

## **ANEJO Nº 2: ESTUDIO GEOMÉTRICO**

---

Estudio de seguridad vial y mejoras de la carretera CV-100, PPKK 11+050 a 16+500,  
en el T.M. de Rossell (Castellón)

Autor: Julen Marin Puentes

Tutor: Vicente Melchor Ferrer Pérez



## ÍNDICE

### 1. INTRODUCCIÓN

### 2. TRAZADO EN PLANTA

#### 2.1 ESTADO DE ALINEACIONES EN PLANTA

#### 2.2. CONSIDERACIONES NORMATIVAS

##### 2.2.1 RECTAS

##### 2.2.2 CURVAS CIRCULARES

##### 2.2.3 COORDINACIÓN ENTRE ALINEACIONES CURVAS CONSECUTIVAS

##### 2.2.4 CONSISTENCIA DEL TRAZADO EN PLANTA

###### 2.2.4.1 EVALUACIÓN BASADA EN LA ESTABILIDAD DEL VEHÍCULO

###### 2.2.4.2 EVALUACIÓN BASADA EN LA VELOCIDAD DE OPERACIÓN

### 3. TRAZADO EN ALZADO

#### 3.1 ESTADO DE ALINEACIONES EN ALZADO

#### 3.2 INCLINACIÓN DE LAS RASANTES

#### 3.3 ACUERDOS VERTICALES

### 4. SECCIÓN TRANSVERSAL

### 5. VISIBILIDAD

#### 5.1 INTRODUCCIÓN

#### 5.2 RECOPIACIÓN DE DATOS

#### 5.3 ANÁLISIS DE LA VISIBILIDAD

## 1. INTRODUCCIÓN

A lo largo de este apartado se procede a analizar si el trazado de la carretera cumple con los parámetros establecidos por la Normativa vigente y detectar aquellos que no lo cumplen. Se analizará la geometría del tramo tanto en planta como en alzado como su sección transversal.

Para ello se ha realizado una restitución del tramo a través del programa informático Autodesk Civil 3D con el fin de obtener los datos de los subtramos y elementos que lo componen. La Norma utilizada para analizar el cumplimiento de los criterios de cada elemento es la Norma 3.1 - IC Trazado, de la Instrucción de Carreteras, aprobada por Orden FOM/273/2016, de 19 de febrero.

Por tanto, en primera instancia, es importante señalar que el tramo de carretera a examinar pertenece al Grupo 3: Carreteras C-90, C-80, C-70, C-60, C-50 y C-40, al tratarse de una Carretera Convencional de calzada única, un carril por sentido, un ancho de carril aproximado de 3 metros y ausencia de arcenes.

Concretamente corresponde a una Carretera C-40, al ser 40 km/h la velocidad máxima que encontramos en los subtramos de estudio, y por tanto fija la Velocidad de Proyecto. Tal y como se indica en el Capítulo 3 de la Norma, la Velocidad de Proyecto de un tramo es aquella para la que se definen las características geométricas del trazado de un tramo de carretera en condiciones de seguridad y comodidad.

## 2. TRAZADO EN PLANTA

### 2.1 ESTADO DE ALINEACIONES EN PLANTA

El trazado en planta del tramo se compone por la combinación de los siguientes elementos: alineación recta, alineación circular (o curva circular) y curva de acuerdo (o curva de transición). Asimismo, la combinación de una alineación circular y sus curvas de acuerdo suele denominarse alineación curva.

A continuación, se introduce una muestra del despiece del tramo de estudio y los datos y parámetros extraídos mediante Civil 3D. El despiece general se puede encontrar en el apéndice de planos adjunto, en el que se encuentra la vista en planta y alzado de los tramos pertinentes.

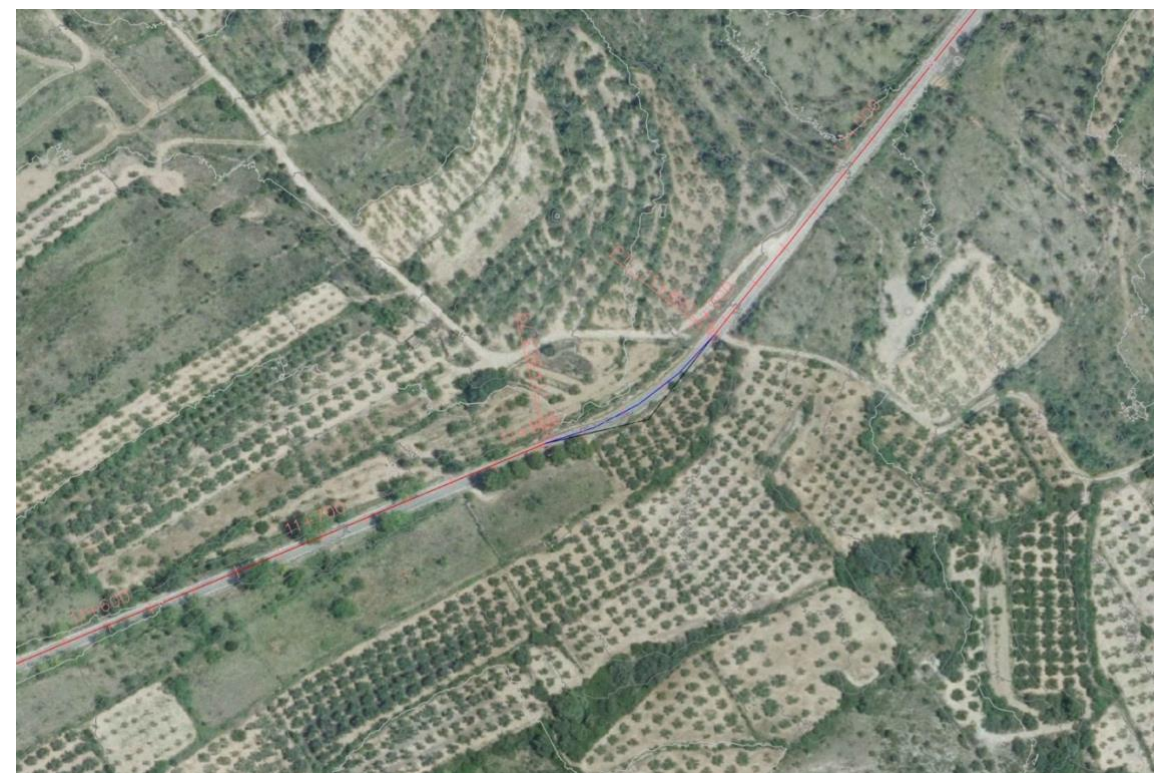


Figura 1: Pantallazo de Civil 3D con ortofoto y trazado de la carretera en planta (Curva 1)

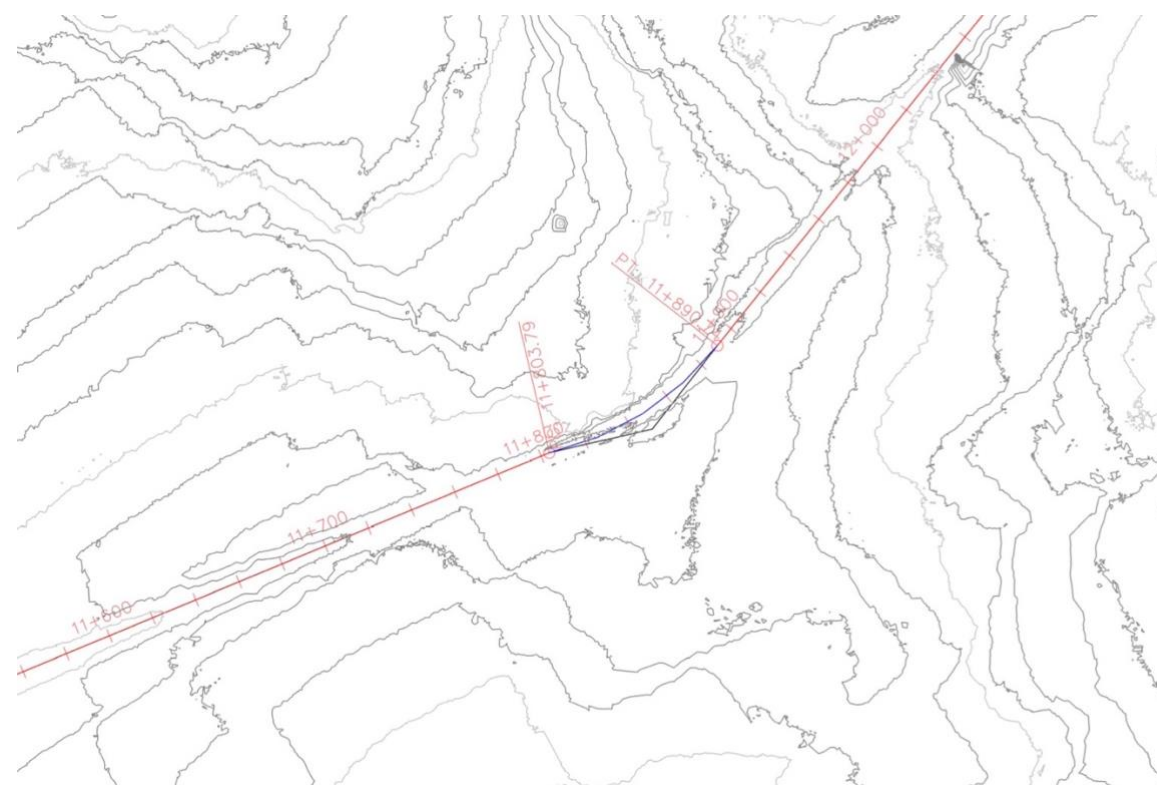


Figura 2: Pantallazo de Civil 3D con niveles del terreno y trazado de la carretera en planta (Curva 1)



	P.K. Inicio	P.K. Final	Longitud (m)	Radio (m)
R1	11+050,00	11+803,79	753,79	-
C1	11+803,79	11+890,74	86,95	128,16
R2	11+890,74	12+566,98	676,24	-
C2	12+566,98	12+701,72	134,74	169,01
R3	12+701,72	13+403,48	701,76	-
C3	13+403,48	13+507,48	104	454,26
R4	13+507,48	14+350,66	843,18	-
C4	14+350,66	14+421,52	70,86	151,97
R5	14+421,52	14+566,15	144,63	-
C5	14+566,15	14+715,05	148,9	146,97
R6	14+715,05	15+249,79	534,74	-
C6	15+249,79	15+321,83	72,04	145,99
R7	15+321,83	15+807,28	485,45	-
C7	15+807,28	15+978,75	171,47	101,21
R8	15+978,75	16+251,98	273,23	-
C8	16+251,98	16+349,18	97,2	66,3
R9	16+349,18	16+594,50	245,32	-

Tabla 1: Estado de alineaciones en planta

## 2.2 CONSIDERACIONES NORMATIVAS

En el caso del tramo de estudio la definición del trazado en planta se refiere a un eje en el centro de la calzada, al ser de calzada única y doble sentido de circulación.

### 2.2.1 RECTAS

Por lo que hace referencia a las rectas, la Norma limita las longitudes mínima y máxima por tal de obtener suficientes oportunidades de adelantamiento, acomodación y adaptación a la conducción, deslumbramientos, cansancio o excesos de velocidad.

Por lo tanto, las longitudes que se procurará que se cumplan, en función de la velocidad de proyecto, vienen definidas por las expresiones siguientes:

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

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).

FIGURA 3: Fórmulas para limitaciones de longitud en recta (Norma 3.1-IC)

Por lo que las rectas del tramo de estudio estarán limitas a las distancias subsecuentes:

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

Tabla 2: Limitación de rectas en el tramo de estudio

Además, la Norma considera 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 alineaciones curvas. En la siguiente tabla se incluyen los valores máximos establecidos:

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.	

Tabla 3: Distancias para consideración de rectas de longitud limitada (Norma 3.1-IC)



En consecuencia, las rectas del tramo que sean menores a 30 metros serán consideradas como rectas de longitud limitada.

En el tramo de análisis nos encontramos con cuatro rectas que no cumplen con los parámetros establecidos; todas ellas por incumplir la longitud máxima establecida: R1, R2, R3 y R4.

## 2.2.2 CURVAS CIRCULARES

A la hora de fijar un radio mínimo en las curvas circulares, este se determina en función de:

- El peralte máximo y el rozamiento transversal máximo movilizado
- La visibilidad de parada en toda su longitud
- La coordinación del trazado en planta y alzado

La norma relaciona estos factores mediante la siguiente fórmula:

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

Siendo:  $V$  = velocidad (km/h).  
 $R$  = radio de la circunferencia (m).  
 $f_t$  = coeficiente de rozamiento transversal movilizado.  
 $p$  = peralte (%).

Figura 4: Fórmula para el cálculo del radio en alineaciones curvas (Norma 3.1-IC)

De la cual el coeficiente de rozamiento transversal movilizado viene dado según la siguiente tabla:

$V_e$ (km/h)	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140
$f_{tMAX}$	0,180	0,166	0,151	0,137	0,122	0,113	0,104	0,096	0,087	0,078	0,069

Tabla 3: Coeficiente de rozamiento transversal según la velocidad específica (Norma 3.1-IC)

Y el peralte se deduce según la clasificación de la carretera:

Grupo 1) Autopistas, autovías, vías rápidas y carreteras C-100:

$$\begin{aligned} 250 \leq R \leq 700 &\rightarrow p = 8 \\ 700 \leq R \leq 5000 &\rightarrow p = 8 - 7,3 \cdot (1 - 700/R)^{1,3} \\ 5000 \leq R < 7500 &\rightarrow p = 2 \\ 7500 \leq R &\rightarrow \text{Bombeo} \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned} 50 \leq R \leq 350 &\rightarrow p = 7 \\ 350 \leq R \leq 2500 &\rightarrow p = 7 - 6,08 \cdot (1 - 350/R)^{1,3} \\ 2500 \leq R < 3500 &\rightarrow p = 2 \\ 3500 \leq R &\rightarrow \text{Bombeo} \end{aligned}$$

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

Figura 5: Relación radios y peraltes (Norma 3.1-IC)

El radio deducido de la expresión anterior constituye el mínimo admisible en el diseño de la curva circular. Por otro lado, la norma ya recoge una tabla en la que relaciona los radios mínimos y los peraltes máximos correspondientes a diferentes velocidades de proyecto.

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	1 050	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

Tabla 4: Radios mínimos y peraltes máximos según el grupo de carretera (Norma 3.1-IC)



Examinando en detalle cada una de las alineaciones curvas se fija la velocidad específica de todas las curvas en base a los radios actuales del trazado, fijándonos en su radio y peralte óptimo.

Alineación	Radio actual (m)	Peralte actual	Velocidad específica (km/h)	Radio min. (m)	Peralte máx. (%)
Curva 1	128	5	50	91	7
			60	141	7
			70	186	7
Curva 2	169	5,5	60	137	7
			70	201	7
Curva 3	454	4,6	60	143	-
			70	211	-
			80	300	-
			90	401	6,6
			100	524	5,5
Curva 4	152	2,5	50	103	7
			60	161	7
Curva 5	146	3,7	50	97	7
			60	150	7
Curva 6	145	3,5	50	97	7
			60	152	7
Curva 7	101	4,1	50	95	7
			60	147	7
Curva 8	66	4,2	40	56	7

			50	94	7
--	--	--	----	----	---

Tabla 5: velocidades específicas de cada elemento según el radio actual

Como puede observarse, la velocidad de proyecto de 40 km/h no puede incrementarse ya que la mayoría de las curvas tienen una restricción de velocidad específica de 50 km/h, siendo 40 km/h la mínima en la curva 8, y la máxima de 90 en la curva 3.

### 2.2.3 COORDINACIÓN ENTRE ALINEACIONES CURVAS CONSECUTIVAS

En el tramo de estudio no hay existencia de dos alineaciones curvas consecutivas, teniendo todas alineación recta intermedia que cumple con los valores mínimos para rectas de longitudes limitadas.

### 2.2.4 CONSISTENCIA DEL TRAZADO EN PLANTA

A la hora de analizar la consistencia del trazado se utilizará el procedimiento descrito por Camacho (2011) en su Cuaderno Tecnológico de la PTC: La velocidad de operación y su aplicación en el análisis de la consistencia de carreteras para la mejora de la seguridad vial.

Como bien indica el Cuaderno, la infraestructura es uno de los factores de siniestralidad más importantes, considerado por algunos estudios como el causante del 30 % de los accidentes en carretera. La baja consistencia del diseño geométrico produce que la geometría de la vía no se ajuste a las expectativas de los conductores y por tanto que estos puedan verse sorprendidos ante ciertas configuraciones de la misma, produciendo además una alta variabilidad en la velocidad entre elementos de la carretera y entre diferentes conductores que puede conllevar un alto número de accidentes.

Así pues, para analizar la consistencia del trazado se estimará primero una velocidad de operación ( $V_{85}$ ) en función de las características geométricas, que generalmente se identifica con el percentil 85 de la distribución de velocidades obtenida de vehículos circulando en condiciones de flujo libre. Este parámetro es la base de los criterios de evaluación de la consistencia más utilizados; los que a continuación se llevarán a estudio son: criterios de evaluación basados en la estabilidad del vehículo y criterios basados en la evaluación de la velocidad de operación.

Para determinar la velocidad de operación en las alineaciones curvas se ha utilizado el modelo de Lamm y Choueiri (1987) para curvas dependientes del radio o grado de curvatura, considerando otras variables. Por otro lado, para fijar la velocidad de operación en alineaciones rectas se ha utilizado el modelo de Crisman (2005). Los valores de velocidad de los elementos se ven en la figura a continuación.

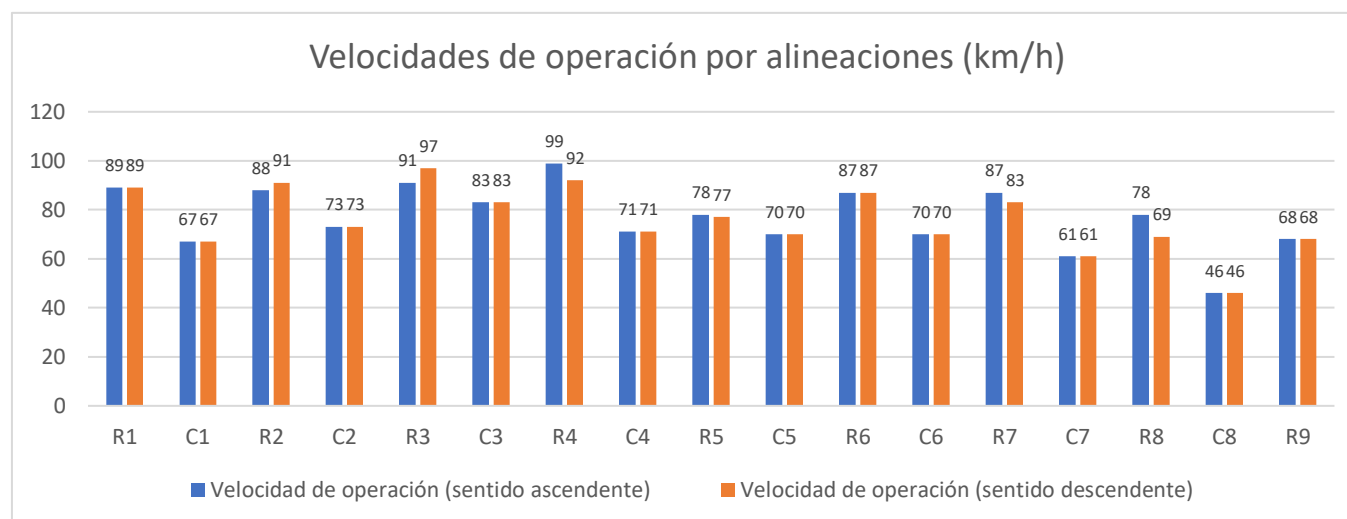


Figura 6: Velocidades de operación según la alineación

Finalmente, ponderando las velocidades de los subtramos según su longitud se obtiene una velocidad de operación aproximada de 85 km/h, tanto en sentido ascendente como en sentido descendente.

#### 2.2.4.1 EVALUACIÓN BASADA EN LA ESTABILIDAD DEL VEHÍCULO

Las zonas en las que no se proporciona suficiente estabilidad al vehículo pueden ser consideradas inconsistentes, siendo el principal atributo de muchos accidentes la insuficiencia de rozamiento transversal en curva.

Lamm (1999) desarrolla una fórmula que evalúa este aspecto basándose en la diferencia entre el rozamiento transversal movilizado y el demandado, según las siguientes fórmulas.

Donde:

$$\Delta f_R = f_R - f_{RD}$$

$f_R$ : rozamiento transversal asumido  
 $f_{RD}$  es el rozamiento transversal demandado

$$f_R = 0.22 - 1.79 \cdot 10^{-3} \cdot v_d + 0.56 \cdot 10^{-5} \cdot v_d^2$$

$$f_{RD} = \frac{v_{85}^2}{127 \cdot R} - e$$

Donde:

$v_d$ : velocidad de diseño (km/h)  
 $v_{85}$ : velocidad de operación (km/h)  
 $R$ : radio de la curva (m)  
 $e$ : peralte de la curva

Criterio III de Lamm		
Buena	Aceptable	Pobre
$\Delta f_R \geq 0.01$	$0.01 > \Delta f_R \geq -0.04$	$\Delta f_R < -0.04$

Figura 7: Fórmulas y criterio de evaluación de la estabilidad del vehículo según Lamm (1999)

Alineación	fR	fRD	Variación
Curva 1	0,15736	0,22579944	-0,0684394
Curva 2	0,15736	0,19327306	-0,0359131
Curva 3	0,15736	0,073412	0,083948
Curva 4	0,15736	0,23618914	-0,0788291
Curva 5	0,15736	0,22552077	-0,0681608
Curva 6	0,15736	0,22928301	-0,071923
Curva 7	0,15736	0,24848931	-0,0911293
Curva 8	0,15736	0,20930343	-0,0519434

Tabla 6: Cálculo de la estabilidad del vehículo según Lamm (1999); rojo (pobre), amarillo (aceptable), verde (buena)

Una vez más, este criterio nos muestra como la estabilidad del vehículo en la mayoría del recorrido es pobre.



## 2.2.4.2 EVALUACIÓN BASADA EN LA VELOCIDAD DE OPERACIÓN

La Norma 6.1-IC considera que existe una consistencia buena entre los elementos de trazado en planta de una carretera que discurre por terreno llano o ondulado y con velocidad de proyecto inferior a 100 km/h cuando se verifican las siguientes condiciones:

- Para elementos del trazado: la diferencia en valor absoluto entre  $V_{85}$  y  $V_p$  es menor a 10 km/h (aceptable si se encuentra entre 10 y 20 km/h).
- Para elementos consecutivos: la diferencia en valor absoluto de entre un elemento y su consecutivo es menor a 10 km/h (aceptable si se encuentra entre 10 y 20 km/h).

En la siguiente tabla se muestra la consistencia de cada elemento del trazado en sentido ascendente y sentido descendente, a la vez que la consistencia de los elementos consecutivos en la fila que separa cada elemento.

	$V_{85}$ (sentido ascendente)	$V_{85}$ (sentido descendente)	Consistencia elemento (a)	Consistencia elemento (d)
R1	89	89	49	49
			22	22
C1	67	67	27	27
			21	24
R2	88	91	48	51
			15	18
C2	73	73	33	33
			18	24
R3	91	97	51	57
			8	14
C3	83	83	43	43
			16	9
R4	99	92	59	52
			28	21
C4	71	71	31	31
			7	6
R5	78	77	38	37
			8	7
C5	70	70	30	30
			17	17
R6	87	87	47	47
			17	17
C6	70	70	30	30

			17	13
R7	87	83	47	43
			26	22
C7	61	61	21	21
			17	8
R8	78	69	38	29
			32	23
C8	46	46	6	6
			22	22
R9	68	68	28	28

Tabla 7: Consistencia en el trazado: rojo (mala), amarillo (aceptable), verde (buena)

Como se aprecia, ningún elemento salvo la Curva 8 (que es la que restringe a las demás) cumple con una buena consistencia, ya que la velocidad de proyecto de 40 km/h es muy baja para este trazado.

Por otra parte, la consistencia consecutiva de aquellos elementos que no son buenos ni aceptables, aproximadamente todos están cerca de ser aceptables (cerca del valor 20), pero aún así es un aspecto que mejorar globalmente.





## 3. TRAZADO EN ALZADO

## 3.1 ESTADO DE ALINEACIONES EN ALZADO

El trazado en alzado de una carretera se compone por la adecuada combinación de rasantes con inclinación uniforme (rectas) y curvas de acuerdo vertical (parábolas).

A continuación, se aprecia el despiece del tramo de estudio y los datos y parámetros sacados utilizando la misma alineación que en el apartado anterior mediante Civil 3D.

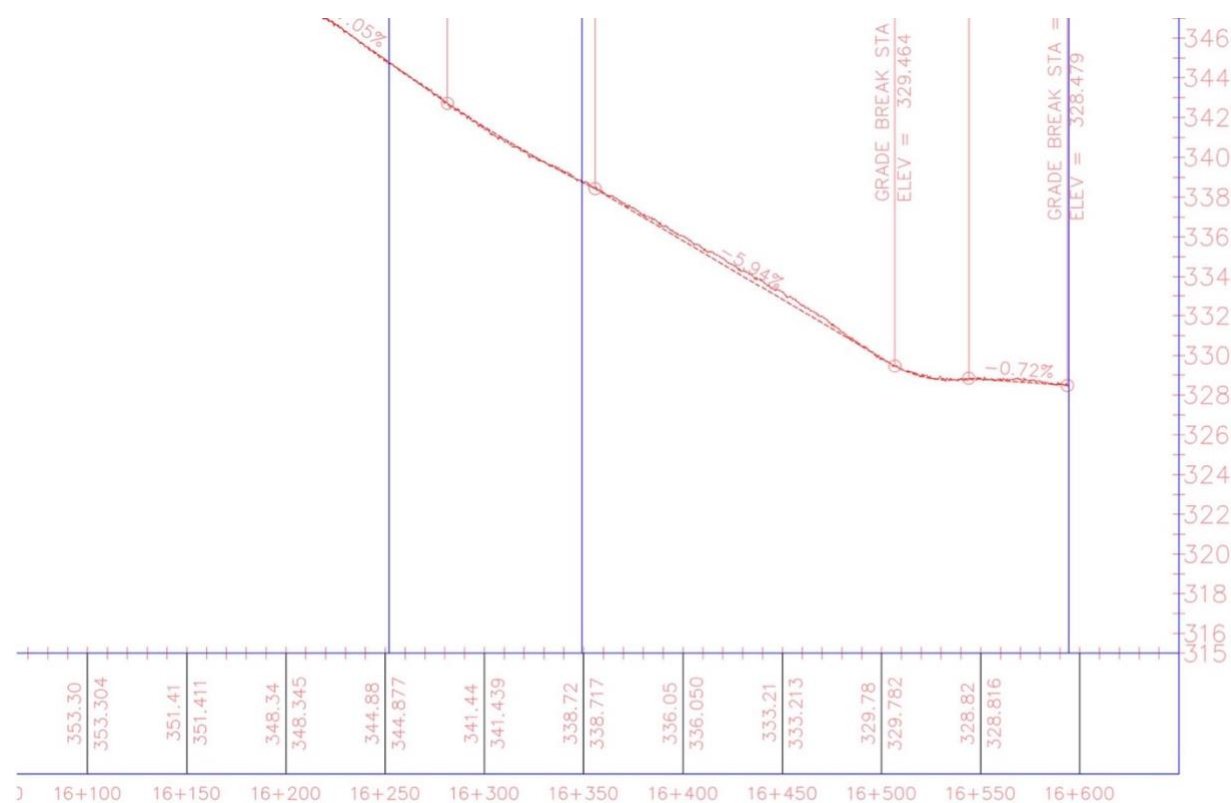


Figura 7: Pantallazo de Civil 3D con el trazado de la carretera en alzado (Curva 8, Recta 9)

ALINEACIÓN	P.K. Inicio	P.K. Final	Longitud	Inclinación	Ángulo girado	Parámetro
Recta 1	11+050,00	11+253,36	203,36	0,06%		
Parábola 1	11+253,36	11+360,00	106,64		-0,0252	4231,75
Recta 2	11+360,00	11+748,86	388,86	-2,52%		
Recta 3	11+748,86	11+859,36	110,50	-1,52%		
Recta 4	11+859,36	12+013,04	153,68	-2,93%		
Recta 5	12+013,04	12+580,28	567,24	-1,80%		
Parábola 2	12+580,28	12+670,58	90,30		0,027	3344,44
Recta 6	12+670,58	13+049,23	378,65	0,90%		
Parábola 3	13+049,23	13+170,58	121,35		-0,0374	3244,65
Recta 7	13+170,58	13+432,36	261,78	-2,84%		
Parábola 4	13+432,36	13+537,72	105,36		-0,0084	12542,86
Recta 8	13+537,72	14+171,61	633,89	-3,68%		
Parábola 5	14+171,61	14+233,96	62,35		0,0258	2416,67
Recta 9	14+233,96	14+552,15	318,19	-1,10%		
Parábola 6	14+552,15	14+713,71	161,56		-0,0537	3008,57
Recta 10	14+713,71	14+979,63	265,92	-6,47%		
Parábola 7	14+979,63	15+045,15	65,52		0,0803	815,94
Recta 11	15+045,15	15+235,29	190,14	1,56%		
Parábola 8	15+235,29	15+292,87	57,58		-0,0584	985,96
Recta 12	15+292,87	15+565,93	273,06	-4,28%		
Parábola 9	15+565,93	15+638,10	72,17		0,0665	1085,26
Recta 13	15+638,10	15+863,50	225,40	2,37%		
Parábola 10	15+863,50	15+937,24	73,74		-0,0662	1113,90
Recta 14	15+937,24	16+125,99	188,75	-4,25%		
Parábola 11	16+125,99	16+181,29	55,30		0,0425	1301,18
Recta 15	16+181,29	16+281,37	100,08	-7,05%		
Parábola 12	16+281,37	16+355,78	74,41		0,0111	6703,60
Recta 16	16+355,78	16+506,75	150,97	-5,94%		
Parábola 13	16+506,75	16+543,94	37,19		0,0522	712,45
Recta 17	16+543,94	16+593,76	49,82	-0,72%		

Tabla 8: Estado de alineaciones en alzado

### 3.2. INCLINACIÓN DE LAS RASANTES

La Norma fija unos valores máximos y mínimos de inclinación de rasantes según el tipo de carretera (Figura 8); y, además, dice que el valor mínimo de la inclinación de la rasante no será menor que 0,5%, aunque excepcionalmente, esta podrá alcanzar un valor no inferior a 0,2%.

VELOCIDAD DE PROYECTO ( $V_p$ ) (km/h)	INCLINACIÓN MÁXIMA (%)	INCLINACIÓN EXCEPCIONAL (%)
100	4	5
90 y 80	5	7
70 y 60	6	8
50 y 40	7	10

Figura 8: valores máximos y mínimos de inclinaciones de rasantes para carreteras convencionales y carreteras multicarril (Norma 3.1-IC)

Teniendo en cuenta lo anunciado anteriormente, por un lado, se observa que la primera recta no cumple con los valores de la Norma al ser una inclinación menor a la mínima, pero aún así puede ser despreciable al tratarse de una alineación puntual de 203 metros. Por otro lado, existe una recta con inclinación superior al 7%. No obstante, la Norma admite una inclinación excepcional del 10%, por lo que se da como alineación correcta.

### 3.3 ACUERDOS VERTICALES

Es interesante hacer una breve introducción al concepto y valor de parámetro del acuerdo vertical ( $K_v$ ) y del ángulo girado mediante las figuras que propone la Norma, donde se define dicho parámetro como el radio de la circunferencia oscultriz en el vértice de dicha parábola.

Definiendo  $\theta = |i_2 - i_1|$  como el valor absoluto de la diferencia algebraica de las inclinaciones en los extremos del acuerdo en tanto por uno, se cumple que:

$$K_v = \frac{L}{\theta}$$

Siendo  $L$  la longitud de la curva de acuerdo ( $L = 2 \cdot T$  Figura 5.1).

FIGURA 5.1.  
ACUERDOS VERTICALES.

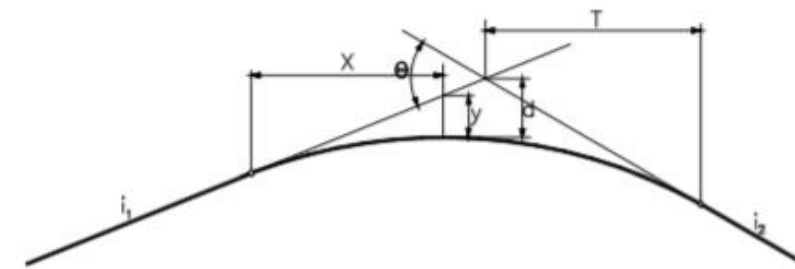


Figura 9: Fórmula de parámetro y croquis del tipo de acuerdos verticales (Norma 3.1-IC)

La longitud de una curva de acuerdo y consecuentemente el parámetro ( $K_v$ ) correspondiente serán mayores que los que indica la Norma (Figura 10) con el fin de no provocar sensación de circular por un tobogán y consideraciones de visibilidad.

Los siguientes valores hacen referencia a una altura de obstáculo de 0,50 metros.



GRUPO	VELOCIDAD DE PROYECTO (V <sub>p</sub> ) (km/h)	ACUERDOS CONVEXOS		ACUERDOS CÓNCAVOS	
		K <sub>v</sub> (m) Parada	K <sub>v</sub> (m) Adelantamiento	K <sub>v</sub> (m) Parada	K <sub>v</sub> (m) Adelantamiento
1	140	22 000	--	10 300	--
	130	16 000	--	8 600	--
2	120	11 000	--	7 100	--
	110	7 600	--	5 900	--
	100	5 200	7 100	4 800	7 800
	90	3 500	4 800	3 800	6 500
	80	2 300	3 100	3 000	5 400
3	90	3 500	4 800	3 800	6 500
	80	2 300	3 100	3 000	5 400
	70	1 400	2 000	2 300	4 400
	60	800	1 200	1 650	3 600
	50	450	650	1 160	3 000
	40	250	300	760	2 400

Figura 10: Parámetros mínimos de los acuerdos verticales para disponer de visibilidad de parada y adelantamiento (Norma 3.1-IC)

Por lo tanto, nótese que en todos los acuerdos convexos (aquellos que tienen el parámetro en negro) se cumple perfectamente lo marcado por la Norma. Por otro lado, para acuerdos cóncavos (marcados en rojo) hay algunos tramos que no alcanzan los parámetros mínimos para adelantamiento (parábolas 8 y 10).

Sin embargo, la Norma enuncia que los valores mínimos de K<sub>v</sub> de adelantamiento únicamente serán necesarios en las carreteras convencionales si se permite esa maniobra; por esta razón, se puede dar como tramos lícitos siempre y cuando dispongan de la señalización pertinente.

Por otra parte, la Norma también limita las longitudes de las parábolas según consideraciones de percepción visual, marcando que la curva de acuerdo vertical debe ser siempre mayor o igual que la velocidad de proyecto, parámetro que se cumple en todas las parábolas menos en la 13, pero siendo 37 metros un valor muy cercano al establecido (40 metros).

#### 4. SECCIÓN TRANSVERSAL

La sección transversal de la carretera es similar en todo el trazado menos en aquellos tramos que han sido modificados recientemente; como ya se ha indicado con anterioridad: Curva 4 – Recta 5 – Curva 5 y Curva 7 – Recta 8 – Curva 8 – Recta 9.

Por lo tanto, aquellos tramos de carretera más antiguos están caracterizados por tener un ancho de carriles de 2,8 metros (la erosión en el borde de la plataforma ha ido disminuyendo la anchura), en los que no existen arcenes adjuntos ni elementos de drenaje. La presencia de bermas también es variable, siendo su ancho normal de 0,5 metros cuando se dispone.

Por otra parte, aquellos tramos de modificación más nueva sí tienen un ancho mayor, un arcén mínimo y obras para el drenaje longitudinal.

#### 5. VISIBILIDAD

##### 5.1 INTRODUCCIÓN

En cualquier punto de una carretera el conductor debe tener una visibilidad adecuada para poder efectuar distintas maniobras en condiciones de comodidad y seguridad. Esta depende de la forma, las dimensiones y la disposición de los elementos del trazado vistos anteriormente.

Es por eso por lo que la Norma considera distancias mínimas para: visibilidad de parada, visibilidad de adelantamiento, visibilidad de decisión y visibilidad de cruce.

Alternativamente, el programa Autodesk Civil 3D dispone de una herramienta para conocer la visibilidad en cualquier punto del trazado, que es la opción por la que se ha optado estudiar la visibilidad de este tramo. No obstante, es interesante conocer algunas de las distancias de visibilidad mínimas que la Norma establece y pueden observarse en las figuras siguientes.

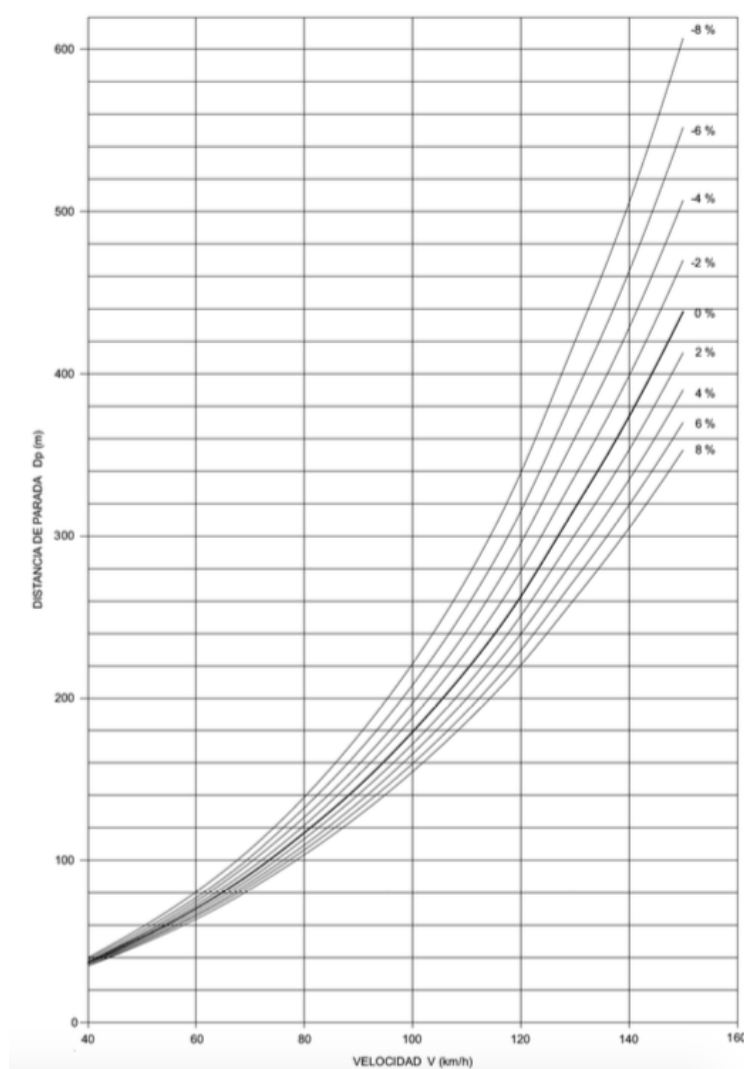


Figura 11: Distancias mínimas para visibilidad de parada según la velocidad (Norma 3.1-IC)

$V_p$ (km/h)	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140
$D_d$ (m)	110	140	170	195	225	250	280	305	335	365	390

Figura 12: Distancias de visibilidad mínimas para la toma de decisiones (Norma 3.1-IC)

Las anteriores figuras hacen referencia a la distancia que existe entre un vehículo y un obstáculo situado en el momento que el conductor puede divisarlo sin que luego aparezca de su campo visual y la distancia mínima para percibir la información recibida en la vía, reconocerla y reaccionar a ella. Como se observa, para el caso de las velocidades operacionales (la de proyecto es muy poco restringida) del tramo de

estudio, la horquilla de distancias mínimas se sitúa entre 100 y 300 metros, que serán las que se analicen mediante el Civil 3D.

Pasando al caso concreto del tramo de estudio al que hace referencia este trabajo, este se puede caracterizar como un tramo en el que la circulación no es del todo cómoda ya que la multitud de taludes de alta inclinación adyacentes a la plataforma y la gran cantidad de árboles y vegetación crean una sensación de transitar por un canal estrecho.

## 5.2 RECOPIACIÓN DE DATOS

A efectos de cálculo, el punto de vista del conductor se fija a una altura de metro y diez centímetros sobre la calzada, sobre la línea central de la calzada y una altura del obstáculo de medio metro.

En las siguientes tablas exportadas a través de la herramienta de Civil 3D se muestra la visibilidad cada 20 metros en el trazado a 100 metros (menos restrictiva) y 300 metros (más restrictiva). La columna de estación sitúa el punto de vista en el trazado; las siguientes columnas hacen referencia, respectivamente, a la distancia de visibilidad real y a la distancia de visibilidad que se exige, además se localizan en el trazado aquellos tramos que no cumplen con la distancia mínima marcada.





Estación	Distancia visual actual	Distancia visual mínima	¿Incumple?	Localización
11+050.00m	100.000m	100.000m	No	
11+070.00m	100.000m	100.000m	No	
11+090.00m	100.000m	100.000m	No	
11+110.00m	100.000m	100.000m	No	
11+130.00m	100.000m	100.000m	No	
11+150.00m	100.000m	100.000m	No	
11+170.00m	100.000m	100.000m	No	
11+190.00m	100.000m	100.000m	No	
11+210.00m	100.000m	100.000m	No	
11+230.00m	100.000m	100.000m	No	
11+250.00m	100.000m	100.000m	No	
11+270.00m	100.000m	100.000m	No	
11+290.00m	100.000m	100.000m	No	
11+310.00m	100.000m	100.000m	No	
11+330.00m	100.000m	100.000m	No	
11+350.00m	100.000m	100.000m	No	
11+370.00m	100.000m	100.000m	No	
11+390.00m	100.000m	100.000m	No	
11+410.00m	100.000m	100.000m	No	
11+430.00m	100.000m	100.000m	No	
11+450.00m	100.000m	100.000m	No	
11+470.00m	100.000m	100.000m	No	
11+490.00m	100.000m	100.000m	No	
11+510.00m	100.000m	100.000m	No	
11+530.00m	100.000m	100.000m	No	
11+550.00m	100.000m	100.000m	No	
11+570.00m	100.000m	100.000m	No	
11+590.00m	100.000m	100.000m	No	
11+610.00m	100.000m	100.000m	No	
11+630.00m	100.000m	100.000m	No	
11+650.00m	100.000m	100.000m	No	
11+670.00m	100.000m	100.000m	No	
11+690.00m	100.000m	100.000m	No	
11+710.00m	100.000m	100.000m	No	
11+730.00m	100.000m	100.000m	No	
11+750.00m	100.000m	100.000m	No	
11+770.00m	94.392m	100.000m	Sí	R1
11+790.00m	78.085m	100.000m	Sí	R1

11+810.00m	65.233m	100.000m	Sí	C1
11+830.00m	73.800m	100.000m	Sí	C1
11+850.00m	100.000m	100.000m	No	
11+870.00m	100.000m	100.000m	No	
11+890.00m	100.000m	100.000m	No	
11+910.00m	100.000m	100.000m	No	
11+930.00m	100.000m	100.000m	No	
11+950.00m	100.000m	100.000m	No	
11+970.00m	100.000m	100.000m	No	
11+990.00m	100.000m	100.000m	No	
12+010.00m	100.000m	100.000m	No	
12+030.00m	100.000m	100.000m	No	
12+050.00m	100.000m	100.000m	No	
12+070.00m	100.000m	100.000m	No	
12+090.00m	100.000m	100.000m	No	
12+110.00m	100.000m	100.000m	No	
12+130.00m	100.000m	100.000m	No	
12+150.00m	100.000m	100.000m	No	
12+170.00m	100.000m	100.000m	No	
12+190.00m	100.000m	100.000m	No	
12+210.00m	100.000m	100.000m	No	
12+230.00m	100.000m	100.000m	No	
12+250.00m	100.000m	100.000m	No	
12+270.00m	100.000m	100.000m	No	
12+290.00m	100.000m	100.000m	No	
12+310.00m	100.000m	100.000m	No	
12+330.00m	100.000m	100.000m	No	
12+350.00m	100.000m	100.000m	No	
12+370.00m	100.000m	100.000m	No	
12+390.00m	100.000m	100.000m	No	
12+410.00m	100.000m	100.000m	No	
12+430.00m	100.000m	100.000m	No	
12+450.00m	100.000m	100.000m	No	
12+470.00m	100.000m	100.000m	No	
12+490.00m	100.000m	100.000m	No	
12+510.00m	100.000m	100.000m	No	
12+530.00m	100.000m	100.000m	No	
12+550.00m	100.000m	100.000m	No	
12+570.00m	100.000m	100.000m	No	



12+590.00m	100.000m	100.000m	No
12+610.00m	100.000m	100.000m	No
12+630.00m	100.000m	100.000m	No
12+650.00m	100.000m	100.000m	No
12+670.00m	100.000m	100.000m	No
12+690.00m	100.000m	100.000m	No
12+710.00m	100.000m	100.000m	No
12+730.00m	100.000m	100.000m	No
12+750.00m	100.000m	100.000m	No
12+770.00m	100.000m	100.000m	No
12+790.00m	100.000m	100.000m	No
12+810.00m	100.000m	100.000m	No
12+830.00m	100.000m	100.000m	No
12+850.00m	100.000m	100.000m	No
12+870.00m	100.000m	100.000m	No
12+890.00m	100.000m	100.000m	No
12+910.00m	100.000m	100.000m	No
12+930.00m	100.000m	100.000m	No
12+950.00m	100.000m	100.000m	No
12+970.00m	100.000m	100.000m	No
12+990.00m	100.000m	100.000m	No
13+010.00m	100.000m	100.000m	No
13+030.00m	100.000m	100.000m	No
13+050.00m	100.000m	100.000m	No
13+070.00m	100.000m	100.000m	No
13+090.00m	100.000m	100.000m	No
13+110.00m	100.000m	100.000m	No
13+130.00m	100.000m	100.000m	No
13+150.00m	100.000m	100.000m	No
13+170.00m	100.000m	100.000m	No
13+190.00m	100.000m	100.000m	No
13+210.00m	100.000m	100.000m	No
13+230.00m	100.000m	100.000m	No
13+250.00m	100.000m	100.000m	No
13+270.00m	100.000m	100.000m	No
13+290.00m	100.000m	100.000m	No
13+310.00m	100.000m	100.000m	No
13+330.00m	100.000m	100.000m	No
13+350.00m	100.000m	100.000m	No

13+370.00m	100.000m	100.000m	No
13+390.00m	100.000m	100.000m	No
13+410.00m	100.000m	100.000m	No
13+430.00m	100.000m	100.000m	No
13+450.00m	100.000m	100.000m	No
13+470.00m	100.000m	100.000m	No
13+490.00m	100.000m	100.000m	No
13+510.00m	100.000m	100.000m	No
13+530.00m	100.000m	100.000m	No
13+550.00m	100.000m	100.000m	No
13+570.00m	100.000m	100.000m	No
13+590.00m	100.000m	100.000m	No
13+610.00m	100.000m	100.000m	No
13+630.00m	100.000m	100.000m	No
13+650.00m	100.000m	100.000m	No
13+670.00m	100.000m	100.000m	No
13+690.00m	100.000m	100.000m	No
13+710.00m	100.000m	100.000m	No
13+730.00m	100.000m	100.000m	No
13+750.00m	100.000m	100.000m	No
13+770.00m	100.000m	100.000m	No
13+790.00m	100.000m	100.000m	No
13+810.00m	100.000m	100.000m	No
13+830.00m	100.000m	100.000m	No
13+850.00m	100.000m	100.000m	No
13+870.00m	100.000m	100.000m	No
13+890.00m	100.000m	100.000m	No
13+910.00m	100.000m	100.000m	No
13+930.00m	100.000m	100.000m	No
13+950.00m	100.000m	100.000m	No
13+970.00m	100.000m	100.000m	No
13+990.00m	100.000m	100.000m	No
14+010.00m	100.000m	100.000m	No
14+030.00m	100.000m	100.000m	No
14+050.00m	100.000m	100.000m	No
14+070.00m	100.000m	100.000m	No
14+090.00m	100.000m	100.000m	No
14+110.00m	100.000m	100.000m	No
14+130.00m	100.000m	100.000m	No



14+150.00m	100.000m	100.000m	No	
14+170.00m	100.000m	100.000m	No	
14+190.00m	100.000m	100.000m	No	
14+210.00m	100.000m	100.000m	No	
14+230.00m	100.000m	100.000m	No	
14+250.00m	100.000m	100.000m	No	
14+270.00m	100.000m	100.000m	No	
14+290.00m	100.000m	100.000m	No	
14+310.00m	100.000m	100.000m	No	
14+330.00m	100.000m	100.000m	No	
14+350.00m	95.710m	100.000m	Sí	C4
14+370.00m	100.000m	100.000m	No	
14+390.00m	100.000m	100.000m	No	
14+410.00m	100.000m	100.000m	No	
14+430.00m	100.000m	100.000m	No	
14+450.00m	100.000m	100.000m	No	
14+470.00m	100.000m	100.000m	No	
14+490.00m	100.000m	100.000m	No	
14+510.00m	100.000m	100.000m	No	
14+530.00m	100.000m	100.000m	No	
14+550.00m	100.000m	100.000m	No	
14+570.00m	86.964m	100.000m	Sí	C5
14+590.00m	84.346m	100.000m	Sí	C5
14+610.00m	86.297m	100.000m	Sí	C5
14+630.00m	88.637m	100.000m	Sí	C5
14+650.00m	100.000m	100.000m	No	
14+670.00m	100.000m	100.000m	No	
14+690.00m	100.000m	100.000m	No	
14+710.00m	100.000m	100.000m	No	
14+730.00m	100.000m	100.000m	No	
14+750.00m	100.000m	100.000m	No	
14+770.00m	100.000m	100.000m	No	
14+790.00m	100.000m	100.000m	No	
14+810.00m	100.000m	100.000m	No	
14+830.00m	100.000m	100.000m	No	
14+850.00m	100.000m	100.000m	No	
14+870.00m	100.000m	100.000m	No	
14+890.00m	100.000m	100.000m	No	
14+910.00m	100.000m	100.000m	No	

14+930.00m	100.000m	100.000m	No	
14+950.00m	100.000m	100.000m	No	
14+970.00m	100.000m	100.000m	No	
14+990.00m	100.000m	100.000m	No	
15+010.00m	100.000m	100.000m	No	
15+030.00m	100.000m	100.000m	No	
15+050.00m	100.000m	100.000m	No	
15+070.00m	100.000m	100.000m	No	
15+090.00m	100.000m	100.000m	No	
15+110.00m	100.000m	100.000m	No	
15+130.00m	100.000m	100.000m	No	
15+150.00m	100.000m	100.000m	No	
15+170.00m	100.000m	100.000m	No	
15+190.00m	99.632m	100.000m	Sí	R6
15+210.00m	83.291m	100.000m	Sí	R6
15+230.00m	69.722m	100.000m	Sí	R6
15+250.00m	75.806m	100.000m	Sí	C6
15+270.00m	100.000m	100.000m	No	
15+290.00m	100.000m	100.000m	No	
15+310.00m	100.000m	100.000m	No	
15+330.00m	100.000m	100.000m	No	
15+350.00m	100.000m	100.000m	No	
15+370.00m	100.000m	100.000m	No	
15+390.00m	100.000m	100.000m	No	
15+410.00m	100.000m	100.000m	No	
15+430.00m	100.000m	100.000m	No	
15+450.00m	100.000m	100.000m	No	
15+470.00m	100.000m	100.000m	No	
15+490.00m	100.000m	100.000m	No	
15+510.00m	100.000m	100.000m	No	
15+530.00m	100.000m	100.000m	No	
15+550.00m	100.000m	100.000m	No	
15+570.00m	100.000m	100.000m	No	
15+590.00m	100.000m	100.000m	No	
15+610.00m	100.000m	100.000m	No	
15+630.00m	100.000m	100.000m	No	
15+650.00m	100.000m	100.000m	No	
15+670.00m	100.000m	100.000m	No	
15+690.00m	100.000m	100.000m	No	



15+710.00m	100.000m	100.000m	No	
15+730.00m	100.000m	100.000m	No	
15+750.00m	100.000m	100.000m	No	
15+770.00m	100.000m	100.000m	No	
15+790.00m	100.000m	100.000m	No	
15+810.00m	100.000m	100.000m	No	
15+830.00m	93.197m	100.000m	Sí	C7
15+850.00m	73.777m	100.000m	Sí	C7
15+870.00m	61.933m	100.000m	Sí	C7
15+890.00m	54.381m	100.000m	Sí	C7
15+910.00m	49.962m	100.000m	Sí	C7
15+930.00m	63.559m	100.000m	Sí	C7
15+950.00m	100.000m	100.000m	No	
15+970.00m	100.000m	100.000m	No	
15+990.00m	100.000m	100.000m	No	
16+010.00m	100.000m	100.000m	No	
16+030.00m	100.000m	100.000m	No	
16+050.00m	100.000m	100.000m	No	
16+070.00m	100.000m	100.000m	No	
16+090.00m	100.000m	100.000m	No	
16+110.00m	100.000m	100.000m	No	
16+130.00m	100.000m	100.000m	No	
16+150.00m	100.000m	100.000m	No	
16+170.00m	100.000m	100.000m	No	
16+190.00m	100.000m	100.000m	No	
16+210.00m	100.000m	100.000m	No	
16+230.00m	100.000m	100.000m	No	
16+250.00m	100.000m	100.000m	No	
16+270.00m	100.000m	100.000m	No	
16+290.00m	100.000m	100.000m	No	
16+310.00m	100.000m	100.000m	No	
16+330.00m	100.000m	100.000m	No	
16+350.00m	100.000m	100.000m	No	
16+370.00m	100.000m	100.000m	No	
16+390.00m	100.000m	100.000m	No	
16+410.00m	100.000m	100.000m	No	
16+430.00m	100.000m	100.000m	No	
16+450.00m	100.000m	100.000m	No	
16+470.00m	100.000m	100.000m	No	

16+490.00m	100.000m	100.000m	No	
16+510.00m	83.761m	100.000m	No	
16+530.00m	63.761m	100.000m	No	
16+550.00m	43.761m	100.000m	No	
16+570.00m	23.761m	100.000m	No	
16+590.00m	3.761m	100.000m	No	
16+594.50m	0.738m	100.000m	No	





Estación	Distancia visual actual	Distancia visual mínima	¿Incumple?	Localización
11+050.00m	252.000m	300.000m	Sí	R1
11+070.00m	233.200m	300.000m	Sí	R1
11+090.00m	213.200m	300.000m	Sí	R1
11+110.00m	196.600m	300.000m	Sí	R1
11+130.00m	180.800m	300.000m	Sí	R1
11+150.00m	173.600m	300.000m	Sí	R1
11+170.00m	159.600m	300.000m	Sí	R1
11+190.00m	187.800m	300.000m	Sí	R1
11+210.00m	188.000m	300.000m	Sí	R1
11+230.00m	233.200m	300.000m	Sí	R1
11+250.00m	300.000m	300.000m	No	
11+270.00m	300.000m	300.000m	No	
11+290.00m	300.000m	300.000m	No	
11+310.00m	300.000m	300.000m	No	
11+330.00m	300.000m	300.000m	No	
11+350.00m	300.000m	300.000m	No	
11+370.00m	300.000m	300.000m	No	
11+390.00m	300.000m	300.000m	No	
11+410.00m	300.000m	300.000m	No	
11+430.00m	300.000m	300.000m	No	
11+450.00m	300.000m	300.000m	No	
11+470.00m	300.000m	300.000m	No	
11+490.00m	300.000m	300.000m	No	
11+510.00m	300.000m	300.000m	No	
11+530.00m	300.000m	300.000m	No	
11+550.00m	300.000m	300.000m	No	
11+570.00m	288.141m	300.000m	Sí	R1
11+590.00m	268.240m	300.000m	Sí	R1
11+610.00m	248.356m	300.000m	Sí	R1
11+630.00m	228.504m	300.000m	Sí	R1
11+650.00m	208.707m	300.000m	Sí	R1
11+670.00m	188.984m	300.000m	Sí	R1
11+690.00m	169.334m	300.000m	Sí	R1
11+710.00m	149.804m	300.000m	Sí	R1
11+730.00m	130.569m	300.000m	Sí	R1
11+750.00m	111.812m	300.000m	Sí	R1
11+770.00m	94.392m	300.000m	Sí	R1
11+790.00m	78.085m	300.000m	Sí	R1

11+810.00m	65.233m	300.000m	Sí	C1
11+830.00m	73.800m	300.000m	Sí	C1
11+850.00m	154.208m	300.000m	Sí	C1
11+870.00m	300.000m	300.000m	No	
11+890.00m	300.000m	300.000m	No	
11+910.00m	300.000m	300.000m	No	
11+930.00m	300.000m	300.000m	No	
11+950.00m	300.000m	300.000m	No	
11+970.00m	300.000m	300.000m	No	
11+990.00m	300.000m	300.000m	No	
12+010.00m	300.000m	300.000m	No	
12+030.00m	300.000m	300.000m	No	
12+050.00m	300.000m	300.000m	No	
12+070.00m	300.000m	300.000m	No	
12+090.00m	300.000m	300.000m	No	
12+110.00m	300.000m	300.000m	No	
12+130.00m	300.000m	300.000m	No	
12+150.00m	300.000m	300.000m	No	
12+170.00m	300.000m	300.000m	No	
12+190.00m	300.000m	300.000m	No	
12+210.00m	300.000m	300.000m	No	
12+230.00m	300.000m	300.000m	No	
12+250.00m	300.000m	300.000m	No	
12+270.00m	300.000m	300.000m	No	
12+290.00m	300.000m	300.000m	No	
12+310.00m	300.000m	300.000m	No	
12+330.00m	294.007m	300.000m	Sí	R2
12+350.00m	274.458m	300.000m	Sí	R2
12+370.00m	254.985m	300.000m	Sí	R2
12+390.00m	235.617m	300.000m	Sí	R2
12+410.00m	216.188m	300.000m	Sí	R2
12+430.00m	197.023m	300.000m	Sí	R2
12+450.00m	178.175m	300.000m	Sí	R2
12+470.00m	159.638m	300.000m	Sí	R2
12+490.00m	141.442m	300.000m	Sí	R2
12+510.00m	124.274m	300.000m	Sí	R2
12+530.00m	110.768m	300.000m	Sí	R2
12+550.00m	123.177m	300.000m	Sí	R2
12+570.00m	140.038m	300.000m	Sí	C2



12+590.00m	126.675m	300.000m	Sí	C2
12+610.00m	121.218m	300.000m	Sí	C2
12+630.00m	174.492m	300.000m	Sí	C2
12+650.00m	300.000m	300.000m	No	
12+670.00m	300.000m	300.000m	No	
12+690.00m	300.000m	300.000m	No	
12+710.00m	300.000m	300.000m	No	
12+730.00m	300.000m	300.000m	No	
12+750.00m	300.000m	300.000m	No	
12+770.00m	300.000m	300.000m	No	
12+790.00m	300.000m	300.000m	No	
12+810.00m	300.000m	300.000m	No	
12+830.00m	284.400m	300.000m	Sí	R3
12+850.00m	267.600m	300.000m	Sí	R3
12+870.00m	249.400m	300.000m	Sí	R3
12+890.00m	235.800m	300.000m	Sí	R3
12+910.00m	222.000m	300.000m	Sí	R3
12+930.00m	202.000m	300.000m	Sí	R3
12+950.00m	190.600m	300.000m	Sí	R3
12+970.00m	179.400m	300.000m	Sí	R3
12+990.00m	168.200m	300.000m	Sí	R3
13+010.00m	162.800m	300.000m	Sí	R3
13+030.00m	151.800m	300.000m	Sí	R3
13+050.00m	143.000m	300.000m	Sí	R3
13+070.00m	139.200m	300.000m	Sí	R3
13+090.00m	150.200m	300.000m	Sí	R3
13+110.00m	300.000m	300.000m	No	
13+130.00m	300.000m	300.000m	No	
13+150.00m	300.000m	300.000m	No	
13+170.00m	300.000m	300.000m	No	
13+190.00m	300.000m	300.000m	No	
13+210.00m	300.000m	300.000m	No	
13+230.00m	298.017m	300.000m	Sí	R3
13+250.00m	279.665m	300.000m	Sí	R3
13+270.00m	261.538m	300.000m	Sí	R3
13+290.00m	242.997m	300.000m	Sí	R3
13+310.00m	224.483m	300.000m	Sí	R3
13+330.00m	207.383m	300.000m	Sí	R3
13+350.00m	191.495m	300.000m	Sí	R3

13+370.00m	179.503m	300.000m	Sí	R3
13+390.00m	177.893m	300.000m	Sí	R3
13+410.00m	208.815m	300.000m	Sí	C3
13+430.00m	199.878m	300.000m	Sí	C3
13+450.00m	300.000m	300.000m	No	
13+470.00m	300.000m	300.000m	No	
13+490.00m	300.000m	300.000m	No	
13+510.00m	300.000m	300.000m	No	
13+530.00m	300.000m	300.000m	No	
13+550.00m	300.000m	300.000m	No	
13+570.00m	300.000m	300.000m	No	
13+590.00m	300.000m	300.000m	No	
13+610.00m	300.000m	300.000m	No	
13+630.00m	300.000m	300.000m	No	
13+650.00m	300.000m	300.000m	No	
13+670.00m	300.000m	300.000m	No	
13+690.00m	300.000m	300.000m	No	
13+710.00m	300.000m	300.000m	No	
13+730.00m	300.000m	300.000m	No	
13+750.00m	300.000m	300.000m	No	
13+770.00m	300.000m	300.000m	No	
13+790.00m	300.000m	300.000m	No	
13+810.00m	300.000m	300.000m	No	
13+830.00m	300.000m	300.000m	No	
13+850.00m	300.000m	300.000m	No	
13+870.00m	300.000m	300.000m	No	
13+890.00m	300.000m	300.000m	No	
13+910.00m	300.000m	300.000m	No	
13+930.00m	300.000m	300.000m	No	
13+950.00m	300.000m	300.000m	No	
13+970.00m	300.000m	300.000m	No	
13+990.00m	300.000m	300.000m	No	
14+010.00m	300.000m	300.000m	No	
14+030.00m	300.000m	300.000m	No	
14+050.00m	300.000m	300.000m	No	
14+070.00m	300.000m	300.000m	No	
14+090.00m	300.000m	300.000m	No	
14+110.00m	299.144m	300.000m	Sí	R4
14+130.00m	279.163m	300.000m	Sí	R4



14+150.00m	259.317m	300.000m	Sí	R4
14+170.00m	239.475m	300.000m	Sí	R4
14+190.00m	219.577m	300.000m	Sí	R4
14+210.00m	200.129m	300.000m	Sí	R4
14+230.00m	180.947m	300.000m	Sí	R4
14+250.00m	162.284m	300.000m	Sí	R4
14+270.00m	143.578m	300.000m	Sí	R4
14+290.00m	125.712m	300.000m	Sí	R4
14+310.00m	109.880m	300.000m	Sí	R4
14+330.00m	100.562m	300.000m	Sí	R4
14+350.00m	95.710m	300.000m	Sí	R4
14+370.00m	126.728m	300.000m	Sí	C4
14+390.00m	246.055m	300.000m	Sí	C4
14+410.00m	225.438m	300.000m	Sí	C4
14+430.00m	205.820m	300.000m	Sí	C4
14+450.00m	186.488m	300.000m	Sí	R5
14+470.00m	167.501m	300.000m	Sí	R5
14+490.00m	149.024m	300.000m	Sí	R5
14+510.00m	131.487m	300.000m	Sí	R5
14+530.00m	115.008m	300.000m	Sí	R5
14+550.00m	100.656m	300.000m	Sí	R5
14+570.00m	86.964m	300.000m	Sí	C5
14+590.00m	84.346m	300.000m	Sí	C5
14+610.00m	86.297m	300.000m	Sí	C5
14+630.00m	88.637m	300.000m	Sí	C5
14+650.00m	139.376m	300.000m	Sí	C5
14+670.00m	190.785m	300.000m	Sí	C5
14+690.00m	198.908m	300.000m	Sí	C5
14+710.00m	222.091m	300.000m	Sí	C5
14+730.00m	222.600m	300.000m	Sí	R6
14+750.00m	300.000m	300.000m	No	
14+770.00m	300.000m	300.000m	No	
14+790.00m	300.000m	300.000m	No	
14+810.00m	300.000m	300.000m	No	
14+830.00m	300.000m	300.000m	No	
14+850.00m	300.000m	300.000m	No	
14+870.00m	300.000m	300.000m	No	
14+890.00m	300.000m	300.000m	No	
14+910.00m	300.000m	300.000m	No	

14+930.00m	300.000m	300.000m	No	
14+950.00m	300.000m	300.000m	No	
14+970.00m	300.000m	300.000m	No	
14+990.00m	286.262m	300.000m	Sí	R6
15+010.00m	264.231m	300.000m	Sí	R6
15+030.00m	244.343m	300.000m	Sí	R6
15+050.00m	224.587m	300.000m	Sí	R6
15+070.00m	205.315m	300.000m	Sí	R6
15+090.00m	185.762m	300.000m	Sí	R6
15+110.00m	166.268m	300.000m	Sí	R6
15+130.00m	147.723m	300.000m	Sí	R6
15+150.00m	128.946m	300.000m	Sí	R6
15+170.00m	110.310m	300.000m	Sí	R6
15+190.00m	99.632m	300.000m	Sí	R6
15+210.00m	83.291m	300.000m	Sí	R6
15+230.00m	69.722m	300.000m	Sí	R6
15+250.00m	75.806m	300.000m	Sí	R6
15+270.00m	300.000m	300.000m	No	
15+290.00m	300.000m	300.000m	No	
15+310.00m	300.000m	300.000m	No	
15+330.00m	300.000m	300.000m	No	
15+350.00m	300.000m	300.000m	No	
15+370.00m	300.000m	300.000m	No	
15+390.00m	300.000m	300.000m	No	
15+410.00m	300.000m	300.000m	No	
15+430.00m	300.000m	300.000m	No	
15+450.00m	300.000m	300.000m	No	
15+470.00m	300.000m	300.000m	No	
15+490.00m	300.000m	300.000m	No	
15+510.00m	300.000m	300.000m	No	
15+530.00m	300.000m	300.000m	No	
15+550.00m	300.000m	300.000m	No	
15+570.00m	300.000m	300.000m	No	
15+590.00m	300.000m	300.000m	No	
15+610.00m	268.890m	300.000m	Sí	R7
15+630.00m	250.755m	300.000m	Sí	R7
15+650.00m	231.274m	300.000m	Sí	R7
15+670.00m	235.816m	300.000m	Sí	R7
15+690.00m	217.633m	300.000m	Sí	R7



15+710.00m	199.782m	300.000m	Sí	R7
15+730.00m	181.585m	300.000m	Sí	R7
15+750.00m	163.853m	300.000m	Sí	R7
15+770.00m	146.285m	300.000m	Sí	R7
15+790.00m	131.172m	300.000m	Sí	R7
15+810.00m	113.865m	300.000m	Sí	C7
15+830.00m	93.197m	300.000m	Sí	C7
15+850.00m	73.777m	300.000m	Sí	C7
15+870.00m	61.933m	300.000m	Sí	C7
15+890.00m	54.381m	300.000m	Sí	C7
15+910.00m	49.962m	300.000m	Sí	C7
15+930.00m	63.559m	300.000m	Sí	C7
15+950.00m	235.627m	300.000m	Sí	C7
15+970.00m	217.064m	300.000m	Sí	C7
15+990.00m	192.800m	300.000m	Sí	R8
16+010.00m	175.600m	300.000m	Sí	R8
16+030.00m	155.600m	300.000m	Sí	R8
16+050.00m	138.600m	300.000m	Sí	R8
16+070.00m	124.200m	300.000m	Sí	R8
16+090.00m	104.400m	300.000m	Sí	R8
16+110.00m	139.400m	300.000m	Sí	R8
16+130.00m	175.094m	300.000m	Sí	R8
16+150.00m	189.083m	300.000m	Sí	R8
16+170.00m	207.151m	300.000m	Sí	R8
16+190.00m	187.737m	300.000m	Sí	R8
16+210.00m	168.512m	300.000m	Sí	R8
16+230.00m	149.648m	300.000m	Sí	R8
16+250.00m	131.133m	300.000m	Sí	R8
16+270.00m	114.073m	300.000m	Sí	C8
16+290.00m	104.155m	300.000m	Sí	C8
16+310.00m	137.275m	300.000m	Sí	C8
16+330.00m	263.761m	300.000m	No	
16+350.00m	243.761m	300.000m	No	
16+370.00m	223.761m	300.000m	No	
16+390.00m	203.761m	300.000m	No	
16+410.00m	183.761m	300.000m	No	
16+430.00m	163.761m	300.000m	No	
16+450.00m	143.761m	300.000m	No	
16+470.00m	123.761m	300.000m	No	

16+490.00m	103.761m	300.000m	No	
16+510.00m	83.761m	300.000m	No	
16+530.00m	63.761m	300.000m	No	
16+550.00m	43.761m	300.000m	No	
16+570.00m	23.761m	300.000m	No	
16+590.00m	3.761m	300.000m	No	
16+594.50m	0.738m	300.000m	No	

Como se ha comentado anteriormente, el análisis de visibilidad a 300 metros es más restrictivo que el de a 100 metros, pero la suma de ambos permite identificar mejor aquellos puntos de visibilidad insuficiente.

Esto es interesante para la óptima circulación en el trazado en factores de seguridad, tanto como para avistar cualquier obstáculo y conocer la geometría de la vía, como para realizar las maniobras pertinentes de adelantamiento, parada o de incorporación o salida a la vía desde o hacia los minuciosos caminos rurales adyacentes al tramo principal de estudio.

Es conveniente comentar que a lo largo del tramo de carretera en estudio hay continuos accesos a fincas o explotaciones agrícolas, pero que a la hora de analizarse se tendrán en cuenta aquellos más amplios y a primera vista, parecen más concurridos diariamente.



### 5.3 ANÁLISIS DE LA VISIBILIDAD

El siguiente examen de visibilidad se realizará a cabo punto a punto en sentido ascendente de los P.K. comentando cuáles son los tramos con una visibilidad insuficiente, su magnitud y consecuencias.

El primer punto que comentar se sitúa en la Recta 1, justo en la salida/entrada al municipio de Rossell, del P.K. 11+050 al 11+230, en este tramo hay un cambio de rasante que impide ver a más de 300 metros y a la vez, se encuentra un acceso secundario al municipio cuya vegetación obstaculiza su perfecta visibilidad.



Figura 13: Primer tramo de conflicto por visibilidad

El segundo tramo que destaca por la falta de visibilidad es la aproximación a la Curva 1, en ambos sentidos, tanto para una distancia de visibilidad mínima a 100 metros como a 300 metros. El principal causante del problema es el pequeño radio de la curva de 128 metros y el talud lateral prácticamente vertical; que, además, impide ver el acceso a un camino rural a 50 metros de la curva en sentido ascendente.

Similar al anterior es el caso de la aproximación a la Curva 2, en la que además la vegetación es un factor que se añade a la lista de causas.

En siguiente lugar, a mitad del tramo de la Recta 3, hay una pérdida de visibilidad a 300 metros causada por un cambio en la rasante, aunque hay visibilidad a 100 metros y nunca estos cambios de rasante incumplen con la Norma 3.1-IC.

En la aproximación a la Curva 3 solamente encontramos deficiencia de visibilidad a 300 metros, causada una vez más por encontrarse entre taludes sin suavizar.

Un ejemplo perfecto de escasa visibilidad a uno de los tantos accesos a caminos rurales alterados por la verticalidad de los taludes se encuentra en la Recta 4, en el P.K. 14+100, que da paso a una explotación ganadera y se puede advertir en la siguiente imagen. Este fenómeno tiene como consecuencia que la visibilidad de cruce no cumpla en ningún momento las distancias mínimas de maniobras de giro recomendadas.



Figura 14: Visibilidad escasa para el acceso a camino rural

Los acercamientos a las Curvas 4 y 5 son casi siempre visibles a una distancia de 100 metros (en un punto disminuye a 85 metros), pero siempre hay contravenciones a una distancia de visibilidad de 300 metros, aunque al disminuir la velocidad de operación en este tramo, hay visibilidad suficiente para reaccionar a cualquier adversidad.

La Curva 6 tiene la misma problemática que la que se encuentra en los casos de la Curva 1 y 2.

Por otra parte, el tramo de C7-R8-C8 es de características similares al que también está mejorado (C4 y C5), aunque en la Curva 8 no hay problemas de visibilidad a 100 metros de distancia. El acceso a la carretera secundaria que va hasta Canet lo Roig en el P.K. 15+800 es visible en sentido ascendente y cumple con la distancia de visibilidad de parada para la velocidad de operación que marca la Norma.



Figura 15: Visibilidad del acceso (derecha) al camino rural en dirección a Canet lo Roig