones de velocidad y a que la señalización supone un obstáculo para el conductor.

Como balizamiento complementario se estudia la colocación de hitos de arista según se establece en la Orden Circular 309/90 CyE del 15 de Enero sobre hitos de arista con el fin de reforzar la visibilidad del trazado sinuoso del tramo. Para ello se deben disponer hitos del tipo I con sección en forma de "A" con lados iguales de 12 cm de longitud. El ángulo formado por los lados de la "A" es de 30º sexagesimales. La altura sobre el pavimento debe ser de 1,05 m. Se colocarán hitos kilométricos y entre ellos 9 hitos de hectómetro. Entre estos se colocarán más hitos según el radio, que irán aumentando su distancia y por tanto, disminuyendo en número a medida que continua la curva, según se dispone en la siguiente tabla:

RADIO (en m)	DISTANCIA (en m)	Nº DE HITOS POR hm	1º hm CONTI- GUO	2º hm CONTI- GUO	3º hm CONTI- GUO	4º hm CONTI- GUO
< 100	10	10	12 ^{1/2}	16 ^{2/3}	25	50
100 - 150	12 ^{1/2}	8	16 ^{2/3}	25	50	50
151 - 200	16 ^{2/3}	6	25	50	50	50
201 - 300	20	5	33 ^{1/3}	50	50	50
301 - 500	25	4	33 ^{1/3}	50	50	50
601 - 700	33 ^{1/3}	3	50	50	50	50
> 700	50	2	50	50	50	50

Figura 9. Disposición hitos de arista.

Por último, como mejora de la visibilidad en las curvas se considera el despeje necesario para disponer de una visibilidad mínima según las exigencias de la Instrucción de Carreteras 3.1-IC de Trazado.

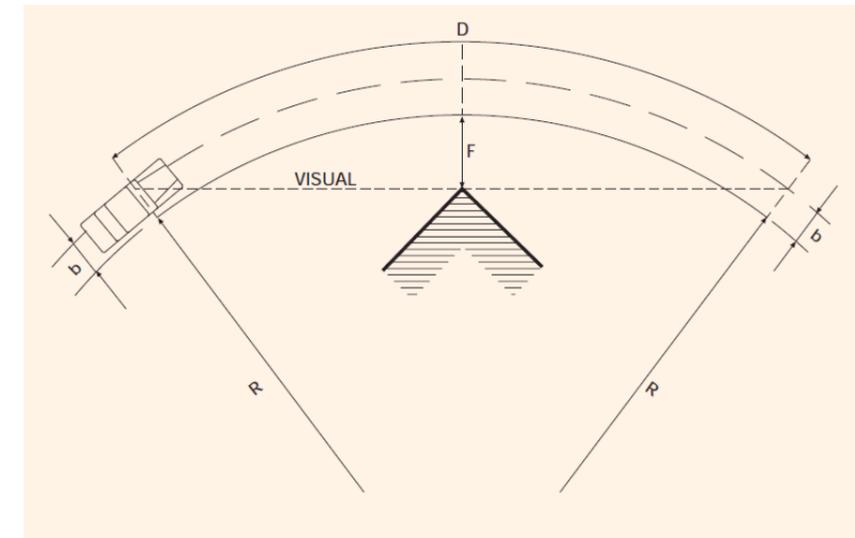


Figura 10. Despeje

A partir de la fórmula que proporciona dicha norma, se ha realizado un análisis del despeje necesario en cada curva de las que configuran el trazado actual del tramo analizado que se muestra a continuación. De él, se puede deducir que muchas de las curvas no tienen el despeje suficiente para disponer de la visibilidad mínima, por lo que otra de las mejoras para la seguridad vial del tramo propuestas en esta solución es aumentar los despejes que no cumplen con los mínimos, especialmente en las curvas que se han detectado más inconsistencias.



PK inicio	PK fin	Alineación	Longitud	Radio	A	Ve	Visibilidad en curvas circulares			
							Visibilidad de parada			Despeje
							i	fl interp	Dp	
18101,987	19438,179	Recta	1336,192				-	-	-	
19438,179	19658,778	Curva circular	220,599	2200		120	6,61	0,291	175,425875	0,24700522
19658,778	19.907,036	Recta	248,258				-	-	-	
19907,036	19.972,491	Curva transición	65,455		60		-	-	-	
19972,491	19.977,997	Curva circular	5,506	-55		40	1,83	0,432	19,5444798	0,65705362
19977,997	20.007,088	Curva transición	29,091		40		-	-	-	
20007,088	20.038,881	Curva transición	31,793		40		-	-	-	
20038,881	20.058,403	Curva circular	19,522	50,326		40	-1,19	0,432	19,7130568	0,56559763
20058,403	20.098,640	Curva transición	40,237		45		-	-	-	
20098,64	20.113,040	Curva transición	14,4		24		-	-	-	
20113,04	20.175,579	Curva circular	62,539	-40		40	-1,37	0,432	19,6888573	0,33791307
20175,579	20.198,079	Curva transición	22,5		30		-	-	-	
20198,079	20.216,079	Curva transición	18		24		-	-	-	
20216,079	20.241,361	Curva circular	25,282	32		40	-1,37	0,432	19,6888573	0,06400848
20241,361	20.259,361	Curva transición	18		24		-	-	-	
20259,361	20.277,942	Recta	18,581				-	-	-	
20277,942	20.330,446	Curva circular	52,504	100		54	-1,37	0,40241033	35,1945052	0,02152358
20330,446	20.397,497	Recta	67,051				-	-	-	
20397,497	20.422,706	Curva transición	25,209		55		-	-	-	
20422,706	20.439,732	Curva circular	17,026	-120		40	0,02	0,432	20,1303186	1,08336122
20439,732	20.464,941	Curva transición	25,209		55		-	-	-	
20464,941	20.608,084	Recta	143,143				-	-	-	
20608,084	20.636,608	Curva circular	28,524	70		46	-3,54	0,41874681	25,0246448	0,40804611
20636,608	20.676,750	Curva circular	40,142	187,204		70	2,85	0,36848041	58,69592	0,77741541
20676,75	20.710,275	Curva circular	33,525	-160		40	2,85	0,432	19,2346274	1,21374721
20710,275	20.741,525	Recta	31,25				-	-	-	
20741,525	20.760,756	Curva transición	19,231		50		-	-	-	
20760,756	20.779,306	Curva circular	18,55	130		60	-0,63	0,38915044	44,7151858	0,39592436
20779,306	20.798,537	Curva transición	19,231		50		-	-	-	
20798,537	20.829,763	Recta	31,226				-	-	-	

20829,763	20.844,308	Curva transición	14,545		40		-	-	-	
20844,308	20.908,148	Curva circular	63,84	110		56	0,23	0,39774203	39,0305153	0,20336553
20908,148	20.922,693	Curva transición	14,545		40		-	-	-	
20922,693	20.952,418	Curva transición	29,725		35		-	-	-	
20952,418	20.953,922	Curva circular	1,504	-44,185		40	-1	0,432	19,8071678	0,430815
20953,922	20.981,717	Curva transición	27,795		35		-	-	-	
20981,717	21.001,967	Curva transición	20,25		45		-	-	-	
21001,967	21.024,985	Curva circular	23,018	100		54	-1	0,40241033	35,442858	0,04301808
21024,985	21.040,985	Curva transición	16		40		-	-	-	
21040,985	21.065,295	Curva transición	24,31		35		-	-	-	
21065,295	21.141,678	Curva circular	76,383	-50,384		40	-1	0,432	19,8071678	0,55772992
21141,678	21.173,434	Curva transición	31,756		40		-	-	-	
21173,434	21.214,919	Curva transición	41,485		37		-	-	-	
21214,919	21.235,600	Curva circular	20,681	33		40	-1	0,432	19,8071678	0,08835808
21235,6	21.247,872	Curva transición	12,272		30		-	-	-	
21247,872	21.253,591	Curva circular	5,719	30		40		0,432	20,1370662	0,09538095
21.253,591	21.258,591	Curva transición	5,000		30		-	-	-	



3.- ESTUDIO COMPARATIVO

Se realiza un estudio comparativo mediante un análisis multicriterio AHP (Proceso de Análisis Jerárquico). Se trata de un método matemático para evaluar alternativas teniendo en consideración varios criterios, basado en el principio de la experiencia.

En primer lugar se realiza la matriz de preferencias de cada alternativa para cada criterio, en la que a través de unos valores numéricos, se realiza una escala de comparación entre las diferentes alternativas.

ESCALA	DEFINICION
1	Igualmente preferida
3	Moderadamente preferida
6	Fuertemente preferida
9	Extremadamente preferida
2, 4, 5, 7, 8	Valores intermedios

Seguidamente se realiza la matriz normalizada. La elaboración de esta matriz se lleva a cabo mediante la suma por columnas de la matriz, y el valor de la casilla correspondiente de la misma, dividirla entre el valor del sumatorio comentado anteriormente. Debe realizarse este cálculo para todas las alternativas con los diferentes criterios.

Finalmente se realiza la ponderación por filas de cada matriz de todos los criterios.

El mismo procedimiento se lleva a cabo realizando la comparación entre los diferentes criterios (adopción de diferentes pesos) llegando a una matriz ponderada de los resultados obtenidos en la matriz normalizada.

A continuación, teniendo en cuenta la puntuación de cada alternativa en cada uno de los aspectos evaluados, se multiplicará cada una de esas puntuaciones por el peso relativo de cada criterio resultando el valor numérico combinado de todos los criterios. El valor numérico superior será la opción óptima, y por tanto la solución a adoptar.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN
Economía	Indica lo económica o cara que puede resultar la obra.
Trazado	Indica la adaptabilidad del trazado a la orografía.
Impacto ambiental	Indica los cambios que se producen en el entorno natural a consecuencia de la infraestructura.
Proceso constructivo	Indica la facilidad de realización de la obra.
Funcionalidad	Indica lo funcional que puede resultar la infraestructura y su buena conexión con las infraestructuras existentes.

ALTERNATIVA	DESCRIPCION
1	Alternativa 1
2	Alternativa 2
3	Alternativa 3

MATRIZ DE PREFERENCIAS - CRITERIOS

CRITERIOS	Economía	Trazado	Impacto ambiental	Proceso constructivo	Funcionalidad
Economía	1,00	6,00	3,00	2,00	2,00
Trazado	0,17	1,00	0,33	0,33	0,50
Impacto ambiental	0,33	3,00	1,00	0,33	0,50
Proceso constructivo	0,50	2,00	3,00	1,00	3,00
Funcionalidad	0,50	2,00	2,00	0,33	1,00

MATRIZ NORMALIZADA - CRITERIOS

CRITERIOS	Economía	Trazado	Impacto ambiental	Proceso constructivo	Funcionalidad
Economía	0,40	0,43	0,32	0,50	0,29
Trazado	0,07	0,07	0,04	0,08	0,07
Impacto ambiental	0,13	0,21	0,11	0,08	0,07
Proceso constructivo	0,20	0,14	0,32	0,25	0,43
Funcionalidad	0,20	0,14	0,21	0,08	0,14

MATRIZ DE PREFERENCIAS - ALTERNATIVAS

	Criterio 1. Economía	Alt. 1	Alt. 2	Alt. 3
Alt. 1		1	0,3333	0,1667
Alt. 2		3	1	0,1111
Alt. 3		6	9	1



Criterio 2. Trazado	Alt. 1	Alt. 2	Alt. 3
Alt. 1	1,00	3,00	6,00
Alt. 2	0,33	1,00	4,00
Alt. 3	0,17	0,25	1,00

Criterio 3. Impacto ambiental	Alt. 1	Alt. 2	Alt. 3
Alt. 1	1,00	0,50	0,13
Alt. 2	2,00	1,00	0,17
Alt. 3	8,00	6,00	1,00

Criterio 4. Proceso constructivo	Alt. 1	Alt. 2	Alt. 3
Alt. 1	1,00	0,20	0,11
Alt. 2	5,00	1,00	0,11
Alt. 3	9,00	9,00	1,00

Criterio 5. Funcionalidad	Alt. 1	Alt. 2	Alt. 3
Alt. 1	1,00	1,00	0,17
Alt. 2	1,00	1,00	0,17
Alt. 3	6,00	6,00	1,00

MATRIZ NORMALIZADA - ALTERNATIVAS

Criterio 1. Economía	Alt. 1	Alt. 2	Alt. 3
Alt. 1	0,1	0,0323	0,1304
Alt. 2	0,3	0,0968	0,087
Alt. 3	0,6	0,871	0,7826

Criterio 2. Trazado	Alt. 1	Alt. 2	Alt. 3
Alt. 1	0,67	0,71	0,55
Alt. 2	0,22	0,24	0,36
Alt. 3	0,11	0,06	0,09

Criterio 3. Impacto ambiental	Alt. 1	Alt. 2	Alt. 3
Alt. 1	0,09	0,07	0,10
Alt. 2	0,18	0,13	0,13
Alt. 3	0,73	0,80	0,77

Criterio 4. Proceso constructivo	Alt. 1	Alt. 2	Alt. 3
Alt. 1	0,07	0,02	0,09
Alt. 2	0,33	0,10	0,09
Alt. 3	0,60	0,88	0,82

Criterio 5. Funcionalidad	Alt. 1	Alt. 2	Alt. 3
Alt. 1	0,13	0,13	0,13
Alt. 2	0,13	0,13	0,13
Alt. 3	0,75	0,75	0,75

RESULTADOS	
Alt. 1	0,12
Alt. 2	0,16
Alt. 3	0,71

Como se puede observar en el análisis multicriterio realizado, se le ha dado mayor peso al factor económico ya que actualmente es un factor de gran peso en la concesión de obras. Además también se han tenido en cuenta otros factores que se consideran determinantes a la hora de la elección de la alternativa en el caso de este tipo de obras. Por tanto, se llega a la conclusión que la **Alternativa 3** es la más adecuada para ser desarrollada como solución para este proyecto.

Anejo nº8. Estudio de firmes y pavimentos.

Estudio para la mejora de la Seguridad Vial de la Carretera CV-245, PPKK 19+800 a 21+000 en el T.M. de Alcublas (Valencia).

Autor: Elia Canet Artés

Tutor: José Manuel Campoy Ungria



Escuela Técnica Superior de Ingenieros de
Caminos, Canales y Puertos

TRABAJO FINAL DE GRADO

Titulación: Grado en Ingeniería Civil

Curso: 2015-2016



ÍNDICE

- 1.- INTRODUCCIÓN
- 2.- FACTORES DE DIMENSIONAMIENTO
- 3.- SOLUCIÓN ADOPTADA
- 4.- SECCION TIPO

1.- INTRODUCCIÓN

El objeto de este anejo será definir y analizar entre las distintas alternativas de firmes de carretera cuál se considera más idónea en cuanto a criterios técnicos y económicos para la sección tipo del nuevo trazado del tramo de carretera proyectado.

Para ello, se tendrán en cuenta las disposiciones técnicas que exige la Instrucción de Carreteras 6.1-IC sobre Secciones de Firme, así como las indicaciones del Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares (PG-3) para el caso del firme a proyectar en la traza de la carretera.

2.- FACTORES DE DIMENSIONAMIENTO

En primer lugar, se deben analizar los distintos factores de dimensionamiento a tener en cuenta para proyectar el firme. Estos son:

- Categoría del tráfico
- Tipo de explanada

Categoría del tráfico

La estructura del firme se configurará en función de la intensidad media diaria de vehículos pesados (I.M.D.P.) que se ha estimado para la hora de proyecto en el año horizonte.

Como ya se ha dispuesto en el Anejo de Estudio de Tráfico, para el carril de proyecto en el año de puesta en servicio así como en el año horizonte, la categoría de tráfico pesado es del tipo **T41**.

Tipo de explanada

A partir de la Instrucción 6.1-IC de Secciones de Firme y sabiendo que el tipo de suelo que se tiene en la traza, según se ha obtenido del estudio geológico y geotécnico, es adecuado, se obtienen las posibles explanadas a realizar, y a partir de ellas se procederá a la elección del firme.

Por tanto, las posibles explanadas a realizar son las que se marcan en la tabla (Figura 1).

CATEGORÍA DE EXPLANADA	TIPOS DE SUELOS DE LA EXPLANACIÓN (DESMONTES) O DE LA OBRA DE TIERRA SUBYACENTE (TERRAPLENES, PEDRAPLENES O RELLENOS TODO-UNO)				
	SUELOS INADECUADOS Y MARGINALES (IN)	SUELOS TOLERABLES (0)	SUELOS ADECUADOS (1)	SUELOS SELECCIONADOS (2) y (3)	ROCA (R)
E1 $E_{p1} \geq 100MPa$					
E2 $E_{p2} \geq 120MPa$					
E3 $E_{p3} \geq 200MPa$					

IN Suelo inadecuado o marginal (Art. 330 del PG-3) 0 Suelo tolerable (Art. 330 del PG-3) 1 Suelo adecuado (Art. 330 del PG-3) 2 Suelo seleccionado (Art. 330 del PG-3) 3 Suelo seleccionado (Art. 330 del PG-3)

S-EST 1 Suelo estabilizado in situ (Art. 512 del PG-3) S-EST 2 Suelo estabilizado in situ (Art. 512 del PG-3) S-EST 3 Suelo estabilizado in situ (Art. 512 del PG-3) Hormigón (Art. 610 del PG-3)

tipo de material: S-EST3 30 espesor mínimo en cm. Suelo de explanación o de la obra de tierra subyacente.

Figura 1. Formación de la explanada.

De entre las posibles soluciones se decide elegir una explanada del tipo E2 por su mayor capacidad de carga, entre otros factores como el posible ahorro de material en el paquete de firmes. Por tanto, existen tres posibles soluciones de explanada para el suelo adecuado existente en la traza: una capa de 55 cm de suelo seleccionado (CBR \geq 10), una capa de 25 cm de suelo estabilizado in situ S-EST2, o una capa de 35 cm de suelo seleccionado (CBR \geq 20).

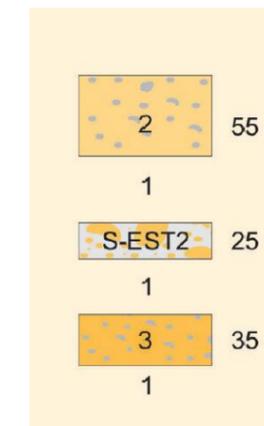


Figura 2. Explanadas para E2 y suelo adecuado.

Figura 3. Tablas estabilización de suelos.

Teniendo en cuenta que en el nuevo trazado la superficie de desmonte predomina sobre la de terraplén, será conveniente excavar el mínimo espesor posible para realizar la explanada. Por ello, sería conveniente realizar la explanada con suelo estabilizado. La estabilización de suelos se realiza in situ con cemento o cal: suelo (rozamiento interno) + conglomerante (cohesión). Se forma una mezcla homogénea y uniforme del suelo con cemento o cal, y eventualmente agua, en la propia traza de la carretera. El principal objeto es disminuir la susceptibilidad al agua del suelo y aumentar su resistencia. Los suelos estabilizados del tipo S-EST1 y S-EST2 se pueden realizar con cal o cemento, mientras que los del tipo S-EST3 solo con cemento. Se deben tener en cuenta los siguientes criterios establecidos en la norma:

TABLA 512.1.1- GRANULOMETRÍA DEL SUELO EN LAS ESTABILIZACIONES CON CAL

TIPO DE SUELO ESTABILIZADO	CERNIDO ACUMULADO (% en masa)	
	ABERTURA DE LOS TAMICES UNE-EN 933-2 (mm)	
	80	0,063
S-EST1 y S-EST2	100	≥ 15

TABLA 512.1.2- GRANULOMETRÍA DEL SUELO EN LAS ESTABILIZACIONES CON CEMENTO

TIPO DE SUELO ESTABILIZADO	CERNIDO ACUMULADO (% en masa)		
	ABERTURA DE LOS TAMICES UNE-EN 933-2 (mm)		
	80	2	0,063
S-EST1 y S-EST2	100	> 20	< 50
S-EST3			< 35

TABLA 512.2- COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL SUELO

CARACTERÍSTICA	NORMA	TIPO DE SUELO ESTABILIZADO		
		S-EST1	S-EST2	S-EST3
MATERIA ORGÁNICA (MO) (% en masa)	UNE 103204	< 2	< 1	
SULTAFOS SOLUBLES (SO ₂) (% en masa)	UNE 103201	< 1		

TABLA 512.3.1- PLASTICIDAD DEL SUELO EN LAS ESTABILIZACIONES CON CAL

TIPO DE SUELO ESTABILIZADO	ÍNDICE DE PLASTICIDAD (IP) (UNE 103104)
S-EST1	≥ 12
S-EST2	≥ 12 y ≤ 40

TABLA 512.3.2- PLASTICIDAD DEL SUELO EN LAS ESTABILIZACIONES CON CEMENTO

CARACTERÍSTICA	NORMA	TIPO DE SUELO ESTABILIZADO		
		S-EST1	S-EST2	S-EST3
LÍMITE LÍQUIDO (LL)	UNE 103103	—	≤ 40	
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (IP)	UNE 103104	≤ 15		

TABLA 512.4- ESPECIFICACIONES DEL SUELO ESTABILIZADO IN SITU

CARACTERÍSTICA	UNIDAD	NORMA	TIPO DE SUELO ESTABILIZADO		
			S-EST1	S-EST2	S-EST3
CONTENIDO DE CAL O DE CEMENTO	% en masa del suelo seco		≥ 2	≥ 3	
ÍNDICE CBR, a 7 días (*)	—	UNE 103502	≥ 6	≥ 12	
COMPRESIÓN SIMPLE, a 7 días (*)	MPa	NLT-305	—	—	≥ 1,5
DENSIDAD (Proctor modificado)	% de la densidad máxima	UNE 103501	≥ 95 (**)	≥ 97	≥ 98

(*) Para la realización de estos ensayos, los probetas se compactarán, según la NLT-310, con la densidad especificada en la fórmula de trabajo.
 (**) Para la capa de coronación de la categoría de explanada E1 definida en la Norma 6.1 IC de Secciones de firme, este valor será del noventa y siete por ciento (97%).

Figura 4. Tablas estabilización de suelos.

No obstante, a falta de ensayos se desconoce si el suelo existente en la traza será adecuado para crear un suelo estabilizado con cemento o cal. Por este motivo y teniendo en cuenta criterios técnicos y económicos se elige la explanada formada por una capa de 55 cm de suelo seleccionado.

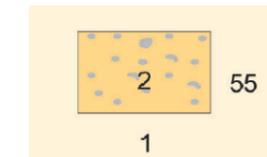


Figura 5. Explanada para E2 y suelo adecuado. 55 cm suelo seleccionado.

3.- SOLUCIÓN ADOPTADA

Los materiales que componen la sección de firme estarán definidos por los factores de dimensionamiento citados anteriormente. Para una categoría de explanada del tipo E2 y una categoría de tráfico pesado T41, según indica la Instrucción 6.1-IC de secciones de firme, se podrá utilizar las secciones de firme 4121, 4122 y 4124.

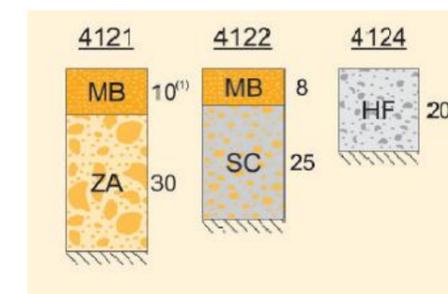


Figura 6. Secciones de firme 4121, 4122 y 4124.

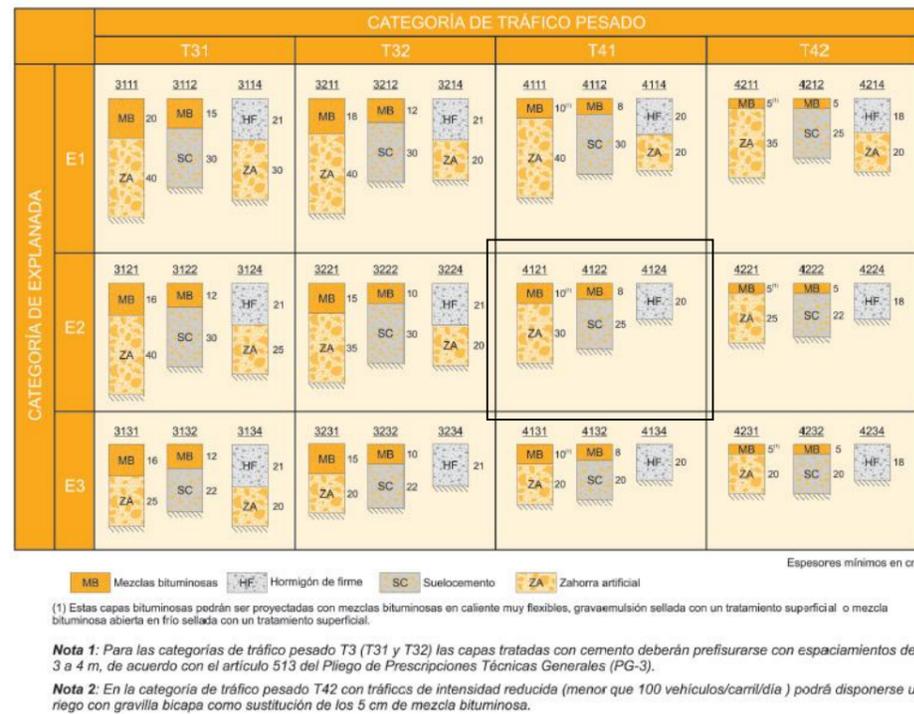


Figura 5. Secciones de firme.

Se estudian técnica y económicamente de entre las posibles soluciones la que resulta más adecuada para el caso de estudio. Entre ellas, se considera adoptar como estructura del firme la sección tipo **4121** constituida por 30 cm de zahorra artificial y 10 cm de mezclas bituminosas, obteniendo así un firme flexible junto con la explanada elegida.

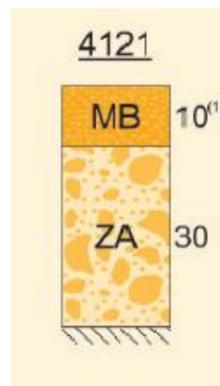


Figura 6. Sección de firme tipo 4121.

En cuanto a la configuración de las mezclas bituminosas, se tendrá en cuenta el artículo 542 del PG-3 (Mezclas Bituminosas en Caliente) y la tabla de espesores de capas de mezclas bituminosas de la norma 6.1-IC (figura 7).

TIPO DE CAPA	TIPO DE MEZCLA (*)	CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO		
		T00 a T1	T2 y T31	T32 y T4 (T41 y T42)
Rodadura	PA	4		
	M	3	2-3	
	F	2-3		
	D y S	6-5		5
Intermedia	D y S	5-10(**)		
Base	S y G	7-15		
	MAM	7-13		

(*) Ver definiciones en tabla 5 o artículos 542 y 543 del PG-3.

(**) Salvo en arcenes, para los que se seguirá lo indicado en el apartado 7.

Figura 6. Espesor de capas de mezcla bituminosa en caliente.

La ejecución se realizará en dos capas (definidas de abajo hacia arriba):

- Una capa intermedia de 5 cm de espesor (bin).
- Una capa de rodadura de 5 cm de espesor (surf).

Sabiendo el tipo de capa y su espesor, a partir del artículo 542 del PG-3 (Mezclas Bituminosas en Caliente) y de la Norma 6.1-IC Secciones de firme, se obtiene el tipo de mezcla a utilizar.

Se utilizarán mezclas semidensas tanto para la capa de rodadura como para la capa intermedia. De este modo se tendrá para la capa de rodadura la mezcla AC16 surf S mientras que para la capa intermedia se tendrá la mezcla AC22 bin S.

TIPO DE CAPA	TIPO DE MEZCLA	ESPESOR (cm)
	DENOMINACIÓN. NORMA UNE-EN 13108-1(*)	
RODADURA	AC16 surf D AC16 surf S	4 – 5
	AC22 surf D AC22 surf S	> 5
INTERMEDIA	AC22 bin D AC22 bin S AC32 bin S AC 22 bin S MAM (**)	5-10
BASE	AC32 base S AC22 base G AC32 base G AC 22 base S MAM (***)	7-15
ARCENES(****)	AC16 surf D	4-6

(*) Se ha omitido en la denominación de la mezcla la indicación del tipo de ligante por no ser relevante a efectos de esta tabla.

(**) Espesor mínimo seis centímetros (6 cm).

(***) Espesor máximo trece centímetros (13 cm).

(****)En el caso de que no se emplee el mismo tipo de mezcla que en la capa de rodadura de la calzada.

Figura 7. Tipo de mezcla en función del tipo y espesor de la capa.

Según la Instrucción 6.1-IC, para las mezclas bituminosas en caliente se debe tener en cuenta la zona térmica a la que pertenece la traza para la elección del tipo de ligante bituminoso, así como para la relación entre su dosificación en masa y polvo mineral.

Como se puede observar en el mapa (Figura 8), la zona de estudio pertenece a una zona térmica estival media. Por tanto, a partir de la tabla que proporciona el PG3 y sabiendo que se trata de una zona media con un tráfico del tipo T4, se considera que la denominación de la mezcla bituminosa será:

- AC 16 surf B 50/70 S para la capa de rodadura.
- AC 22 bin B 50/70 S para la capa intermedia.

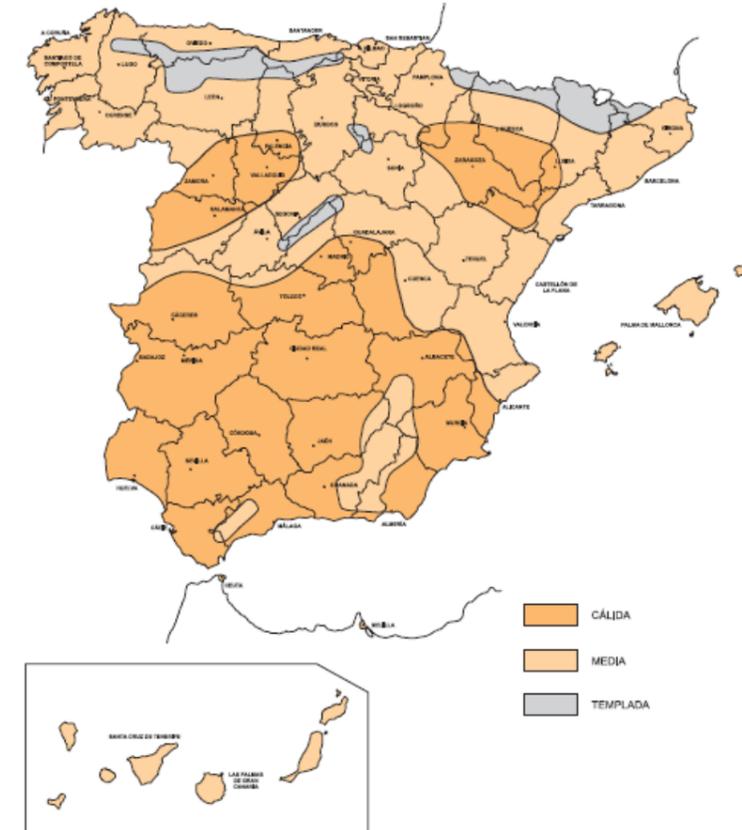


Figura 8. Zonas térmicas estivales.

ZONA TÉRMICA ESTIVAL	CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO					
	T00	T0	T1	T2 y T31	T32 y ARCENES	T4
CÁLIDA	35/50 BC35/50 PMB 25/55-65 PMB 45/80-65	35/50 BC35/50 PMB 25/55-65 PMB 45/80-60 PMB 45/80-65	35/50 BC35/50 PMB 45/80-60 PMB 45/80-65	35/50 50/70 BC35/50 BC50/70 PMB 45/80-60	50/70 BC50/70	
MEDIA	35/50 BC35/50 PMB 45/80-60 PMB 45/80-65	35/50 50/70 BC35/50 BC50/70 PMB 45/80-60	35/50 50/70 BC35/50 BC50/70 PMB 45/80-60	50/70 BC50/70 PMB 45/80-60	50/70 70/100 BC50/70	50/70 70/100 BC50/70
TEMPLADA	50/70 BC50/70 PMB 45/80-60 PMB 45/80-65	50/70 70/100 BC50/70 PMB 45/80-60	50/70 70/100 BC50/70 PMB 45/80-60			

Figura 9. Tipo de ligante hidrocarbonado a emplear en capa de rodadura y siguiente. Artículo 542 PG-3.

Además, hay que considerar los riegos a añadir entre capas. Se deberá añadir un riego de adherencia entre las capas de mezclas bituminosas (intermedia y de rodadura) y otro riego de imprimación entre la capa de zahorra artificial y la capa de mezcla bituminosa intermedia. El riego de adherencia se obtiene del artículo 531 del PG3 (Riegos de Adherencia), y se considera conveniente la utilización de un riego C60B3 ADH. Por otra parte el riego de imprimación se obtendrá del artículo 530 (Riegos de Imprimación), considerándose el uso de un riego del tipo C50BF4 IMP.

Como resumen, el firme elegido para la solución adoptada quedará compuesto por las siguientes capas (de arriba hacia abajo):

- 5 cm de mezcla bituminosa AC 16 surf B 50/70 S (capa de rodadura).
- Riego de adherencia C60B3.
- 5 cm de mezcla bituminosa AC 22 bin B 50/70 S (capa intermedia).
- Riego de imprimación C50BF4 IMP.
- 30 cm de zahorra artificial.

4.- SECCIÓN TIPO

De acuerdo con el tipo de firme especificado en el apartado anterior, se establece la sección tipo que aparecerá detallada en los planos del nuevo trazado, con arceles dotados de la misma estructura de firme que se ha definido para la calzada.

Para definir la sección tipo se seguirán las indicaciones referentes a los aspectos constructivos que se indican en la Instrucción 6.1-IC. Esta establece que la anchura de la capa superior de pavimento de la calzada rebasará a la teórica al menos en 20 cm por cada borde. Cada capa del firme tendrá una anchura (a) en su cara superior, igual a la de la capa inmediatamente superior (as) más la suma de los sobrecanchos (d) y (s) indicados en la tabla (Figura 9). El sobrecancho podrá aumentarse si existe la necesidad de disponer de un apoyo para la extensión de la capa superior.

SOBRECANCHO	MATERIAL	VALOR (cm)
Por derrames (d)	Pavimento de hormigón	0
	Hormigón magro vibrado	0
	Otros materiales	e_s
Por criterios constructivos (s)	Mezclas bituminosas	5
	Materiales tratados con cemento	6 a 10
	Hormigón magro vibrado	20
	Capas granulares	10 a 15

Figura 9. Valores de los sobrecanchos.

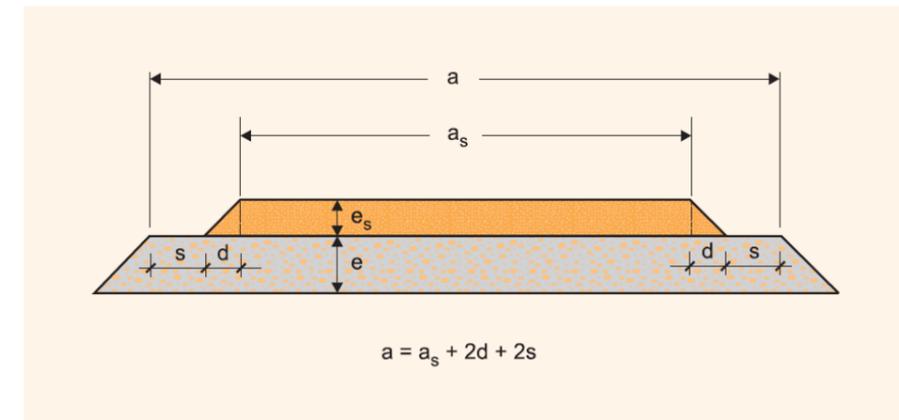


Figura 10. Disposición sobrecanchos.

La sección estructural de firme adoptada como solución final se compone de las capas de firme descritas anteriormente. Es decir, sobre una explanada del tipo E2, se extenderá una primera capa de zahorra artificial de un espesor de 30 cm, seguida de un riego de imprimación. A continuación, se extenderá una capa de 5 cm de mezcla bituminosa en caliente AC 22 bin B 50/70 S como capa intermedia. Después se añadirá un riego de adherencia, para finalmente extender la capa de rodadura compuesta por una mezcla bituminosa en caliente AC 16 surf B 50/70 S. Para el extendido de cada una de las capas que componen la sección de firme elegida para la obra se deben tener en cuenta los aspectos constructivos que propone la Instrucción de Carreteras 6.1-IC Secciones de Firme. Por tanto, la anchura de la capa superior del pavimento de la calzada rebasará a la teórica en 20 cm por cada borde (mínimo). Se han tenido en cuenta los sobrecanchos propuestos por la Norma, siendo el valor del sobrecancho por derrames (d) igual al espesor e_s de la capa extendida, y el sobrecancho por criterios constructivos (s) de 5 cm para capas de mezclas bituminosas, y 10 cm para capas granulares, como es el caso de la zahorra artificial.



A continuación se añade se la sección tipo de firme, donde se observan los espesores, sobreeanchos y taludes de cada capa:

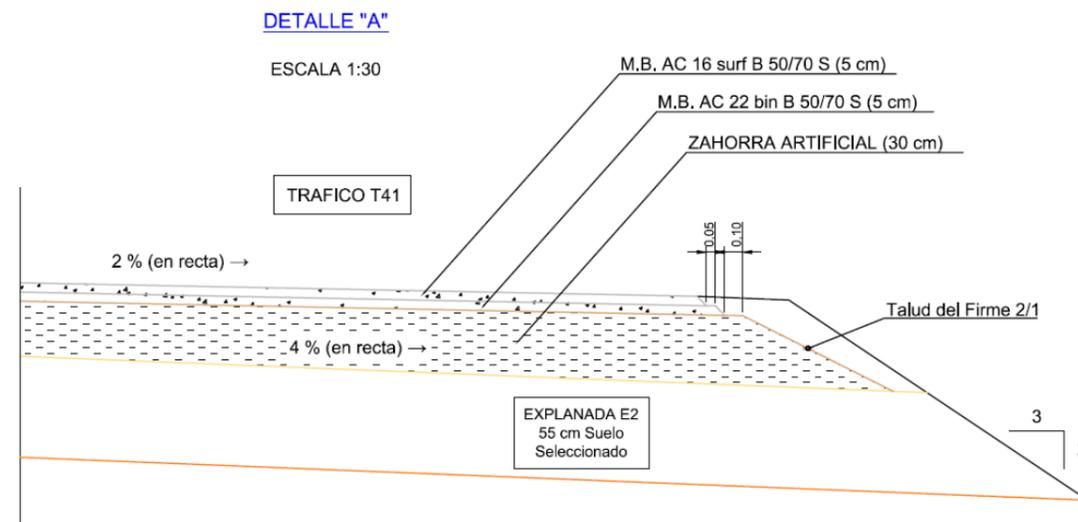


Figura 11. Sección tipo firme.



Anejo nº9. Señalización y balizamiento.

Estudio para la mejora de la Seguridad Vial de la Carretera CV-245, PPKK 19+800 a 21+000 en el T.M. de Alcublas (Valencia).

Autor: Elia Canet Artés

Tutor: José Manuel Campoy Ungria



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Escuela Técnica Superior de Ingenieros de
Caminos, Canales y Puertos

TRABAJO FINAL DE GRADO

Titulación: Grado en Ingeniería Civil

Curso: 2015-2016



ÍNDICE

- 1.- INTRODUCCIÓN
- 1.1.- NORMATIVA EMPLEADA
- 2.- SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL
- 2.1.- INTRODUCCIÓN
- 2.2.- CRITERIOS DE DISEÑO
- 2.3.- TIPOS DE MARCA
- 2.3.1.- Marcas longitudinales
- 2.3.2.- Línea de borde de calzada
- 2.3.3.- Líneas de separación de carriles
- 2.3.4.- Líneas de regulación de adelantamiento
- 2.3.5.- Tipos de pinturas a aplicar
- 3.- SEÑALIZACIÓN VERTICAL
- 3.1.- DEFINICIÓN
- 3.2.- CRITERIOS DE DISEÑO
- 3.2.1.- Materiales
- 3.2.2.- Dimensiones
- 3.2.3.- Situación y orientación
- 3.3.- TIPOS DE SEÑALES
- 3.3.1.- Señales triangulares
- 3.3.2.- Señales circulares
- 3.3.3.- Carteles
- 4.- BALIZAMIENTO
- 4.1.- DEFINICIÓN
- 4.2.- TIPOS DE BALIZAMIENTO
- 4.2.1.- Captafaros de pavimento
- 4.2.2.- Captafaros en barreras de seguridad
- 4.2.3.- Hitos de arista
- 4.2.4.- Paneles de curva
- 5.- RESUMEN SEÑALIZACIÓN Y BALIZAMIENTO
- 6.- BARRERAS DE SEGURIDAD
- 6.1.- DEFINICIÓN
- 6.2.- CRITERIOS DE DISEÑO
- 6.3.- TIPOS DE BARRERAS



1.- INTRODUCCIÓN

El presente anejo tiene como objeto la descripción de los elementos que integrarán la señalización, tanto vertical como horizontal, el balizamiento y los elementos de protección de vehículos del estudio de mejora del tramo PPKK 19+800 a 21+000 de la carretera CV-245 en el T.M. de Alcublas (Valencia).

1.1.- NORMATIVA EMPLEADA

Para la elección y definición de los diferentes elementos de señalización y balizamiento se han tenido en cuenta las instrucciones y recomendaciones propuestas por las siguientes normas y documentos:

- Instrucción de Carreteras, Norma 8.1.-IC SEÑALIZACIÓN VERTICAL (Ministerio de Fomento, Marzo 2014).
- SEÑALES VERTICALES DE CIRCULACIÓN TOMO I. Características de las señales (MOPT, marzo 1992).
- SEÑALES VERTICALES DE CIRCULACIÓN TOMO II. Catálogo y significado de las señales (MOPT, marzo 1992).
- Instrucción de Carreteras, Norma 8.2.-IC MARCAS VIALES (MOPU, marzo 1987).
- Orden Circular 35/2014 Sobre criterios de aplicación de sistemas de contención de vehículos.
- Guía para el proyecto y ejecución de obras de señalización.

La señalización se ha definido para una velocidad de proyecto de 40 km/h.

2.- SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL

2.1.- INTRODUCCIÓN

Se conocen como marcas viales o señalización horizontal las realizadas sobre el pavimento como separación de carriles de circulación, las bandas continuas (de prohibición de adelantamiento) o discontinuas, las bandas de separación de arcén y calzada y cualquier otro tipo de marca realizada en el pavimento que sirva para regular el tráfico de vehículos o peatones.

La señalización horizontal debe satisfacer las siguientes funciones:

- Delimitar carriles de circulación.
- Separar sentidos de circulación.
- Indicar el borde de la calzada.

- Delimitar zonas excluidas a la circulación regular de vehículos.
- Reglamentar la circulación, especialmente el adelantamiento, la parada y el estacionamiento.
- Completar o precisar el significado de señales verticales y semáforos.
- Repetir o recordar una señal vertical.
- Permitir los movimientos indicados.
- Anunciar, guiar y orientar a los usuarios.

2.2.- CRITERIOS DE DISEÑO

Los criterios de diseño que se han tenido en cuenta para la definición de las dimensiones de las marcas viales son los recogidos en la norma 8.2-IC MARCAS VIALES, teniendo en cuenta que la velocidad de proyecto elegida es de 40 km/h.

2.3.- TIPOS DE MARCA

2.3.1.- Línea de borde de calzada

Las líneas de borde de calzada deberán ser blancas, del tipo M-2.6, de 0,1 m de ancho.

2.3.2.- Líneas de separación de carriles

Las líneas de separación de carriles con distinto sentido de circulación, en caso de prohibición de adelantamiento también serán blancas y de 0,10 m de ancho, del tipo M-2.1.

2.3.3.- Líneas de regulación de adelantamiento

En los tramos donde el adelantamiento se permita en ambos sentidos de circulación, la línea de separación de carriles será discontinua, de color blanco, 10 cm de ancho (0,1 m) y de trazo tres metros y medio y nueve metros de módulo (T= 3,5 m, M= 9 m), del tipo M-1.2.

Mientras que en los tramos donde el adelantamientos sólo esté permitido en un sentido de circulación, la línea de separación de carriles deberá ser una línea del tipo M-3.2. Esta, está compuesta por una línea continua de 10 cm de ancho (0,1 m) en el sentido donde se prohíbe adelantar, y por una línea discontinua de 10 cm de ancho (0,1 m) y de tres metros y medio y nueve metros de módulo (T= 3,5 m, M= 9 m). Ambas estarán separadas entre ellas otros 10 cm.

2.3.4.- Tipos de pinturas a aplicar

En todas aquellas marcas de color blanco que se realicen sobre la capa de rodadura definitiva se utilizarán pinturas de tipo acrílico convencionales. Del mismo modo, para las marcas provisionales de color anaranjado también se utilizará el mismo tipo de pintura.

3.- SEÑALIZACIÓN VERTICAL

3.1.- DEFINICIÓN

Se considera señalización vertical al conjunto de placas debidamente colocado y sustentado, que tiene por misión: advertir informar y regular la circulación de los usuarios o los itinerarios.

La señalización persigue cuatro objetivos fundamentales, como indica en la norma 8.1-IC:

- Aumentar la seguridad de la circulación.
- Aumentar la eficacia de la circulación.
- Aumentar la comodidad de la circulación.
- Facilitar la orientación de los conductores.

3.2.- CRITERIOS DE DISEÑO

3.2.1.- Materiales

El material a utilizar en señales y soportes será acero galvanizado de espesor mínimo 1,8 mm, así para los carteles de preaviso o laterales pero en este caso con un espesor de 1,2 mm, y para las señales de destino se utilizará chapa de acero galvanizado.

Se realizarán con relieve de 2,5 a 4 mm de espesor en las orlas exteriores, símbolos e inscripciones de las señales de peligro, perceptivas y las flechas de orientación.

Para que las señales sean visibles en todo momento, todos sus elementos constituyentes deberán ser retrorreflectantes: fondo, caracteres, orlas, flechas, símbolos y pictogramas en color, excepto los de color negro y azul o gris oscuro.

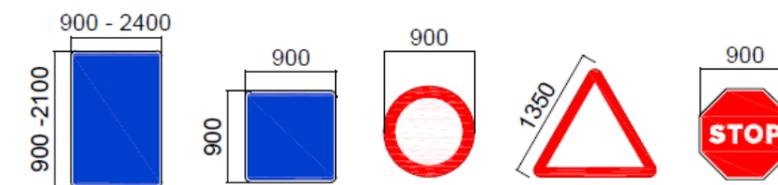
Actualmente existen tres clases de retrorreflexión, independientemente de la naturaleza microesférica o microprismática de los materiales: Clase RA1, Clase RA2 y Clase RA3. Toda carretera convencional, como es el caso, debe contener un nivel de retrorrefracción de RA2, tanto para las señales de contenido fijo como para los carteles.

3.2.2.- Dimensiones

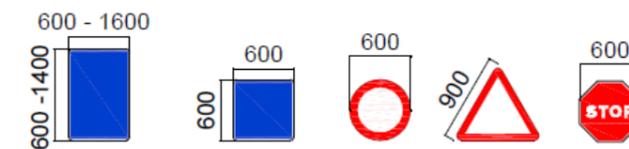
Las señales que hayan de ser vistas desde un vehículo en movimiento desde una carretera convencional tendrán el tamaño indicado en la imagen (Figura 1), según la clase de carretera de que se trate. Previa justificación, se podrán utilizar de otro tamaño, según las características de la circulación y, en especial, la velocidad.

La altura de las señales rectangulares de servicio, y en general de indicaciones, será igual a vez y media su anchura. No obstante, las dimensiones concretas de cada señal vienen establecidas por el Catálogo de señales verticales de circulación de la Dirección General de Carreteras. El tamaño del octógono de la señal R-2, como mínimo, se podrá circunscribir en la señal circular correspondiente a la carretera a la que se acceda, si esta fuera de clase superior.

Carretera convencional con arcén



Carretera convencional sin arcén



cotas en mm

Figura 1. Dimensiones señales fijas.

3.2.3.- Situación y orientación

Las señales a colocar serán de contenido fijo, por lo que se colocarán entre 150 y 250 m antes de la sección donde se pueda encontrar el peligro anunciado. Esta distancia varía en función de la velocidad de recorrido, la visibilidad disponible, la naturaleza del peligro y la maniobra necesaria.

En el caso de advertencias que afecten a un tramo de carretera, se acompañarán con un panel complementario que indique la longitud del tramo afectado.

Por otra parte, las señales de reglamentación se colocarán normalmente en la sección donde empiece su aplicación, retirándose a intervalos correspondientes a un tiempo de recorrido del orden de 1 minuto, excepto en tramos que permitan mayor espaciamiento, y después de una entrada o convergencia.

Todas las señales distarán entre sí como mínimo 50 m para dar tiempo al conductor de percibir las, analizarlas y decidir y actuar en consecuencia.

La colocación de estas señales se realizará en el margen derecho de la plataforma, y adicionalmente en el margen izquierdo si el tráfico pudiera obstruir la visibilidad de las anteriores. Se duplicarán siempre en el margen izquierdo las señales R-305, R-306, P-7, P-8, P-9a, P-9b, P-9c, P-10a, P-10b y P-10c. Se colocarán en puntos en los que no interfieran con ningún elemento del entorno viario.

Las señales y carteles situados en los márgenes de la plataforma se colocarán de forma que su borde más próximo diste al menos:

- 2,5 m del borde exterior de la calzada, o 1,5 m donde no hubiera arcén, que se podrán reducir a 1 m previa justificación.
- 0,5 m del borde exterior del arcén.
- Cuando existan restricciones de espacio, el borde más próximo de la señal o cartel se podrá colocar a un mínimo de 0,5 m del borde de la calzada.

En cuanto a la altura de las señales o carteles situados en los márgenes de la plataforma:

- La diferencia de cota entre el borde inferior de la señal o cartel y del borde de la calzada situado en correspondencia con este será de 1,8 m para carreteras convencionales con arcén.
- Mientras que los carteles flecha, se situarán a una altura de al menos 2,20 m para no entorpecer la visión del tráfico, excepto cuando haya varios apilados, que se podrán colocar dejando libre una altura de 1,70 m.

Por lo que se refiere a la orientación, las señales o carteles situados en los márgenes de la plataforma se girarán ligeramente hacia fuera con un ángulo de 3° (aprox. 5cm/m) respecto a la normal a la línea de borde de la calzada frente a ellos, situándose de este modo el punto del mismo 150 m antes, como se puede observar en la Figura 2.

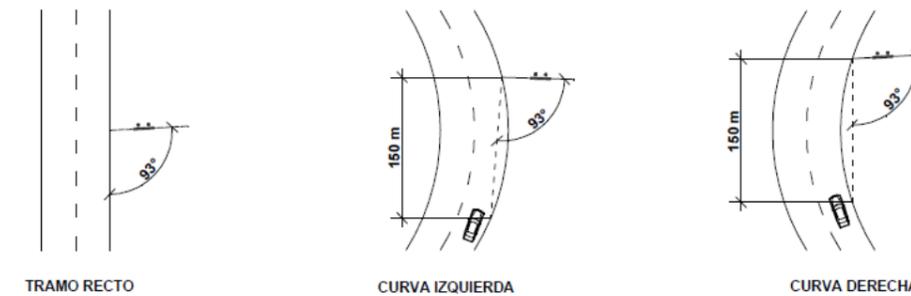


Figura 2. Dimensiones señales fijas.

3.3.- TIPOS DE SEÑALES

3.3.1.- Señales triangulares

Las señales triangulares responden a la advertencia de peligro, tales como las señales de curva peligrosa (P-13a y P-13b), consecución de curvas (P-14a y P-14b), las de grupo de prioridad como "Ceda el paso" (R-1), entre otras.

Estas serán de 1350 milímetros en todo el tramo (1,35 m), siempre que su colocación sea factible.

Se colocarán a 150 cm de la sección en el caso de señales de advertencia de peligro, mientras que en el resto de casos se situarán en la misma sección donde se deba cumplir.

3.3.2.- Señales circulares

Las señales circulares son de reglamentación y serán de 900 mm de diámetro en todo el tramo. Se ubicarán en el punto donde haya que cumplirse.

Se prevé el uso de señales de prohibición y fin de prohibición de adelantamiento R-305 y R-502. Mientras que en lugar del uso de señales de velocidad máxima, se dispondrán señales de recomendación de velocidad S-7 (cuadradas, de 900 x 900 mm).



3.3.3.- Carteles

El tamaño de los caracteres se refiere a la altura básica (Hb), que es la correspondiente a la letra mayúscula o número de mayor tamaño del cartel o a la letra mayúscula correspondiente a la minúscula de mayor tamaño en caso de que no hubiera números.

La distancia vertical entre línea horizontales será mayor o igual a dos tercios la altura básica, salvo en carteles flecha que no será inferior a la mitad de la altura básica.

4.- BALIZAMIENTO

4.1.- DEFINICIÓN

El sistema de balizamientos que se establece tiene como propósito proporcionar ayuda visual al conductor, especialmente de noche o con condiciones de visibilidad bajas, ya que proporciona un sistema de guiado, coordinado con la señalización horizontal de borde.

4.2.- TIPOS DE BALIZAMIENTO

Los hitos de arista, los captafaros y los paneles de curva son considerados sistemas de balizamiento.

Por una parte, los captafaros permiten distinguir la traza de la carretera cuando la señalización horizontal es ineficaz. Además mantienen su función incluso con condiciones atmosféricas adversas como son la presencia de lluvia o niebla.

Por otra parte, para la señalización específica de las curvas, su sentido de giro y su nivel de peligrosidad, se emplean paneles de curva en los casos en los que es necesario, según especifica la norma 8.1-I, por una importante reducción de la velocidad de circulación.

4.2.1.- Captafaros de pavimento

Se cree conveniente, pero no necesaria, la colocación de captafaros reflectantes de pavimento con espesor superior a 5 mm con el fin de mantener el guiado de la carretera en caso de lluvia, ya que el agua cubre las marcas viales de espesor inferior a 1,5 mm.

Se ha previsto la colocación de estos con un intervalo de 50 m en recta, mientras que en curva se ha considerado su separación igual a la de los hits de aristas.

4.2.2.- Captafaros en barreras de seguridad

En este caso, se instalarán en las zonas dotadas de barreras de seguridad. Se colocaran en el eje de las mismas, manteniendo una separación constante entre ellos de 8 metros. Se sujetarán a las barreras de seguridad por medio de piezas especiales que se acoplan al poste, a una altura de 55 cm (0,55 m) del suelo.

4.2.3.- Hitos de arista

Según se dispone en la Orden Circular 309/90 C. y E. del 15 de Enero de 1990, los hitos de arista tienen por objeto primordial balizar los bordes de las carreteras durante las horas nocturnas o de escasa visibilidad. No obstante también balizan el borde de las vías durante las horas diurnas, por ello son de color blanco con una franja inclinada hacia el eje de la carretera. Al mismo tiempo sirven para materializar los hectómetros de la vía, hecho muy interesante para estudios de accidentes y otros temas.

Los hitos de arista a colocar serán del Tipo I, los cuales se caracterizan por tener sección en forma de "A" con lados iguales de 12 cm de longitud. El ángulo formado por los lados de la "A" debe ser de 30°. La altura del hito sobre el pavimento será de 1,05 m, y la longitud de anclaje depende del lugar y material (en este caso al tratarse de tierra será mayor o igual que 50 cm o en los casos de roca o hormigón mediante una pieza metálica galvanizada totalmente inmovilizada).

Se colocarán hitos kilométricos y entre ellos 9 hitos de hectómetro. Entre estos se colocarán más hitos según el radio, que irán aumentando su distancia y por tanto, disminuyendo en número a medida que sigue la curva, según se dispone en la siguiente tabla:

RADIO (en m)	DISTANCIA (en m)	Nº DE HITOS POR hm	1º hm CONTI- GUO	2º hm CONTI- GUO	3º hm CONTI- GUO	4º hm CONTI- GUO
< 100	10	10	12 ^{1/2}	16 ^{2/3}	25	50
100 - 150	12 ^{1/2}	8	16 ^{2/3}	25	50	50
151 - 200	16 ^{2/3}	6	25	50	50	50
201 - 300	20	5	33 ^{1/3}	50	50	50
301 - 500	25	4	33 ^{1/3}	50	50	50
601 - 700	33 ^{1/3}	3	50	50	50	50
> 700	50	2	50	50	50	50

Figura 3. Disposición hitos de arista.

4.2.4.- Paneles de curva

Los paneles de balizamiento de curvas se utilizan para ayudar al conductor a identificar el trazado de la curva. El primero advierte de la peligrosidad de esta ya que puede ser simple, doble o triple en función de la diferencia entre la velocidad de aproximación y la velocidad recomendada de circulación por la curva.

Por tanto, es necesario conocer la velocidad a la que se puede recorrer cada curva (V2) y la velocidad de aproximación del vehículo a la curva (Va).

La velocidad de aproximación del vehículo se calcula teniendo en cuenta los siguientes parámetros:

- Distancia entre el fin de limitación de un tramo y el principio de la limitación del siguiente (D).
- Pendiente del tramo intermedio (p).
- Velocidad de la curva anterior, o limitación anterior en su caso (V1).
- Velocidad de recorrido de la curva a balizar (V2).

En función de la diferencia entre la velocidad de aproximación (Va) y la velocidad de la curva (V2) se dispone un primer panel simple, doble o triple, de acuerdo a la siguiente tabla:

Va-V ₂	Panel		Señales
Entre 15 km/h y 30 km/h	Simple		P-13 o P-14
Entre 30 km/h y 45 km/h	Doble		P-13 o P-14 + S-7
Más de 45 km/h	Triple		P-13 o P-14 + 2 S-7

Figura 4. Tabla primer panel balizamiento curvas.

La velocidad a la que se recomienda recorrer las curvas en función de su radio, viene indicada en la siguiente tabla de la norma 8.1-IC:

Radio	Recomendación de velocidad
Menor de 65 m	
Entre 65 m y 105 m	
Entre 105 m y 155 m	
Entre 155 m y 220 m	
Entre 220 m y 300 m	
Entre 300 m y 400 m	

Figura 5. Tabla velocidades curvas (V2).

Las dimensiones de los paneles que se colocarán en el nuevo trazado de la carretera serán de 1,60 x 0,40 m (4 galones), ya que se dispone del espacio suficiente para dichas dimensiones. Además, según especifica la norma 3.1-IC Trazado, se deben disponer de este tamaño siempre que sea posible.

5.- RESUMEN SEÑALIZACIÓN Y BALIZAMIENTO

Con el objetivo de conocer el balizamiento necesario para cada curva y, como consecuencia, su señalización, se ha realizado un breve análisis de los paneles y señales a disponer en cada una de las curvas que componen el trazado. A continuación se muestran los resultados obtenidos en tablas para el sentido creciente y decreciente:



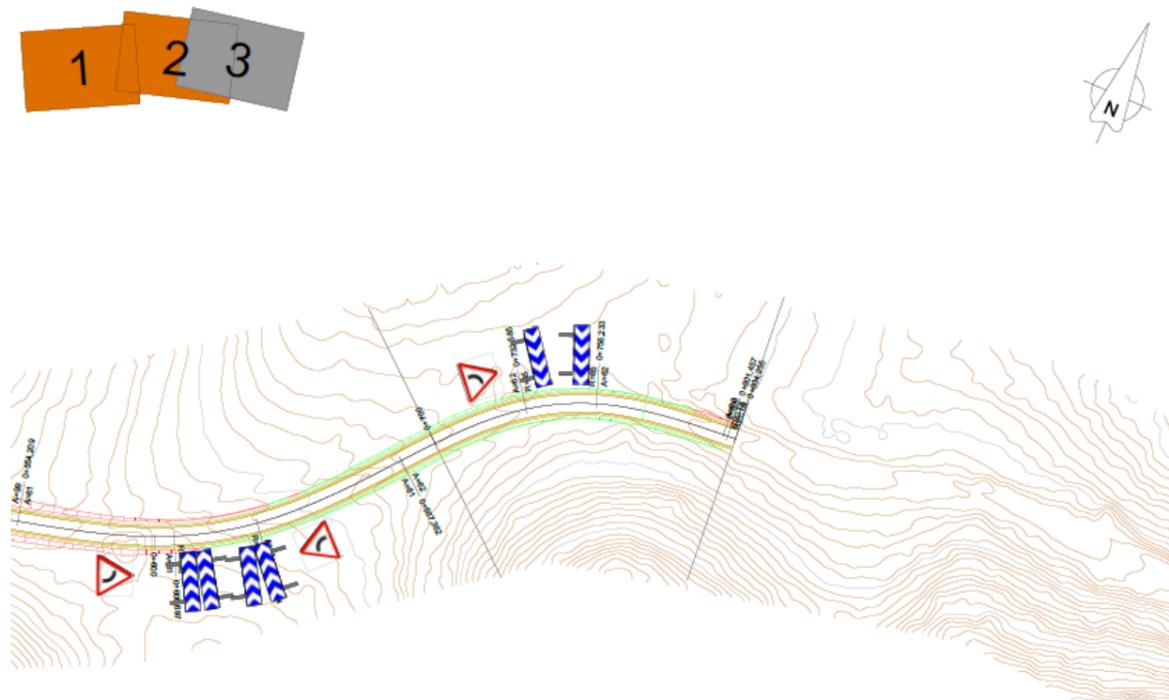
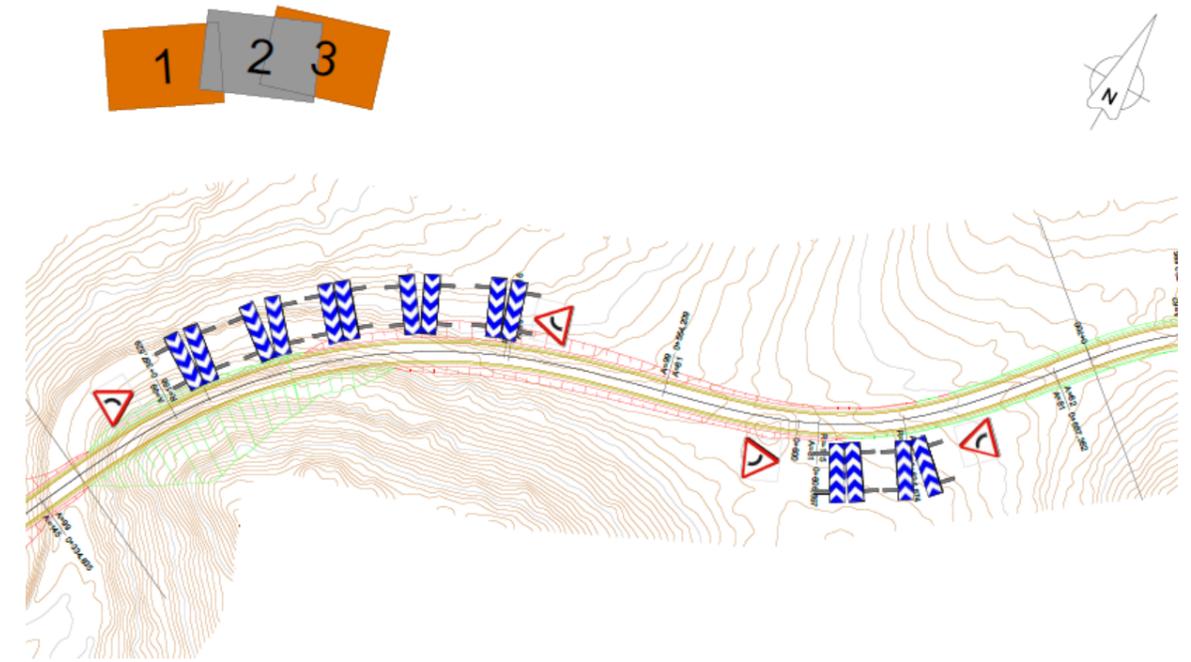
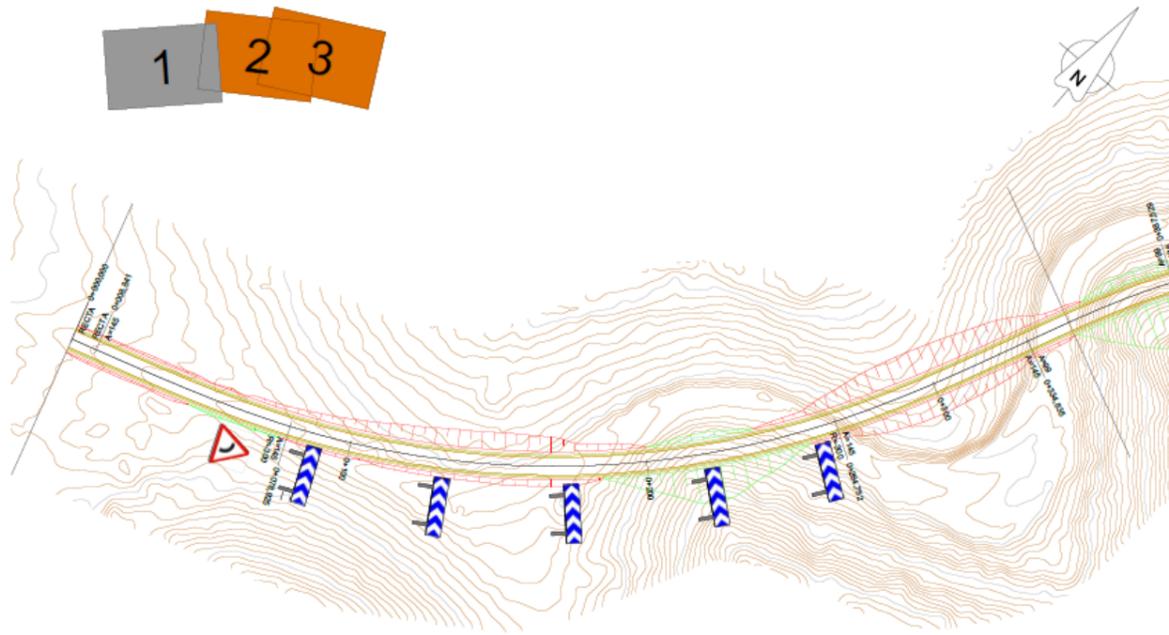
SENTIDO CRECIENTE																
Tramo	PK inicial (m)	PK final (m)	D (m)	Cota PK inicial (m)	Cota PK final (m)	Pendiente (%)	Radio (m)	V1 (km/h)	V2 (km/h)	Va (km/h)	Va-V2 (km/h)	Primer Panel	Nº paneles adicionales	Distancia entre paneles	Señal curvas o curvas enlazadas	Señal. Velocidad
Tramo 1		078,925	150,063	853,31	862,6927	6%	-300	90	80	96	16	Simple	4	46,5	P-13b	No
Tramo 2	264,752	387,529	122,777	861,2372	856,7663	-4%	186	80	70	92	22	Simple	4	28,5	P-13a	No
Tramo 3	501,516	606,697	105,181	855,3842	856,3413	1%	-125	70	60	86,5	26,5	Simple	1	28,2	P-13b	No
Tramo 4	634,874	732,585	97,711	855,7886	852,7819	-3%	85	60	50	78,5	28,5	Simple	1	23,6	P-13a	No

SENTIDO DECRECIENTE																
Tramo	PK inicial (m)	PK final (m)	D (m)	Cota PK inicial (m)	Cota PK final (m)	Pendiente (%)	Radio (m)	V1 (km/h)	V2 (km/h)	Va (km/h)	Va-V2 (km/h)	Primer Panel	Nº paneles adicionales	Distancia entre paneles	Señal curvas o curvas enlazadas	Señal. Velocidad
Tramo 1			<100				-85	60	50	60	10	No se necesita señalización				
Tramo 2	732,585	634,874	97,711	852,7819	855,7886	3%	125	50	60	78	18	Simple	2	14,1	P-13a	No
Tramo 3	606,697	501,516	105,181	856,3413	855,3842	-1%	-186	60	70	87,5	17,5	Simple	4	28,5	P-13b	No
Tramo 4	387,529	264,752	122,777	856,7663	861,2372	4%	300	70	80	90	10	No se necesita señalización				

Por tanto el balizamiento de las curvas del tramo, en cuanto a paneles de curva se refiere, estará compuesto únicamente por paneles simples. En el sentido creciente de PPKK, todas las curvas necesitarán señalización, mientras que en el sentido decreciente la mitad de ellas, en este caso dos. Además, a parte del primer panel simple, también se deberán colocar paneles contiguos a este con una distancia entre ellos que respete la exigida por la norma. Tanto la disposición de los paneles como el número de paneles a colocar se han calculado teniendo en cuenta las indicaciones de la norma 8.1-IC para la disposición de paneles de curva.

En cuanto a la señalización a disponer, únicamente es necesaria la existencia de señales del tipo P-14, siendo innecesaria la señalización de recomendación o prohibición de velocidad, debido a que no existen cambios bruscos de velocidad, por lo que es suficiente la presencia de paneles.

La señalización quedará colocada como se propone en los planos que se muestran a continuación.



6.- BARRERAS DE SEGURIDAD

6.1.- DEFINICIÓN

Se conocen como barreras de seguridad aquellos dispositivos cuya función es mitigar las consecuencias de un accidente de circulación por salida de vía, haciéndolas más predecibles y menos graves, pero no evitan que el mismo se produzca, ni están exentas de ningún tipo de riesgo para los usuarios.

6.2.- CRITERIOS DE DISEÑO

Según dispone la Orden Circular 35/2014 sobre criterios de aplicación de sistemas de contención de vehículos, la necesidad o no de disponer de estos sistemas de seguridad se establecerá en función del análisis de los márgenes de la plataforma, en los que se deben identificar zonas en las que pueden haber obstáculos, desniveles y elementos o situaciones de potencial riesgo de accidente por salida de vía. Una vez identificadas estas zonas se deberán plantear soluciones alternativas preferibles a la instalación de barreras de seguridad en cuanto a Seguridad Vial se refiere.

El tipo de barrera a utilizar viene condicionado por el riesgo de accidente junto con la probabilidad de suceso y la magnitud del daño, en caso de no colocarse barreras de seguridad.

En el caso del presente proyecto, los accidentes que se estiman se pueden clasificar según el tipo de accidente normal, colocando barreras de seguridad en aquellos puntos donde la norma indica según este criterio. Estos puntos son en el caso de estudio: terraplenes de altura superior a 3 metros, obras de fábrica y emplazamientos singulares con riesgo de accidente. En este caso el comienzo y terminación de las barreras será a una distancia de 72 m antes y después de los puntos donde se haya detectado el riesgo de accidente normal.

A continuación se añaden unas tablas de los tramos donde se ha considerado que hay que colocar barreras de seguridad:

SENTIDO CRECIENTE	
PK inicio	PK fin
0+128	0+328
0+308	0+500
SENTIDO DECRECIENTE	
PK inicio	PK fin
0+472	0+328
0+302	0+158

Por lo que en el sentido creciente, el tramo con barrera de protección deberá ser continuo, ya que como se observa se solapan ambos tramos.

6.3.- TIPOS DE BARRERAS

Las barreras que se utilizarán serán barreras metálicas simples con nivel de contención N2, clase de seguridad A y anchura de trabajo W3 (0,5-1 m) del tipo BMS1-N2.



Figuras 6 y 7. Detalles tipo barrera BMS1-N2.

PLANOS

Estudio para la mejora de la Seguridad Vial de la Carretera CV-245, PPKK 19+800 a 21+000 en el T.M. de Alcublas (Valencia).

Autor: Elia Canet Artés

Tutor: José Manuel Campoy Ungria



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Escuela Técnica Superior de Ingenieros de
Caminos, Canales y Puertos

TRABAJO FINAL DE GRADO

Titulación: Grado en Ingeniería Civil

Curso: 2015-2016

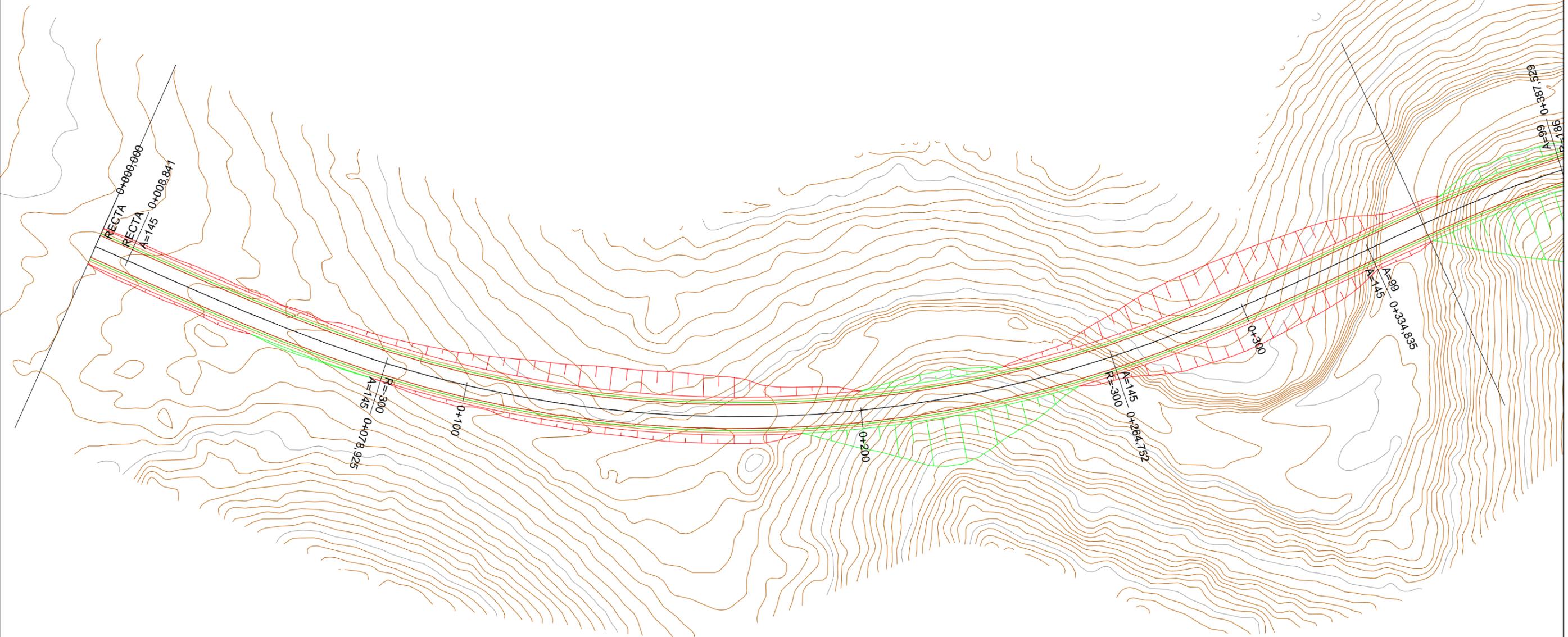
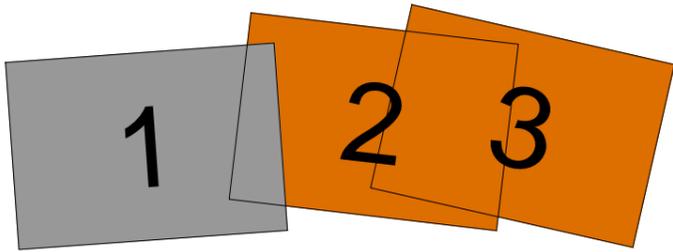
ÍNDICE

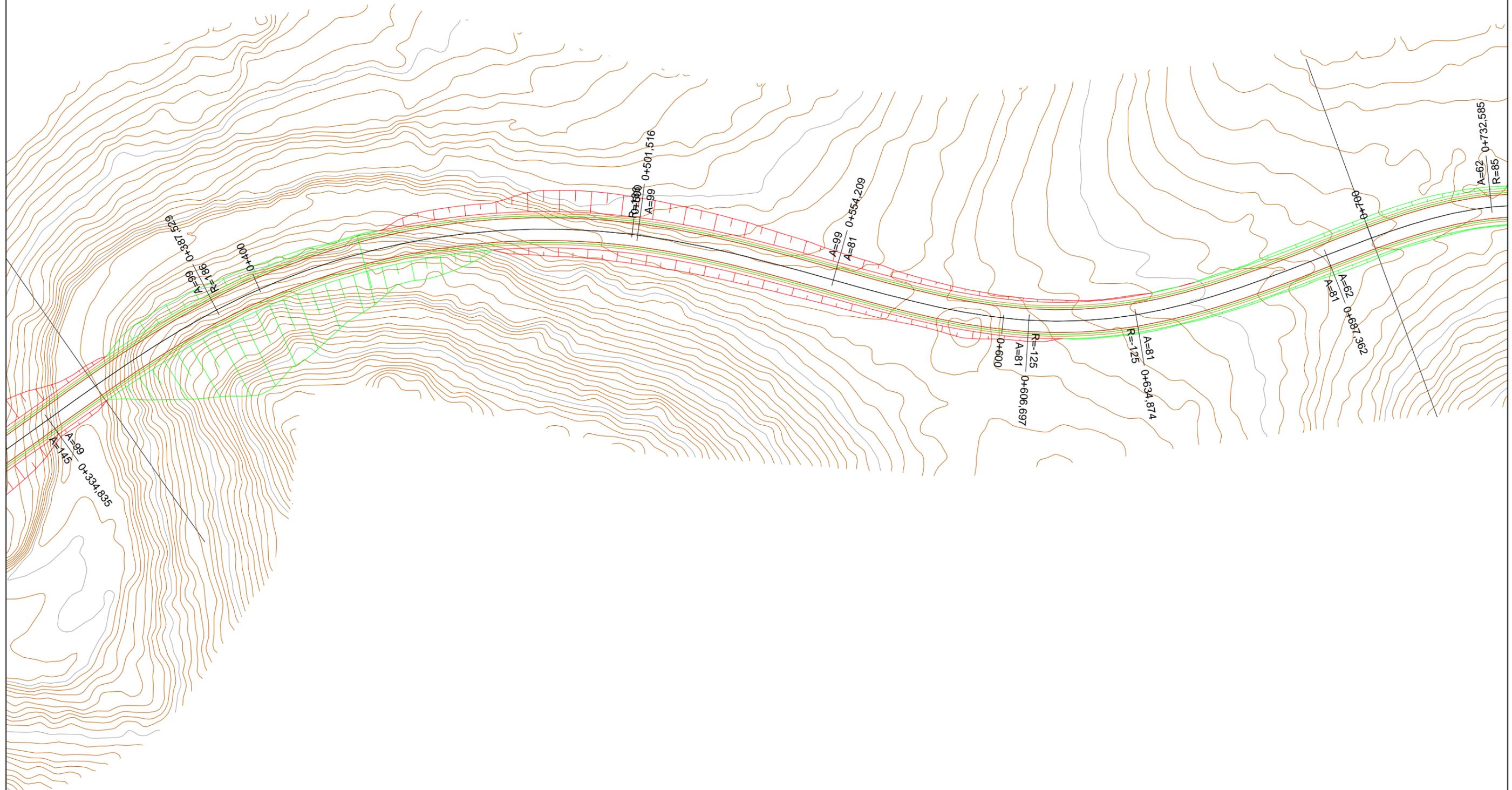
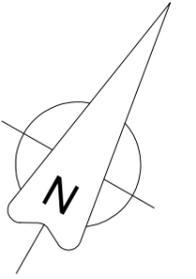
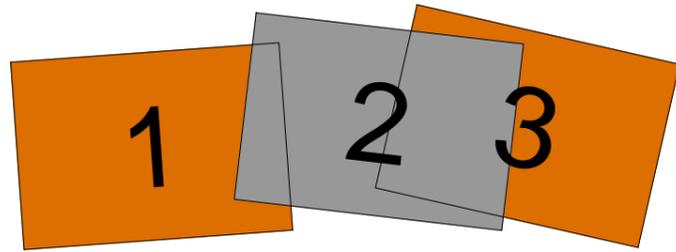
- 0.- Situación y emplazamiento
- 1.- Planta
- 2.- Planta general
- 3.- Perfil longitudinal
- 4.- Perfiles transversales
- 5.- Sección tipo
- 6.- Señalización



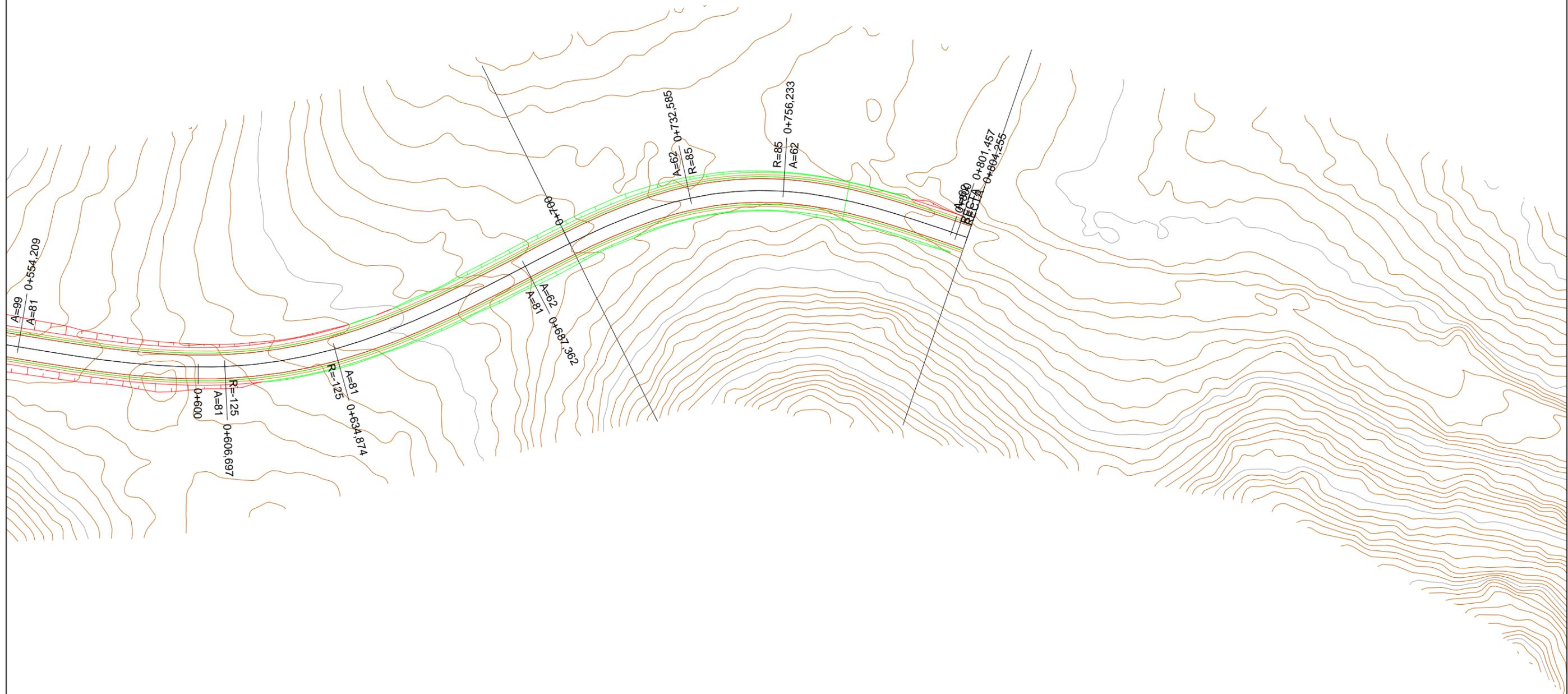
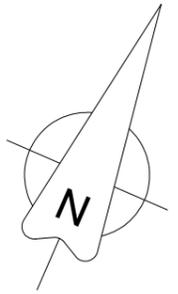
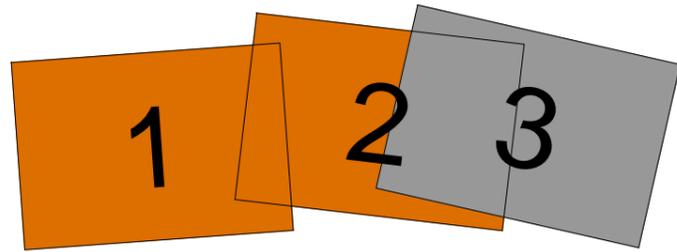


 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA	Estudio para la mejora de la Seguridad Vial de la Carretera CV-245, PPKK 19+800 a 21+000 en el T.M. de Alcablas (Valencia).	TUTOR: José Manuel Campoy Ungría	AUTOR:  Fdo. Elia Canet Atrés	TÍTULO DEL PLANO: Planta	ESCALA: 1:2.000	PLANO N°: 1	FECHA: Junio-2016 HOJA 1 de 1	
---	---	--	---	------------------------------------	---------------------------	-----------------------	----------------------------------	---

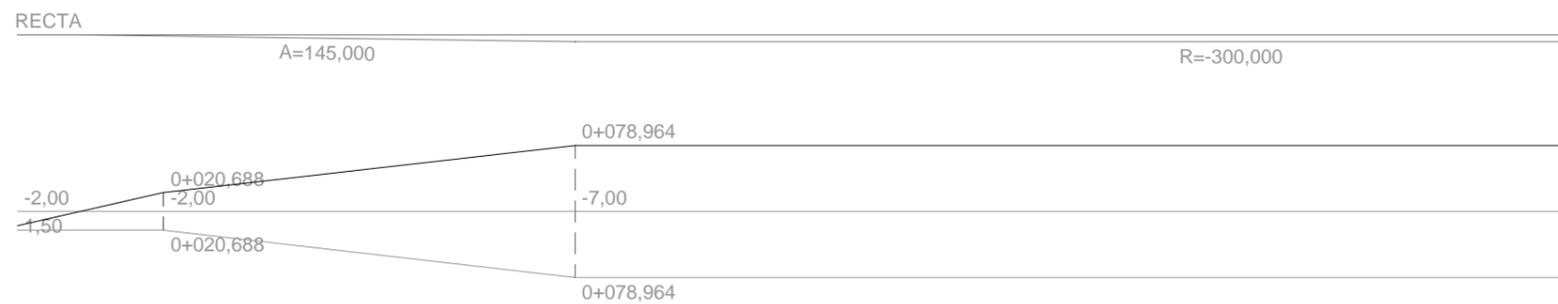
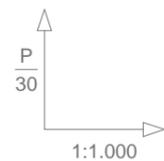
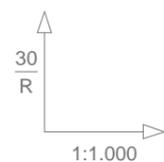
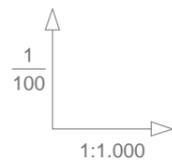
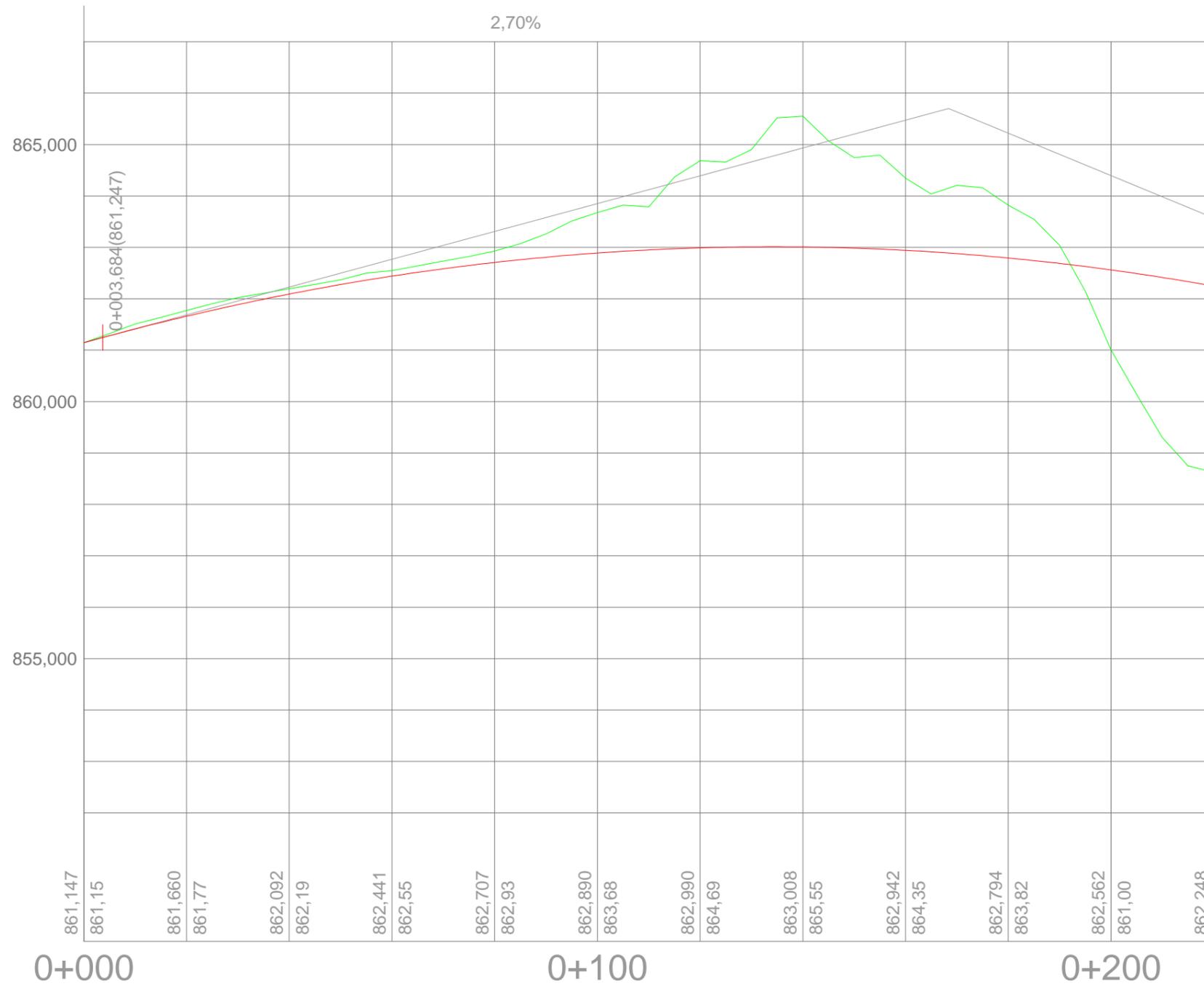


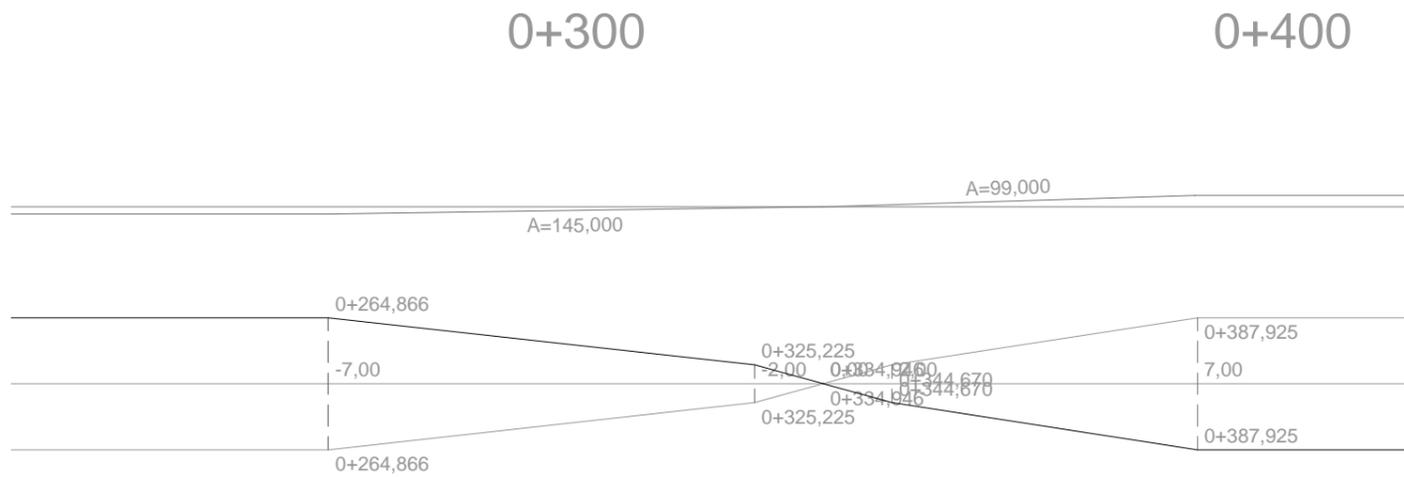
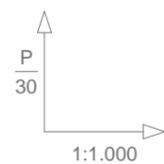
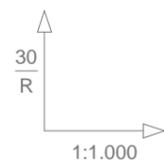
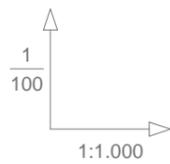
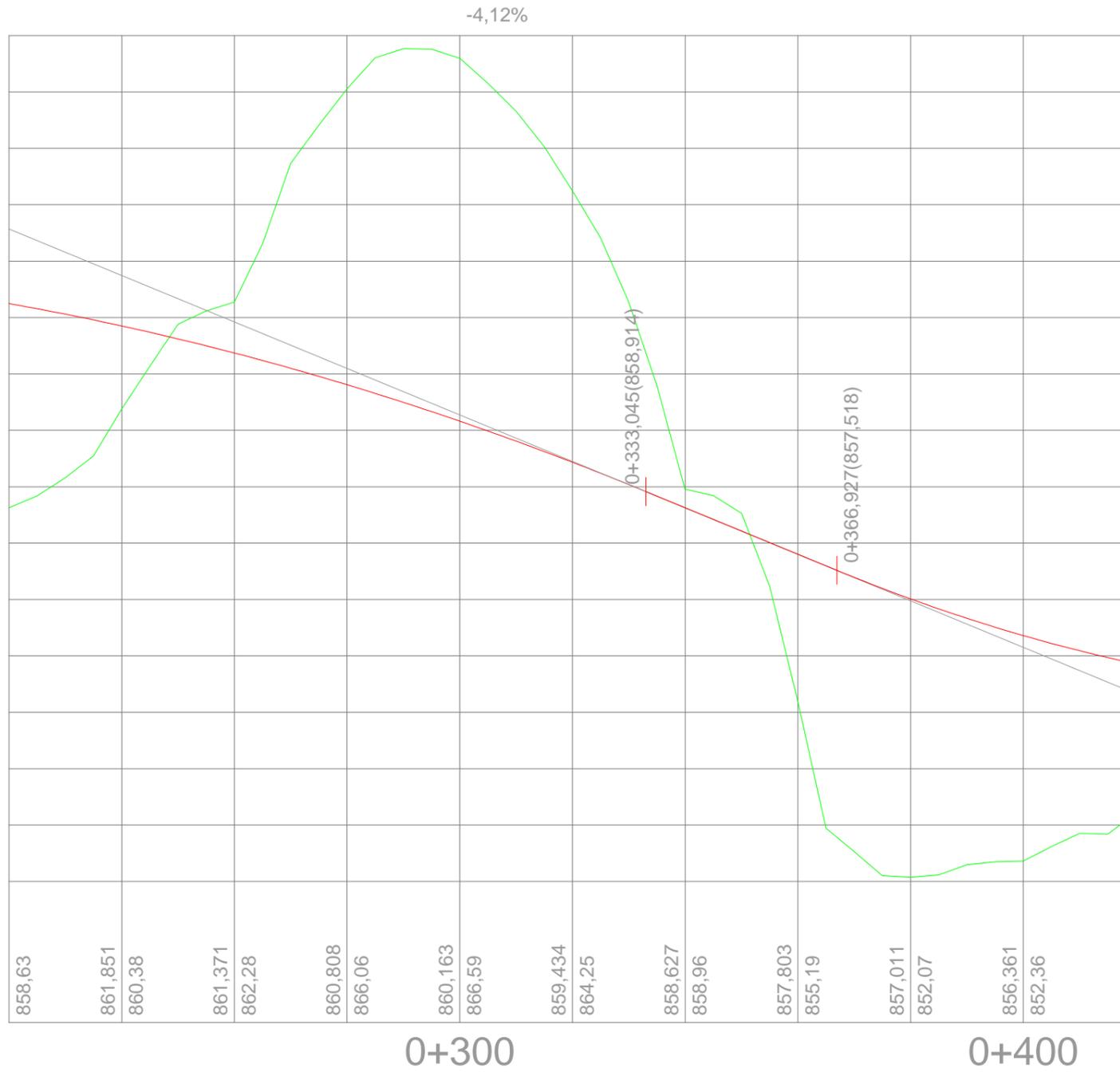


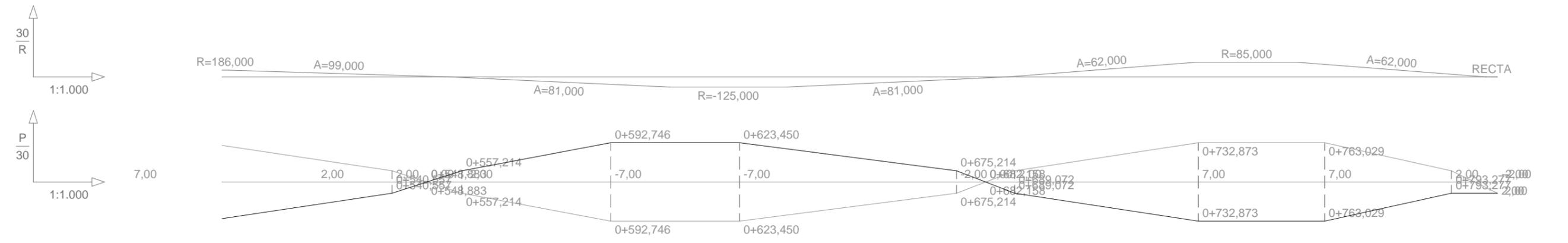
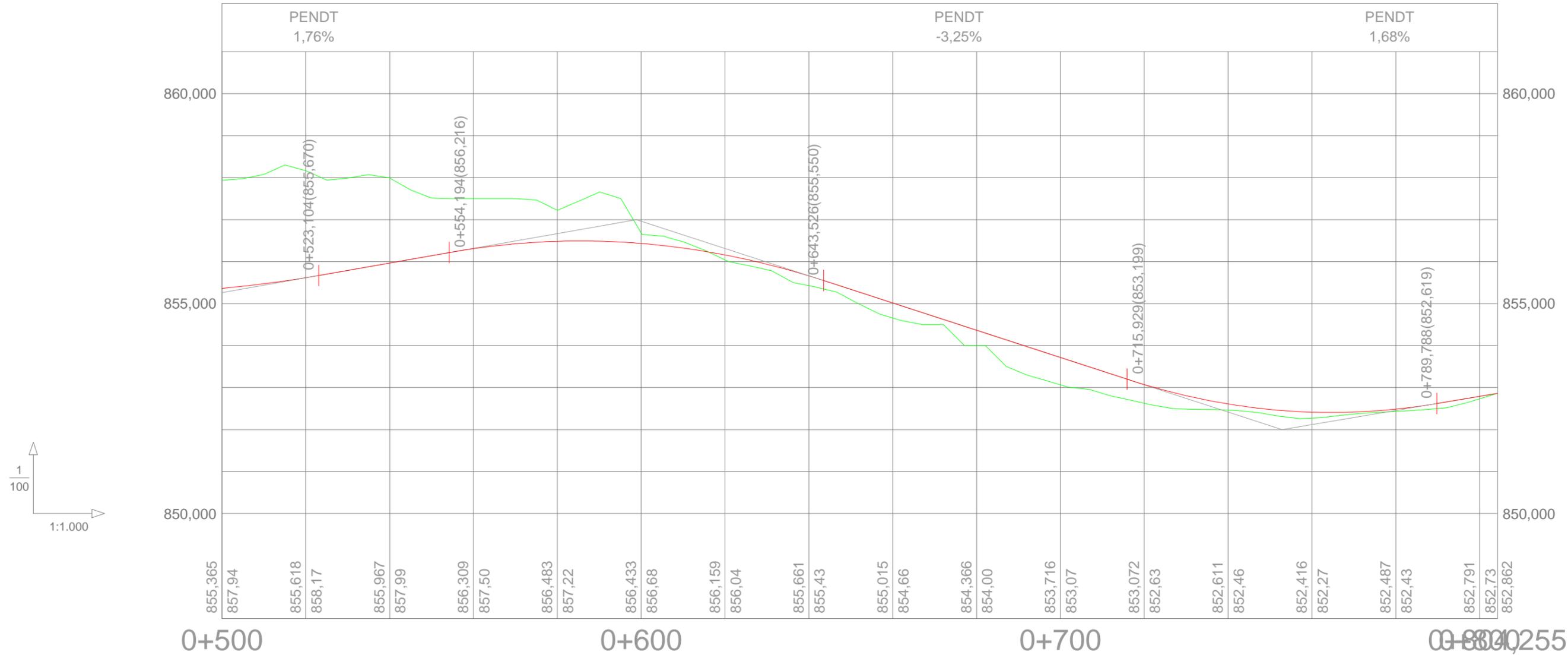
 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA	Estudio para la mejora de la Seguridad Vial de la Carretera CV-245, PPKK 19+800 a 21+000 en el T.M. de Alublas (Valencia).	TUTOR: José Manuel Campoy Ungria	AUTOR:  Fdo. Elia Canet Atrés	TÍTULO DEL PLANO: Planta general	ESCALA: 1:1000	PLANO N°: 2	FECHA: Junio-2016 HOJA 2 de 3	
---	---	--	--	-------------------------------------	-------------------	----------------	----------------------------------	---

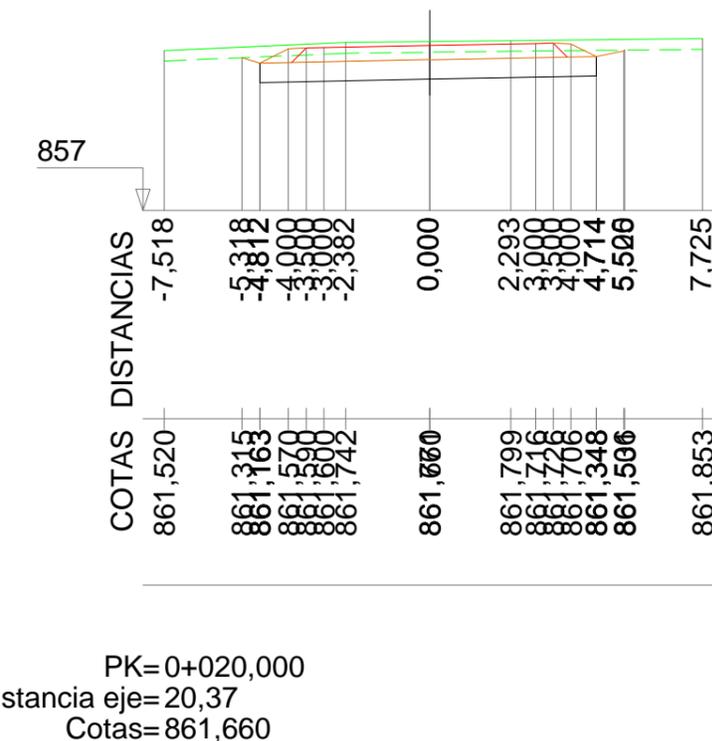
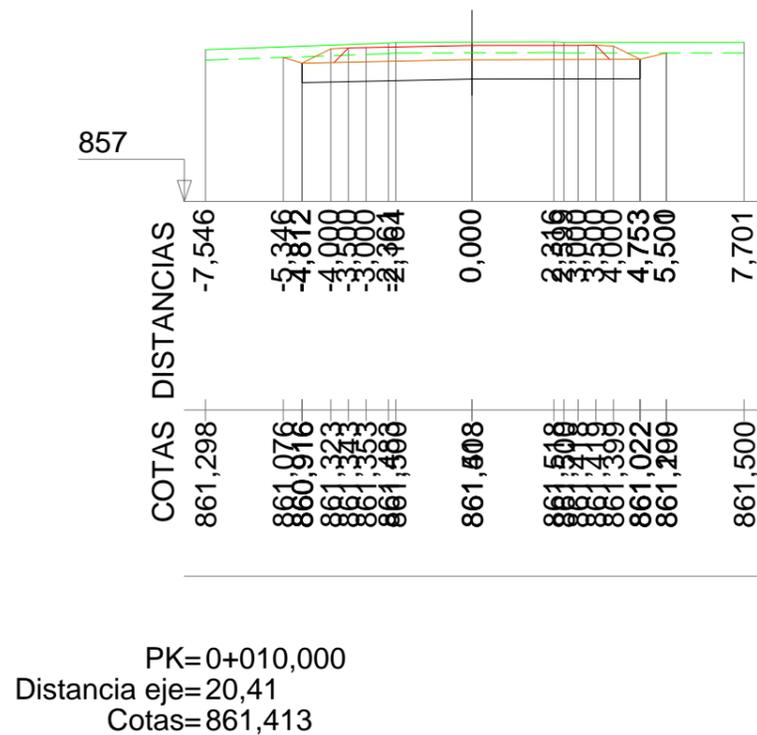
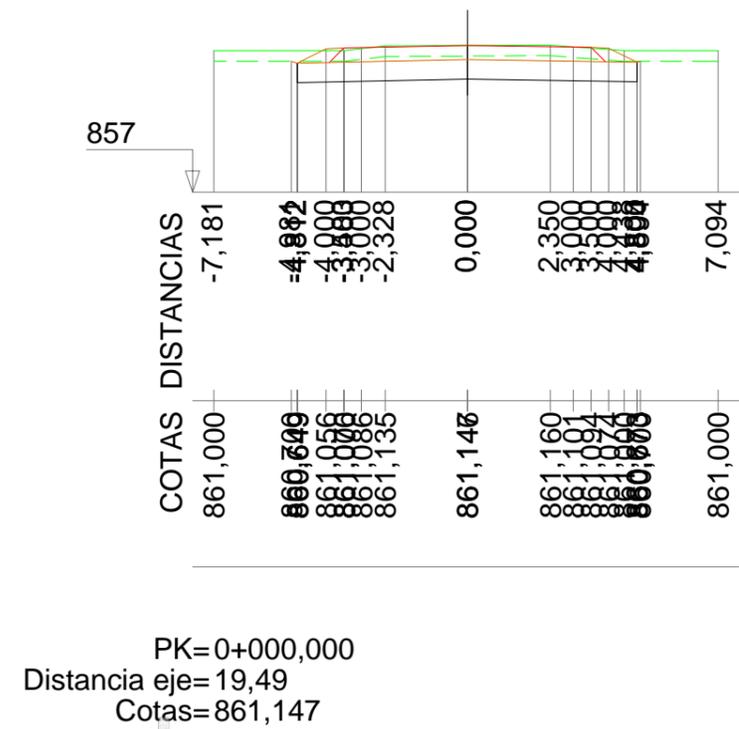
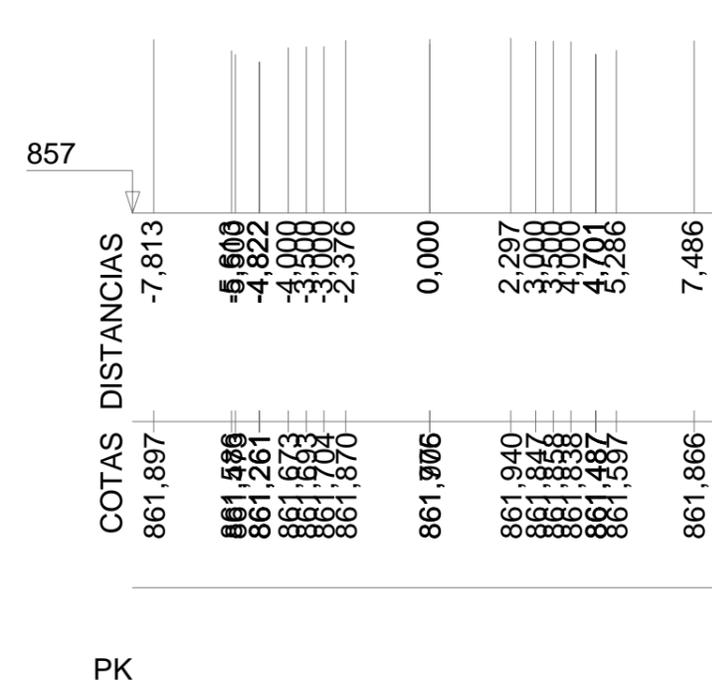
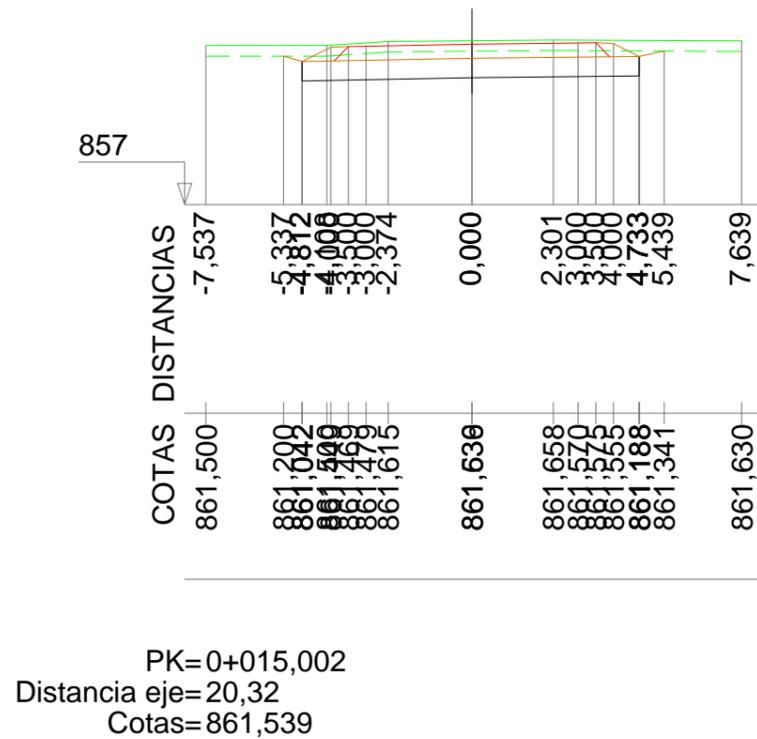
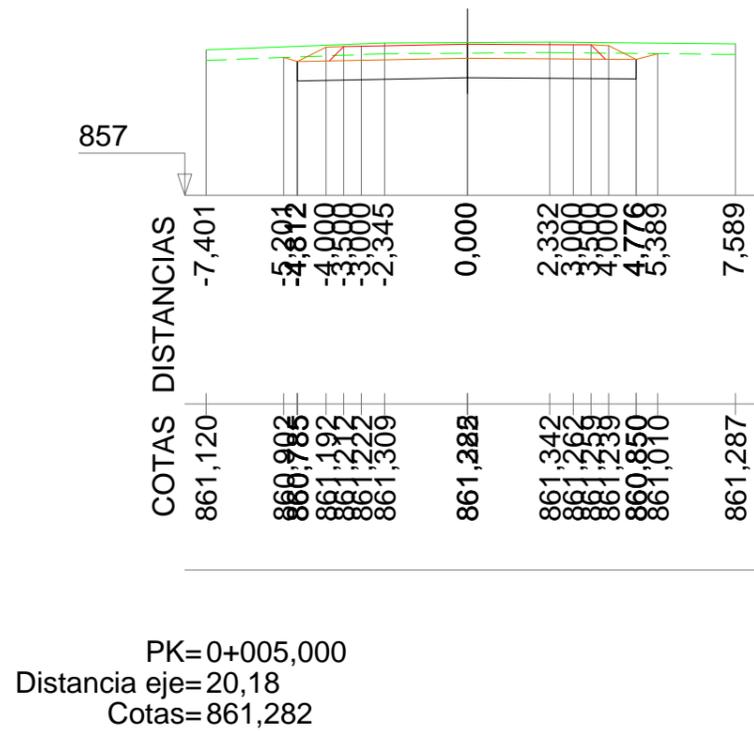


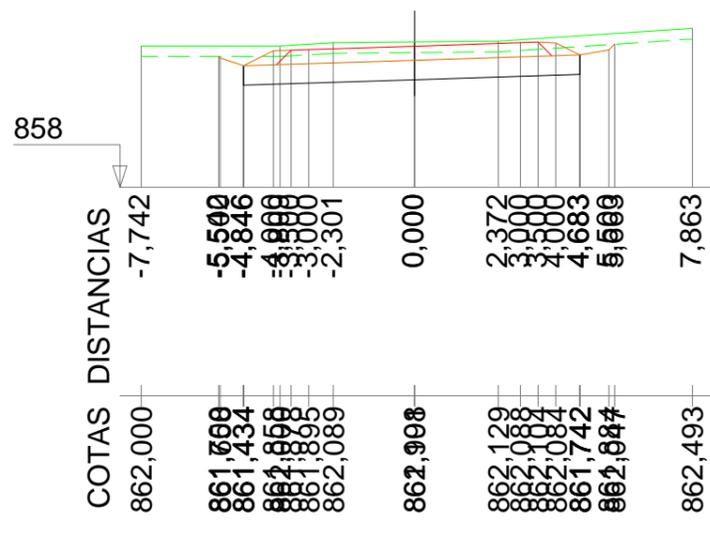
 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA	Estudio para la mejora de la Seguridad Vial de la Carretera CV-245, PPKK 19+800 a 21+000 en el T.M. de Alcablas (Valencia).	TUTOR: José Manuel Campoy Ungría	AUTOR:  Fdo. Elia Canet Atrés	TÍTULO DEL PLANO: Planta general	ESCALA: 1:1000	PLANO Nº: 2	FECHA: Junio-2016 HOJA 3 de 3	
---	--	--	--	-------------------------------------	-------------------	----------------	----------------------------------	---



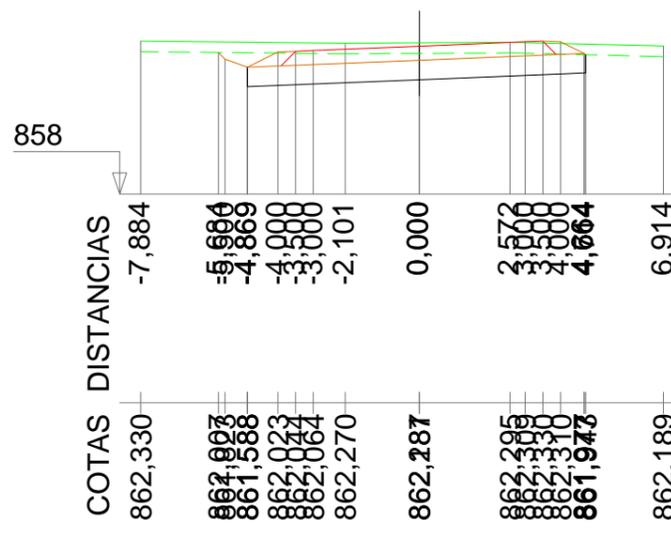




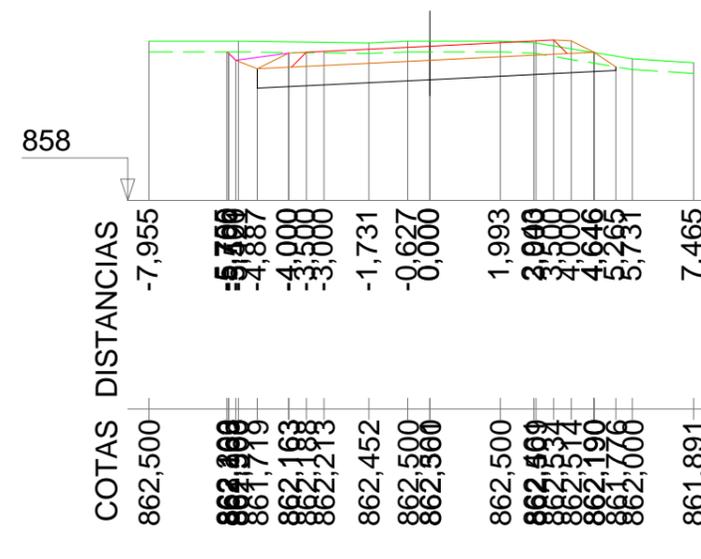




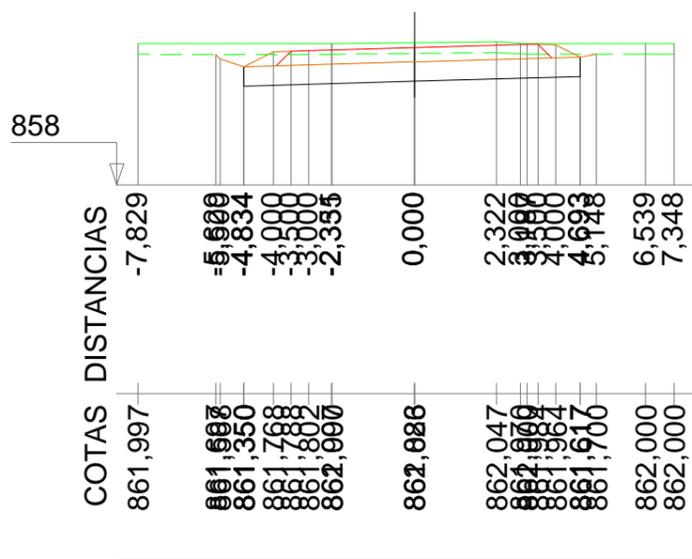
PK=0+035,001
 Distancia eje= 20,73
 Cotas= 861,992



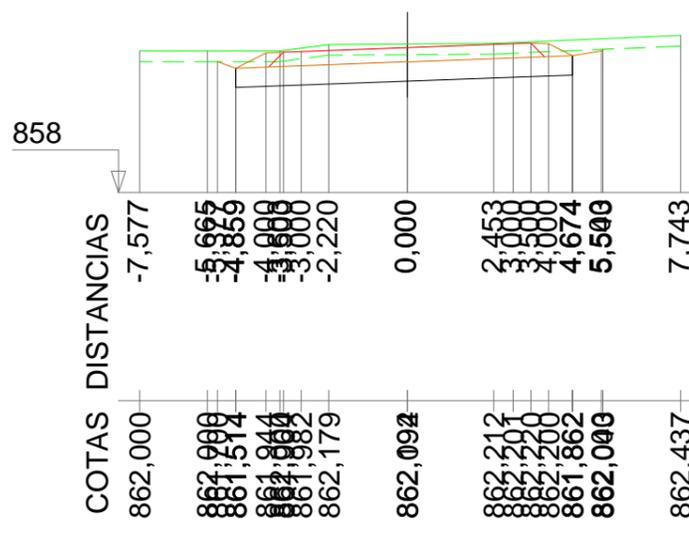
PK=0+045,000
 Distancia eje= 19,92
 Cotas= 862,187



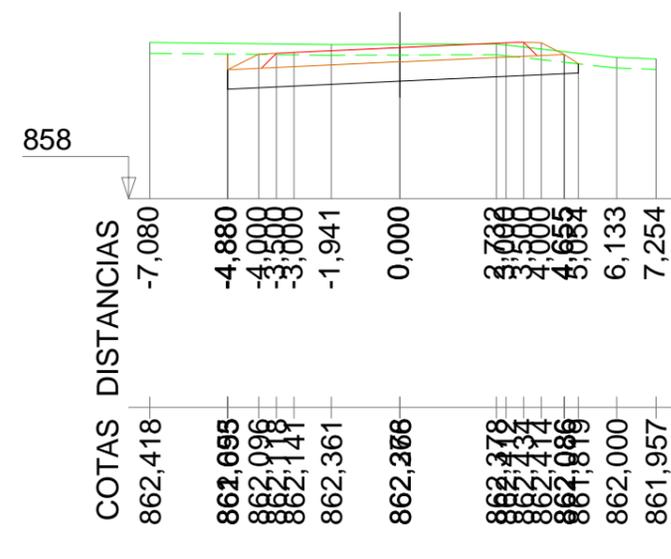
PK=0+055,000
 Distancia eje= 22,32
 Cotas= 862,361



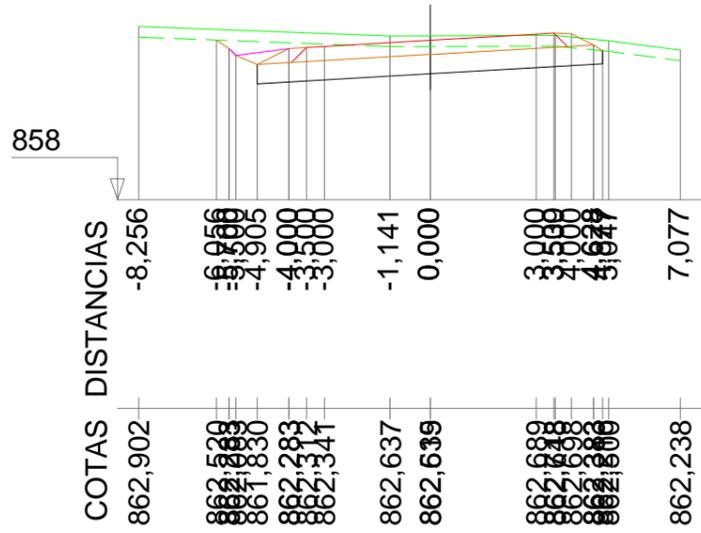
PK=0+030,001
 Distancia eje= 20,30
 Cotas= 861,887



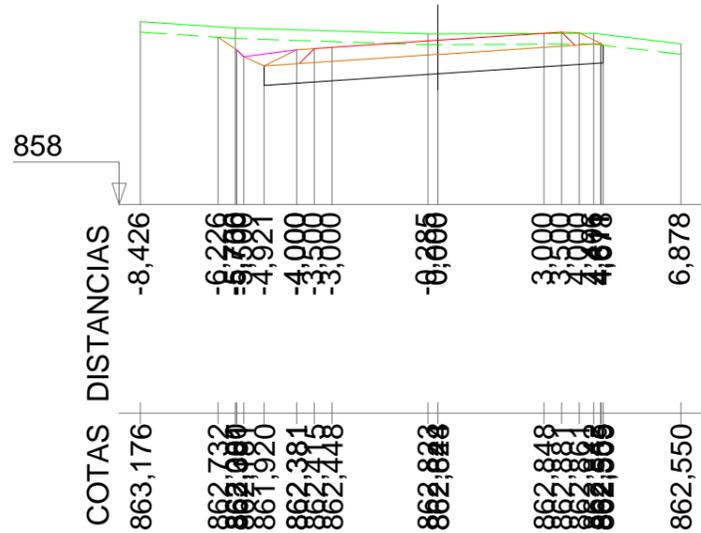
PK=0+040,001
 Distancia eje= 20,45
 Cotas= 862,092



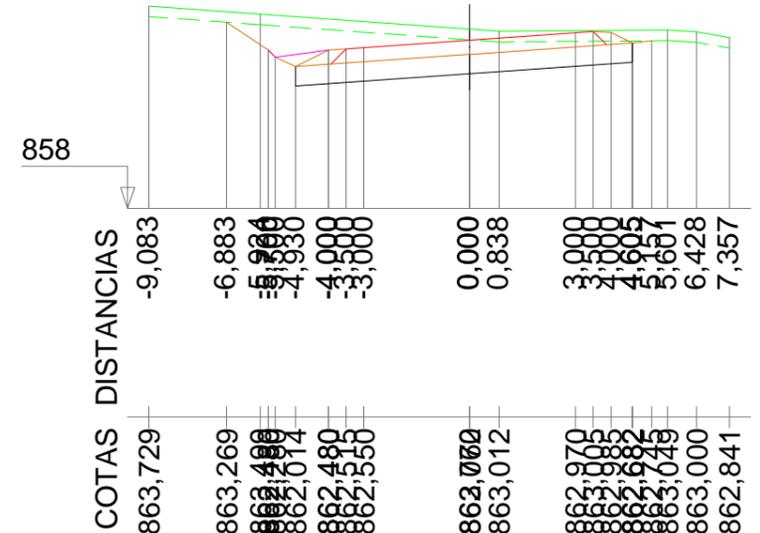
PK=0+050,002
 Distancia eje= 19,47
 Cotas= 862,277



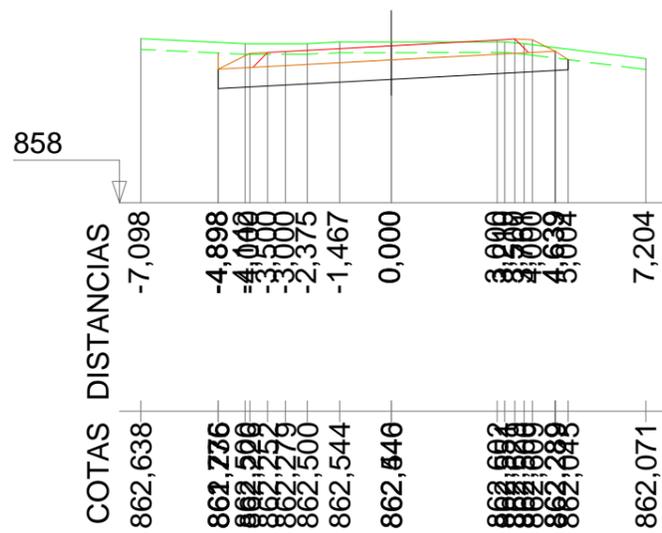
PK=0+065,001
 Distancia eje=22,22
 Cotas=862,515



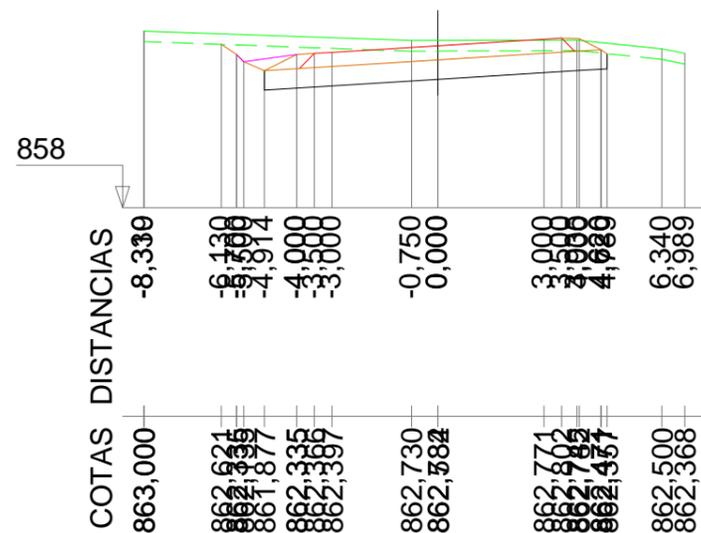
PK=0+075,001
 Distancia eje=22,17
 Cotas=862,648



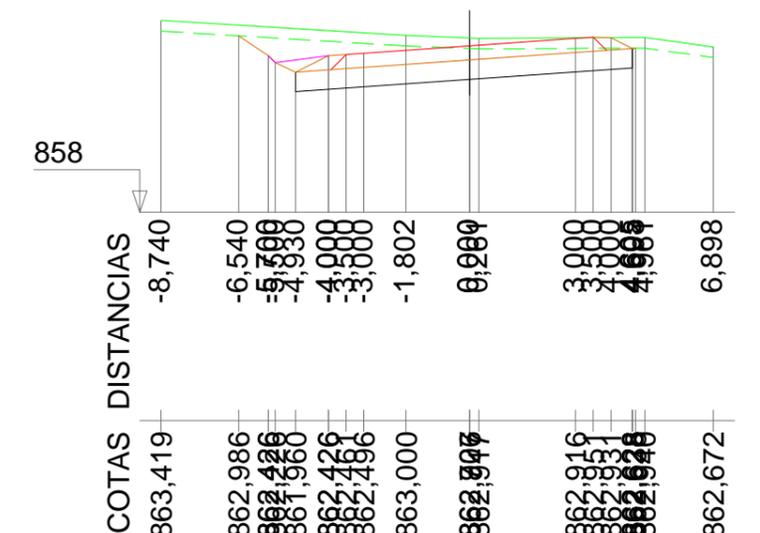
PK=0+085,000
 Distancia eje=23,30
 Cotas=862,761



PK=0+060,002
 Distancia eje=19,44
 Cotas=862,441



PK=0+070,001
 Distancia eje=22,20
 Cotas=862,584



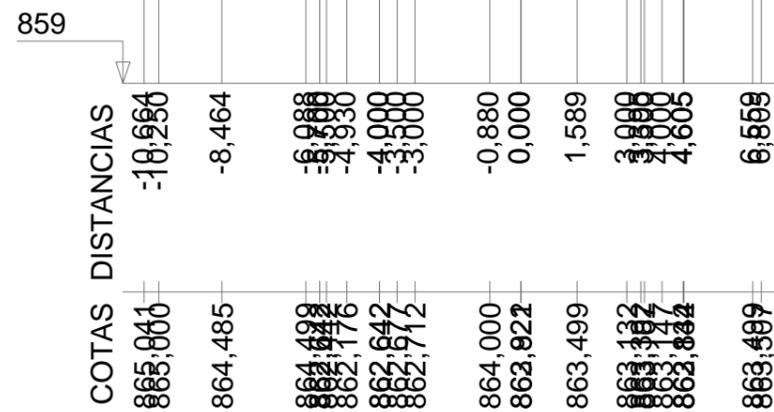
PK=0+080,000
 Distancia eje=22,50
 Cotas=862,707





PK=0+094,999
Cotas=862,852

Distancia eje= 24,36



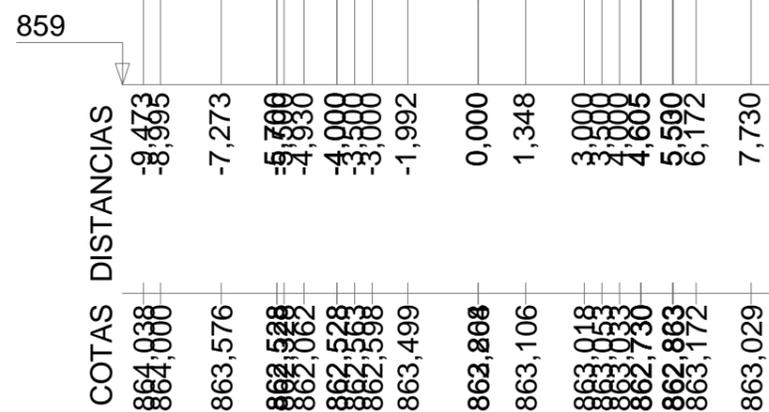
PK=0+104,999
Cotas=862,923

Distancia eje= 24,28



PK=0+114,999
Cotas=862,973

Distancia eje= 28,44



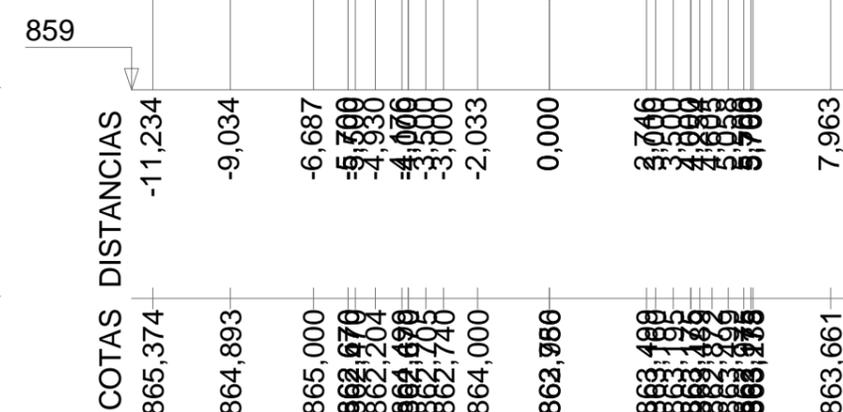
PK=0+090,000
Cotas=862,809

Distancia eje= 24,06



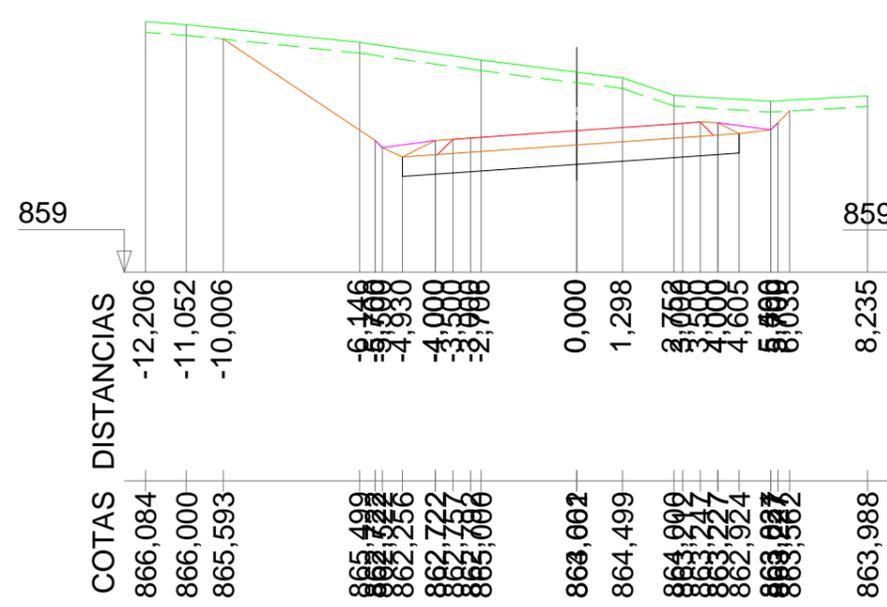
PK=0+099,999
Cotas=862,890

Distancia eje= 25,02



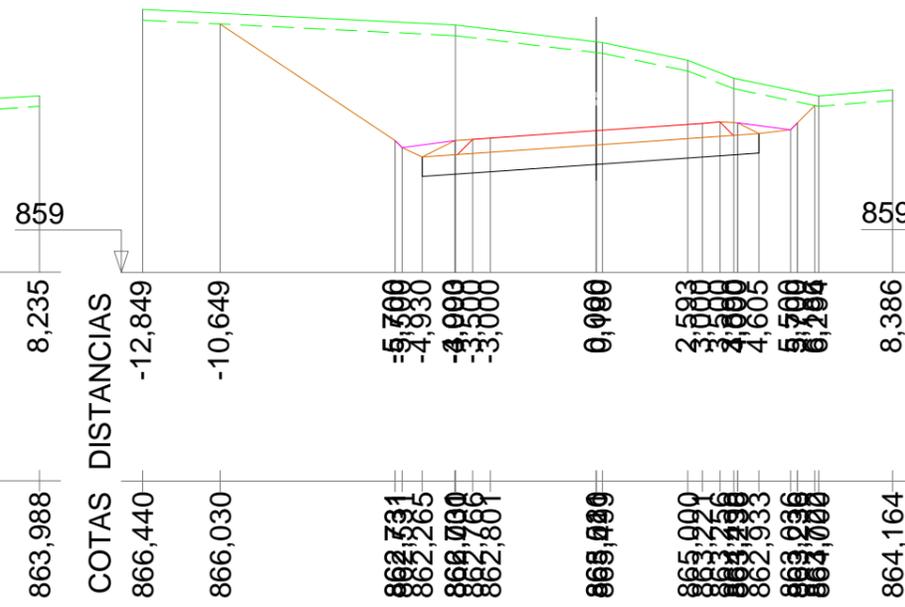
PK=0+109,999
Cotas=862,951

Distancia eje= 27,84



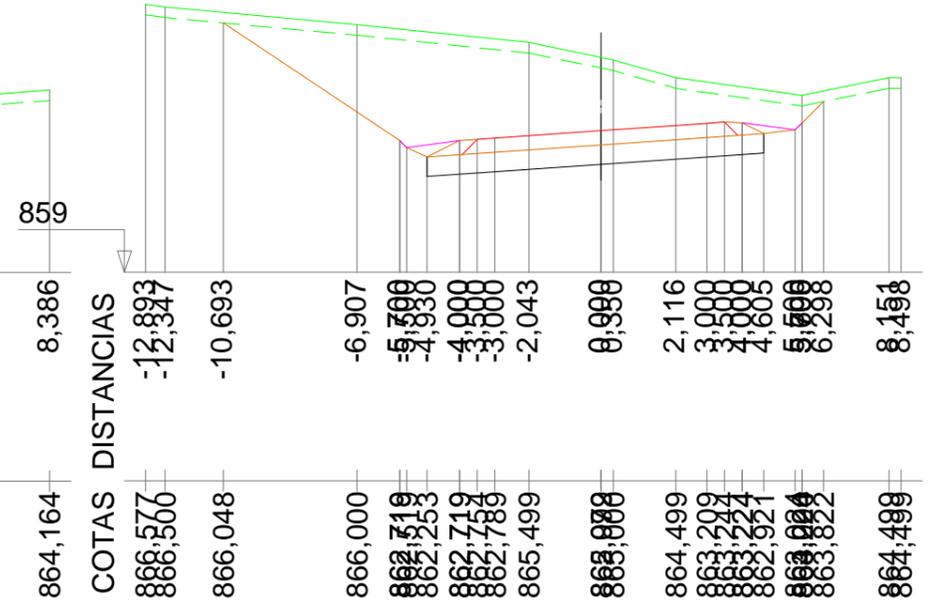
PK=0+124,999
Cotas=863,002

Distancia eje= 29,06



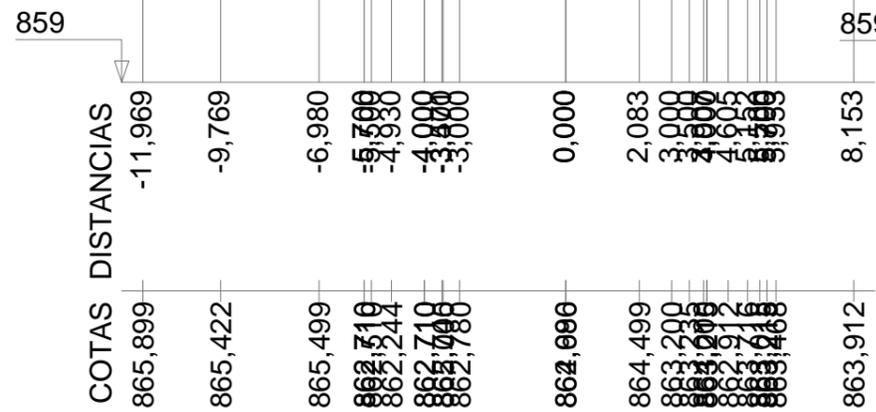
PK=0+134,998
Cotas=863,011

Distancia eje= 29,83



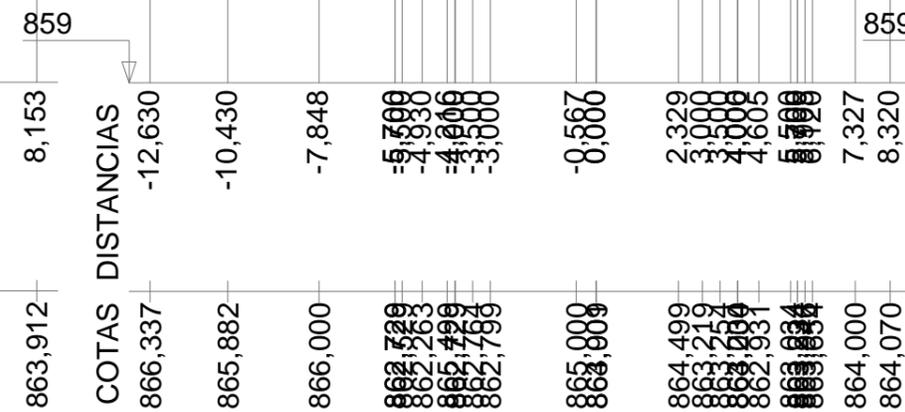
PK=0+144,998
Cotas=862,999

Distancia eje= 29,99



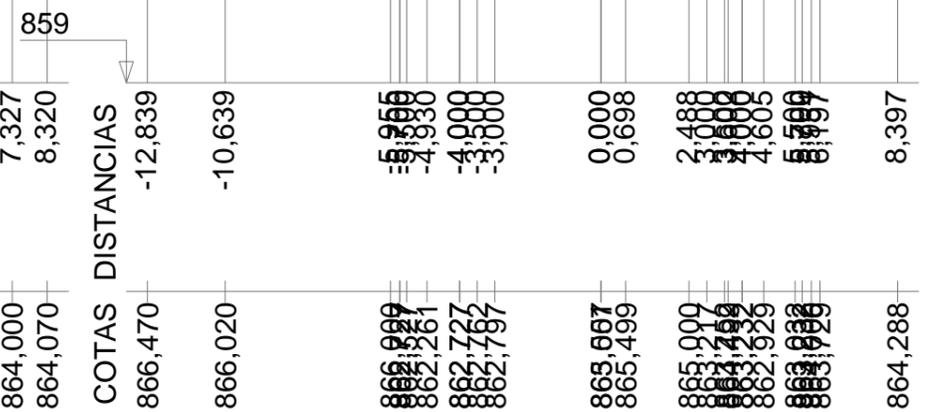
PK=0+119,999
Cotas=862,990

Distancia eje= 28,74



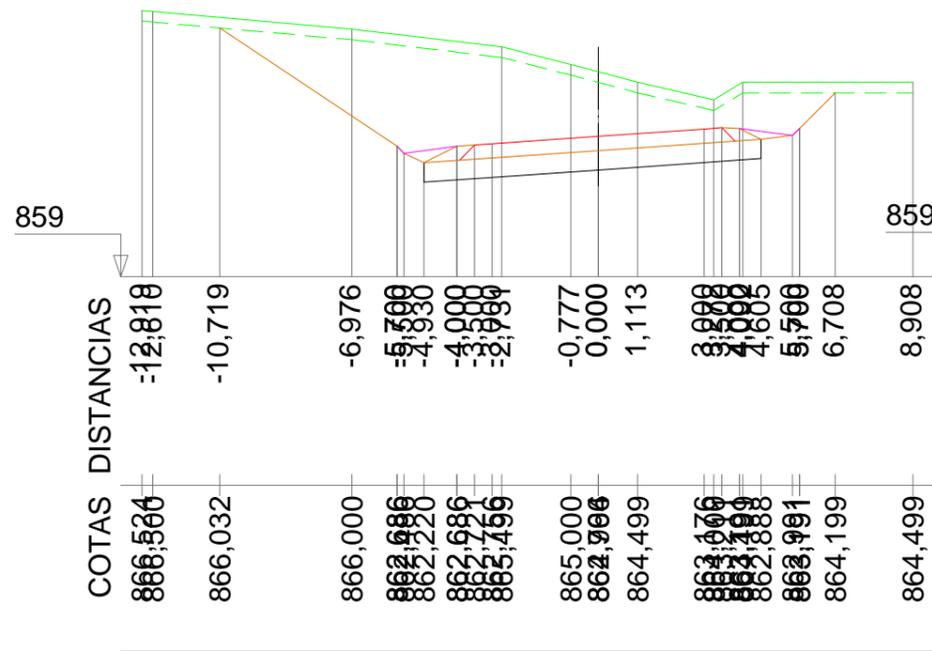
PK=0+129,998
Cotas=863,009

Distancia eje= 29,55

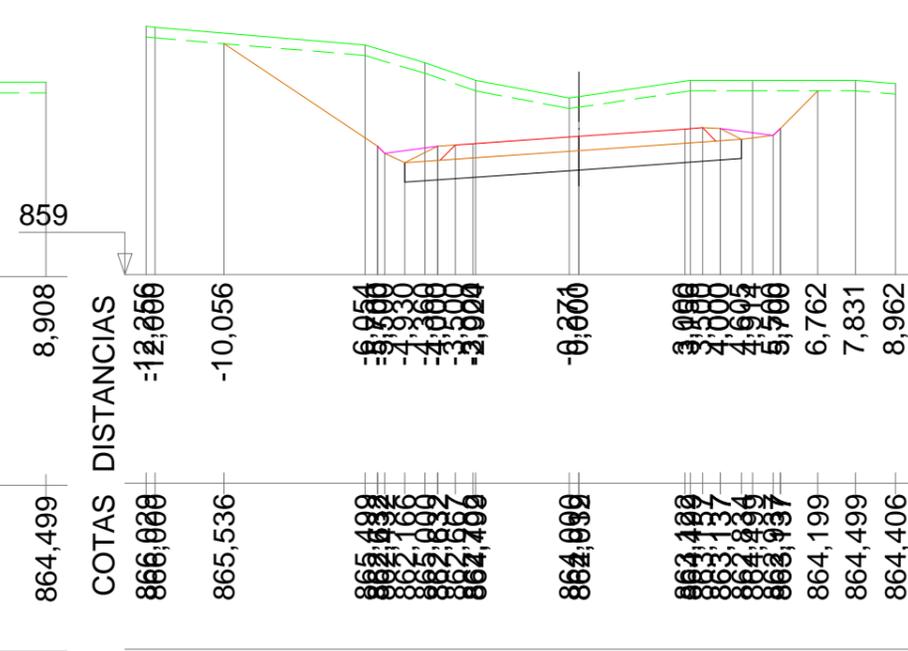


PK=0+139,998
Cotas=863,008

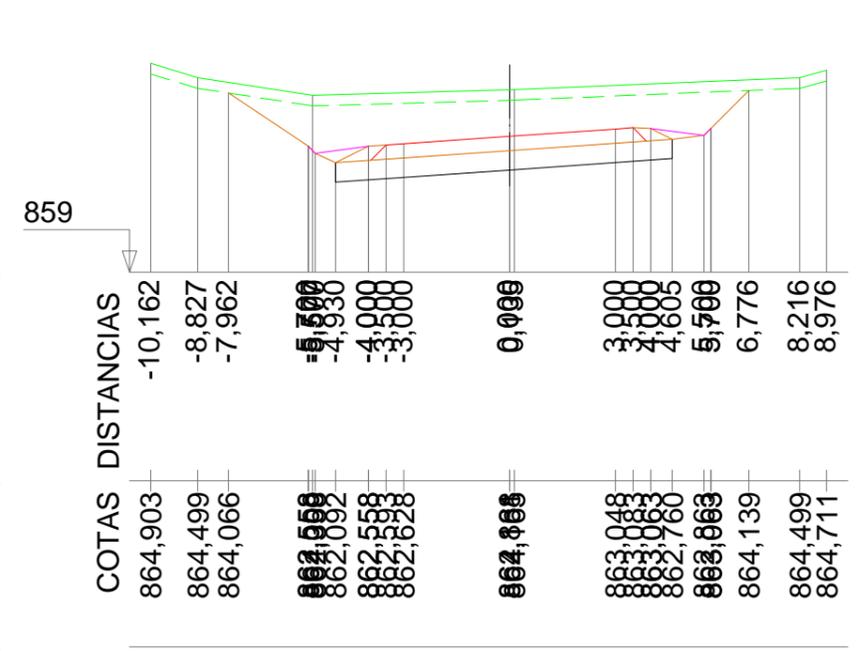
Distancia eje= 29,83



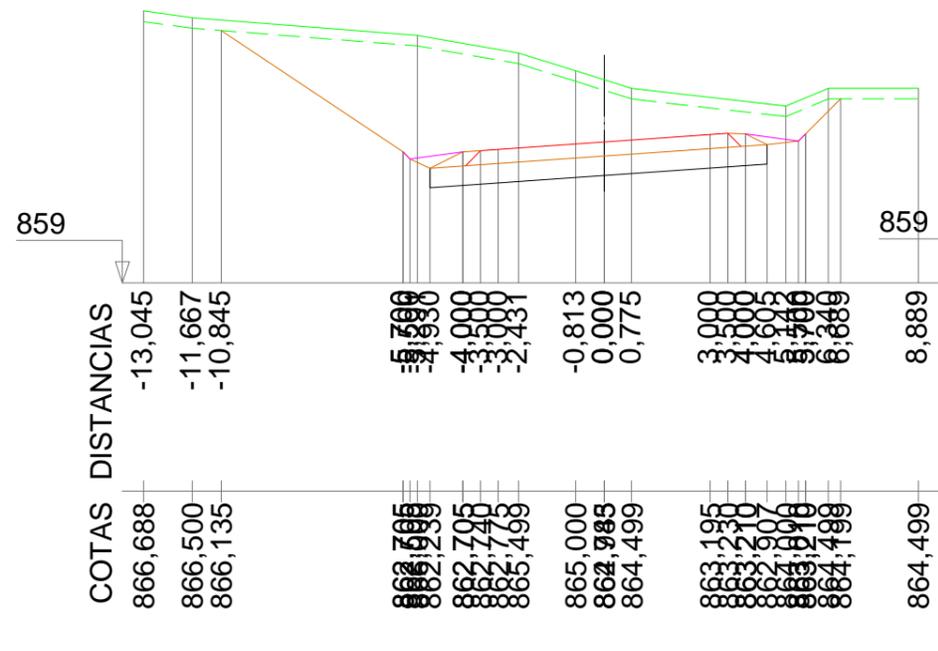
PK=0+154,997
Cotas=862,966
Distancia eje=30,43



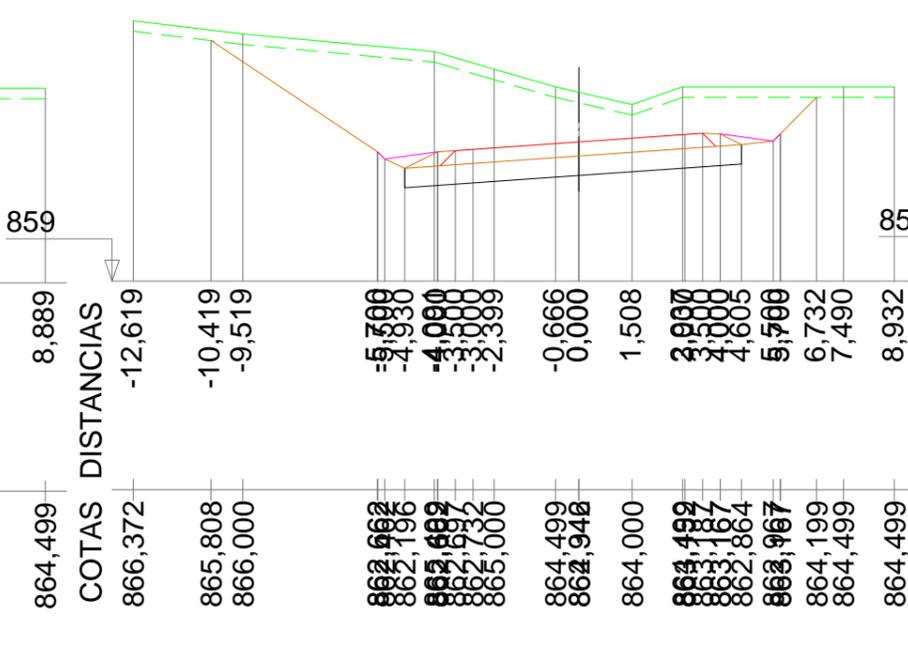
PK=0+164,997
Cotas=862,913
Distancia eje=29,85



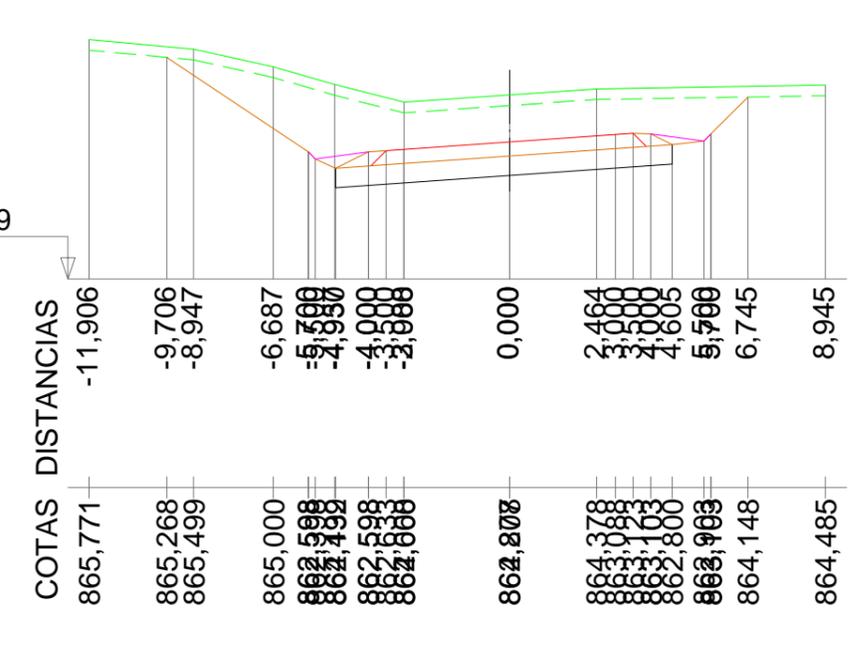
PK=0+174,996
Cotas=862,839
Distancia eje=27,83



PK=0+149,998
Cotas=862,985
Distancia eje=30,53



PK=0+159,997
Cotas=862,942
Distancia eje=30,17



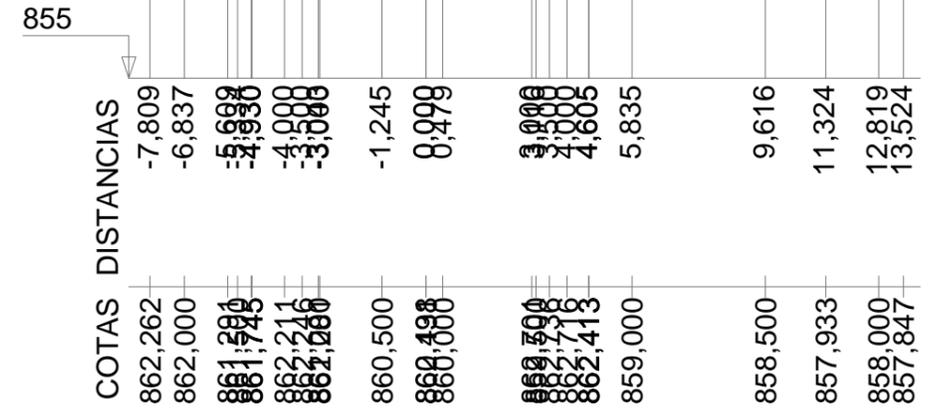
PK=0+169,997
Cotas=862,878
Distancia eje=29,49



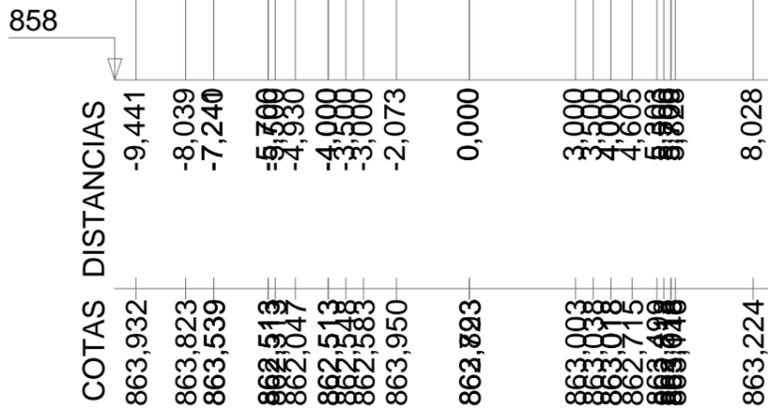
PK=0+184,996
 Distancia eje=22,92
 Cotas=862,744



PK=0+194,995
 Distancia eje=25,75
 Cotas=862,628



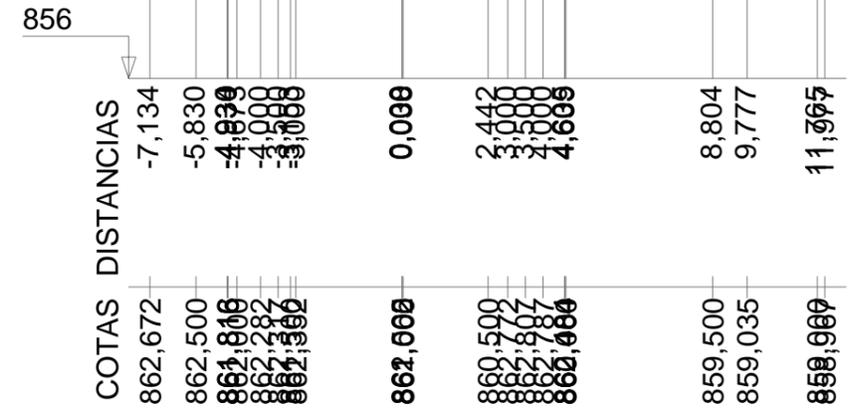
PK=0+204,994
 Distancia eje=26,62
 Cotas=862,492



PK=0+179,996
 Distancia eje=26,16
 Cotas=862,794

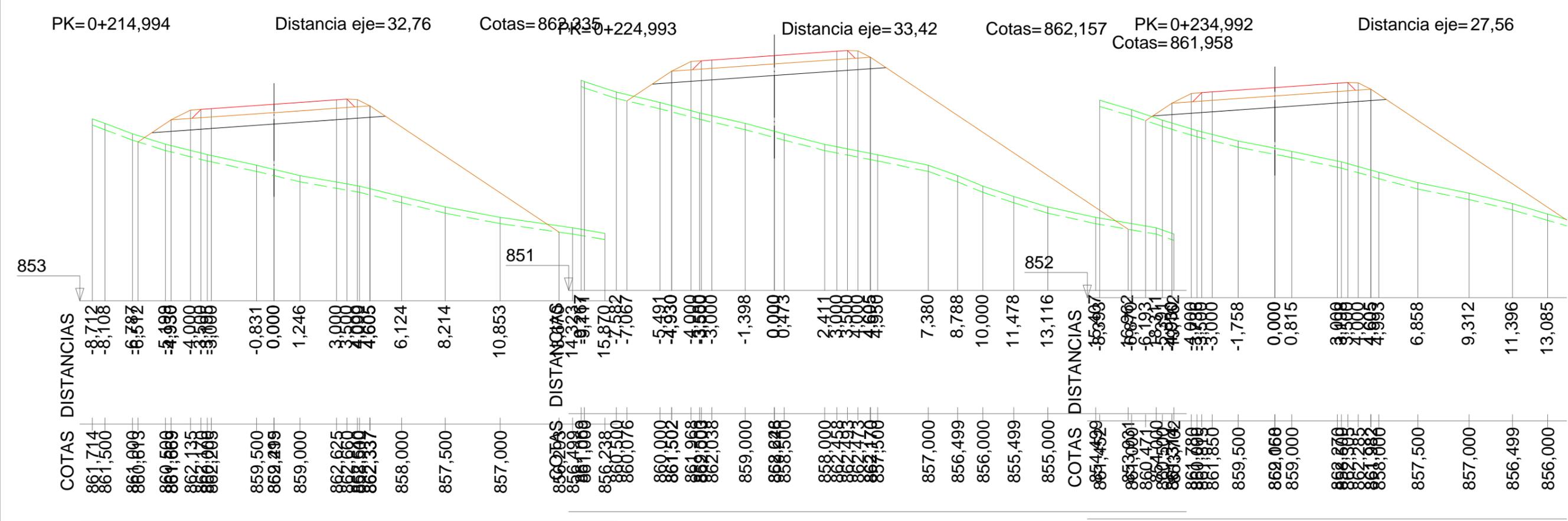
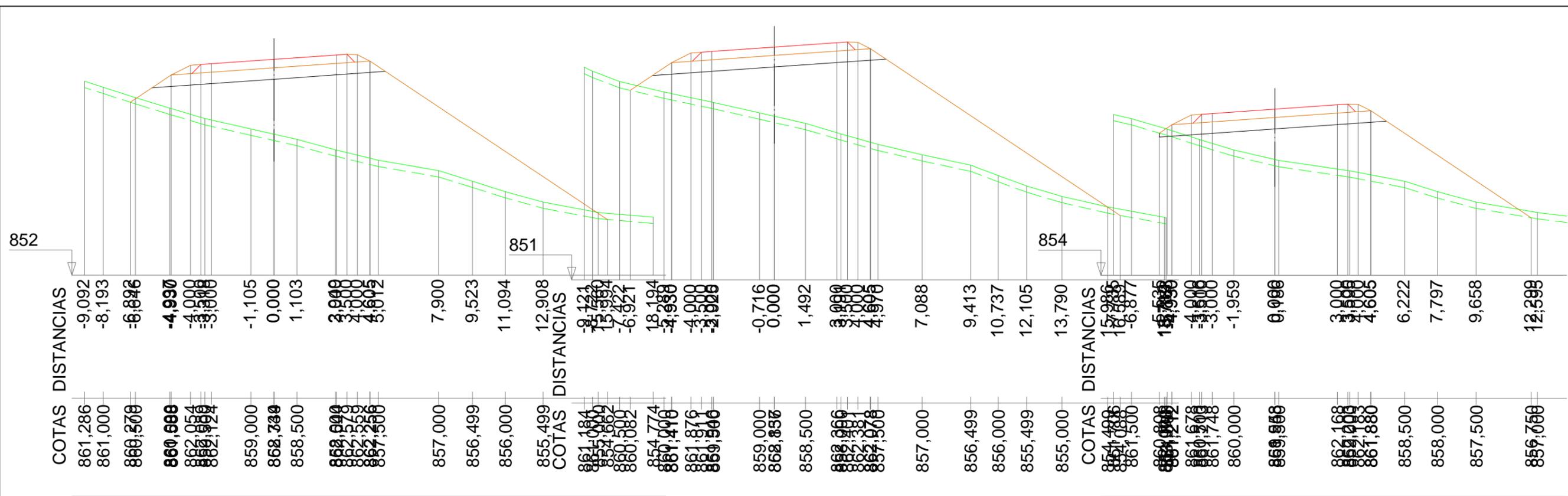


PK=0+189,995
 Distancia eje=24,35
 Cotas=862,688

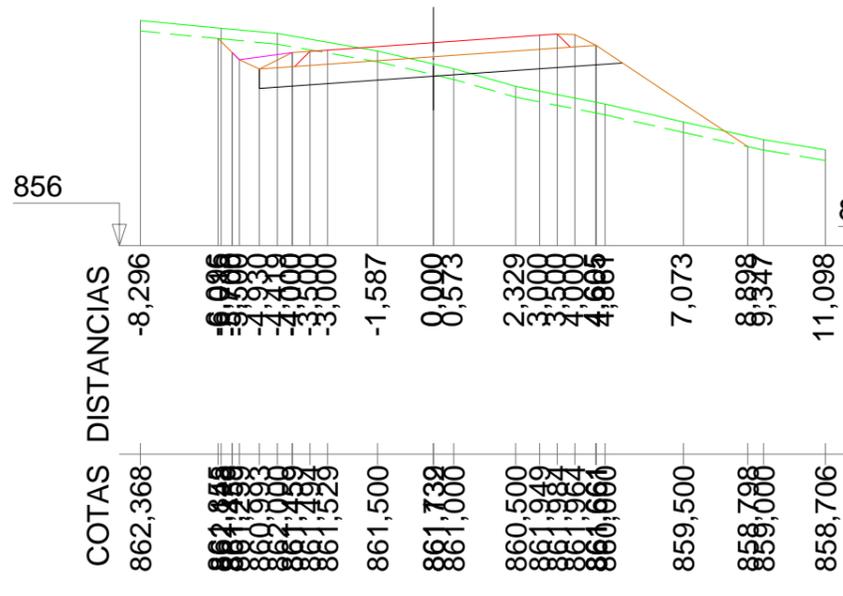


PK=0+199,995
 Distancia eje=24,36
 Cotas=862,562





PK=0+209,994 Distancia eje=29,95 Cotas=862,416 PK=0+219,993 Distancia eje=33,96 Cotas=862,248 PK=0+229,993 Distancia eje=30,75 Cotas=862,060

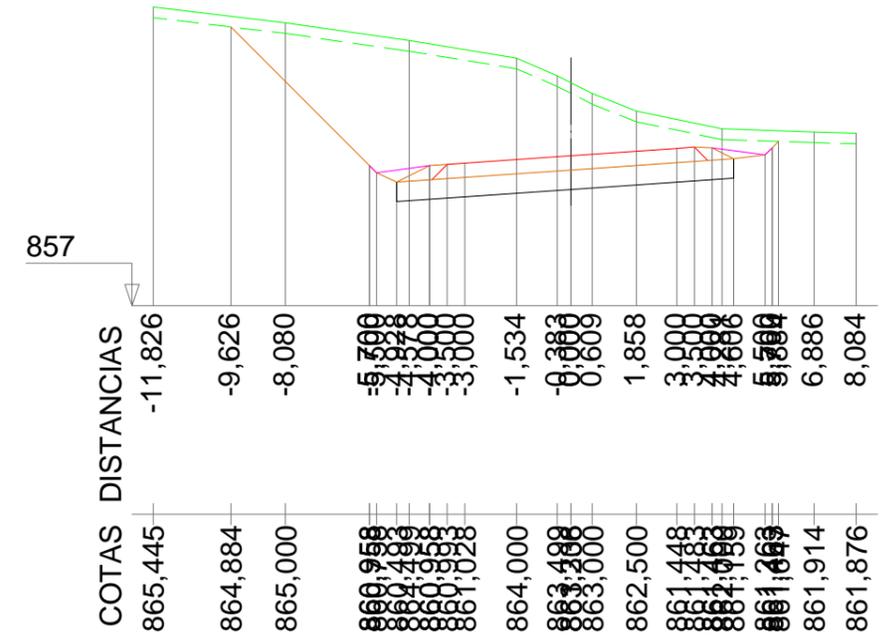


PK=0+244,991
Cotas=861,739

Distancia eje=26,36

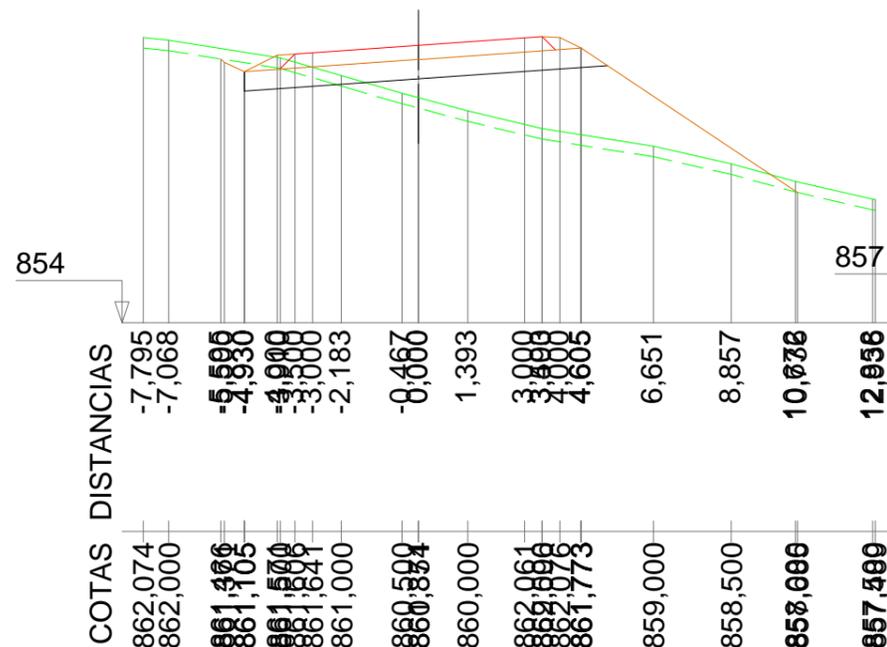


PK=0+254,991
Distancia eje=22,69
Cotas=861,499



PK=0+264,990
Cotas=861,238

Distancia eje=28,53



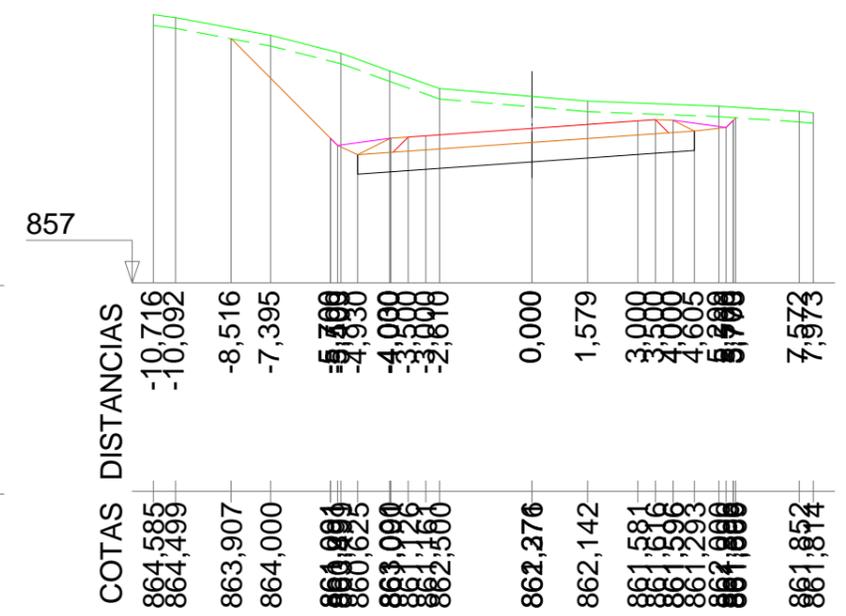
PK=0+239,992
Cotas=861,851

Distancia eje=26,00



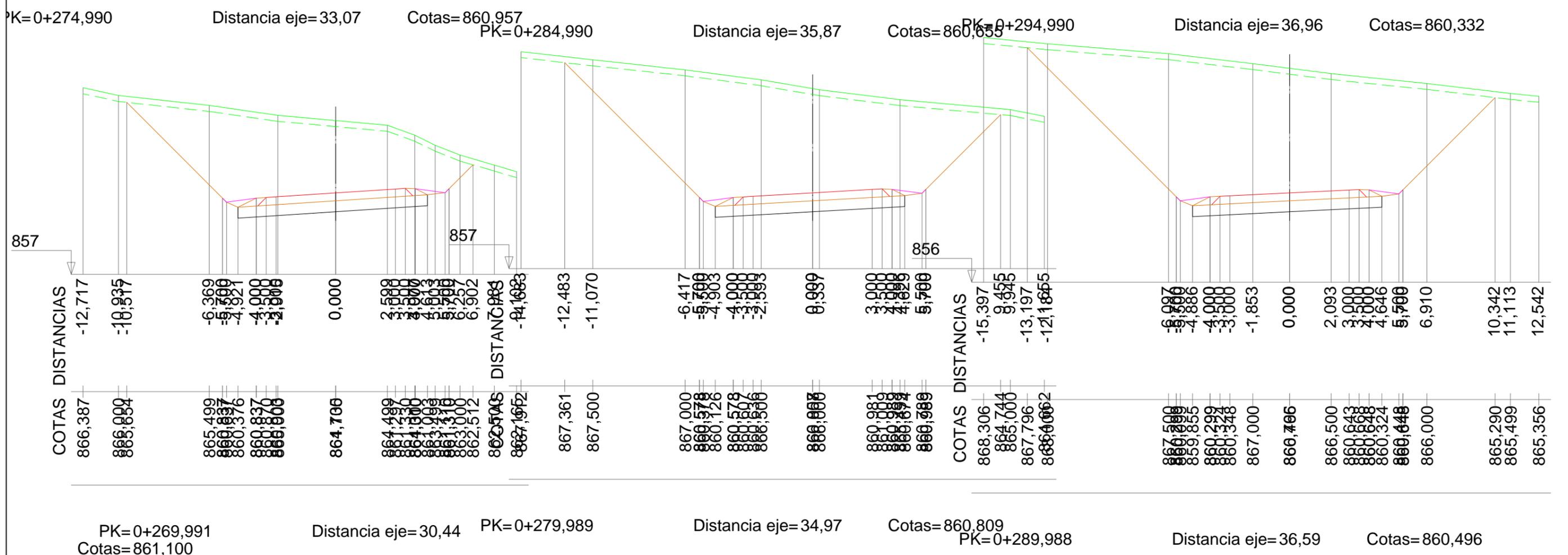
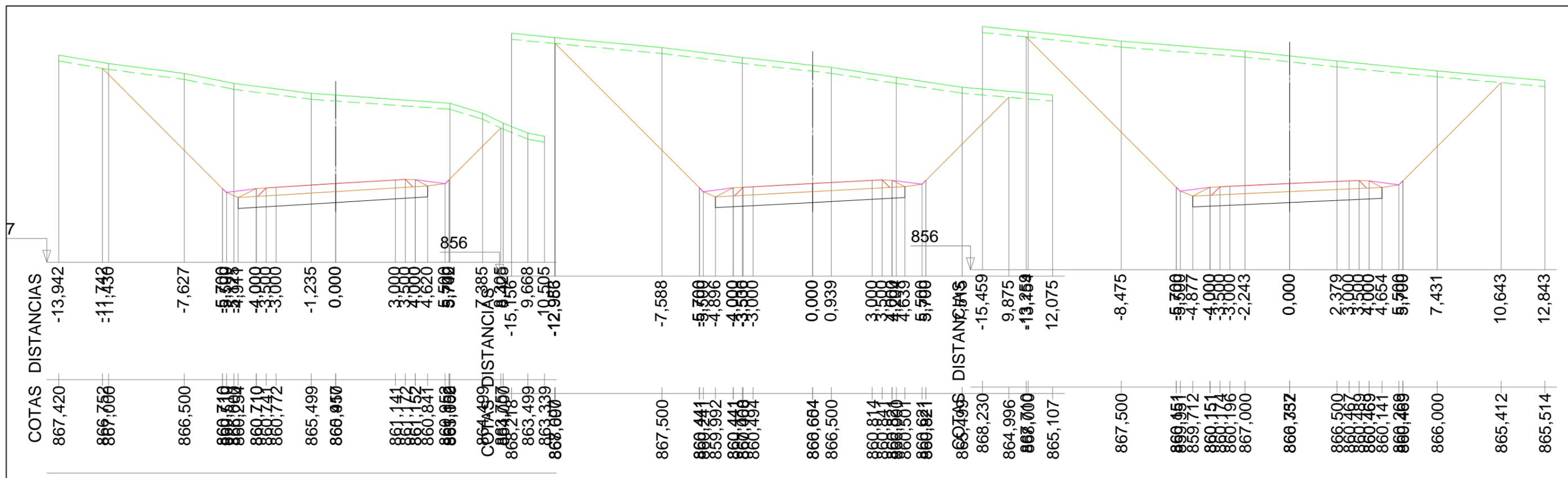
PK=0+249,991
Cotas=861,622

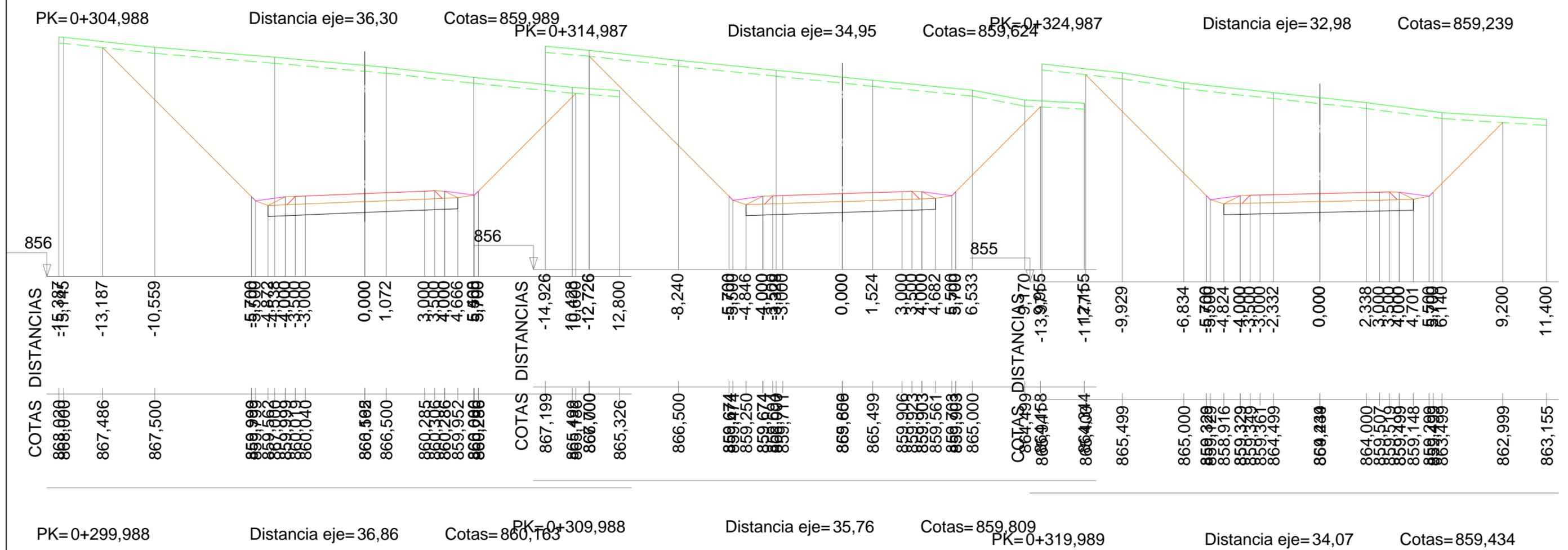
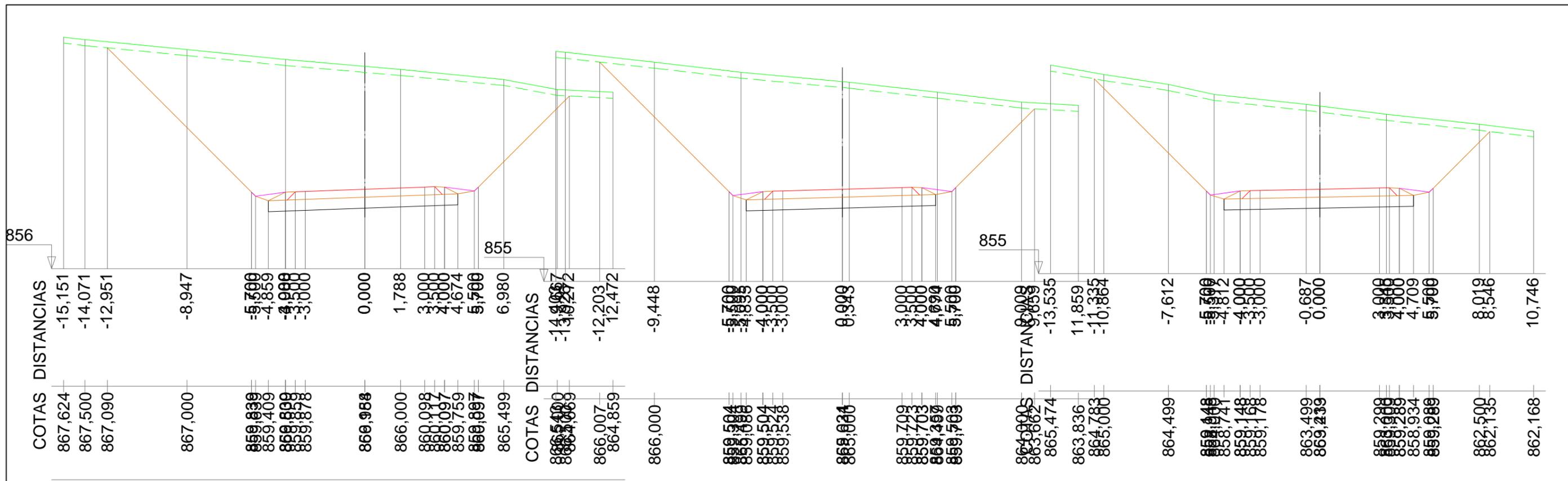
Distancia eje=23,96

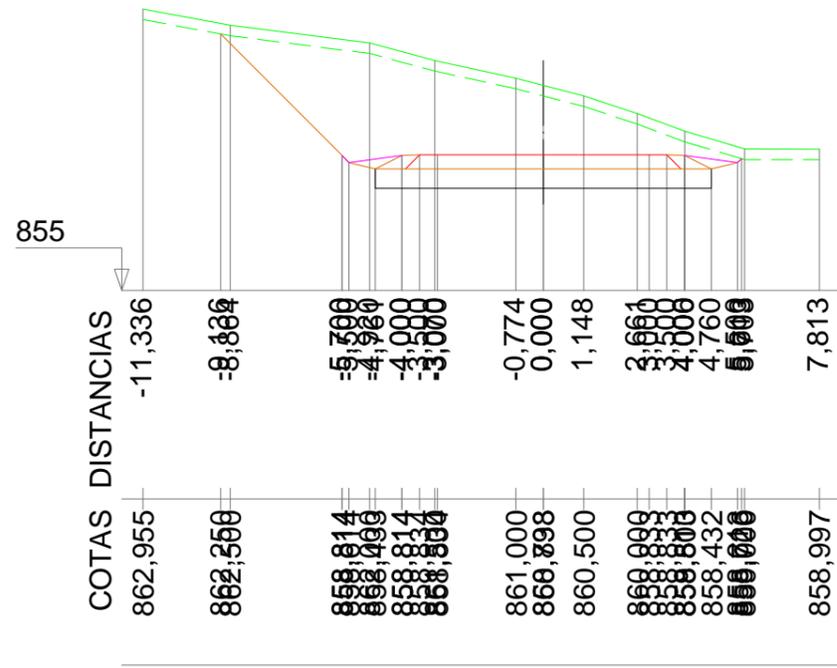


PK=0+259,990
Cotas=861,371

Distancia eje=27,35

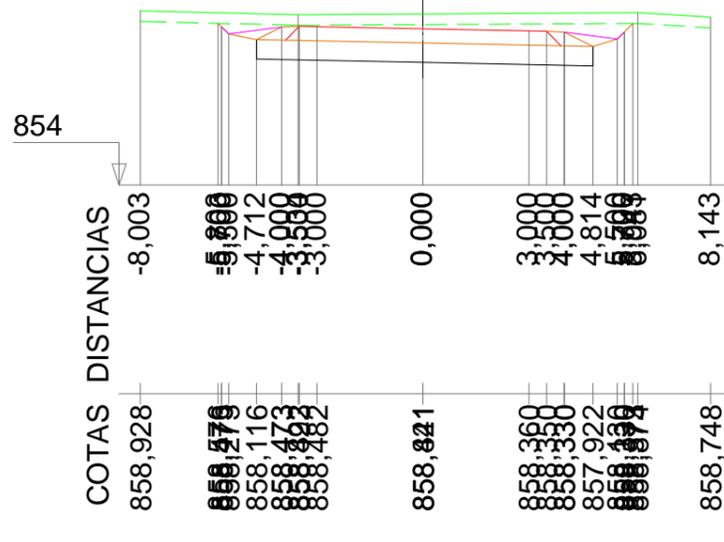




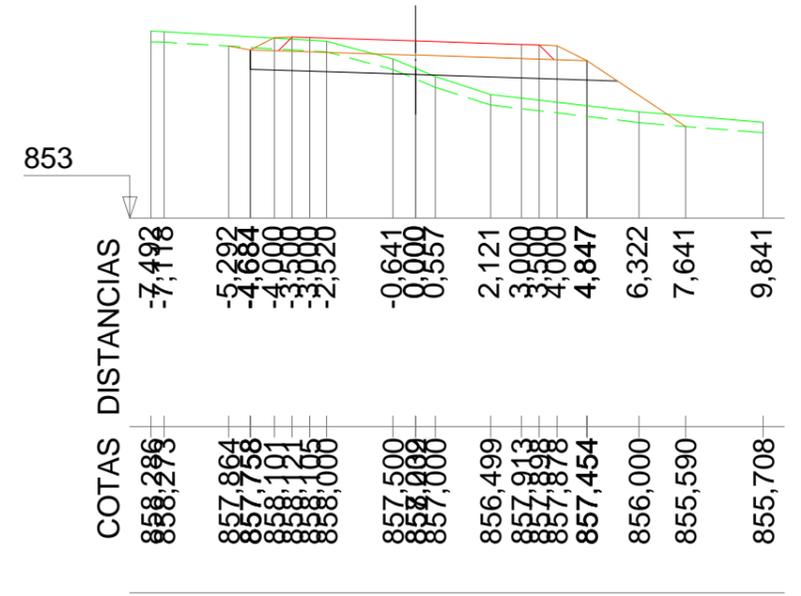


PK=0+334,989
Cotas=858,834

Distancia eje=27,74

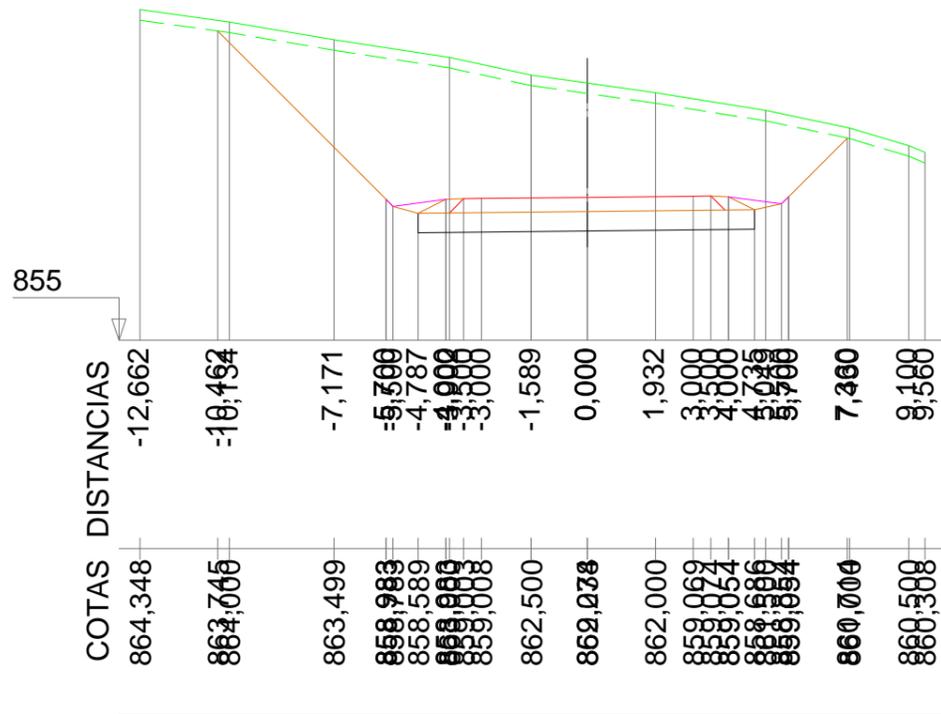


PK=0+344,988
Distancia eje=24,86
Cotas=858,422



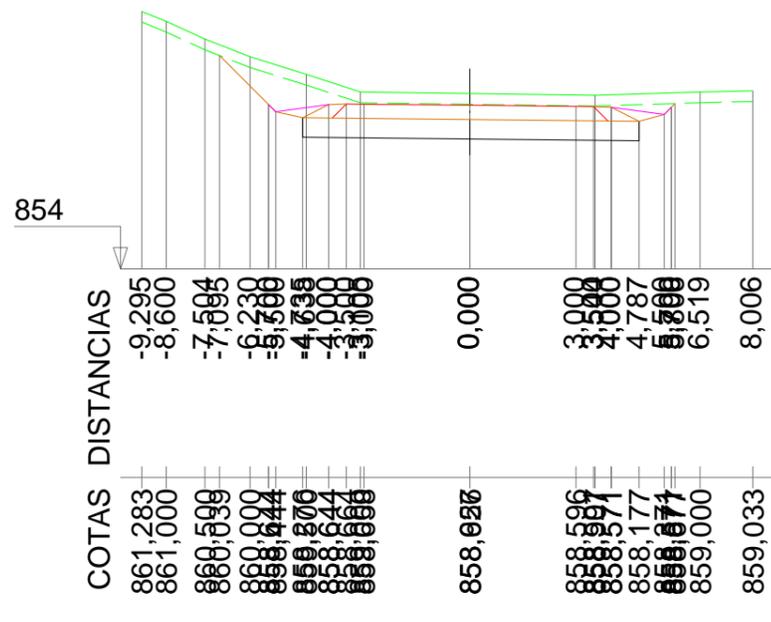
PK=0+354,989
Cotas=858,010

Distancia eje=22,43



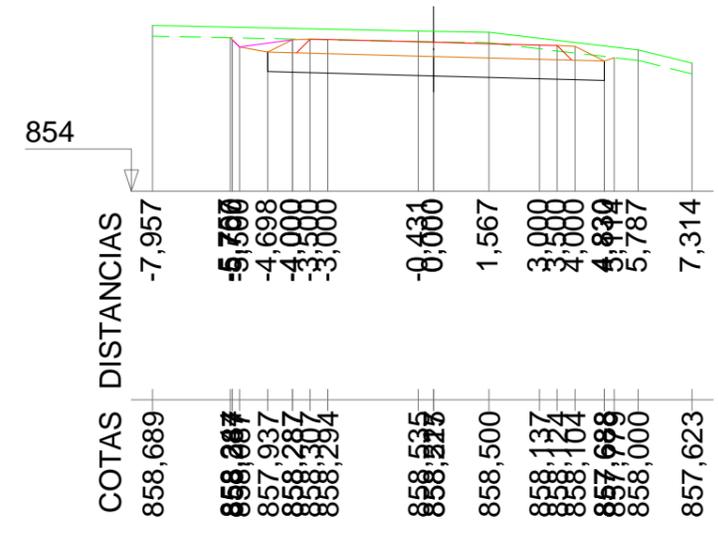
PK=0+329,989
Cotas=859,039

Distancia eje=30,93



PK=0+339,989
Cotas=858,628

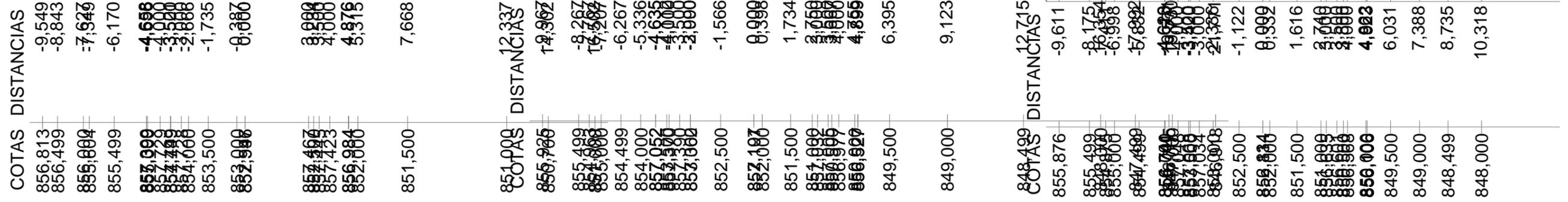
Distancia eje=26,02



PK=0+349,988
Distancia eje=22,21
Cotas=858,216



848



PK=0+364,990

Distancia eje= 30,95

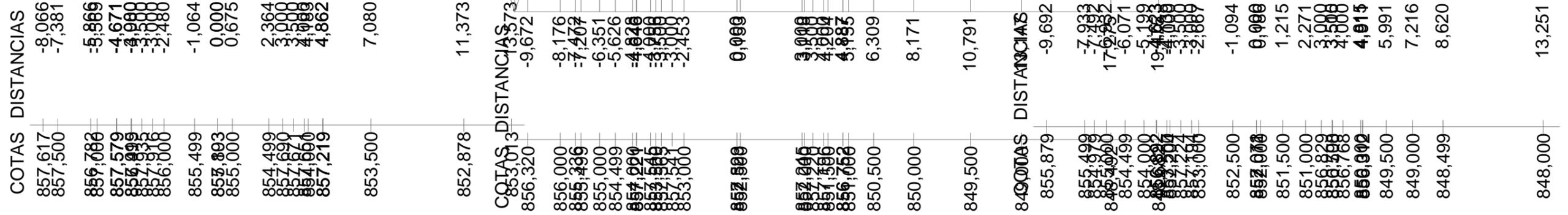
Cotas=857,598 PK=0+374,989

Distancia eje=36,21

Cotas=857,198 PK=0+384,988

Distancia eje=39,88

850



PK=0+359,989
Cotas=857,804

Distancia eje= 26,65

PK=0+369,989

Distancia eje=33,84

Cotas=857,393 PK=0+379,990

Distancia eje=37,86



Estudio para la mejora de la Seguridad Vial de la Carretera CV-245, PPKK 19+800 a 21+000 en el T.M. de Alublas (Valencia).

TUTOR:
José Manuel Campoy
Ungría

AUTOR:
Fdo. Elia Canet Atrés

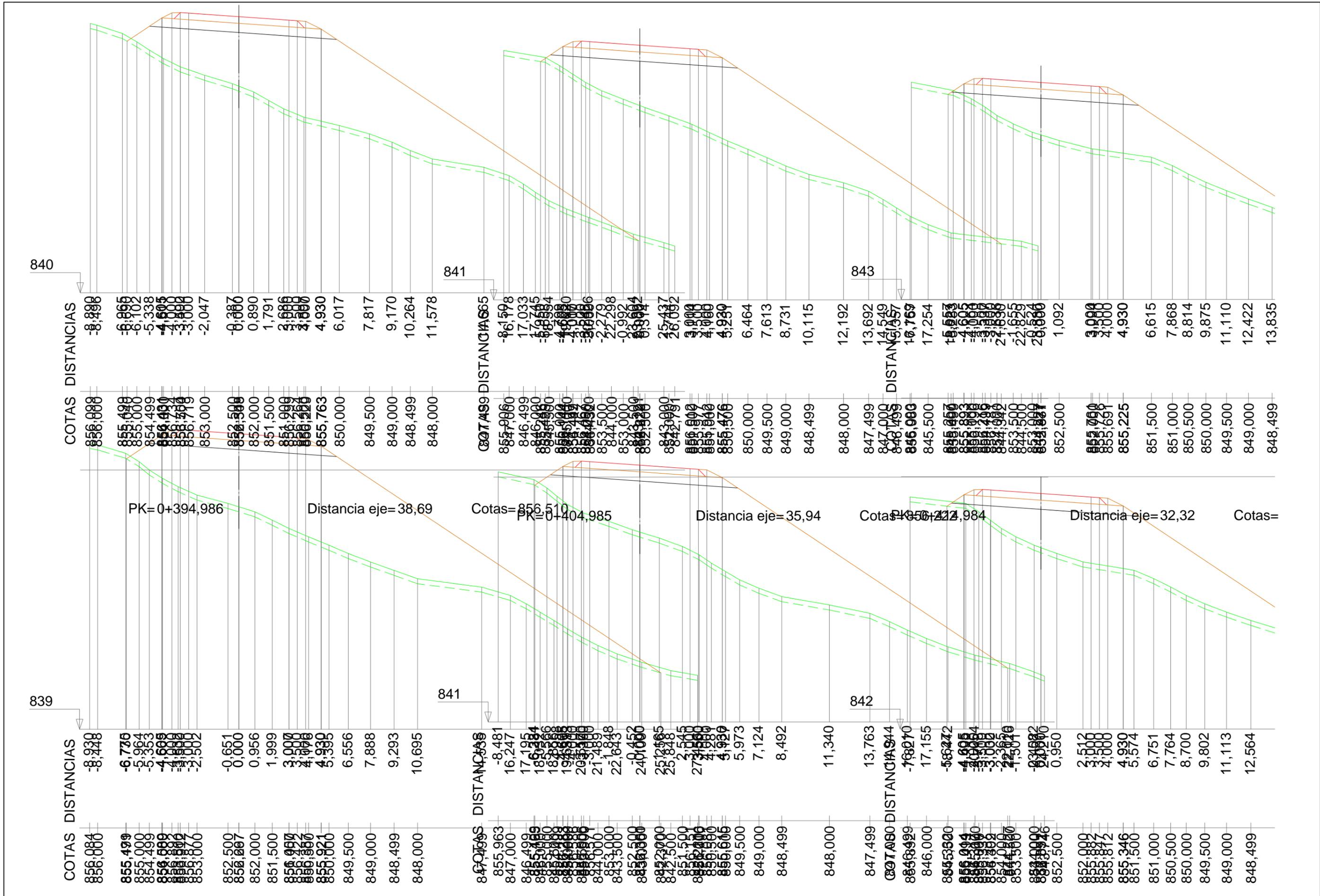
TÍTULO DEL PLANO:
Perfil longitudinal

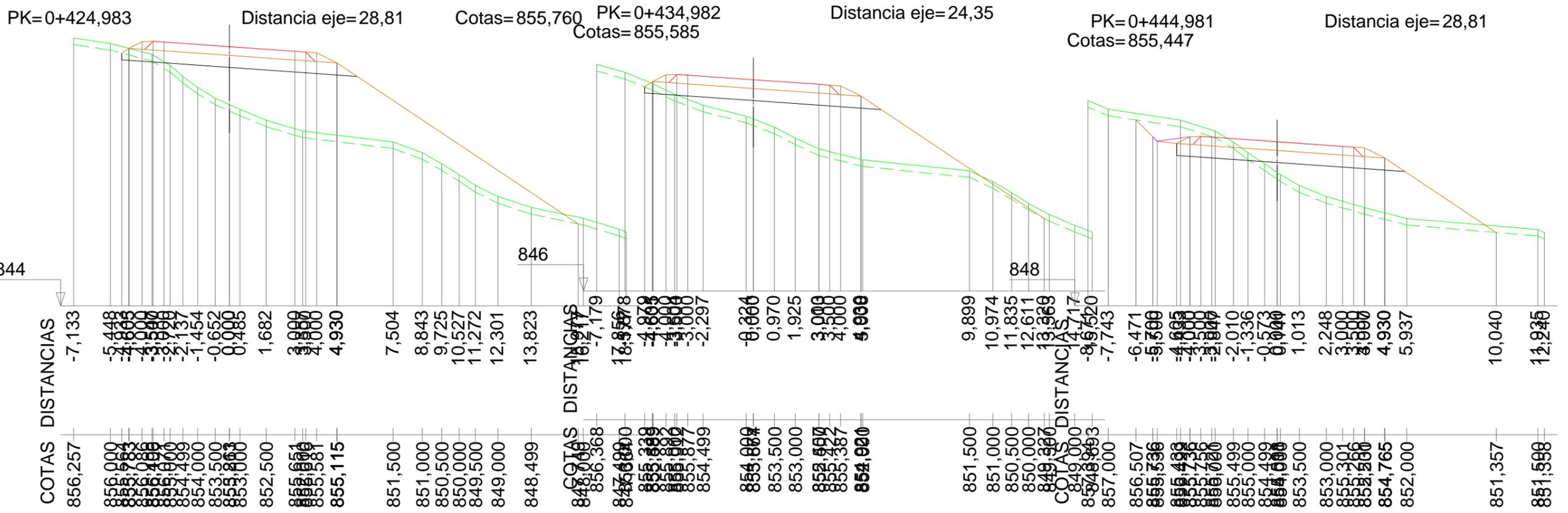
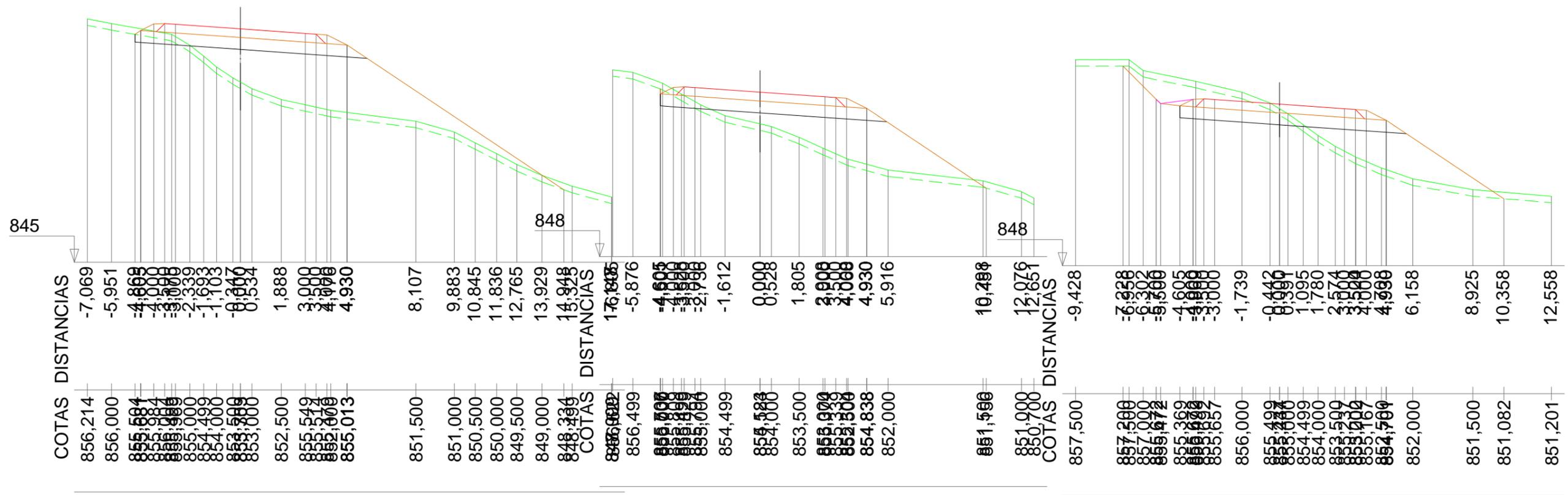
ESCALA:
1:500

PLANO N°:
4

FECHA: Junio-2016
HOJA 13 de 27





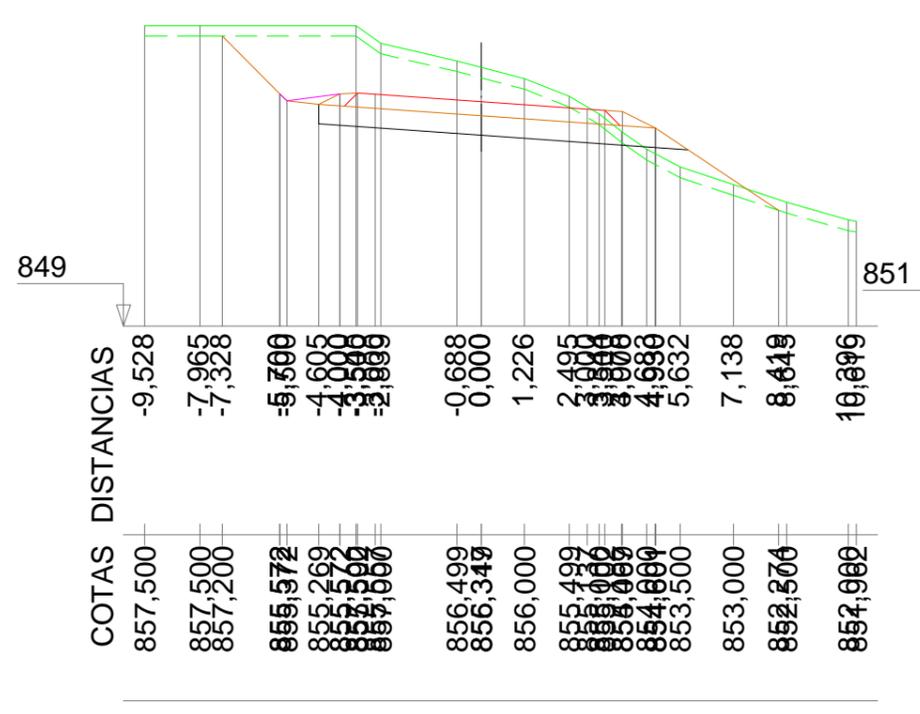


PK=0+424,983 Distancia eje=28,81 Cotas=855,760 PK=0+434,982 Distancia eje=24,35 Cotas=855,585

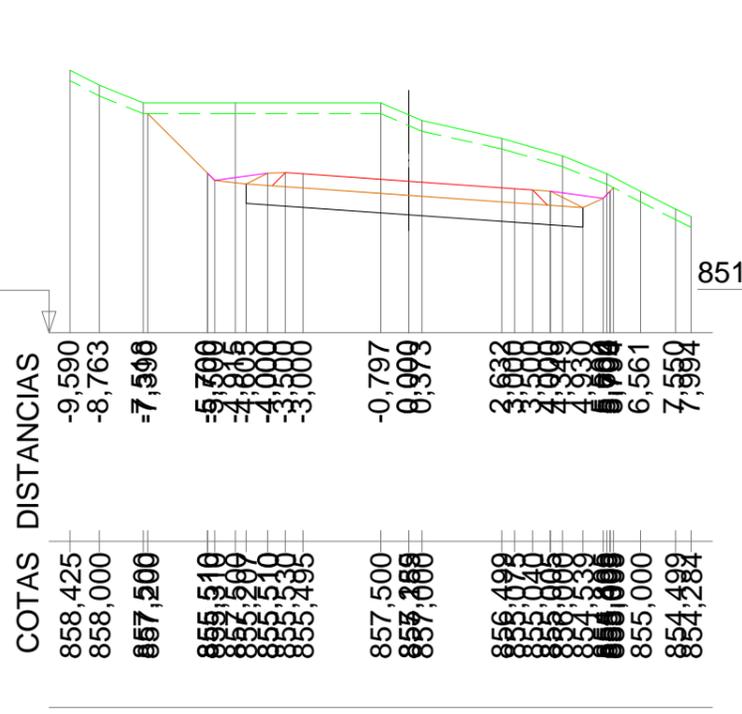
PK=0+419,983 Distancia eje=29,82 Cotas=855,861 PK=0+429,982 Distancia eje=27,42 Cotas=855,667

PK=0+444,981 Distancia eje=28,81 Cotas=855,447

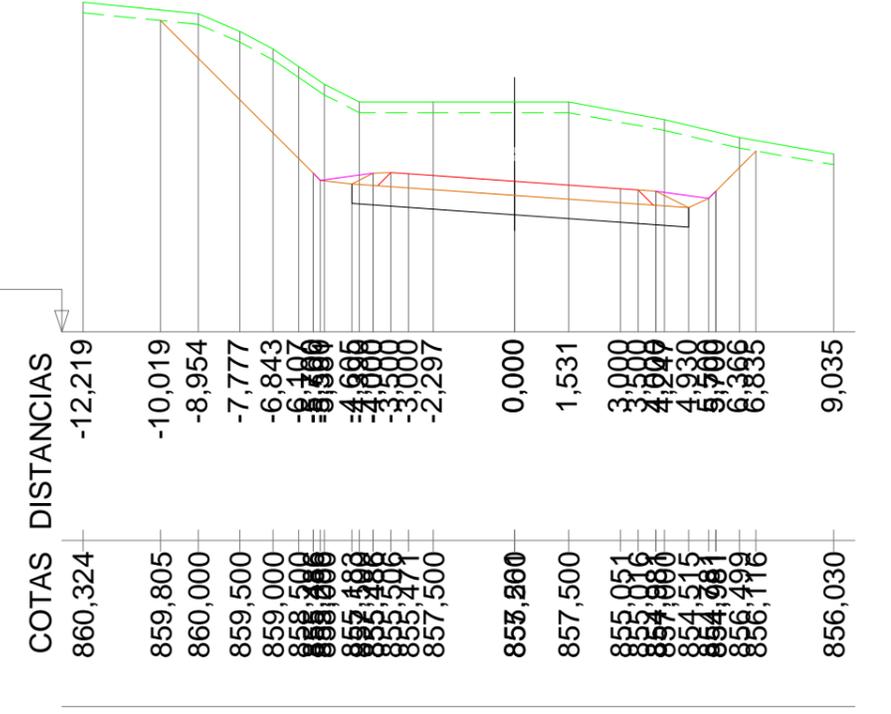
PK=0+439,981 Distancia eje=27,72 Cotas=855,511



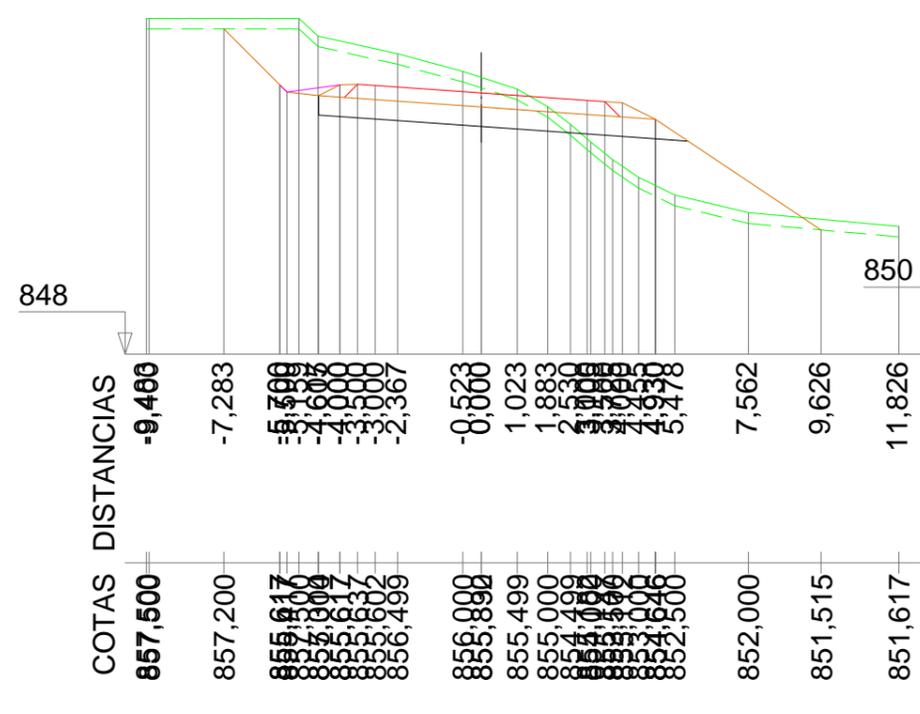
PK=0+454,980
Cotas=855,348
Distancia eje=27,07



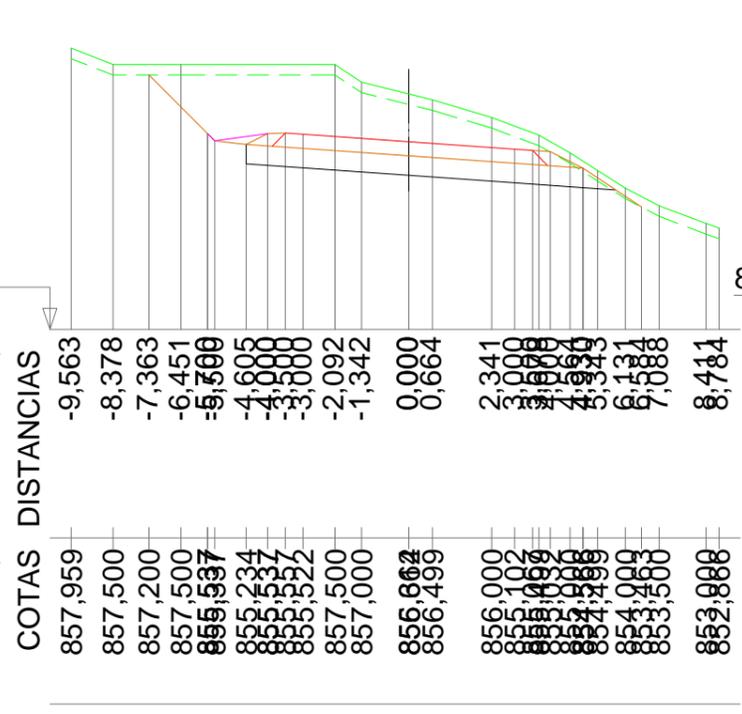
PK=0+464,980
Cotas=855,286
Distancia eje=26,36



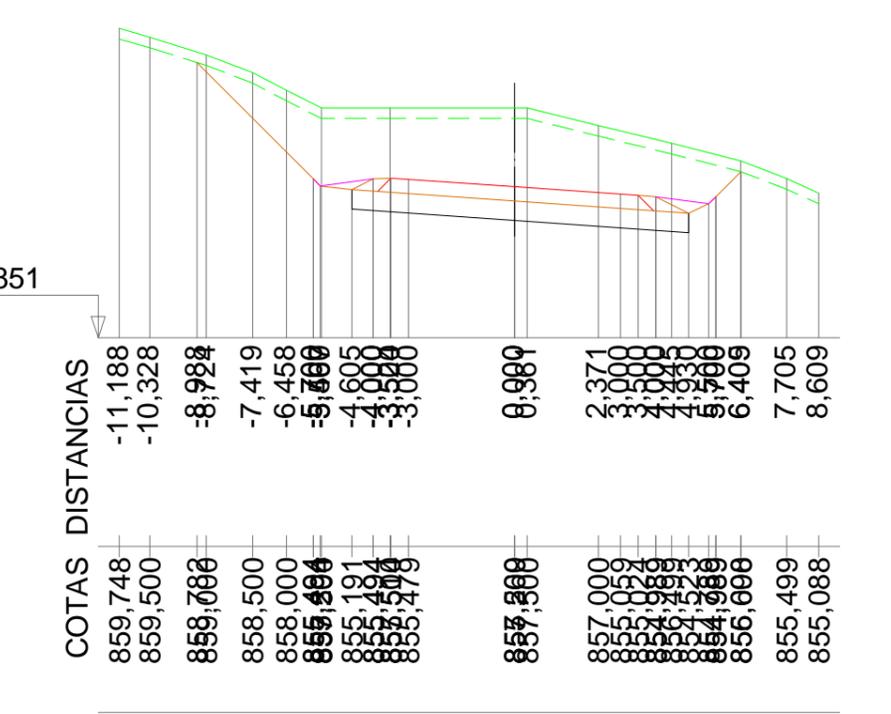
PK=0+474,981
Cotas=855,262
Distancia eje=30,12



PK=0+449,980
Cotas=855,393
Distancia eje=28,17

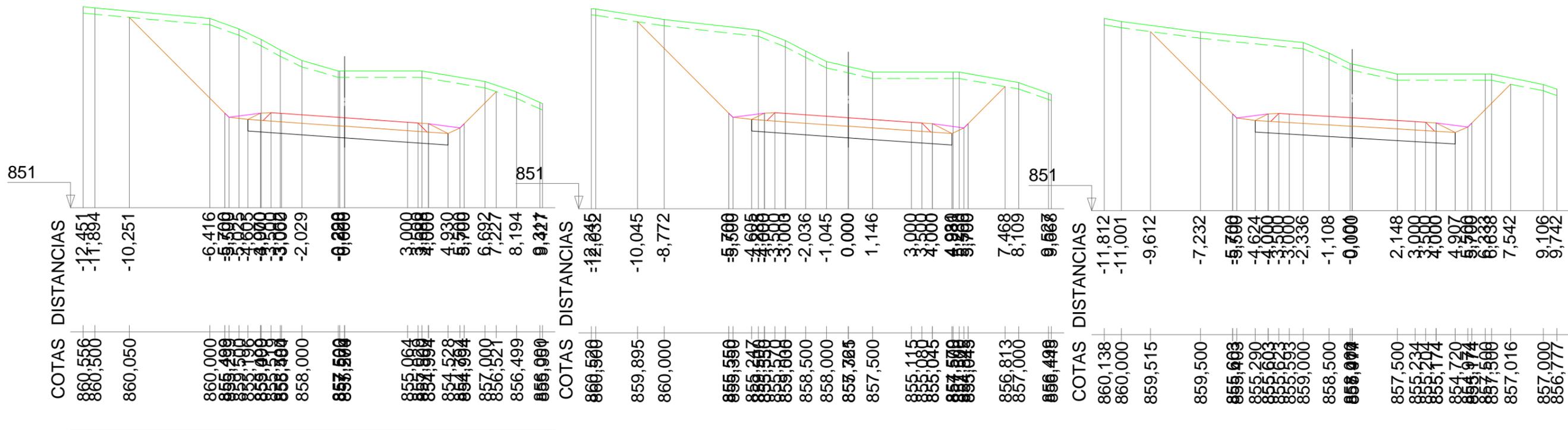


PK=0+459,980
Cotas=855,312
Distancia eje=25,35



PK=0+469,981
Cotas=855,269
Distancia eje=28,62

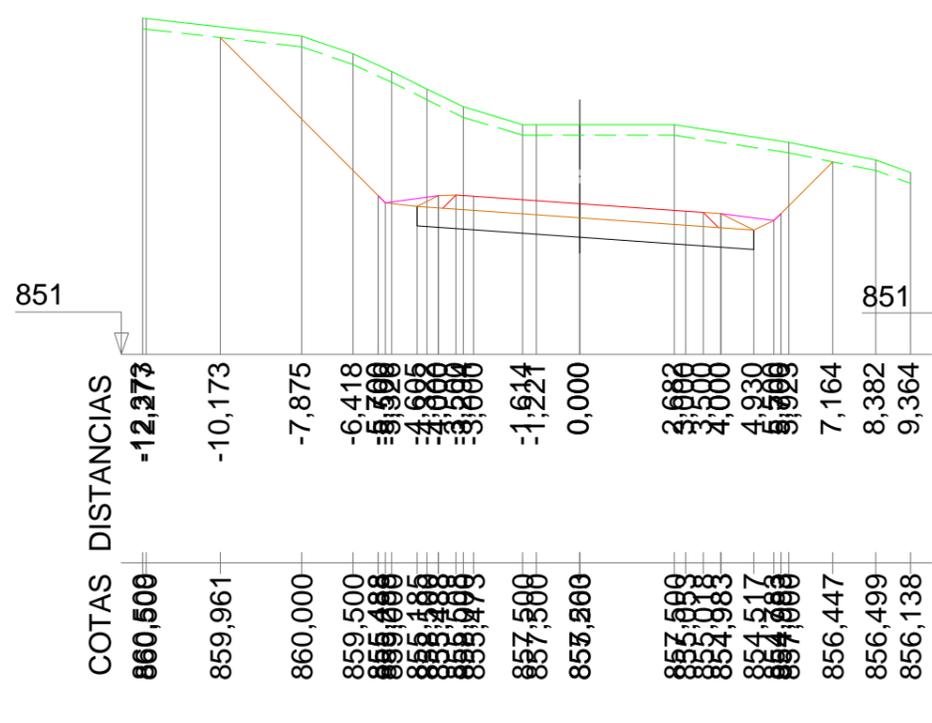




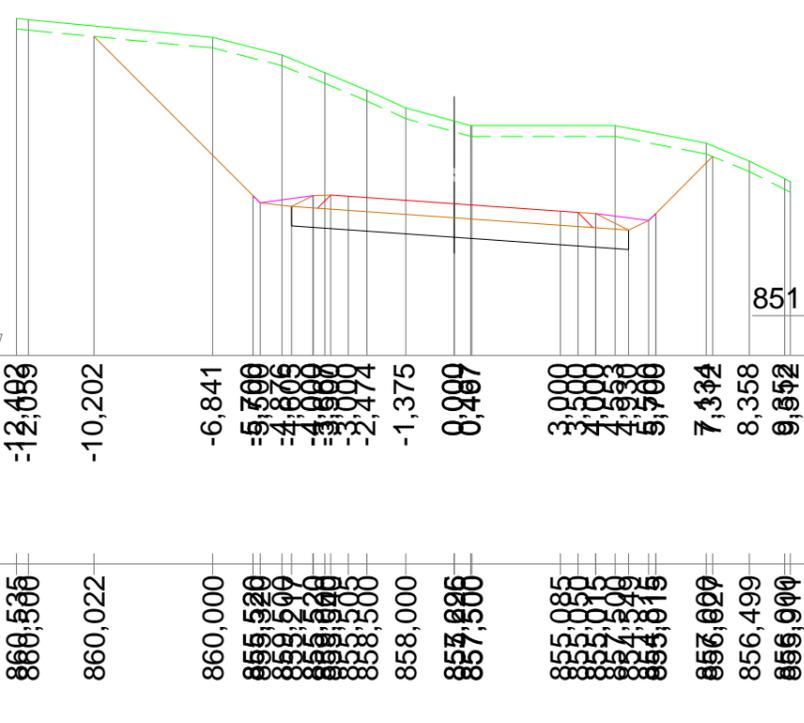
PK=0+484,983
Cotas=855,275
Distancia eje=30,74

PK=0+494,986
Cotas=855,326
Distancia eje=30,75

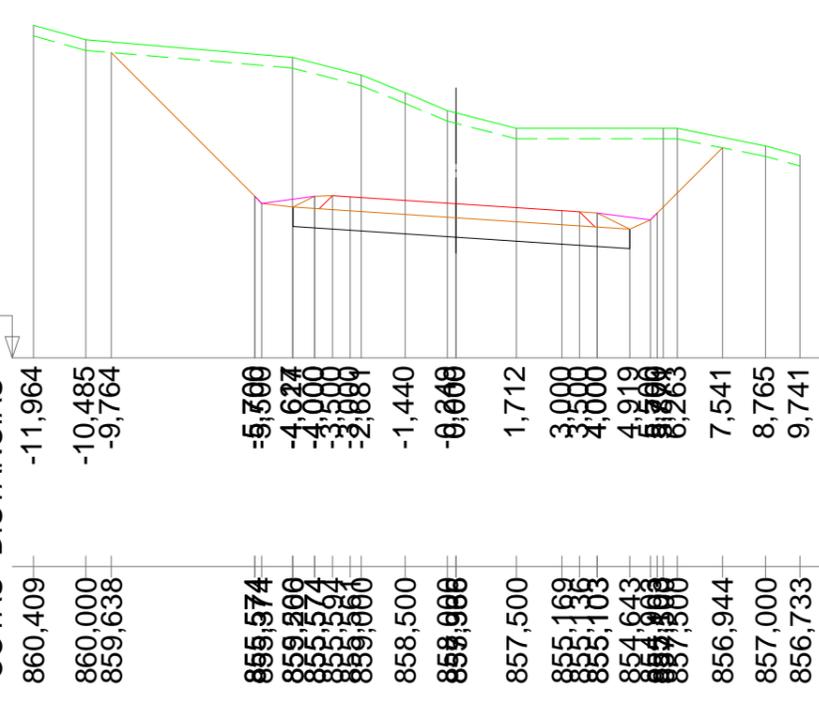
PK=0+504,991
Cotas=855,414
Distancia eje=30,36



PK=0+479,982
Cotas=855,263
Distancia eje=30,60

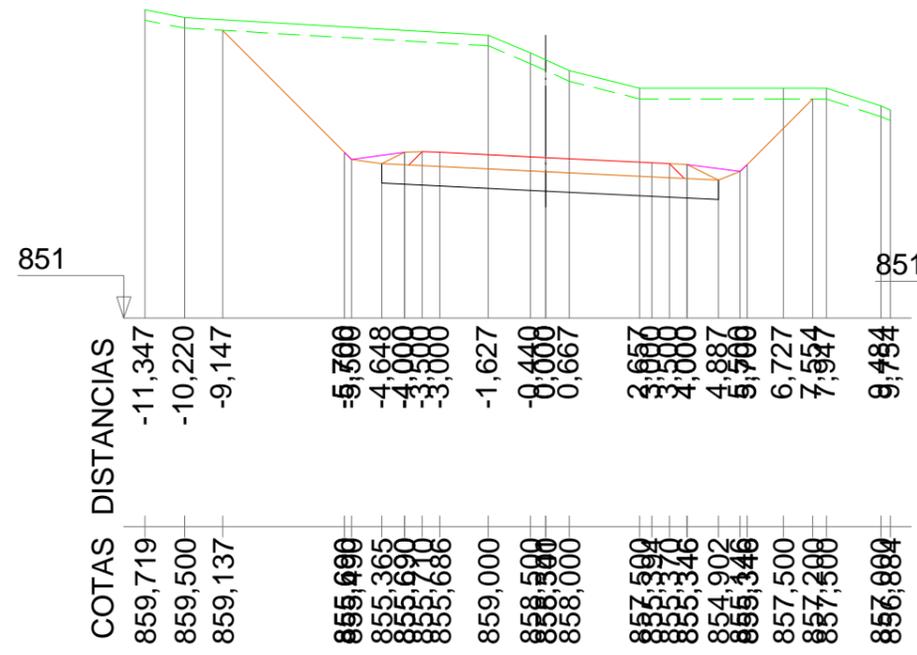


PK=0+489,984
Cotas=855,296
Distancia eje=30,77

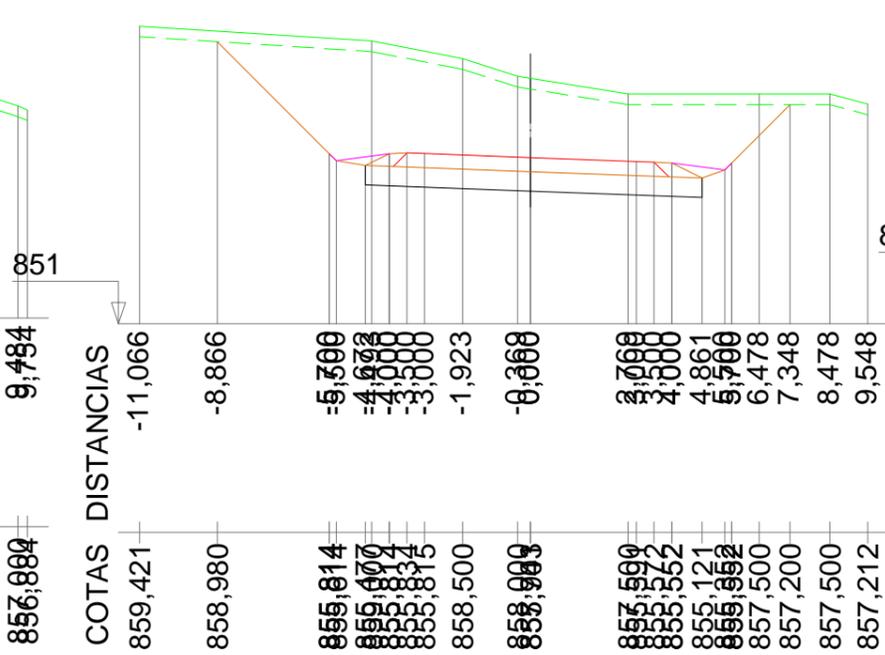


PK=0+499,988
Cotas=855,365
Distancia eje=30,53

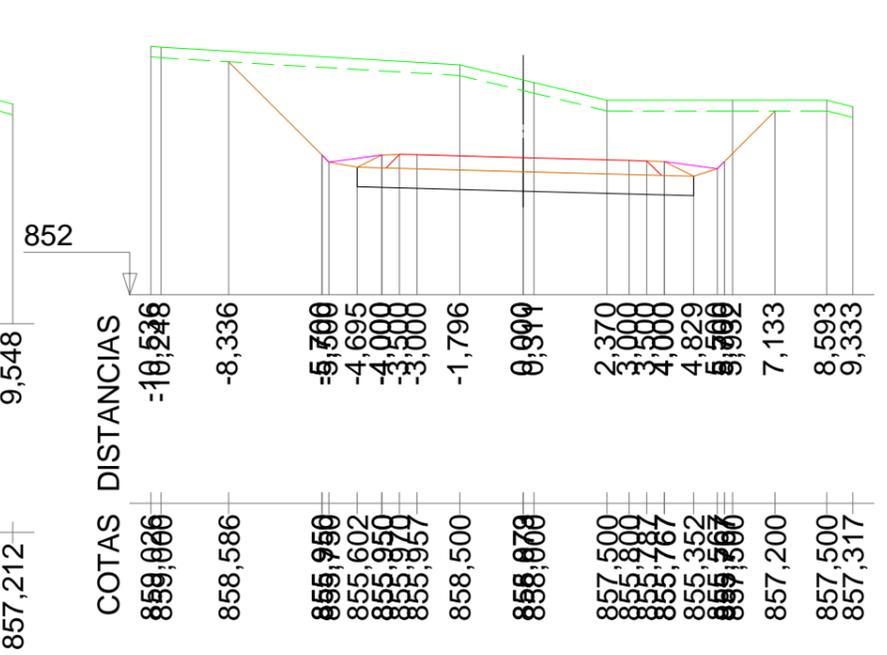




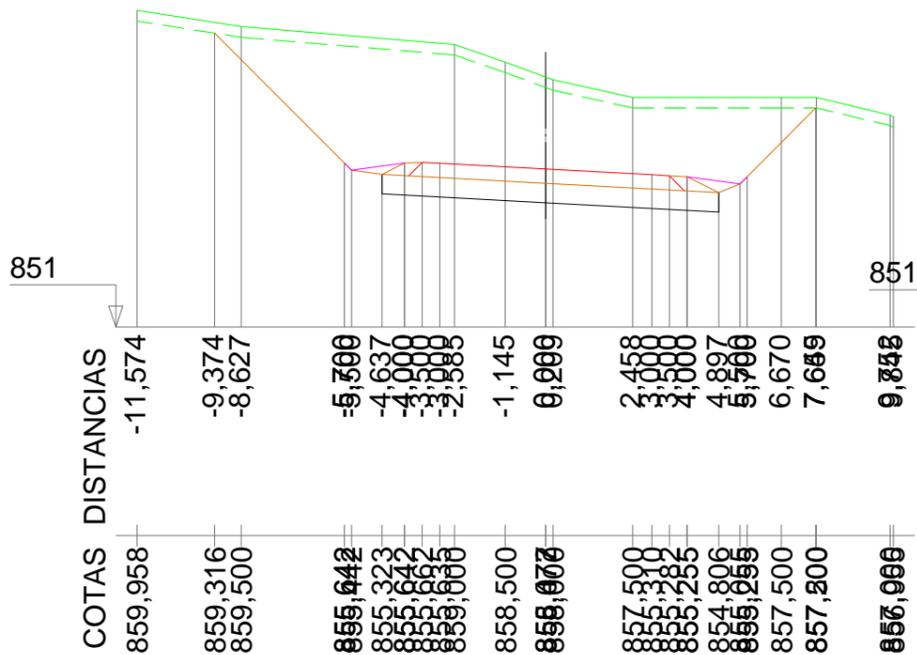
PK=0+514,995
Cotas=855,541
Distancia eje=29,88



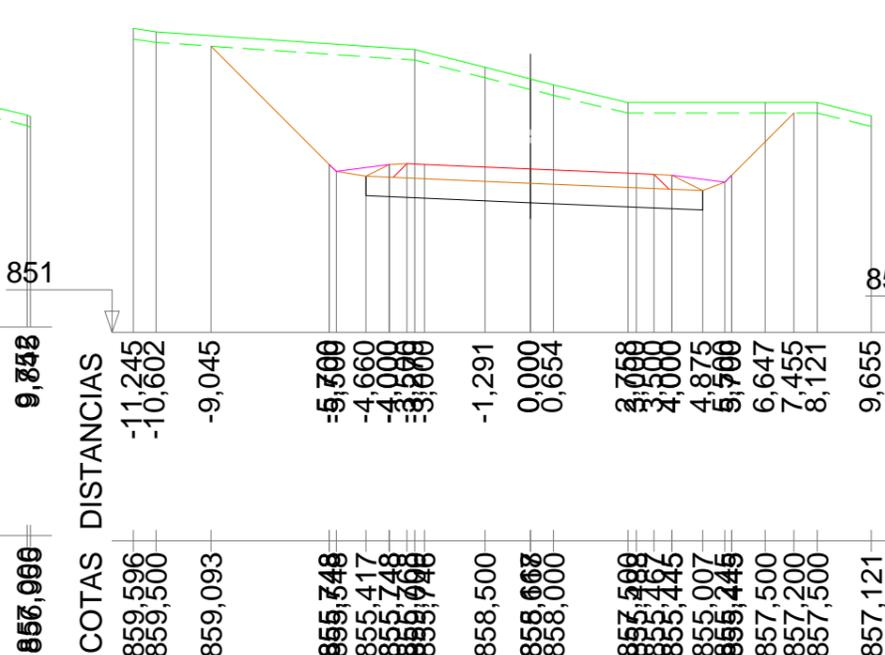
PK=0+524,992
Cotas=855,704
Distancia eje=29,37



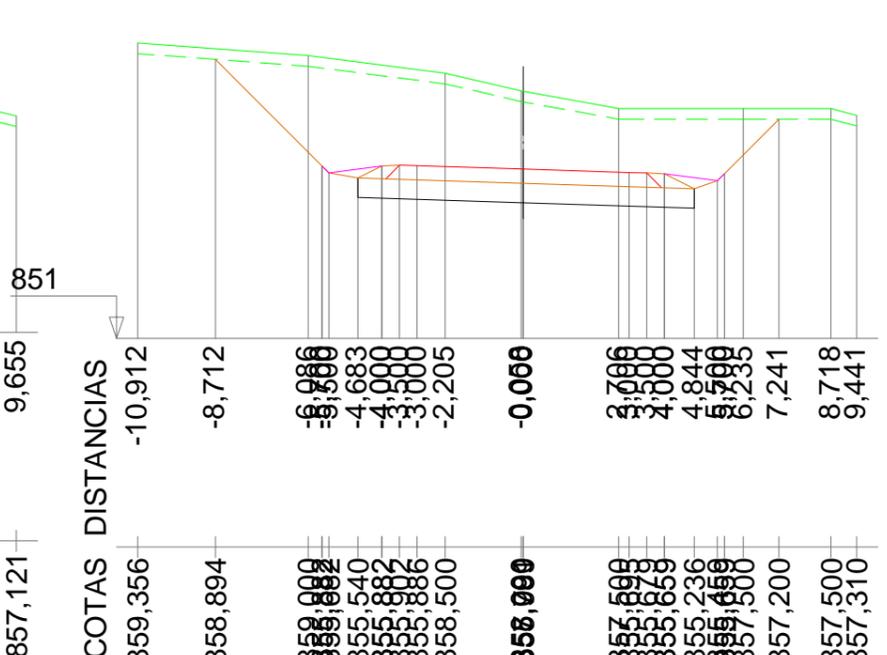
PK=0+534,988
Cotas=855,879
Distancia eje=28,60



PK=0+509,994
Cotas=855,473
Distancia eje=30,21

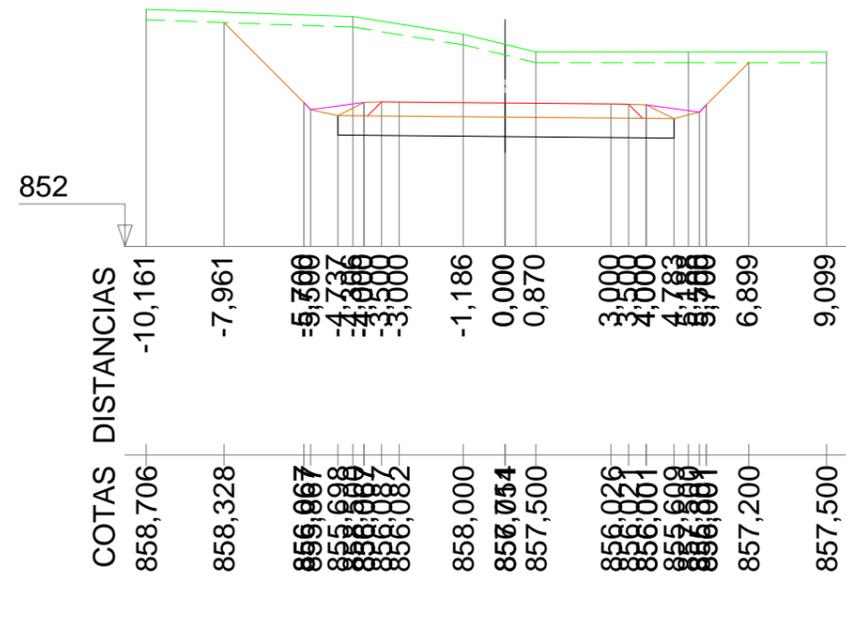


PK=0+519,994
Cotas=855,618
Distancia eje=29,67

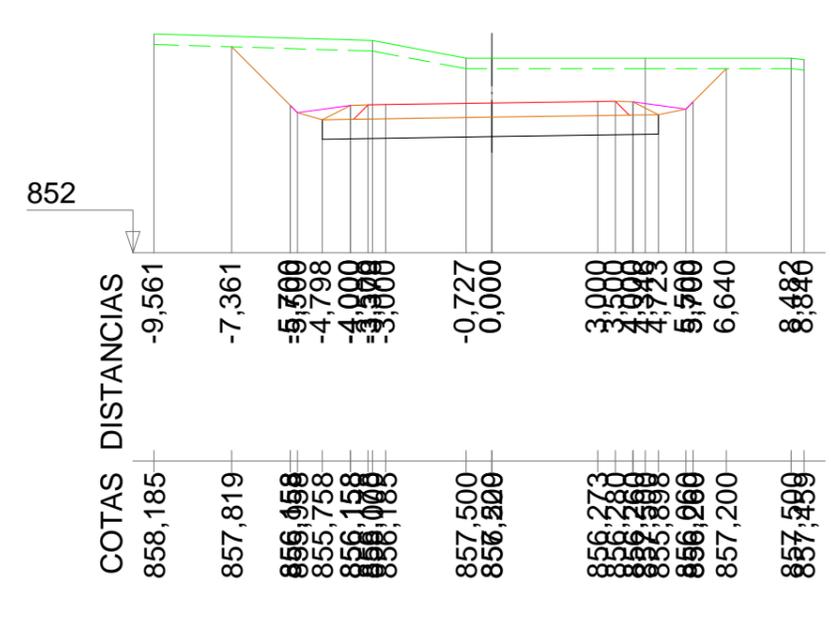


PK=0+529,992
Cotas=855,791
Distancia eje=29,10

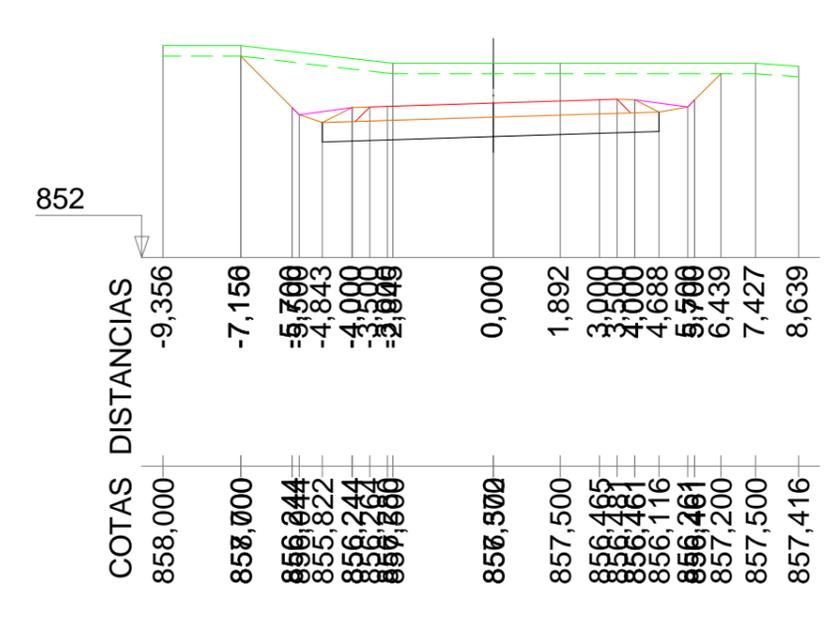




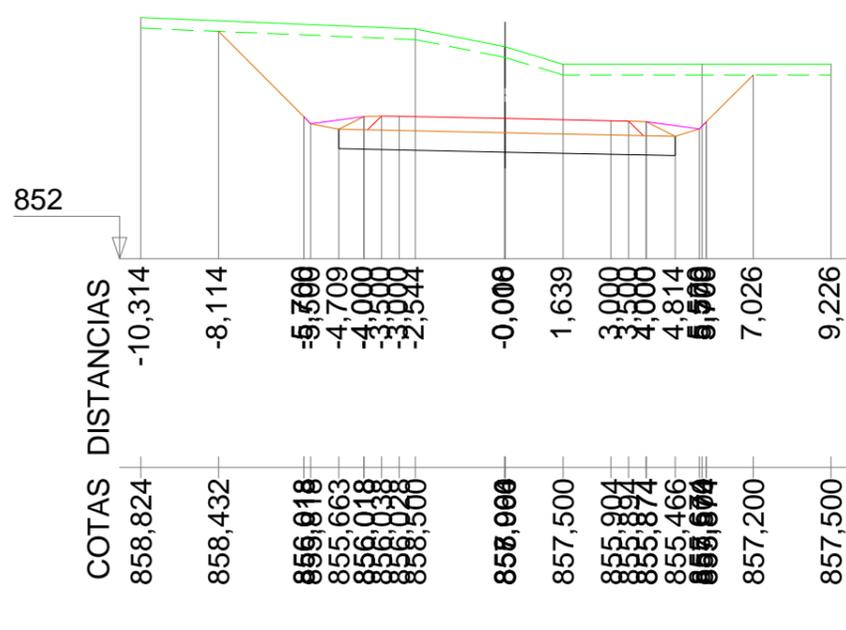
PK=0+544,984
Cotas= 856,054
Distancia eje= 27,98



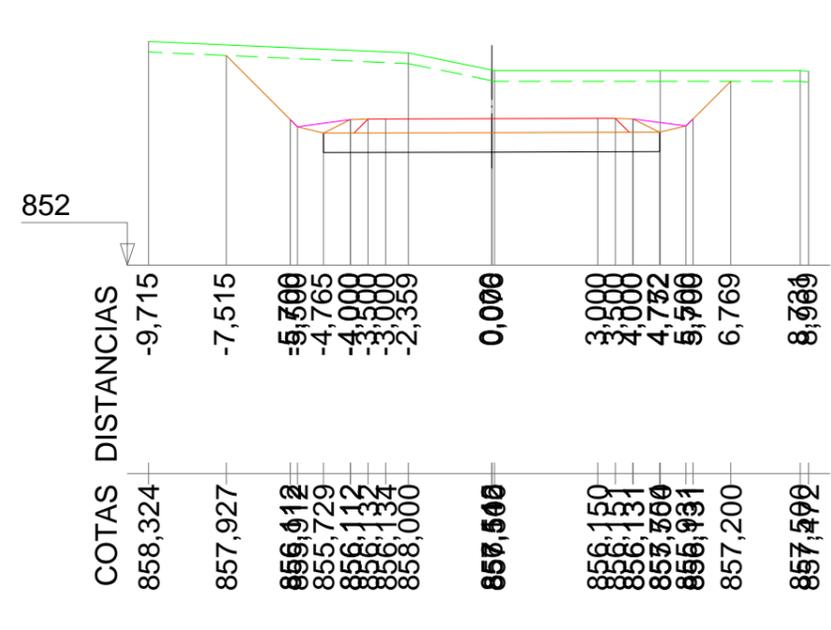
PK=0+554,978
Cotas= 856,230
Distancia eje= 27,11



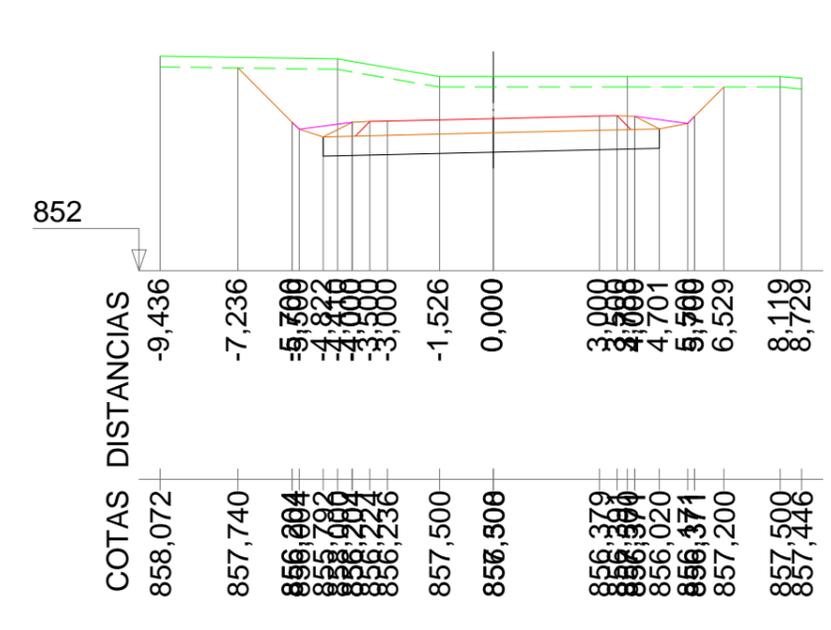
PK=0+564,980
Cotas= 856,373
Distancia eje= 26,71



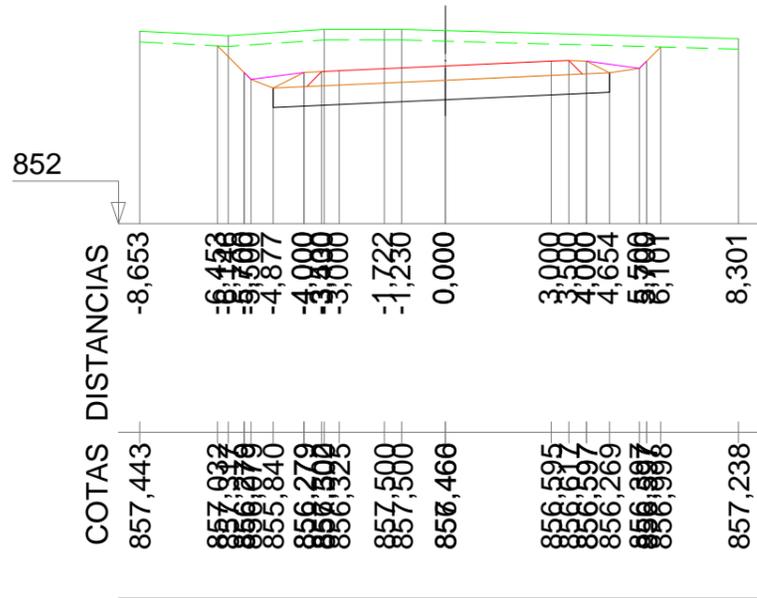
PK=0+539,986
Cotas= 855,967
Distancia eje= 28,27



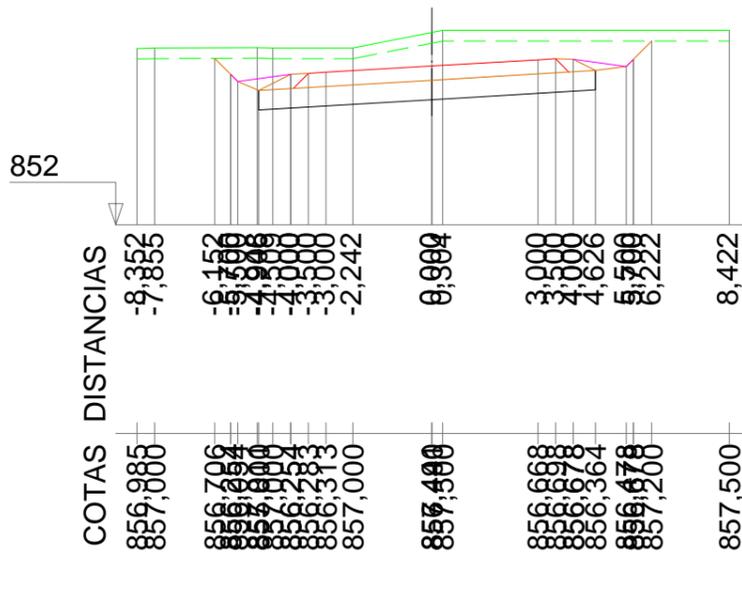
PK=0+549,982
Cotas= 856,142
Distancia eje= 27,40



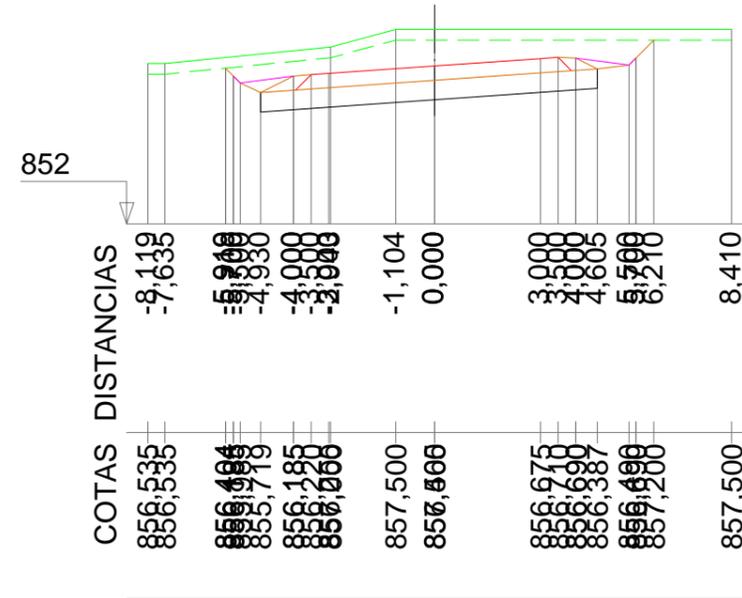
PK=0+559,976
Cotas= 856,308
Distancia eje= 26,88



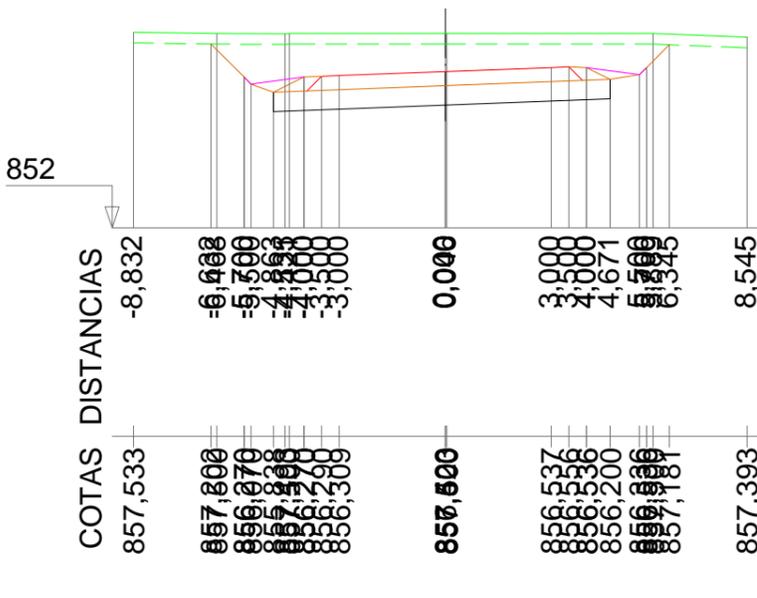
PK=0+575,001
Cotas=856,460
Distancia eje=25,67



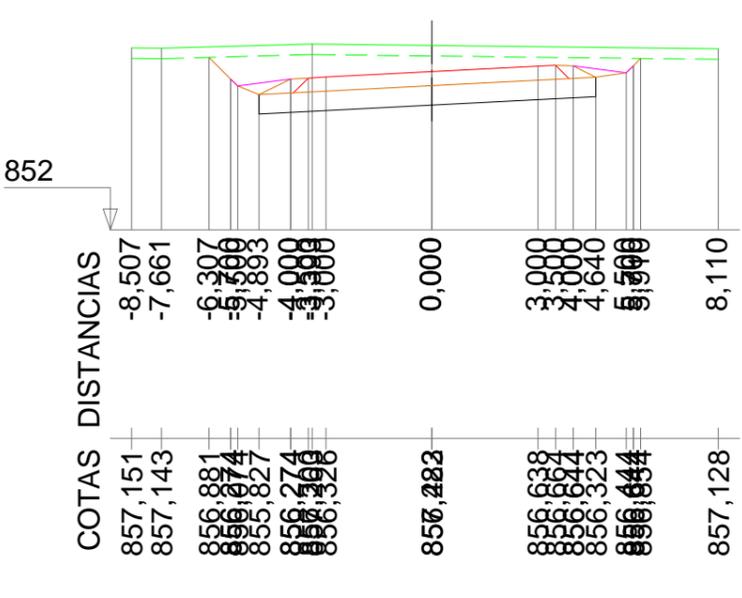
PK=0+585,054
Distancia eje=25,49
Cotas=856,491



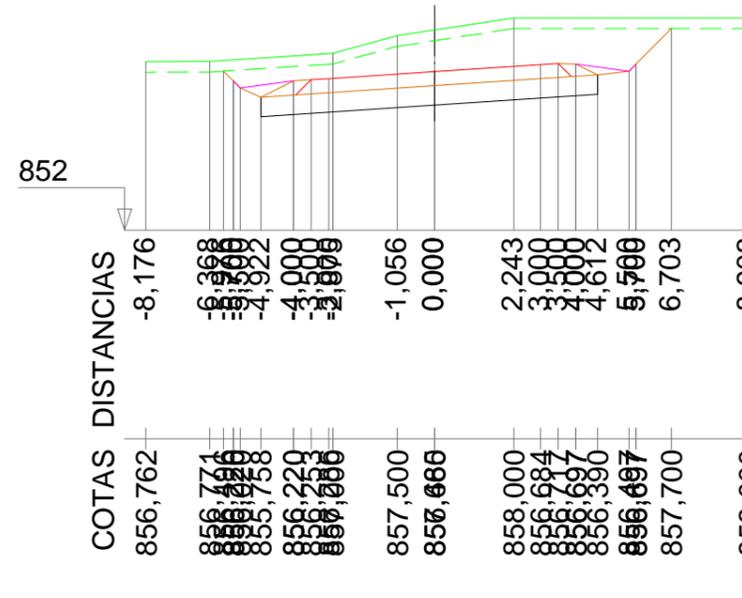
PK=0+595,160
Distancia eje=25,26
Cotas=856,465



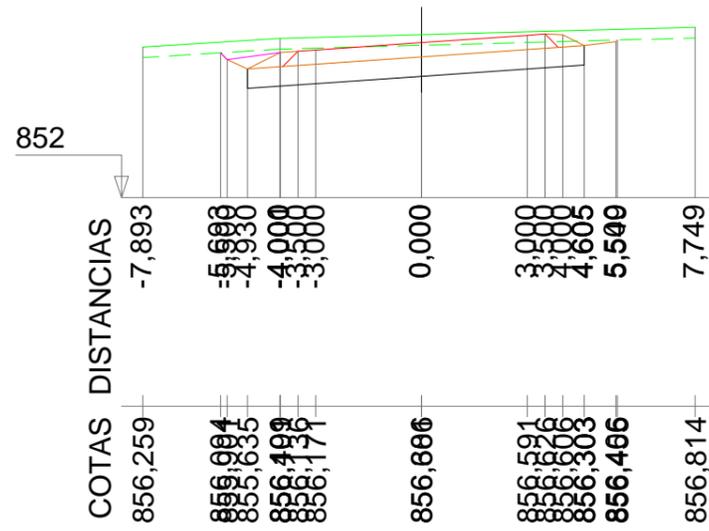
PK=0+569,986
Cotas=856,423
Distancia eje=26,10



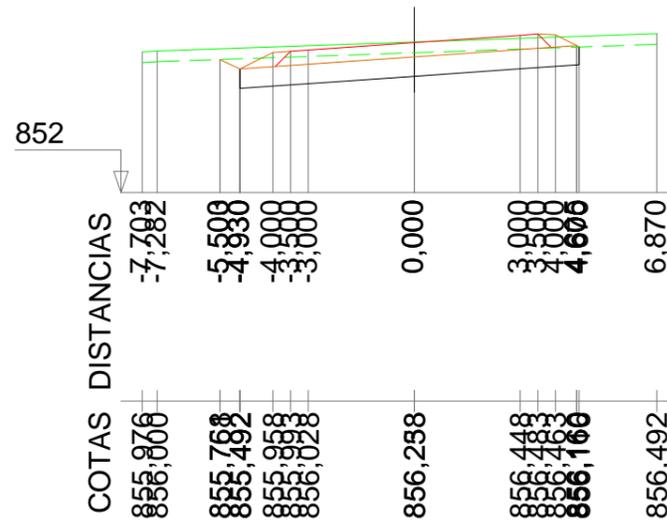
PK=0+580,021
Distancia eje=25,33
Cotas=856,483



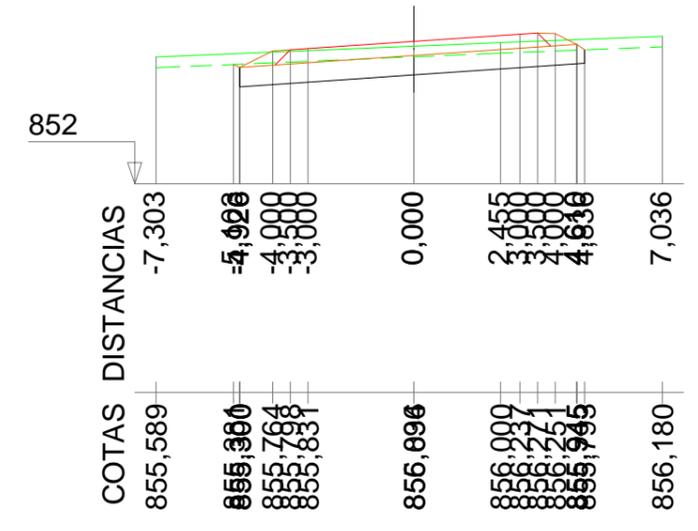
PK=0+590,098
Cotas=856,485
Distancia eje=25,82



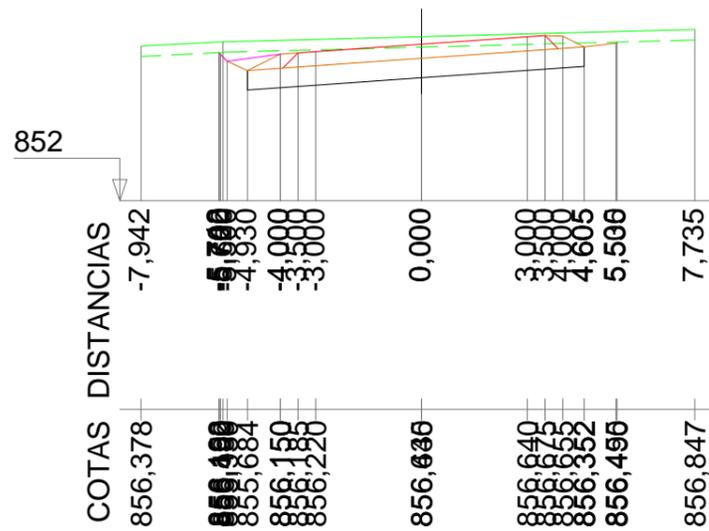
PK=0+605,338
 Distancia eje= 22,48
 Cotas= 856,381



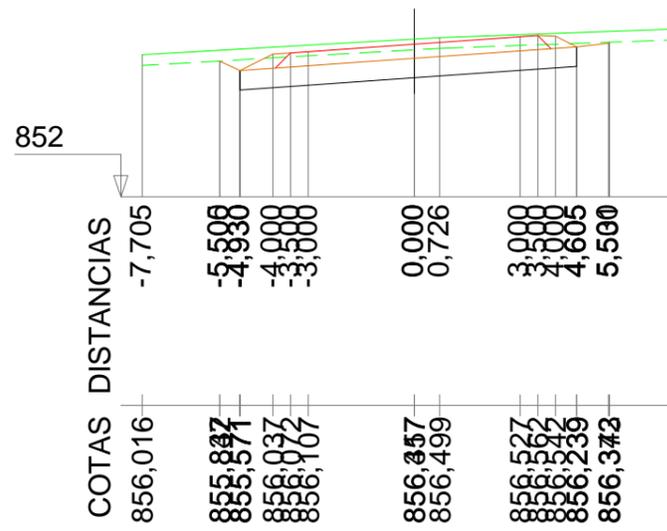
PK=0+615,597
 Distancia eje= 19,66
 Cotas= 856,238



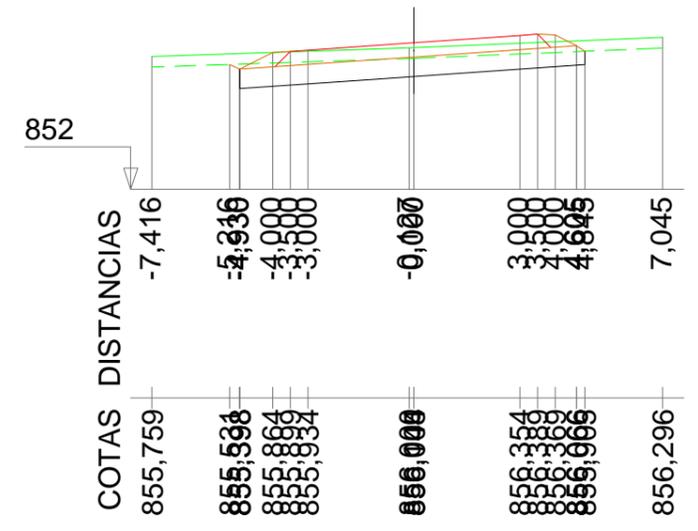
PK=0+625,914
 Distancia eje= 19,45
 Cotas= 856,035



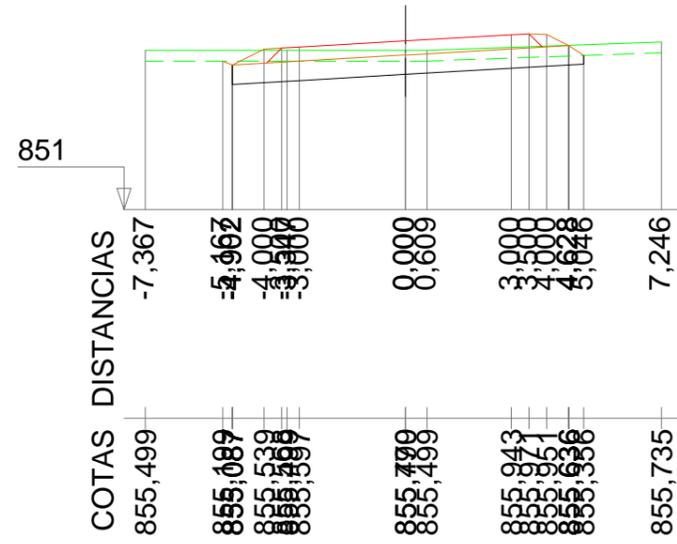
PK=0+600,236
 Distancia eje= 22,53
 Cotas= 856,431



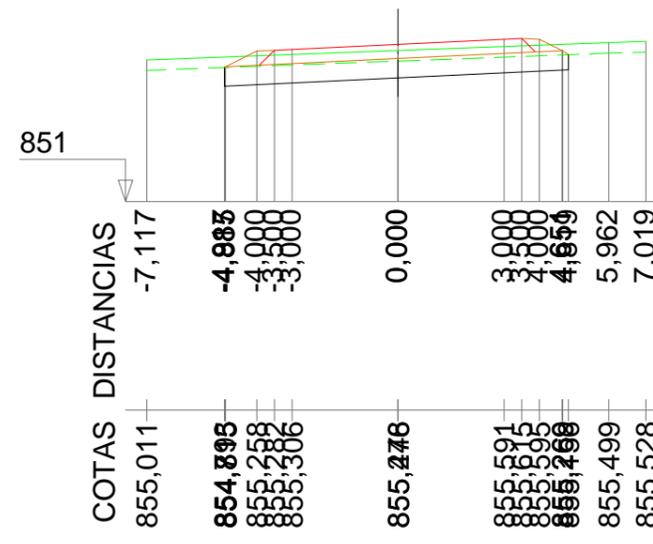
PK=0+610,459
 Distancia eje= 20,56
 Cotas= 856,317



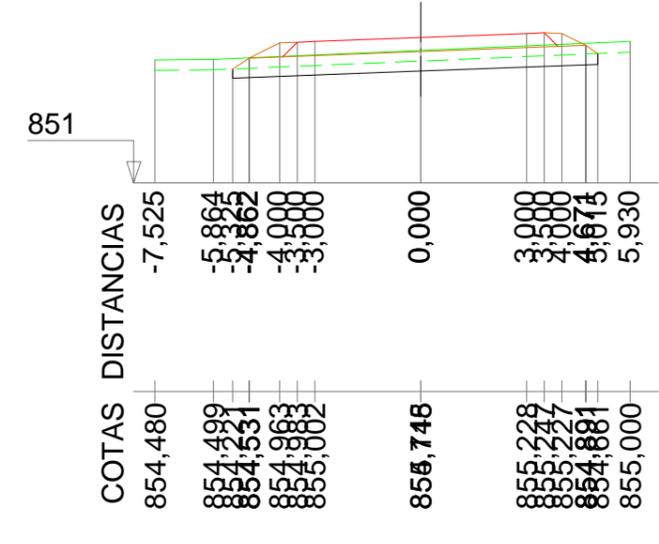
PK=0+620,747
 Distancia eje= 19,57
 Cotas= 856,144



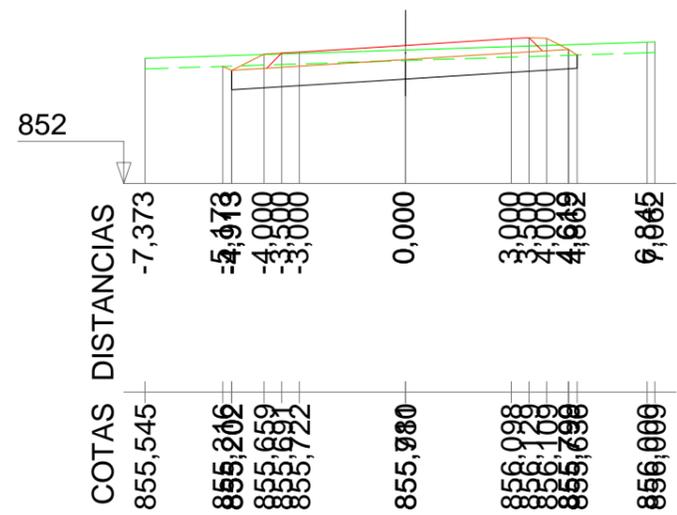
PK=0+636,285
 Distancia eje= 19,73
 Cotas= 855,770



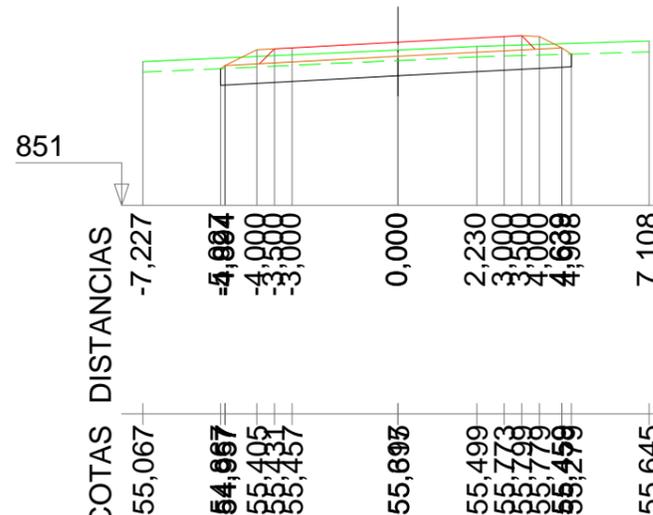
PK=0+646,631
 Distancia eje= 19,26
 Cotas= 855,449



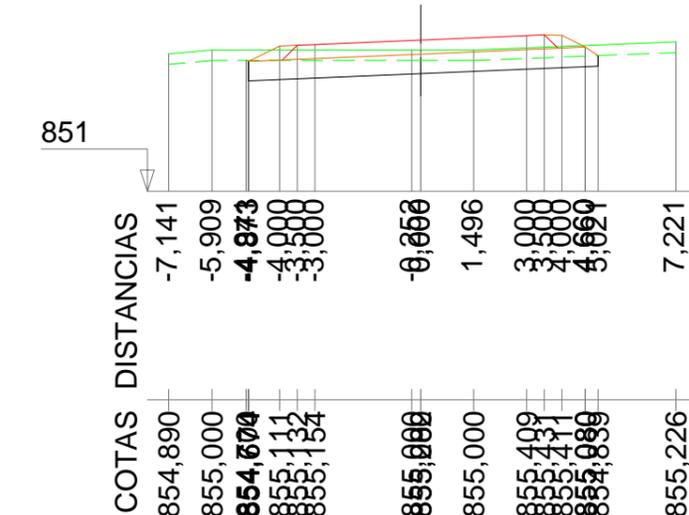
PK=0+656,892
 Distancia eje= 19,86
 Cotas= 855,116



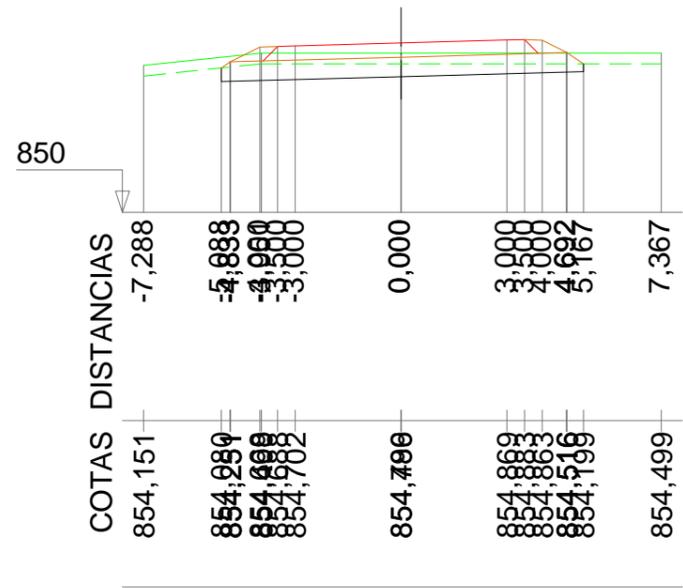
PK=0+631,092
 Distancia eje= 19,54
 Cotas= 855,910



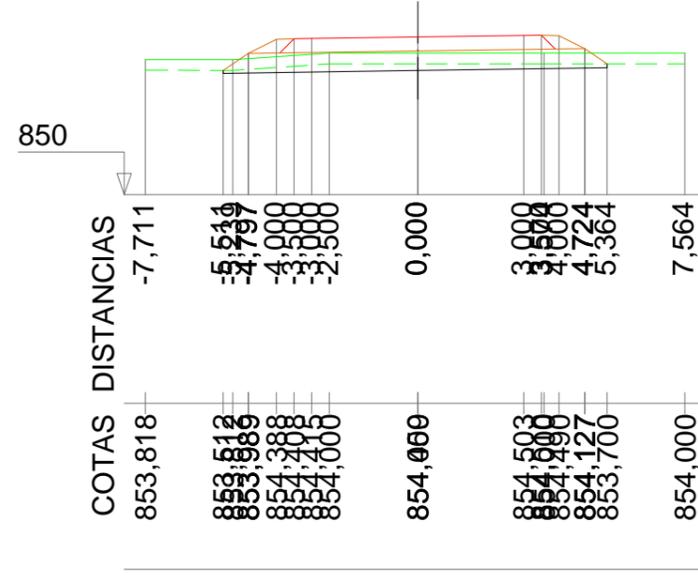
PK=0+641,465
 Distancia eje= 19,46
 Cotas= 855,616



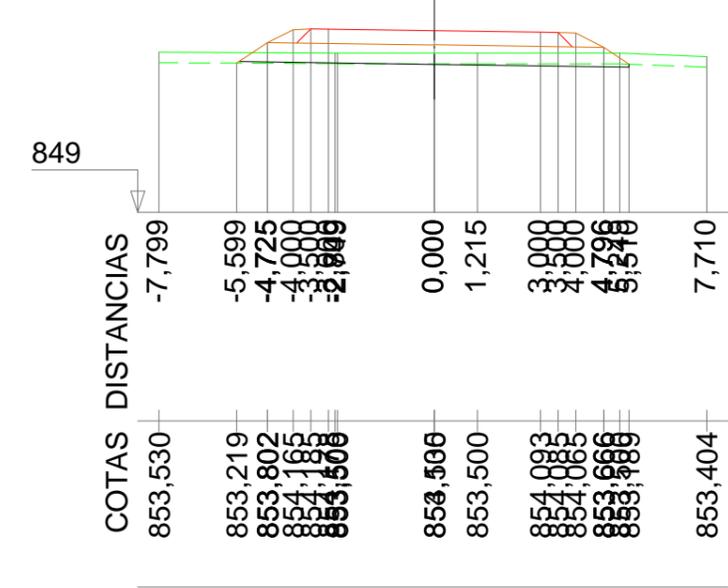
PK=0+651,773
 Distancia eje= 19,49
 Cotas= 855,282



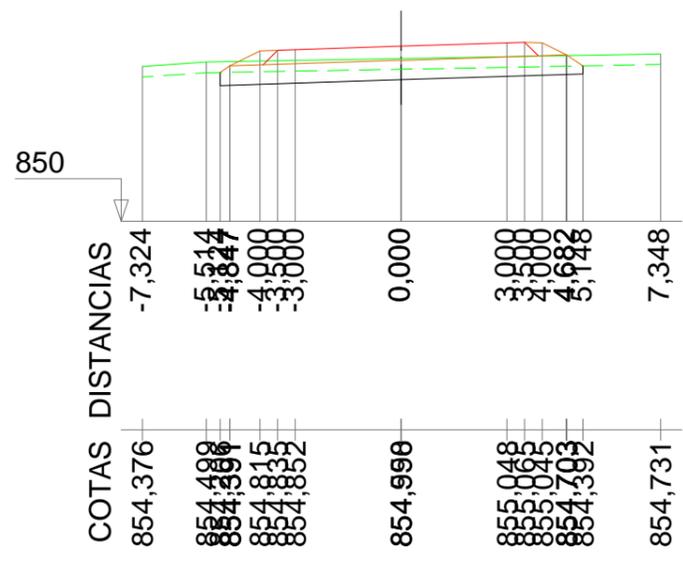
PK=0+667,049
 Distancia eje=19,78
 Cotas=854,786



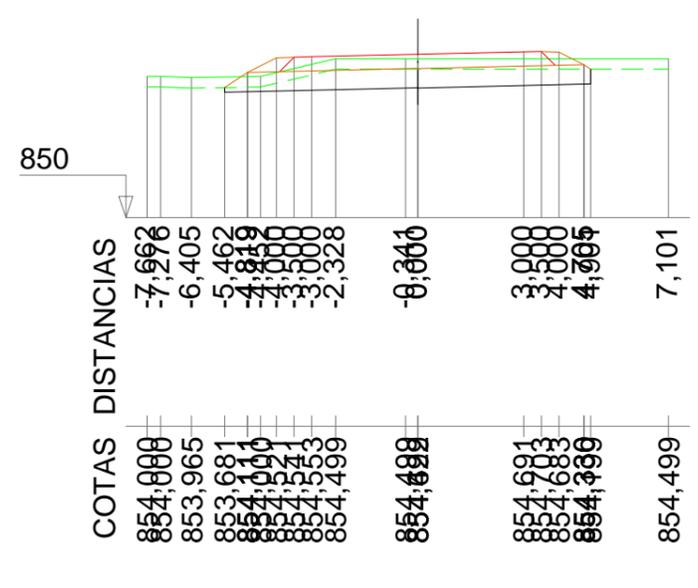
PK=0+677,102
 Distancia eje=20,39
 Cotas=854,460



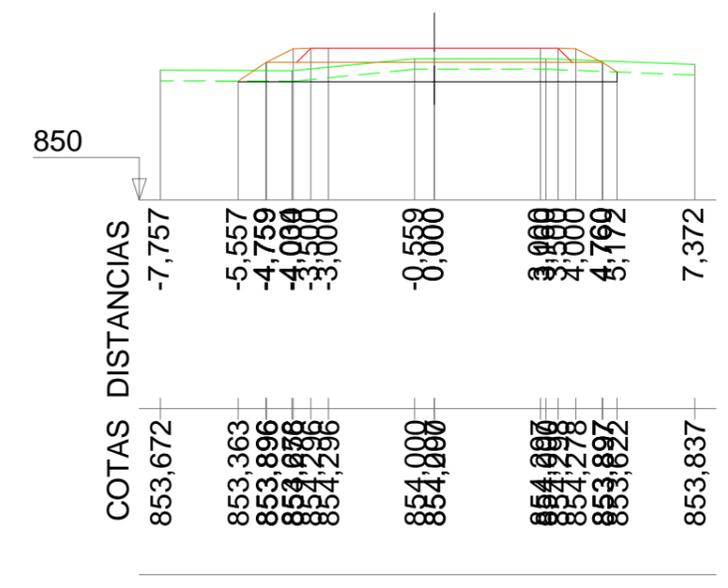
PK=0+687,078
 Distancia eje=20,63
 Cotas=854,136



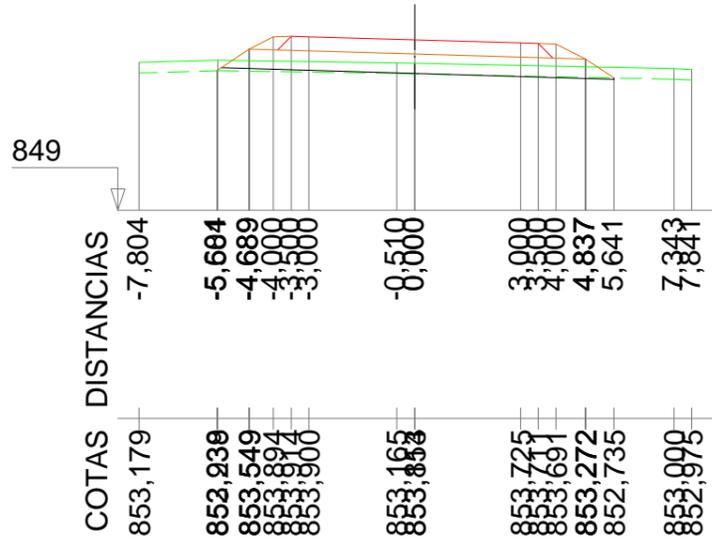
PK=0+661,983
 Distancia eje=19,80
 Cotas=854,951



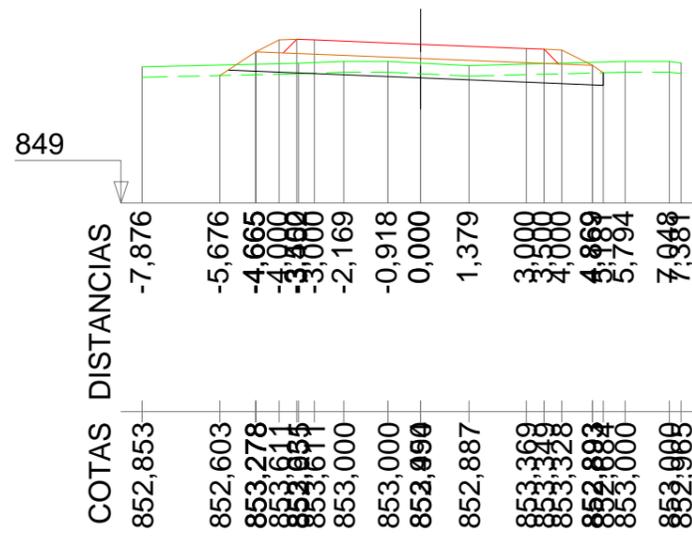
PK=0+672,087
 Distancia eje=19,88
 Cotas=854,622



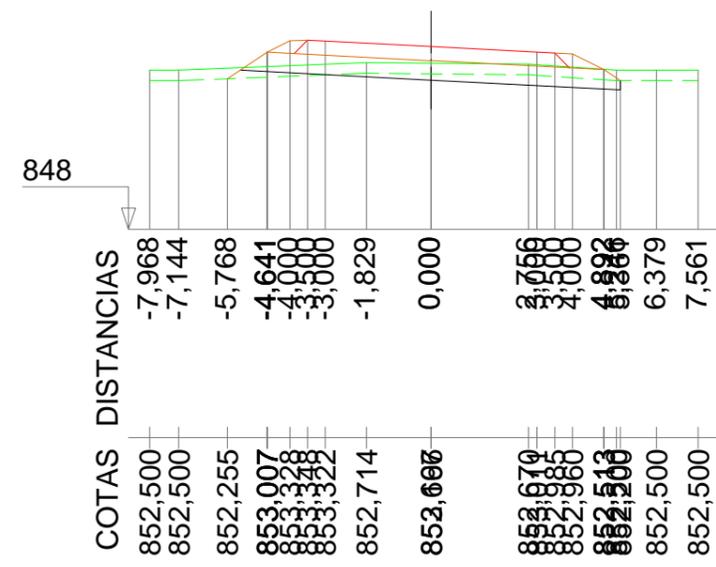
PK=0+682,097
 Distancia eje=20,25
 Cotas=854,297



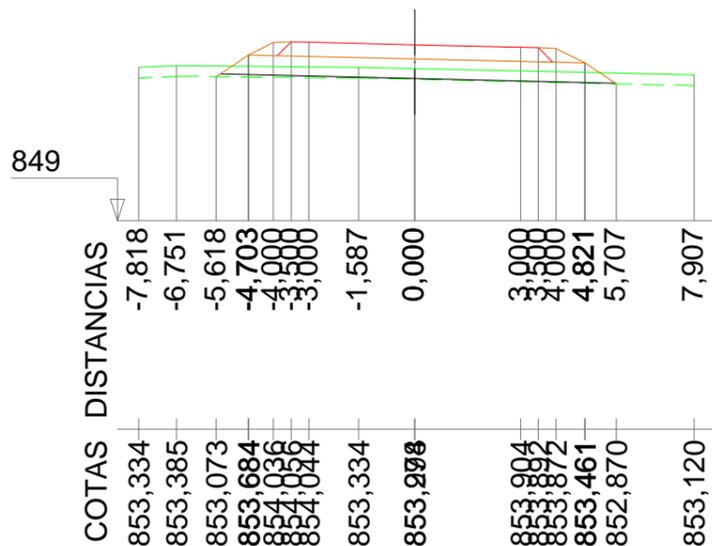
PK=0+697,013
 Distancia eje=20,77
 Cotas=853,813



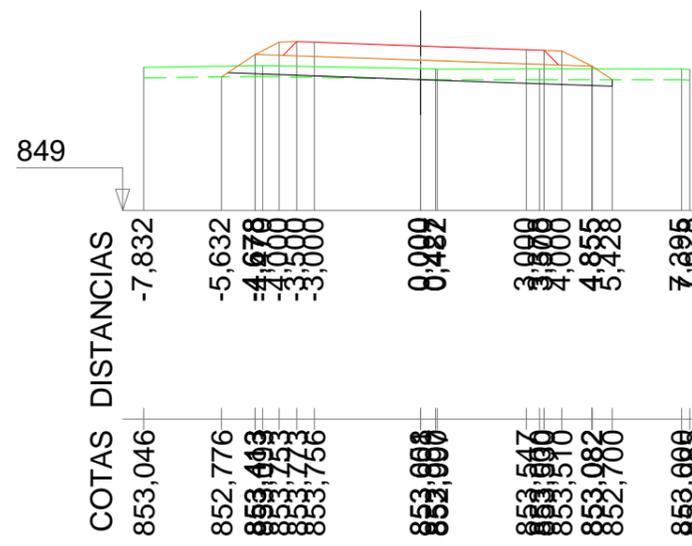
PK=0+706,951
 Distancia eje=20,40
 Cotas=853,491



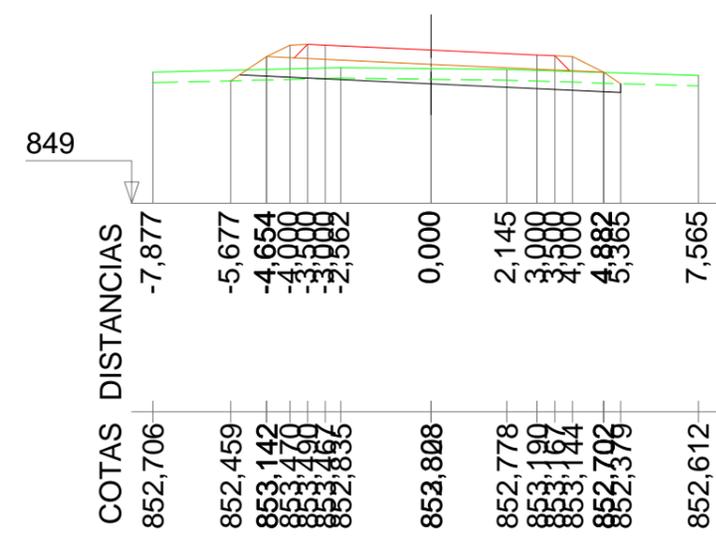
PK=0+716,920
 Distancia eje=20,67
 Cotas=853,167



PK=0+692,049
 Distancia eje=20,85
 Cotas=853,974

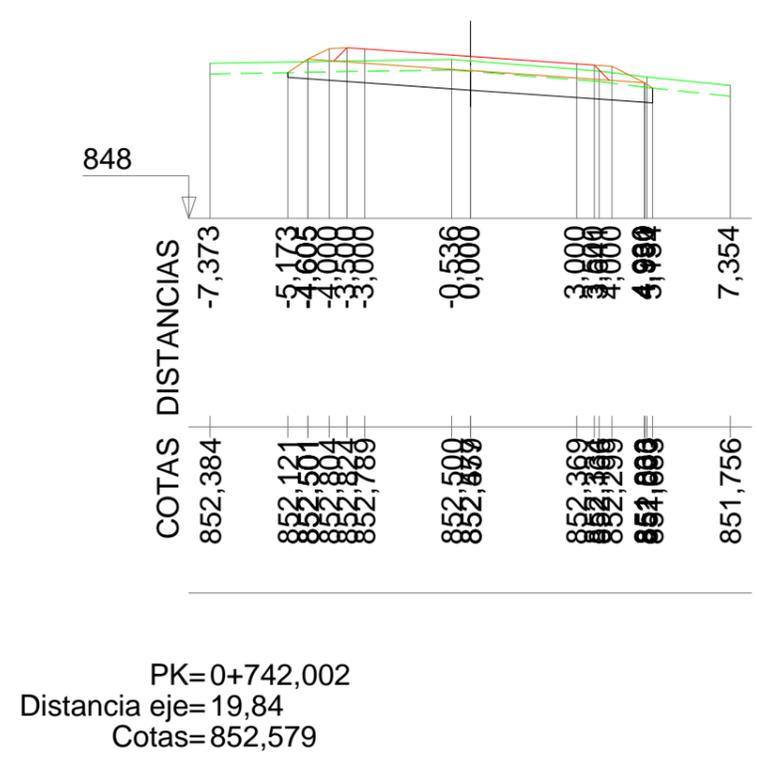
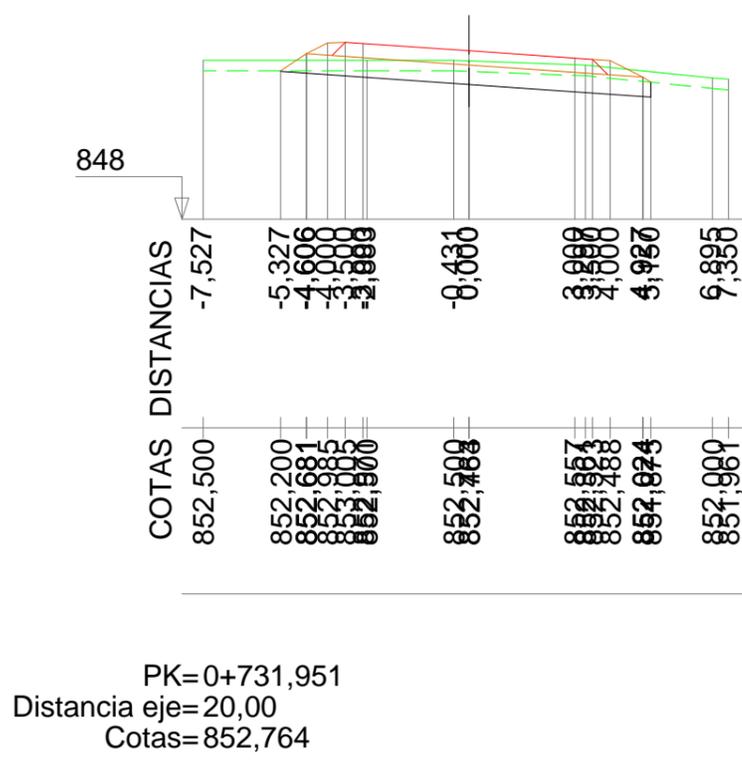
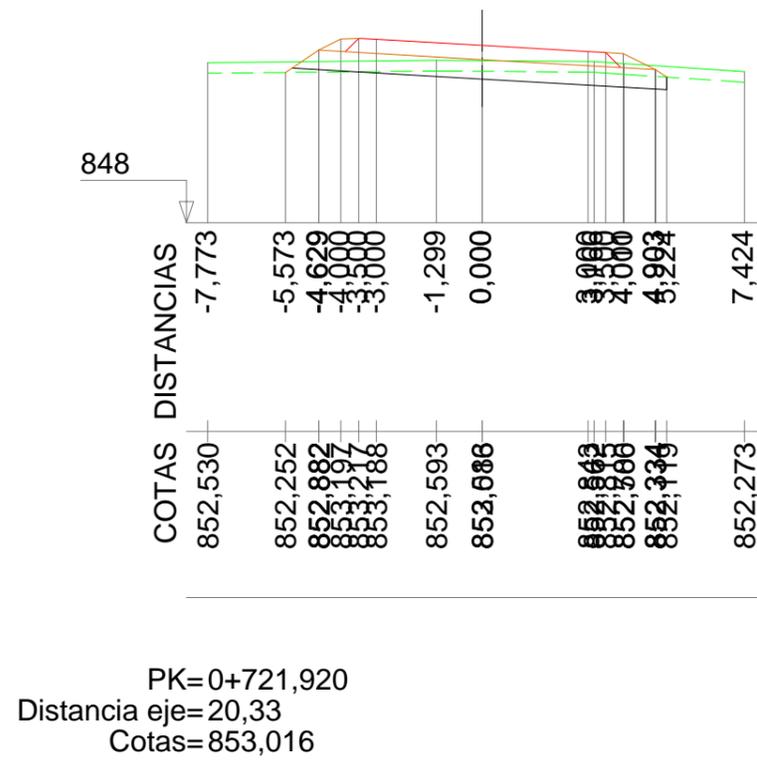
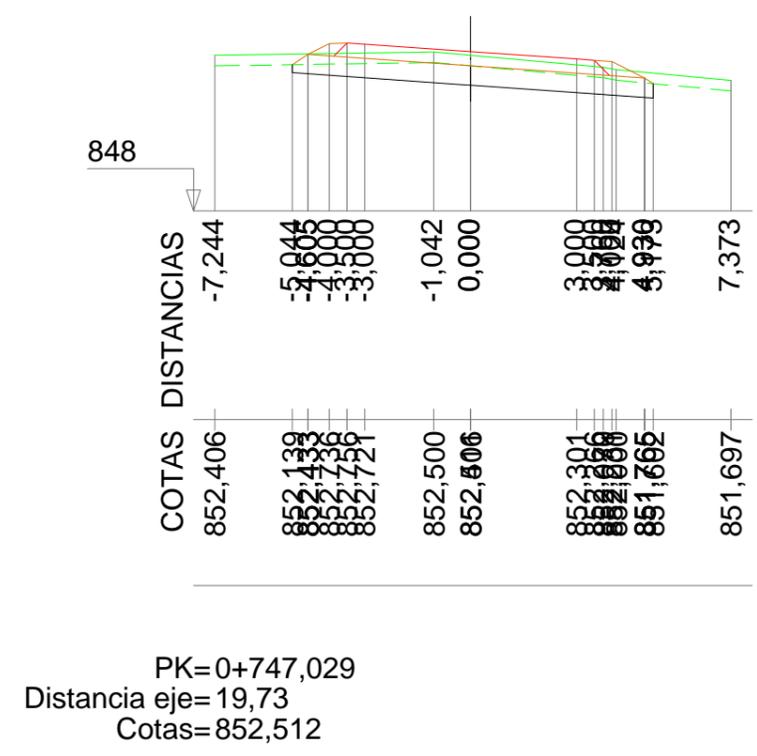
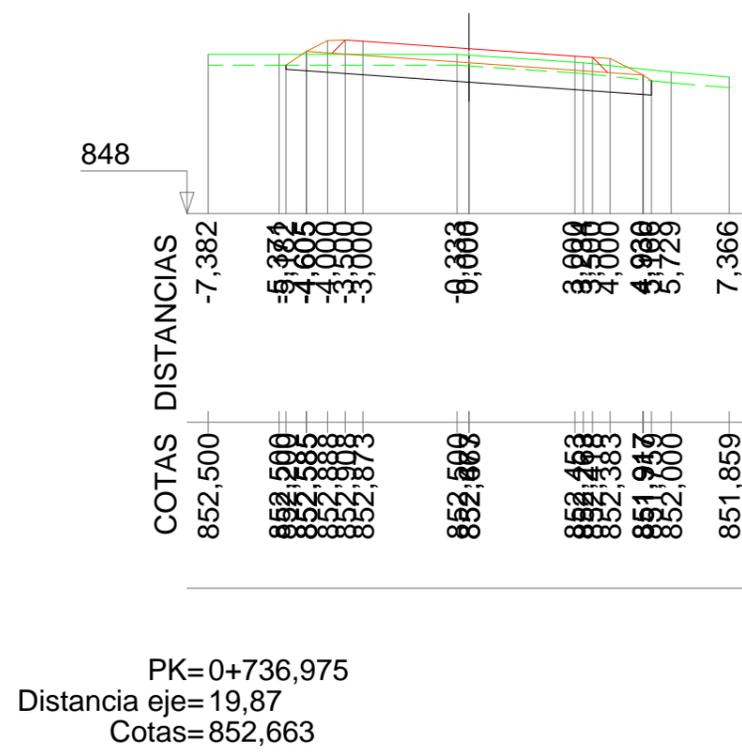
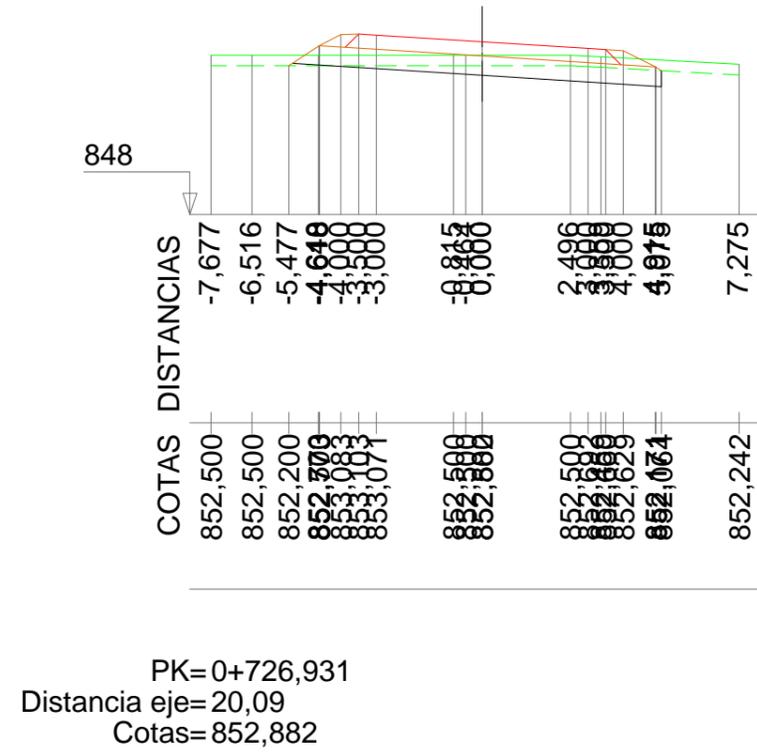


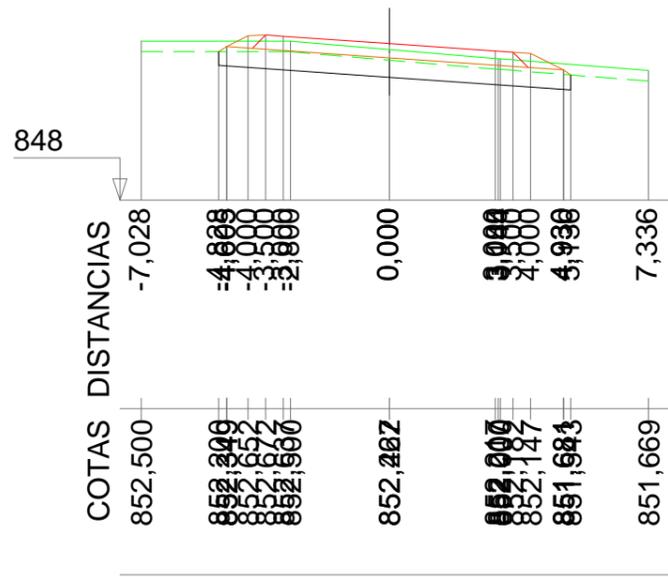
PK=0+701,979
 Distancia eje=20,59
 Cotas=853,652



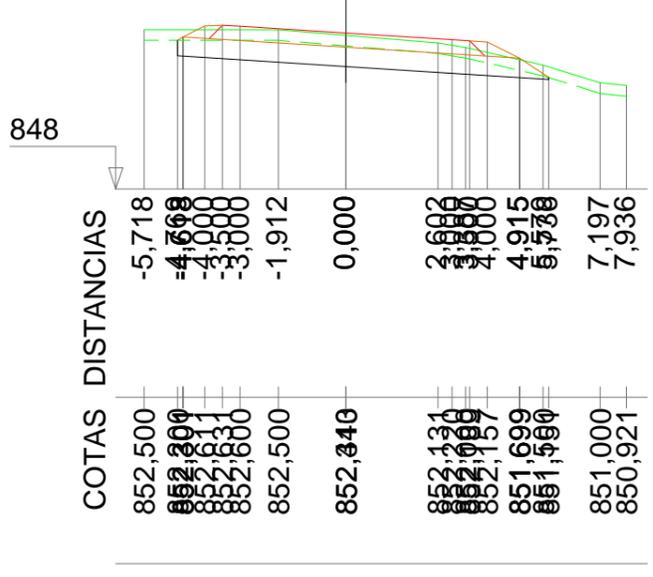
PK=0+711,931
 Distancia eje=20,58
 Cotas=853,329



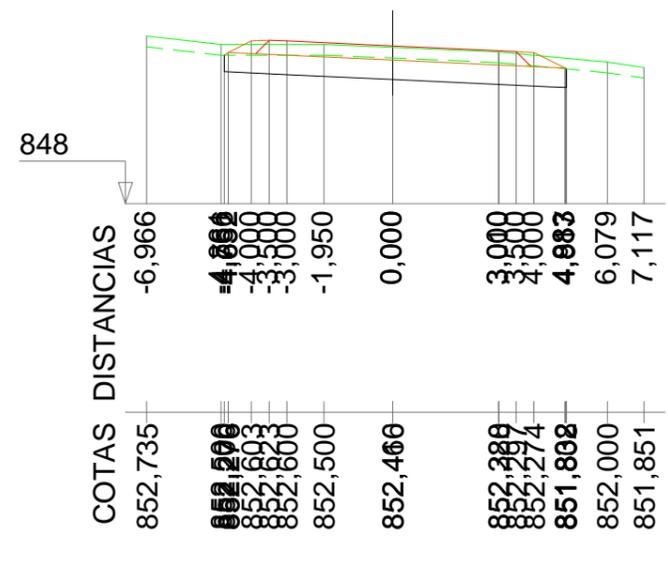




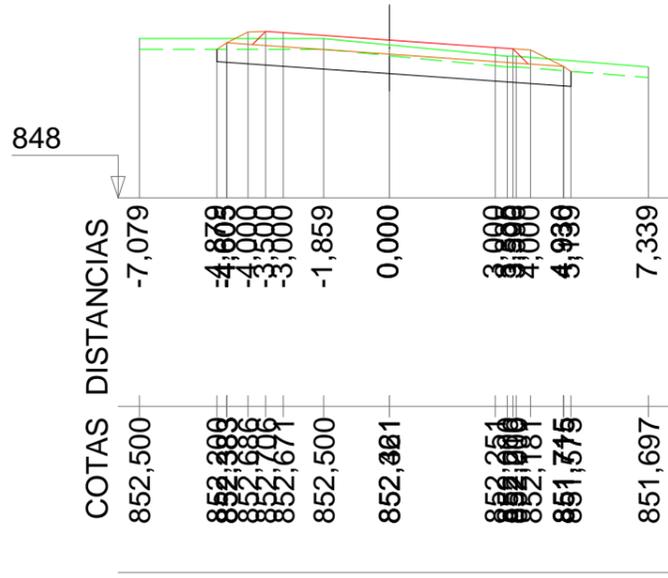
PK=0+757,083
 Distancia eje= 19,46
 Cotas= 852,427



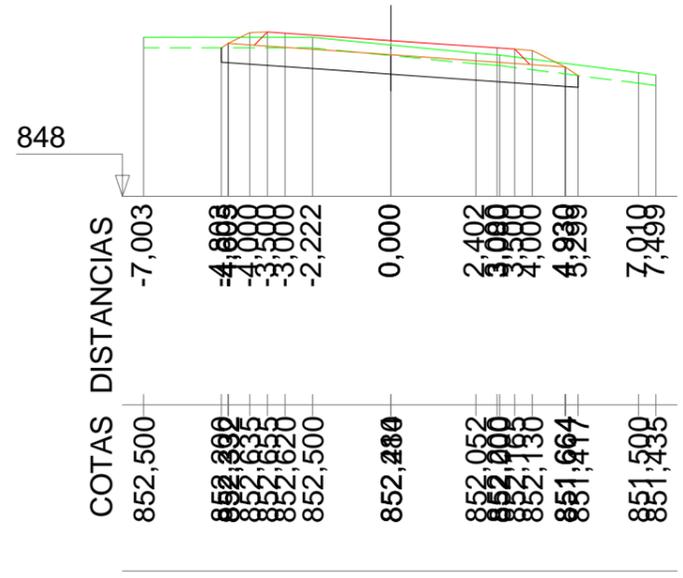
PK=0+767,129
 Distancia eje= 19,98
 Cotas= 852,410



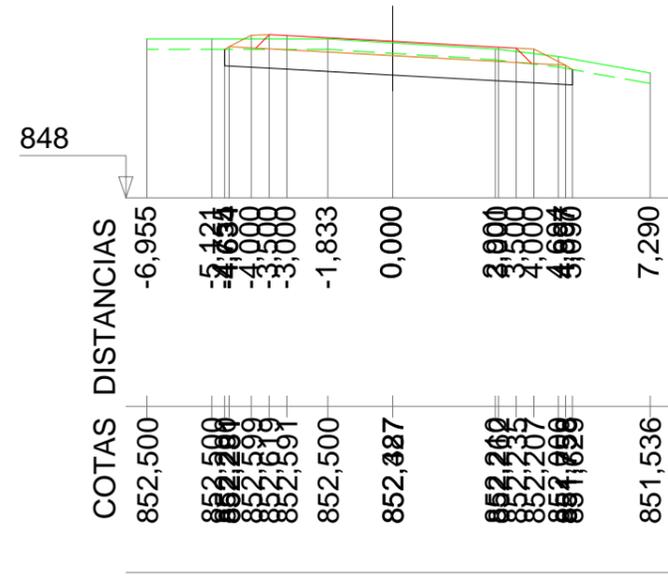
PK=0+777,158
 Distancia eje= 19,21
 Cotas= 852,461



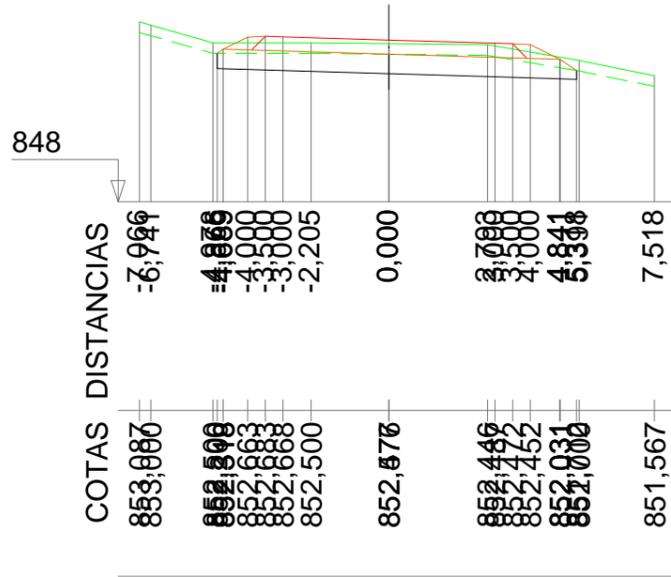
PK=0+752,056
 Distancia eje= 19,52
 Cotas= 852,461



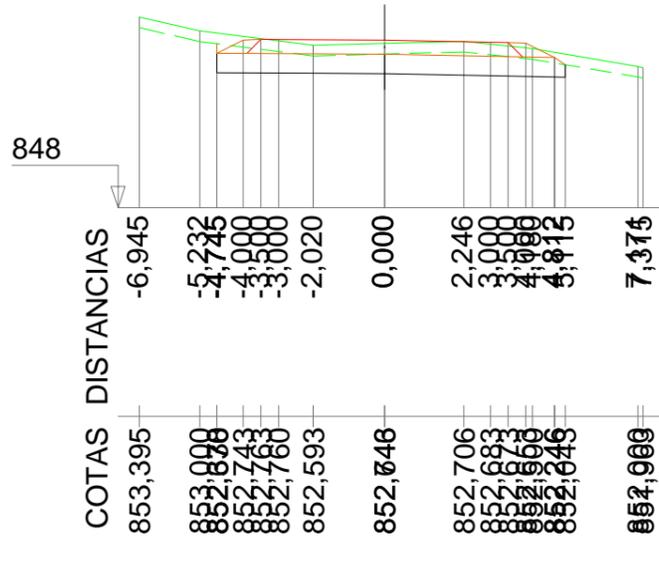
PK=0+762,107
 Distancia eje= 19,60
 Cotas= 852,411



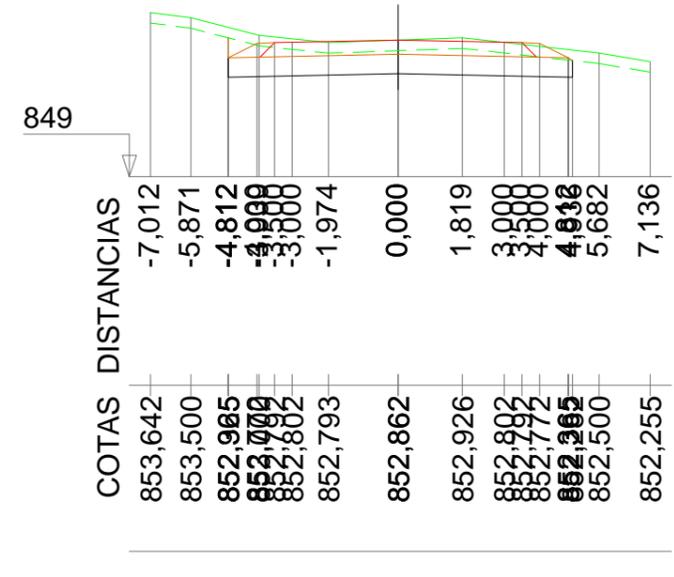
PK=0+772,146
 Distancia eje= 19,35
 Cotas= 852,427



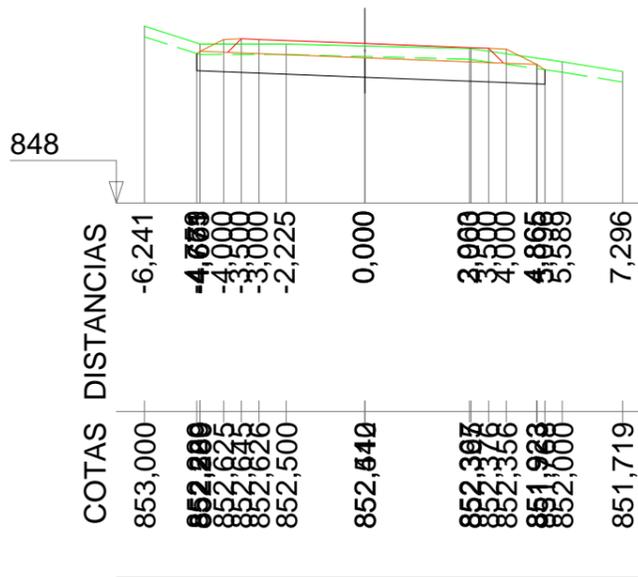
PK=0+787,174
 Distancia eje= 19,70
 Cotas= 852,578



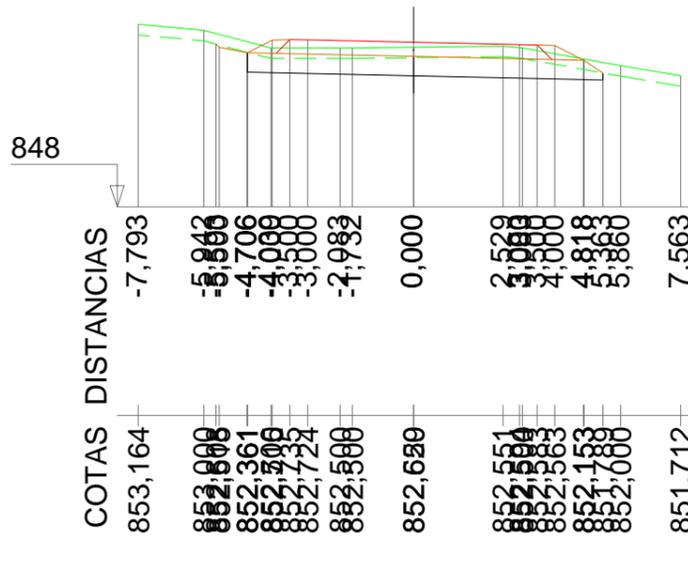
PK=0+797,177
 Distancia eje= 19,41
 Cotas= 852,743



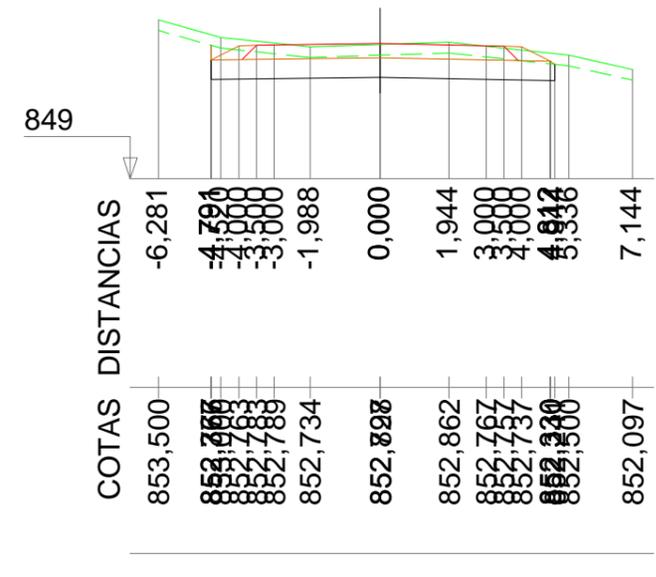
PK=0+804,255
 Distancia eje= 19,37
 Cotas= 852,862



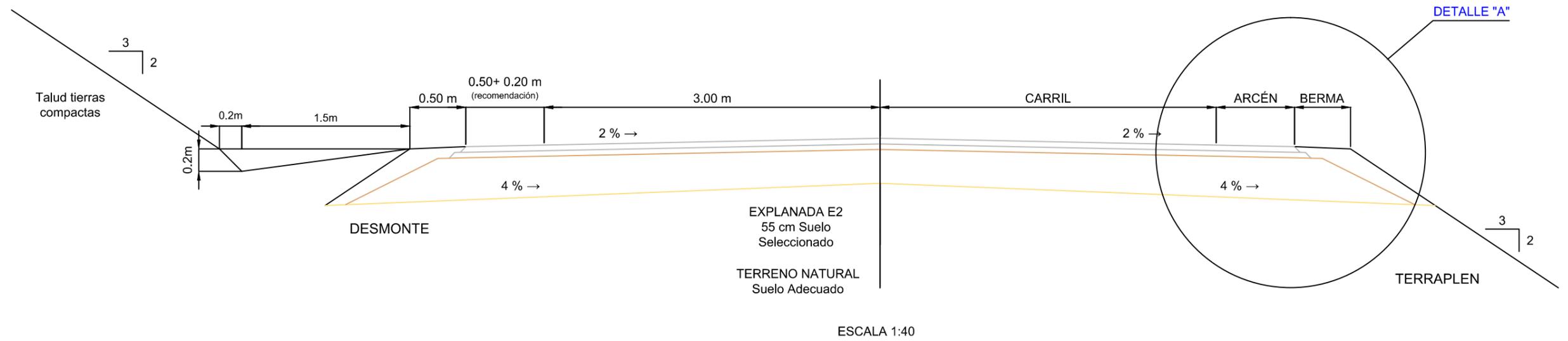
PK=0+782,168
 Distancia eje= 19,38
 Cotas= 852,511



PK=0+792,177
 Distancia eje= 20,48
 Cotas= 852,659

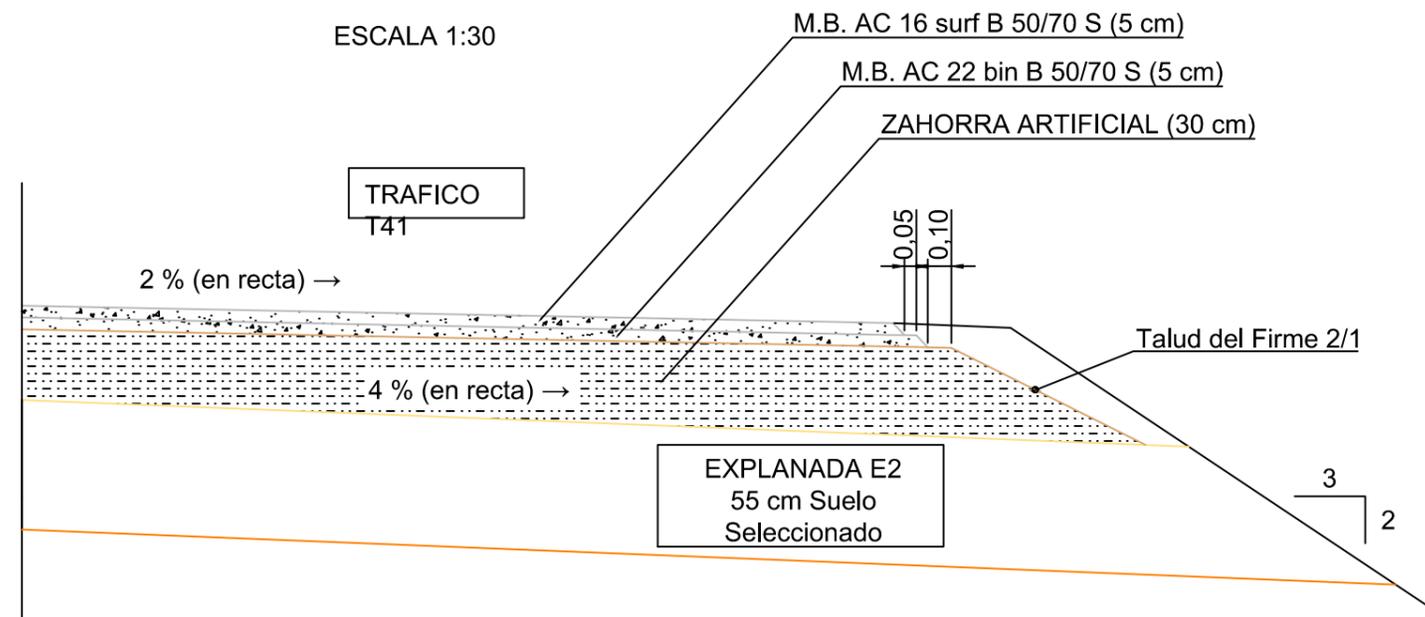


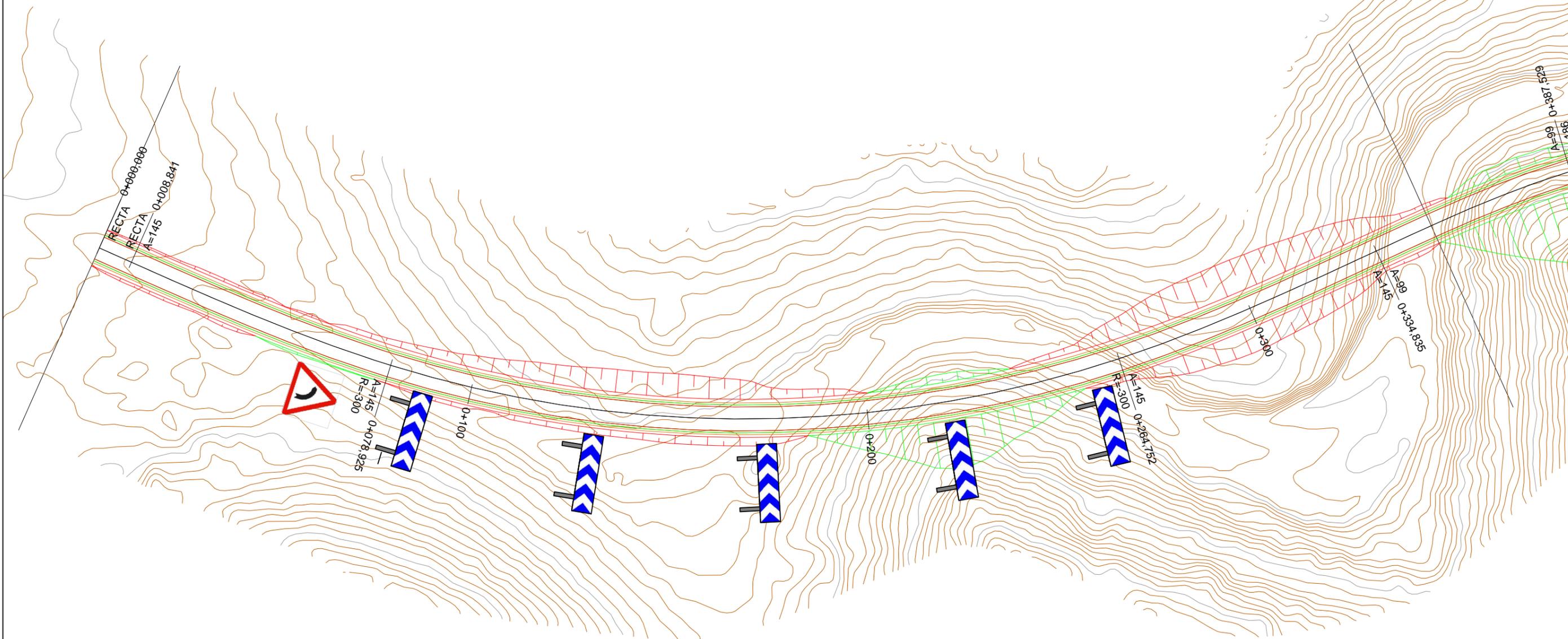
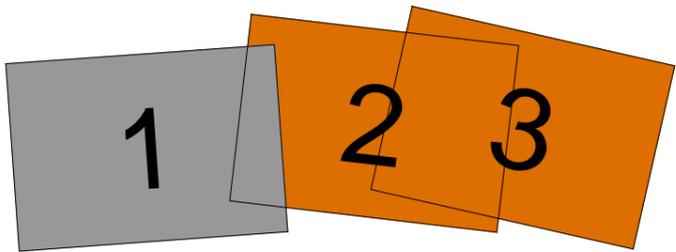
PK=0+802,175
 Distancia eje= 19,34
 Cotas= 852,827

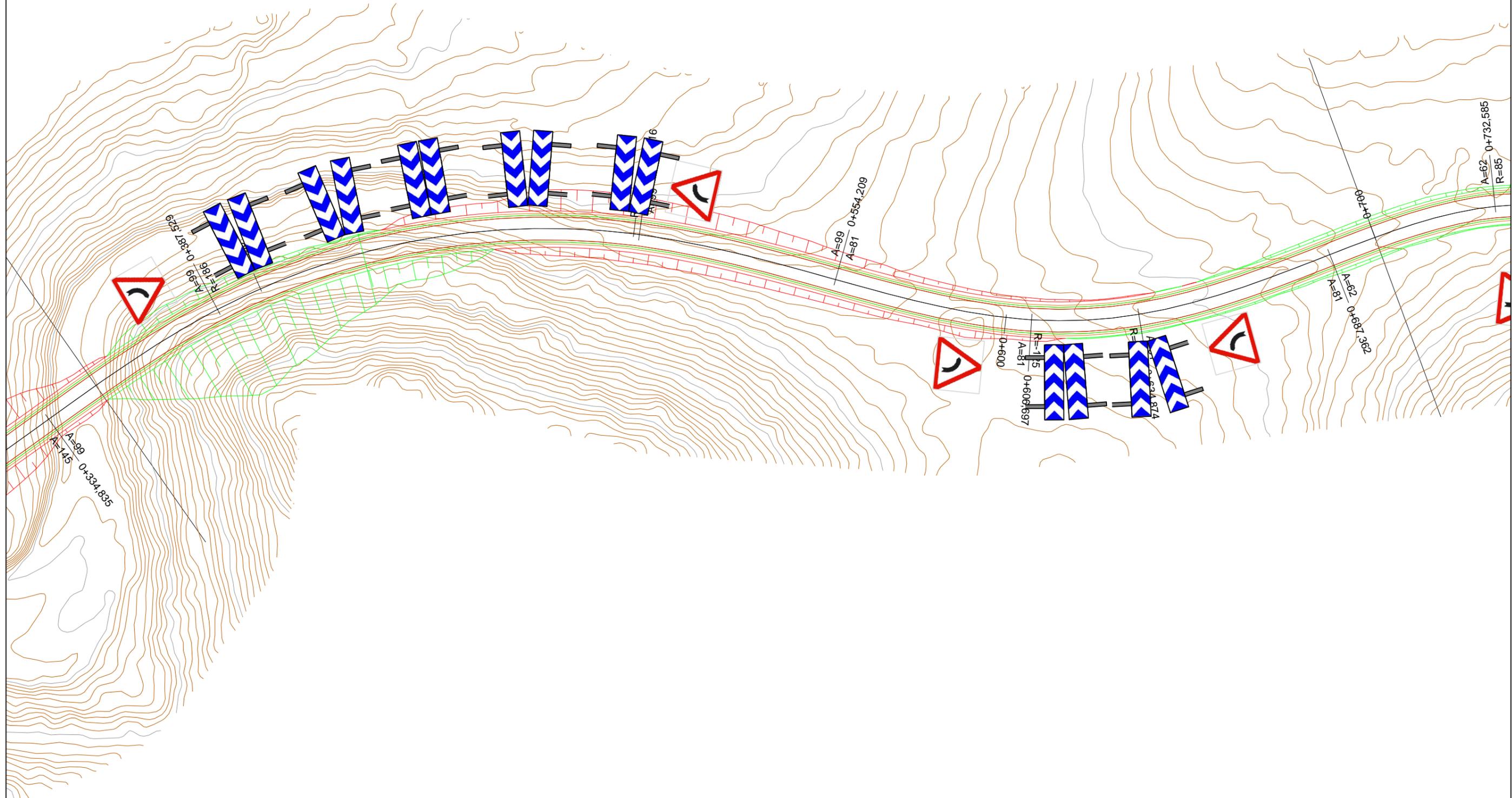
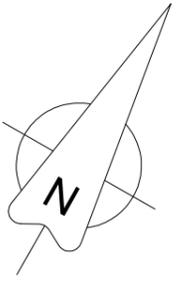
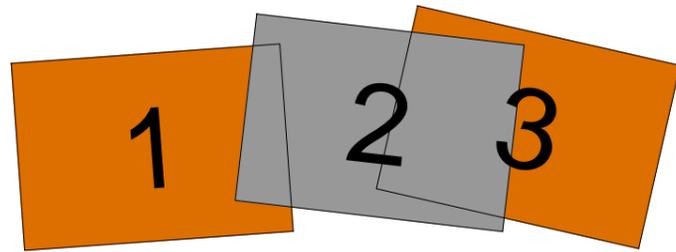


DETALLE "A"

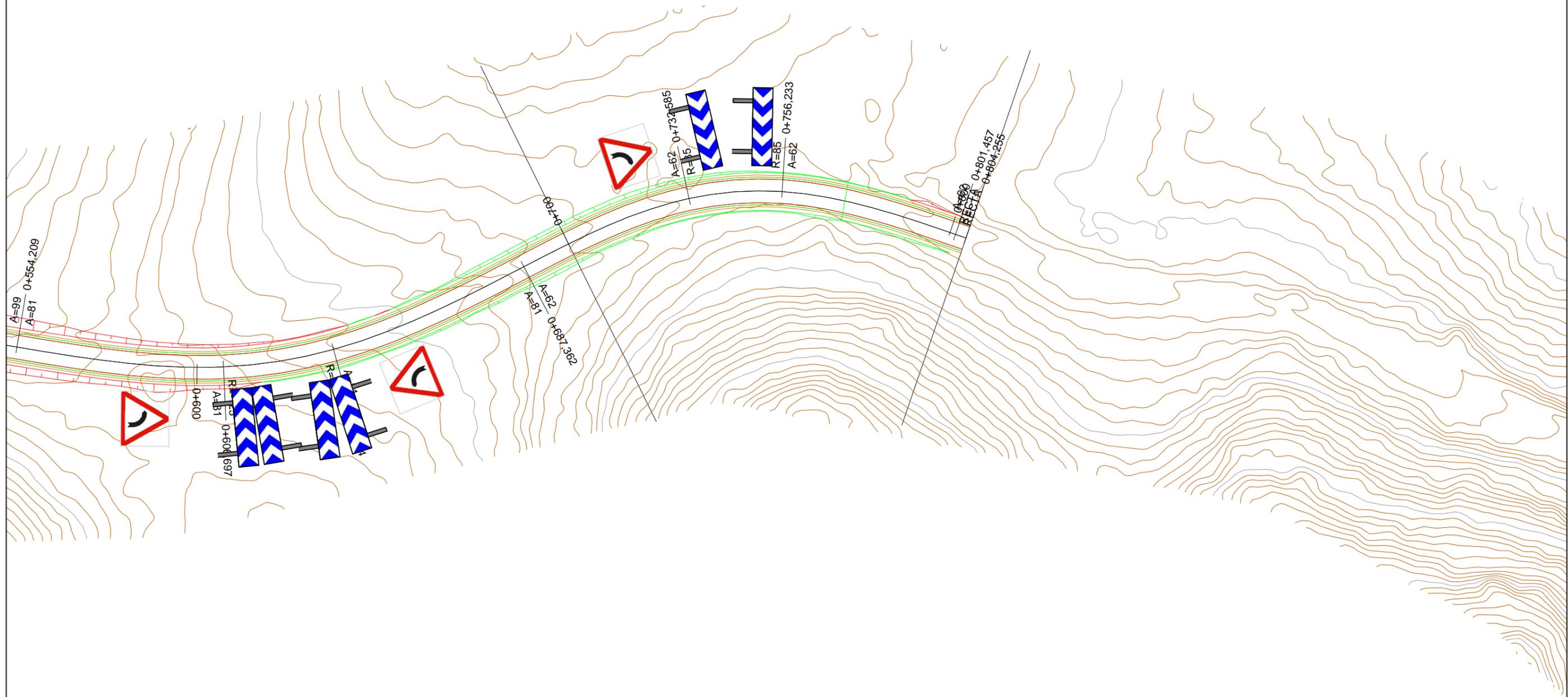
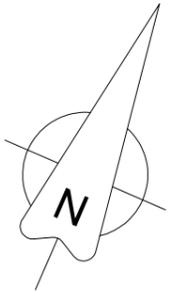
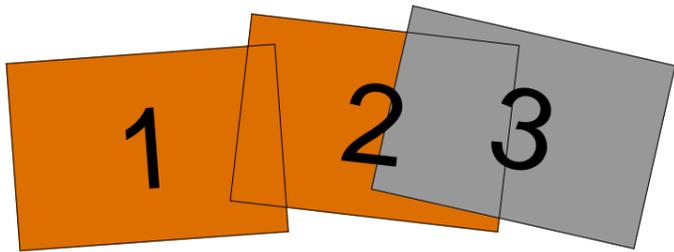
ESCALA 1:30







 <p>UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA</p>	<p>Estudio para la mejora de la Seguridad Vial de la Carretera CV-245, PPKK 19+800 a 21+000 en el T.M. de Alublas (Valencia).</p>	<p>TUTOR: José Manuel Campoy Ungria</p>	<p>AUTOR: Fdo. Elia Canet Atrés</p>	<p>TÍTULO DEL PLANO: Señalización</p>	<p>ESCALA: 1:1000</p>	<p>PLANO N°: 2</p>	<p>FECHA: Junio-2016 HOJA 2 de 3</p>	
--	---	---	---	---	---------------------------	------------------------	--	---



ESTIMACIÓN ECONÓMICA

Estudio para la mejora de la Seguridad Vial de la Carretera CV-245, PPKK 19+800 a 21+000 en el T.M. de Alcublas (Valencia).

Autor: Elia Canet Artés

Tutor: José Manuel Campoy Ungria



Escuela Técnica Superior de Ingenieros de
Caminos, Canales y Puertos

TRABAJO FINAL DE GRADO
Titulación: Grado en Ingeniería Civil
Curso: 2015-2016



Al tratarse de un Estudio se realiza una Estimación Económica aproximada del coste de la obra que se ha propuesto realizar como mejora de la Seguridad Vial del tramo de carretera desde el PPKK 19+800 a 21+000 de la CV-245 en el T.M de Alcublas en la provincia de Valencia.

El presupuesto de la Ejecución Material de las obras asciende a la expresada cantidad de OCHOCIENTOS VEINTICINCO MIL SETECIENTOS TREINTA Y CUATRO EUROS con OCHENTA Y SEIS céntimos (825.734,86 €).

A este se le aplica el 13,00 % de Gastos Generales y el 6,00 % de Beneficio Industrial, obteniéndose el Precio Base de Licitación sin I.V.A, el cual asciende a la cantidad de NOVECIENTOS OCHENTA Y DOS MIL SEICIENTOS VEINTICUATRO EUROS con CUARENTA Y OCHO céntimos (982.624,48 €).

Finalmente, se le aplica el 21,00 % con el que se obtiene el Precio Base de Licitación con I.V.A, que asciende a la expresada cantidad de UN MILLÓN CUENTO CINCUENTA Y SEIS MIL VEINICOCHO EUROS con OCHENTA céntimos (1.156.028,80 €).

RESUMEN	EUROS	%
Actuaciones previas	451,36 €	0,05
Demoliciones	17.550,00 €	2,13
Acondicionamiento del terreno	361.437,94 €	43,77
Firmes y Pavimentos	97.209,72 €	11,77
Drenaje	35.371,40 €	4,28
Gestión de residuos	56.388,64 €	6,83
Señalización	907,30 €	0,11
Defensa y balizamiento	4.805,85 €	0,58
Seguridad y Salud	1.612,65 €	0,20
Expropiaciones.....	250.000,00 €	30,28
TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL	825.734,86 €	
13,00 % Gastos Generales	107.345,53 €	
6,00 % Beneficio Industrial	49.544,09 €	
	SUMA G.G Y B.I	156.889,62 €
21 % I.V.A		173.404,32 €
TOTAL PRESUPUESTO CONTRATA		1.156.028,80 €
TOTAL PRESUPUESTO GENERAL		1.156.028,80 €

Valencia, Septiembre 2016
El autor del proyecto

Fdo.: Elia Canet Artés.